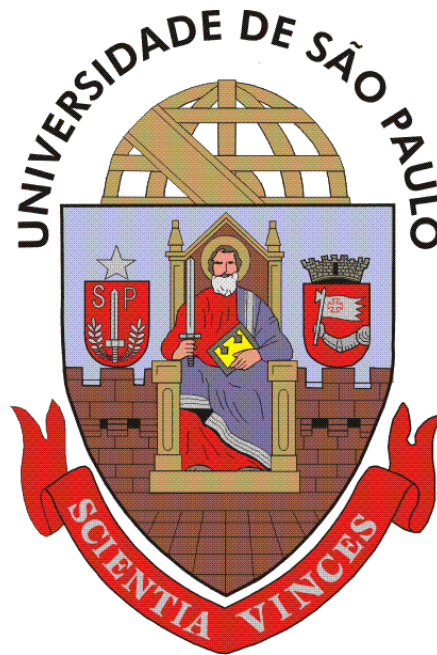


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



GESTÃO ENERGÉTICA INDUSTRIAL: UMA ABORDAGEM FRENTE À INTELIGÊNCIA EMPRESARIAL

São Carlos
2011

OURESTE ELIAS BATISTA

**GESTÃO ENERGÉTICA INDUSTRIAL:
UMA ABORDAGEM FRENTE À
INTELIGÊNCIA EMPRESARIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia de
São Carlos, da Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em
Sistemas de Energia e Automação

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rogério Andrade Flauzino

São Carlos
2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

B333g Batista, Oureste Elias
 Gestão energética industrial: uma abordagem frente à
inteligência empresarial / Oureste Elias Batista ;
orientador Prof. Dr. Rogério Andrade Flauzino. -- São
Carlos, 2011.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Engenharia Elétrica) -- Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.

1. Gestão energética. 2. Desenvolvimento sustentável.
3. Oportunidades no setor elétrico. 4. Gestão do
conhecimento. 5. Inteligência empresarial. I. Título.

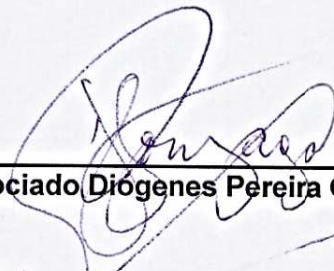
FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Oureste Elias Batista

Título: "Gestão Energética Industrial: Uma Abordagem Frente à Inteligência Empresarial"

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado
em 29/11/2011,


com NOTA 10,0 (Dez , zero), pela comissão julgadora:



Prof. Associado Diógenes Pereira Gonzaga - EESC/USP



Prof. Assistente Carlos Goldenberg - EESC/USP,



Prof. Associado Homero Schiabel
Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica
EESC/USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, que, praticamente, abdicou de sua vida em função da minha e tem sido o maior incentivador nesta minha jornada de aprendizado. Dedico também à Maria José que durante quase toda minha graduação foi como uma mãe para mim, uma guerreira que luta por sua família com determinação sobre-humana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Andrade Flauzino, que tem apoiado e auxiliado nas empreitadas de fim da graduação e início da vida profissional, além de apresentar oportunidades de trabalho e ideias para continuidade do que já temos feito.

Ao Prof. Dr. Jose Carlos de Melo Vieira J. por expandir meus horizontes através de sua disciplina: Eficiência Energética.

Aos colaboradores da Elektro Eletricidade e Serviços S.A. por me permitirem vivenciar o mundo corporativo e ser tratado com exemplar respeito durante meu estágio.

Aos professores Carlos Goldenberg e Diógenes por, de forma direta ou indireta, acompanharem minha trajetória na graduação e contribuírem para a minha evolução pessoal e profissional.

Aos meus amigos, e também em breve engenheiros, Murilo Moraes Soares e Guilherme Serpa Sestito por compartilharem suas experiências e ajudarem a melhorar minha forma de enxergar muitas coisas.

A todos os amigos e pessoas que fizeram da minha vida em São Carlos uma experiência fantástica e me instigaram a viver um pouco mais disto tudo.

“Não são os mais fortes das espécies que sobrevivem, nem os mais inteligentes, mas aqueles que mais se adaptam às mudanças”

Charles R. Darwin

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO	1
1. GESTÃO ENERGÉTICA	3
1.1 Contextualização	3
1.2 O Programa de Gestão Energética.....	5
1.3 Conceitos Básicos	9
1.4 Tarifação da Energia Elétrica.....	12
1.5 Indicadores.....	16
1.5.1 Consumo específico de energia (CE).....	17
1.5.2 Fator de Carga da Instalação (<i>fc</i>).....	17
1.5.3 Custo Médio de Energia (CMe).....	18
2. A NECESSIDADE DE GESTÃO DO CONHECIMENTO	19
2.1 A Utilização do Conhecimento	19
2.2 A Inteligência Empresarial	21
2.3 Atuação de Agentes do Ambiente Externo	25
2.3.1 PROCEL.....	25
2.3.2 ISO 50.001: Gestão Energética	29
3. A IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES	33
3.1 Inteligência Empresarial e Gestão Energética	37
3.1.1 Análise do Faturamento.....	38
3.1.2 Metodologia Proposta.....	42
3.1.3 Resultados	52
3.1.4 Estudo de Caso	55
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

RESUMO

BATISTA, O. E. ***Gestão Energética Industrial: um abordagem frente à Inteligência Empresarial.*** 84p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

O objetivo deste trabalho é evidenciar os ganhos econômicos resultantes de uma política de inteligência empresarial que abrange práticas de gestão energética. Neste sentido, é mostrado como a gestão do conhecimento é um fator determinante no sucesso ou declínio de uma empresa, especialmente para as pequenas e médias. A gestão energética é tomada, então, como uma prática gerencial com caráter decisivo para as diretrizes de um planejamento estratégico empresarial, o que é reforçado pela criação da ISO 50.001 – “Sistemas de Gestão da Energia” e diversos programas governamentais de mobilização para a conservação e gestão de energia, como PROCEL e PROESCO. Para evidenciar as oportunidades, é sugerida uma metodologia de gestão energética composta por quatro etapas sequenciais: crédito de ICMS, PIS e COFINS, deslocamento de carga, melhoria do fator de carga e otimização contratual; que irão reduzir, sucessivamente, parcelas do faturamento de energia elétrica. Visto que esta metodologia se baseia na minimização do custo médio da energia elétrica a partir de um baixo investimento, dentre as oportunidades economia no faturamento, esta proposta tem uma grande aplicabilidade em pequenas e médias indústrias, pois são as que mais carecem de conhecimento e disponibilidade financeira. Resultados ainda mostram que o montante economizado é capaz de viabilizar grandes volumes de investimentos, como a instalação de geradores à diesel, acumuladores de energia (bancos de baterias e de gelo) e retrofit no sistema produtivo.

Palavras-chaves: gestão energética, desenvolvimento sustentável, oportunidades no setor elétrico, gestão do conhecimento, inteligência empresarial

ABSTRACT

BATISTA, O. E. *Industrial Energy Management: a Business Intelligence approach*. 83p. Course Conclusion Work – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, 2011.

The main goal of this paper is to show the resultant gains of a business intelligence policy that includes energy management practices. In this way, it is shown how the knowledge management is a key factor for the success or decline of a factory, specially the medium and small sized ones. Then, the energy management is taken as a management practice with finality to the business strategic planning, which is empowered by the creation of the ISO 50.001 – “Energy Management System” standard, and many governmental programs of mobilization for the energy management and conservation as PROCEL and PROESCO. In order to present the opportunities about it, it is suggested an energy management methodology composed of four sequential steps: ICMS, PIS and COFINS credits, load shift, load factor improvement and contractual optimization; which will decrease, successively, portions of electric energy bill. Since this methodology is based on minimizing the average cost of electric energy using a low investment, this proposal has a big applicability in medium and small sized factories, because they lack more knowledge and financial availability. Results still show that the saved amount enables big amounts of investment, like the install of diesel generators, energy accumulators (batteries and ice banks) and retrofit on the productive system.

Keywords: energy: management, sustainable development, opportunities in the electricity sector, knowledge management, business intelligence

INTRODUÇÃO

A qualidade de vida alcançada pela sociedade moderna é mantida, em grande parte, pela utilização das várias formas de energia, especialmente, a energia elétrica. De fato, como exposto na Figura 1, os principais índices de desenvolvimento humano podem ser relacionados aos níveis de consumo de energia elétrica per capita [1].

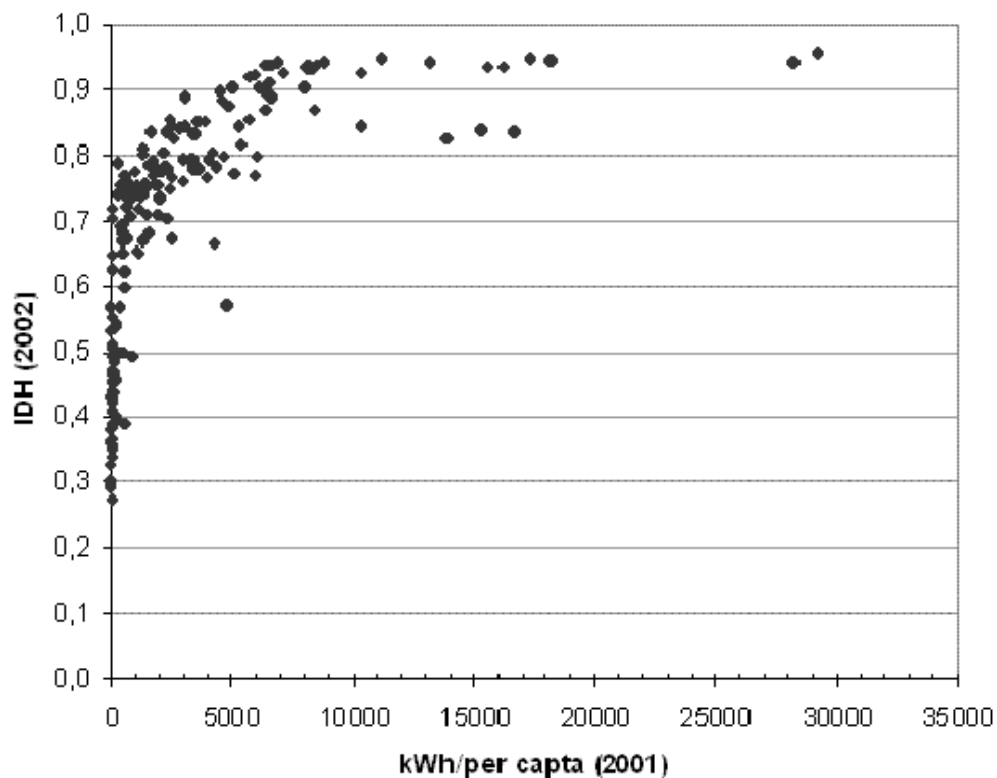


Figura 1: IDH (2002) em função do consumo de eletricidade per capita (2001) para 177 países [1].

A importância da eletricidade, para a manutenção da rotina mundial, exige a coordenação entre o lado da oferta de energia, pelos sistemas elétricos de potência (SEPs), e pelo lado da demanda, consumidores dos segmentos industrial, comercial e residencial. Em 2001, por exemplo, o Brasil experimentou uma crise de abastecimento no setor elétrico. Com a finalidade de agilizar as providências para enfrentar a escassez, o Governo Federal criou, através da Medida Provisória no 2.148-1, de 24 de maio de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - GCE, com o objetivo de propor e implementar medidas de natureza emergencial, decorrentes da situação hidrológica crítica, para compatibilizar a demanda e a oferta de energia elétrica, de forma a evitar

interrupções imprevistas do suprimento de energia elétrica [2]. Deste cenário vieram duas consequências positivas: a forte mobilização da sociedade na busca da solução e a valorização da eficiência no uso de energia elétrica. Em decorrência desse processo de aprendizagem, vem se formando uma consciência de que a gestão energética deve fazer parte de forma definitiva da política energética nacional, mediante o desenvolvimento de produtos e processos mais eficientes e a intensificação de programas que levem à mudança de hábitos de consumo.

Para o setor industrial, a energia elétrica tornou-se insumo fundamental para assegurar o desenvolvimento econômico e social de um país. A racionalização (diferente do racionamento) de seu uso apresenta-se como alternativa para redução nos custos de produção. Em alguns casos, significativas economias podem ser obtidas apenas com mudanças de procedimentos e de hábitos, além de impactar positivamente o meio ambiente. Dentre os aspectos econômicos envolvidos na atividade de racionalização do uso de energia, deve-se destacar a valorização da imagem e da visão estratégica da empresa. Hoje, o mercado está cada vez mais orientado a dar preferência a produtos de empresas comprometidas com ações de proteção ao meio ambiente. Uma empresa que deseja alcançar uma estrutura de custos racionalizada e tornar-se mais competitiva não pode admitir o desperdício ou usar a energia de forma ineficiente e irresponsável [3].

1. GESTÃO ENERGÉTICA

1.1 Contextualização

Dos vários custos gerenciáveis em uma empresa, seja do setor industrial ou comercial, a energia vem assumindo uma importância crescente, motivada pela redução de custos decorrentes do mercado competitivo, pelas incertezas da disponibilidade energética ou por restrições ambientais. Qualquer que seja a motivação, promover a eficiência energética é essencialmente usar o conhecimento de forma aplicada, empregando conceitos de engenharia, economia e administração aos sistemas energéticos. Contudo, dado à diversidade e complexidade desses sistemas, é essencial o conhecimento técnicas e métodos para definir objetivos e ações para melhorar o desempenho energético e reduzir as perdas nos processos de transporte, armazenamento e distribuição de energia [4].

No âmbito corporativo, o uso eficiente de energia deve ser entendido como um das estratégias para de redução das perdas e de racionalização técnico-econômica dos fatores de produção, cabendo também observar o caráter estratégico e determinante que o suprimento de eletricidade apresenta em todos os processos produtivos. Ainda que representando uma parcela por vezes reduzida dos custos totais, via de regra a energia elétrica não possui outros substitutos, sem a qual os processos não se desenvolvem.

Os responsáveis técnicos pela gestão de energia, além de tornar cada vez mais eficientes as instalações, sistemas e equipamentos deve também, responder a dois desafios: avaliar o montante de energia ou a demanda energética necessária ao atendimento de suas necessidades atuais e futuras, bem como adquirir ou contratar no mercado essa disponibilidade energética. O primeiro tem impacto direto no planejamento da expansão do setor elétrico nacional, tendo em vista a infraestrutura necessária para o atendimento dos consumidores. O segundo tem caráter comercial, e impacta no custo médio da energia elétrica utilizada pela empresa. A aquisição pode ocorrer em um Ambiente de Contratação Regulado (consumidor cativo) - ACR ou Ambiente de Contratação Livre (consumidor livre) – ACL, ou ainda ocorrer totalmente ou parcialmente através da auto-produção de energia de energia elétrica não esquecendo de incluir, quando possível e viável, o processo de cogeração. Muitas empresas também estão agregando a esse processo de gestão energética a questão ambiental através, por

exemplo, do nível de emissão de carbono decorrente de sua cadeia de produção. Esse processo de gestão envolve, restrições financeiras e disponibilidades de recursos, sejam de pessoal ou materiais, ferramentas e metodologias de análise, além de aspectos tecnológicos e diversas áreas de conhecimento. Métodos e modelos de gestão energética adotados em uma dada unidade empresarial podem e devem ser transportados para um modelo de gestão corporativa da empresa. Cada vez mais, as empresas e seus gestores de energia precisam entender os aspectos legais e regulatórios dos mercados de energia, as tendências e perspectivas energéticas no Brasil e no exterior, além de se preocuparem com eventuais situações de desabastecimento gerado pelo desequilíbrio entre oferta e demanda de energia [4].

A gestão e a otimização energética trata-se uma avaliação permanente de sua matriz energética, estabelecendo estratégias de curto, médio e longo prazos, nos montantes de aquisição de energia elétrica e autoprodução, evitando nesse caso o custo (óleo combustível, gás natural, GLP, lenha, biomassa, etc).

Antes de realizar qualquer atividade, no entanto, é preciso conhecer e diagnosticar a realidade energética, para então estabelecer as prioridades, implantar os projetos de melhoria e redução de perdas e acompanhar seus resultados em um processo contínuo. Esta abordagem é válida para instalações novas, em caráter preventivo, ou instalações existentes, em caráter corretivo, em empresas industriais ou comerciais.

A gestão energética de uma instalação existente aborda as seguintes medidas:

- Conhecimento das informações relacionadas com os fluxos de energia, as ações que influenciam estes fluxos, os processos e atividades que utilizam a energia relacionam com um produto ou serviço;
- Acompanhamento dos índices de controle como, consumo de energia, custos específicos, fator de utilização e os valores médios, contratados, faturados e registrados de energia;
- Atuação nos índices com vista a reduzir o consumo energético através da implementação de ações que buscam a utilização racional de energia.

Estas avaliações constituem um primeiro e decisivo passo nesta direção, a requerer medidas e ações posteriores, desejavelmente estabelecidas de forma planejada e estruturada, com clara definição de metas, responsáveis e efetivos acompanhamentos,

se possível no âmbito de um Programa de Gestão Energética, com visibilidade na corporação e na necessária provisão de recursos físicos e humanos. Neste sentido, as auditorias energéticas constituem um instrumento essencial de diagnóstico preliminar e básico, para obter as informações requeridas para a formulação e acompanhamento desse programa de redução de desperdícios de energia.

De forma geral, um diagnóstico energético pode ser executado conforme a sequência apresentada na Figura 2 [4].

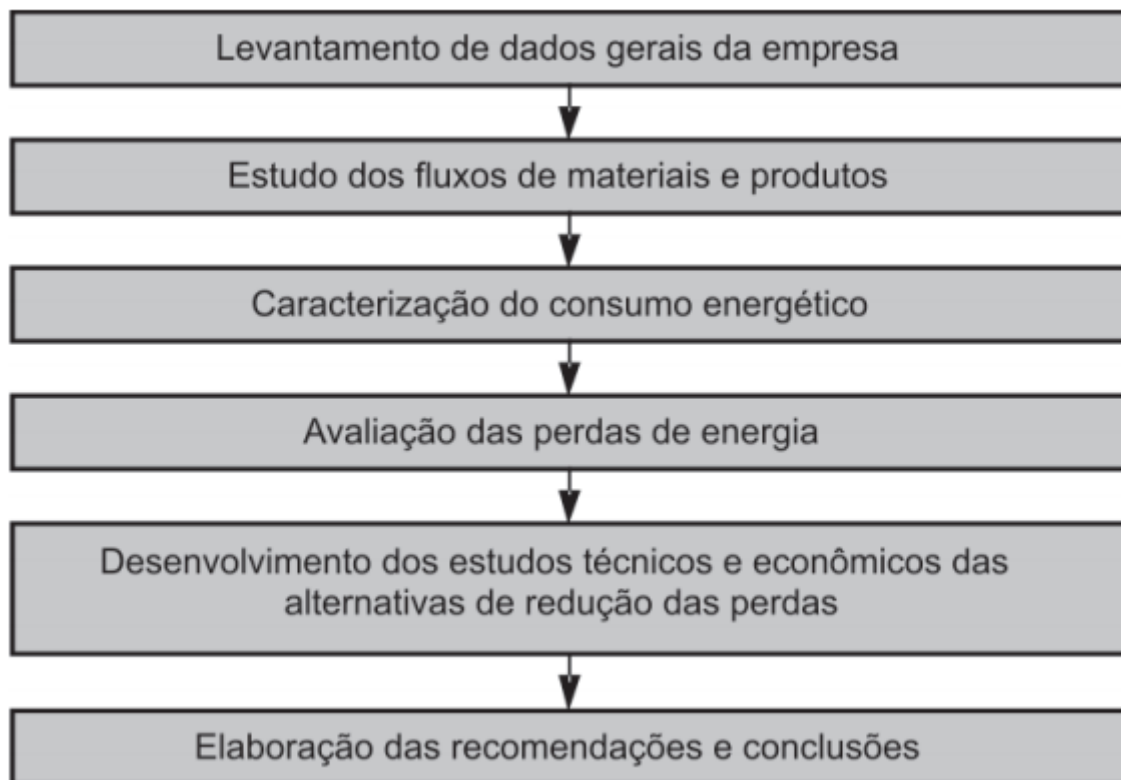


Figura 2: Etapas de um diagnóstico energético [4].

1.2.0 Programa de Gestão Energética

A evolução do consumo de energia, as dificuldades crescentes para se atender ao crescimento desse consumo, o custo crescente das alternativas de suprimento, o impacto negativo no meio ambiente que novas plantas de oferta de energia causam e a necessidade de as empresas inserirem-se em um mundo globalizado e competitivo, que

requer uso otimizado dos recursos. E para o sucesso da gestão energética, é imprescindível o comprometimento da direção das empresas e instituições.

A implantação de um Programa de Gestão Energética (PGE) deve ser a primeira iniciativa ou ação visando à redução de custos com energia em uma empresa. A importância da implantação do PGE deve-se ao fato de que ações isoladas, por melhores resultados que apresentem, tendem a perder o seu efeito ao longo do tempo. Um PGE deve ser estruturado de forma que os resultados de sua implementação se mantenham e as ações adotadas permaneçam.

Um PGE visa otimizar a utilização de energia por meio de orientações, direcionamento, propostas de ações e controles sobre os recursos humanos, materiais e econômicos. Objetiva-se reduzir os índices globais e específicos da energia necessária à obtenção do mesmo resultado ou produto.

Na maioria das empresas, a preocupação com a gestão de energia, geralmente, é de caráter pontual, não tem continuidade e fica delegada aos escalões inferiores da organização. Isso não quer dizer que deva ser negligenciada. Na verdade existe a consciência de que, cada vez mais, o tema “Gestão Energética” vem merecendo a atenção e o empenho da direção das empresas e de todos os seus níveis hierárquicos.

Atualmente, estamos assistindo a importantes transformações em nosso País e no mundo com respeito à preocupação com a preservação do meio ambiente. É importante que as empresas procurem se antecipar às mudanças que ocorrerão quanto às exigências de um novo mercado consumidor, que dará preferência a produtos de empresas que possuam o compromisso com a preservação do meio ambiente e com o não desperdício.

O PGE é uma alternativa para mostrar ao mercado que a empresa está comprometida com esses valores. Para reivindicar a certificação ISO 14000 é exigida a implantação de um programa de conservação [3].

A implantação de um Programa de Gestão Energética requer mudanças de procedimentos, de hábitos e de rotinas de trabalho, o que, na maioria das vezes, é um obstáculo difícil de ser superado, em virtude da resistência natural que as coletividades oferecem a propostas desse tipo.

Torna-se, então, importante e necessário o engajamento da direção superior da empresa e de todo o seu corpo funcional, técnico e administrativo, na busca de um

objetivo comum, mediante um trabalho conjunto. Com o objetivo de superar as dificuldades inerentes às resistências coletivas, a empresa deverá demonstrar claramente sua intenção de atingir os objetivos de racionalização do consumo de energia.

As ações de eficiência energética propostas para as empresas contemplam dois tipos principais de medidas [3]:

a) Medidas que impliquem ações de gestão nas instalações, incluindo:

- treinamento de pessoal, com o objetivo de criar um ambiente de conscientização nos colaboradores da empresa; e
- fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia, objetivando a perenidade do programa a ser desenvolvido.

b) Medidas que impliquem ações de atualização tecnológica, com a substituição de equipamentos existentes por outros mais eficientes.

As medidas propostas no item a darão ênfase aos aspectos de educação e de treinamento, e deverão ter custos significativamente menores do que as medidas propostas no item b, ainda que seus efeitos somente sejam obtidos no médio/longo prazo. As medidas propostas no item b incluirão a aquisição de equipamentos, devendo, portanto, representar investimentos elevados, porém com efeitos no curto prazo.

A experiência internacional aponta para a conclusão de que as medidas de educação e de treinamento, tipicamente, resultam em redução do consumo de energia da ordem de 5% após o período de um ano, a partir do início de sua implementação, a um custo inferior a 1% do custo total de um Programa de Gestão Energética global [3].

As empresas devem estar conscientes de sua imagem pública. Um Programa de Gestão Energética bem-sucedido e que, simultaneamente, contribua para a melhoria do meio ambiente promove uma significativa publicidade positiva perante seus clientes e a sociedade em geral.

O início de um PGE deve ser precedido de uma preparação de todos os envolvidos. Essa preparação é necessária para sensibilizar todos os funcionários da empresa para reduzir resistências, o que é normal quando mudanças são implementadas, e para mostrar o real comprometimento da Direção.

Inicialmente, deve ser constituída uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), que deverá estabelecer os principais usos da energia nas instalações da empresa, para definir o programa de treinamento mais adequado. Nesta fase, a empresa poderá contar com a experiência de uma consultoria especializada ou com a assistência do PROCEL.

A Direção deverá estabelecer objetivos claros e apoiar a implantação do PGE, enfatizando a sua necessidade e importância, aprovando e estabelecendo metas a serem atingidas ano a ano, efetuando um acompanhamento rigoroso, confrontando os resultados obtidos com as metas previstas, analisando os desvios, propondo medidas corretivas em caso de distorções e providenciando revisões periódicas e oportunas nas previsões estabelecidas. Tal posicionamento acarretará o aumento da competitividade de que as empresas tanto necessitam.

O PGE é constituído de três pilares ou estratégias: Diagnóstico Energético (levantamento da situação); Controles dos Índices (análise e acompanhamento dos dados); e Comunicação do Programa e seus resultados (divulgação). À Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) cabe sua gestão. Todas as ações desenvolvidas no PGE estão enquadradas em um desses pilares, e muitas delas devem ser desenvolvidas simultaneamente. Isto significa que não existe um pilar mais importante que o outro [3].

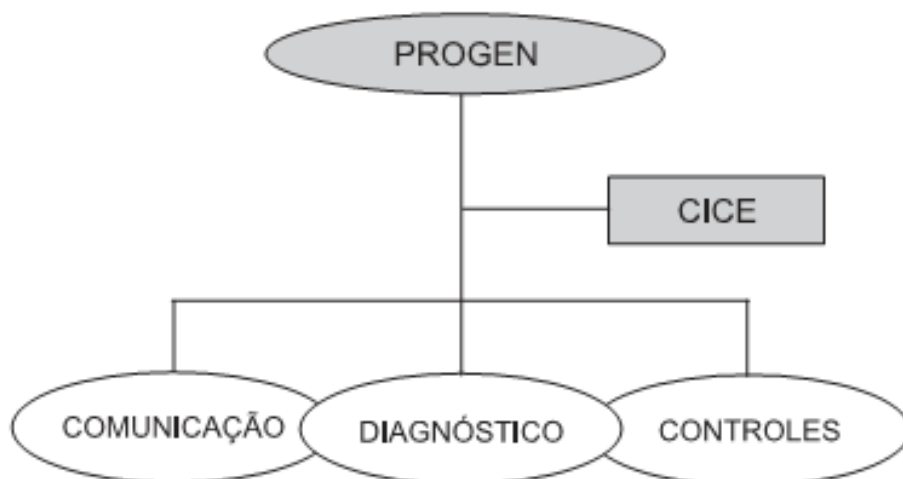


Figura 3: Estrutura de um Programa de Gestão Energética [3].

1.3 Conceitos Básicos

O gerenciamento energético de qualquer instalação requer o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, dos hábitos de utilização da instalação, dos mecanismos de aquisição de energia e da experiência dos usuários e técnicos da edificação.

A implementação de medidas estanques, não coordenadas e não integradas a uma visão global de toda a instalação ou carente de uma avaliação de custo/benefício pode não produzir os resultados esperados e minar a credibilidade do programa, dificultando a continuidade do processo perante a Direção e os ocupantes da planta.

Por isso, o primeiro passo consiste em conhecer como a energia elétrica é consumida na sua instalação e em acompanhar o custo e o consumo de energia elétrica por produto/serviço produzido, mantendo um registro cuidadoso. Os dados mensais e históricos são de grande importância para a execução do diagnóstico, podendo ser extraídos da conta de energia elétrica.

Esses dados poderão fornecer informações preciosas sobre a contratação correta da energia e seu uso adequado, bem como sobre a análise de seu desempenho, subsidiando a tomada de decisões, visando à redução dos custos operacionais.

Para realizar a análise energética, é necessário, antes, conhecer alguns conceitos [5].

- Energia ativa. É a energia capaz de produzir trabalho. A unidade de medida usada é o quilowatt-hora (kWh).
- Energia reativa. É a energia solicitada por alguns equipamentos elétricos, necessária à manutenção dos fluxos magnéticos e que não produz trabalho. A unidade de medida usada é o quilovolt-ampère reativo-hora (kvarh).
- Energia aparente. É a energia resultante da soma vetorial das energias ativa e reativa. É aquela que a concessionária realmente fornece para o Consumidor (kVA).
- Potência. É a quantidade de energia solicitada na unidade de tempo. A unidade usada é o quilowatt (kW).

- Demanda. É a potência média, medida por aparelho integrador, apurada durante qualquer intervalo de 15 (quinze) minutos.
- Demanda contratada. Demanda a ser obrigatória e continuamente colocada à disposição do cliente, por parte da concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixado em contrato.
- Carga instalada. Soma da potência de todos os aparelhos instalados nas dependências da unidade consumidora que, em qualquer momento, podem utilizar energia elétrica da concessionária.
- Fator de carga. Relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no período de tempo definido.
- Fator de potência (FP). Relação entre energia ativa e reativa horária, a partir de leituras dos respectivos aparelhos de medição.
- Tarifa de demanda. Valor, em reais, do kW de demanda em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de consumo. Valor, em reais, do kWh ou MWh de energia utilizada em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de ultrapassagem. Tarifa a ser aplicada ao valor de demanda registrada que superar o valor da demanda contratada, respeitada a tolerância.
- Tarifação horo-sazonal (THS). Sistema de tarifas que considera os segmentos horo-sazonais para precificar a energia.
- Horário de ponta (HP). Período definido pela concessionária, composto por três horas consecutivas, compreendidas entre 17 h e 22 h, exceção feita a sábados, domingos, terça-feira de Carnaval, Sexta-Feira da Paixão, Corpus Christi, Finados e demais feriados definidos por lei federal: 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 15 de novembro e 25 de dezembro. Neste intervalo a energia elétrica é mais cara.
- Horário fora de ponta (HFP). São as horas complementares às três horas consecutivas que compõem o horário de ponta, acrescidas da totalidade das horas dos sábados e domingos e dos onze feriados indicados acima. Neste intervalo a energia elétrica é mais barata.

- Curva de Carga do Sistema. A curva de carga do sistema elétrico para um dia típico apresenta o perfil mostrado na Figura 4. O horário de ponta representa o período do dia em que o sistema demanda mais carga.

Considerando que o sistema elétrico é dimensionado para atender à carga máxima, verifica-se que para atender a uma nova carga no HP a concessionária teria de investir para aumentar a sua capacidade apenas para aquele período, ao passo que para uma nova carga no HFP não seria necessário nenhum investimento.

Por meio da sazonalização tarifária (preços mais elevados e mais baixos nos HP e HFP, respectivamente), pretende-se que a curva do sistema torne-se mais plana ao longo do dia.

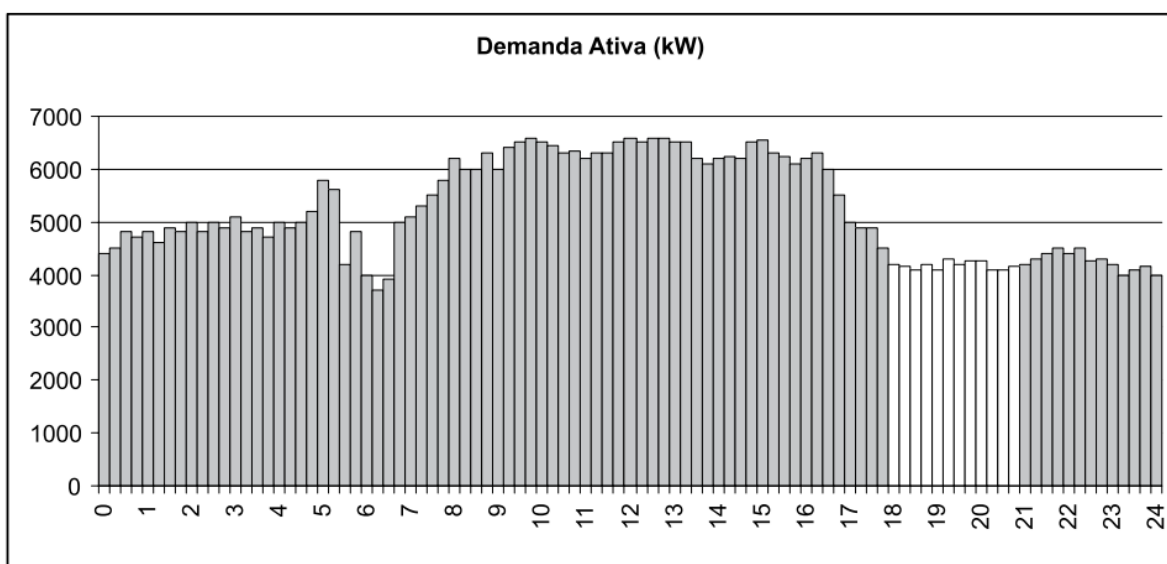


Figura 4: Curva de carga de um dia útil [5].

- Período seco. É o período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro de cada ano.

- Período úmido. É o período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

- Segmentos horários e sazonais. Identificados também como "segmentos horo-sazonais", são formados pela composição dos períodos úmido e seco com os horários de ponta e fora de ponta e determinados conforme abaixo:

Horário de ponta em período seco

Horário de ponta em período úmido

Horário fora de ponta em período seco

Horário fora de ponta em período úmido

Esses períodos foram criados visando compatibilizar a demanda com a oferta de energia. Isto é, por meio da sazonalização tarifária (preços mais elevados e mais baixos nos períodos seco e úmido, respectivamente), mostra-se o custo da energia, conforme a lei de oferta e procura.

1.4 Tarifação da Energia Elétrica

O custo da energia elétrica para o consumidor depende de uma série de fatores. Além dos equipamentos e suas condições operacionais, a forma de contratação da energia pode causar enormes diferenças de preços entre plantas semelhantes.

Dentre as inúmeras mudanças, a reestruturação do setor elétrico implicou o aparecimento de um agente no setor que inexistia até pouco tempo atrás: o consumidor livre, um novo agente, que hoje se constitui de poucos consumidores, mas com tendência de crescimento nos próximos anos.

Os consumidores cativos são regulados por legislação específica, estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), os quais estão sujeitos a tarifas de energia.

O preço a que esses consumidores estão sujeitos dependerá da tensão a que estiverem ligados e, mesmo enquadrados em uma dessas classes de tensão, eles pagarão por sua energia um preço médio, que dependerá de alguns outros fatores.

No setor elétrico, é considerado consumidor de baixa tensão (BT) aquele que está ligado em tensão inferior a 2,3 kV; e de alta tensão aquele ligado em tensão superior a esta.

Na BT, os clientes estão sujeitos às tarifas do grupo B. Nele existem subgrupos que variam de acordo com as classes:

a) Subgrupo B1 - residencial; residencial baixa renda;

- b) Subgrupo B2 – rural; cooperativa de eletrificação rural; irrigação;
- c) Subgrupo B3 - demais classes; e
- d) Subgrupo B4 - iluminação pública.

Observa-se que, apesar de o produto (energia) ser o mesmo, na BT o preço da energia varia por tipo de classe (residencial, industrial/comércio e rural); por estado, conforme o ICMS; e entre as concessionárias.

Na alta tensão (AT), a tarifa aplicada não é monômnia, como na baixa tensão (BT), e sim binômnia. Ou seja, cobra-se, além do consumo (kWh) registrado, a demanda (kW) contratada ou a medida (a que for maior), mais o ICMS, PIS e COFINS.

Na AT, clientes estão sujeitos às tarifas do grupo A. Nele os subgrupos não dependem das classes, e sim do nível de tensão. São os subgrupos:

- A1 – 230 kV ou mais;
- A2 – 88 kV a 138 kV;
- A3 – 69 kV;
- A3a – 30 kV a 44 kV;
- A4 – 2,3 kV a 25 kV; e
- AS – subterrâneo.

No setor elétrico, diz-se que os consumidores dos subgrupos AS, A4 e A3a estão ligados em média tensão (MT).

Até 1981, a tarifação de energia elétrica considerava apenas dois fatores básicos: a demanda de potência e o consumo de energia. Neste sistema, o cliente não percebia os reflexos da “forma” de uso de eletricidade, já que não havia diferenciação de preços segundo os horários de utilização durante o dia e períodos do ano. Do ponto de vista tarifário era indiferente usar a energia durante a madrugada ou no final da tarde, assim como no mês de junho ou de dezembro.

Por consequência, o perfil da utilização da energia, ao longo destes períodos, refletia exclusivamente os hábitos de consumo e as características próprias de um mercado de uma dada região [6].

No horário compreendido entre 17 e 22 horas, ocorria uma intensificação do uso da eletricidade, resultado das influências individuais das várias classes de consumo que compõem o mercado, notadamente a industrial, a residencial e a iluminação pública.

Esse intervalo de tempo é o período em que o sistema elétrico suporta o maior volume de carga, atingindo seu valor máximo aproximadamente às 19 horas, com pequena variação de região para região do país.

Devido ao maior carregamento do sistema elétrico nesse horário, é fácil observar que uma nova carga a ser atingida custará mais ao setor elétrico, que terá necessidade de investir em usinas e linhas de transmissão para atender a expansão da carga na ponta do sistema.

Neste novo modelo, para cada subgrupo é estabelecido um grupo de tarifas. Os clientes da média tensão possuem mais opções de tarifas.

Na modalidade convencional, as tarifas independem dos horários de ponta e fora de ponta, bem como dos períodos seco e úmido.

Na modalidade horo-sazonal, existem dois tipos de tarifa: azul e verde (somente para a MT). As tarifas de demanda são diferenciadas conforme os horários, no caso da azul, ao passo que as de consumo (energia) são diferenciadas conforme os horários e períodos.

Existe ainda uma tarifa aplicável sobre a diferença entre a demanda medida e a contratada quando a primeira exceder em 5% a segunda. O valor é três vezes superior ao estabelecido para as tarifas regulares e denomina-se Tarifa de Ultrapassagem. A Tabela 1 apresenta, então, como as tarifas são aplicadas [3].

Tabela 1: Estrutura Tarifária. Adaptada de [3].

TIPO DE TARIFA	VALORES A SEREM FATURADOS		
	CONSUMO (KWH)	DEMANDA (KW)	ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA
<p>CONVENCIONAL</p> <p>Aplicada como opção para consumidores com demanda menor que 300kW. A demanda contratada mínima é de 30kW.</p> <p>Ver observação 1.</p>	<p>Total registrado x Preço único</p>	<p>Maior valor entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a medida ou - a contratada x Preço único <p>Exceção</p> <p>Ver observação 2.</p>	
<p>VERDE</p> <p>Aplicada como opção para consumidores da MT. Ver observação 3.</p>	<p>Total registrado no HFP x Preços HFP para períodos seco e úmido. + Total Registrado no HP x Preços HP</p>	<p>Maior valor entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a medida ou - a contratada x Preço único <p>Exceção</p> <p>Ver observação 2.</p>	<p>Aplicável quando a demanda medida superar a contratada em 5%.</p>
<p>AZUL</p> <p>Aplicada de forma compulsória para clientes com demanda maior ou igual a 300 kW e opcional para aqueles com demanda entre 30 a 299 kW.</p> <p>Ver observação 3.</p>	<p>Total registrado no HFP x Preços HFP para períodos seco e úmido. + Total Registrado no HP x Preços HP para períodos seco e úmido.</p>	<p>Maior valor entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a medida ou - a contratada x Preços diferenciados para HFP e HP <p>Exceção</p> <p>Ver observação 2.</p>	

Observações:

1. Se uma unidade consumidora enquadrada na THS apresentar nove registros de demanda medida menor que 300 kW nos últimos onze ciclos de faturamento, poderá optar por retornar para a convencional.

2. Quando a unidade consumidora for classificada como rural ou reconhecida como sazonal, a demanda a ser faturada será:

- tarifa convencional: a demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da maior demanda medida em qualquer dos onze ciclos completos de faturamento anteriores;
- tarifa horo-sazonal: a demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da demanda contratada.

A cada doze meses, a partir da data da assinatura do contrato de fornecimento, deverá ser verificada, por segmento horário, a demanda medida não inferior à contratada em pelo menos três ciclos completos de faturamento. Caso contrário, a concessionária poderá cobrar, complementarmente, na fatura referente ao décimo segundo ciclo, as diferenças positivas entre as três maiores demandas contratadas e as respectivas demandas medidas.

3. Se nos últimos onze meses de faturamento apresentar três registros consecutivos ou seis alternados de demandas medidas maiores ou iguais a 300 kW, o cliente será enquadrado compulsoriamente na tarifa horo-sazonal azul, mas poderá fazer opção pela verde.

1.5 Indicadores

De uma maneira geral, pode-se afirmar que a eficiência energética aumenta quando se consegue realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior a que era usualmente consumida. Para se poder quantificar esta melhoria utiliza-se os chamados indicadores de eficiência energética. Dentre os mais comuns e os que apresentam maior utilização, pode-se destacar:

1.5.1 Consumo específico de energia (CE)

A análise do consumo de energia (kWh) ou da carga instalada (kW) em relação ao produto gerado, serviço prestado ou área ocupada produz indicadores de desempenho passíveis de comparação à padrões estabelecidos no país e no exterior. Pode-se, dessa forma, projetar padrões muito mais eficientes de consumo de energia elétrica, considerando-se utilização de produtos e processos de melhor desempenho energético. Para o cálculo do consumo específico de energia (CE), faz-se [5]:

$$CE_i = \frac{C_i}{Q_i} \quad (1.1)$$

Sendo

C – o consumo mensal de energia dado em kWh/mês;

Q – a quantidade de produto ou serviço produzido no mês pela unidade consumidora;

i – índice referente ao mês de análise do histórico de dados.

1.5.2 Fator de Carga da Instalação (fc)

O fator de carga, que pode ser obtido através dos dados das contas de energia, é um dos indicadores mais importantes de eficiência, pois mostra como a energia está sendo utilizada ao longo do tempo [5].

$$fc = \frac{D_{med}}{D_{max}} = \frac{C}{h \cdot D_{max}} \quad (1.2)$$

Sendo

fc – fator de carga do mês na ponta e/ou fora de ponta;

D_{med} – Demanda média no mês na ponta e/ou fora de ponta

C – consumo de energia (kWh) no mês na ponta e fora de ponta;

h – número médio de horas no mês; sendo geralmente 66 horas para a ponta, 664 horas para o período fora de ponta e 730 no total;

D_{max} – demanda registrada máxima de potência no mês na ponta e fora de ponta.

Um fator de carga próximo de 1 (seu valor máximo) indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, determinando uma demanda elevada.

Desta forma, quanto maior for o fator de carga, menor a demanda máxima registrada e menor será o custo do kWh.

$$fc = \frac{Dm}{D} \rightarrow D = \frac{Dm}{fc} (kW) \quad (1.3)$$

1.5.3 Custo Médio de Energia (CMe)

O custo médio de energia expressa o valor gasto por kWh nas instalações da empresa [5].

$$CMe = \frac{F}{C} = \frac{R\$}{kWh} \quad (1.4)$$

Sendo

CMe – custo média da energia elétrica (R\$/kWh);

F – valor total da fatura de energia elétrica (R\$);

C – consumo de energia (kWh) no mês na ponta e fora de ponta;

Este indicador é um forte aliado na tomada de decisões relacionadas à contratação de energia elétrica, e será abordado novamente no capítulo 4.

2. A NECESSIDADE DE GESTÃO DO CONHECIMENTO

A grande motivação para a disseminação de práticas de gestão energética, ainda, é a falta de conhecimento por parte dos consumidores, principalmente industriais de pequeno e médio porte. Tantos os desperdícios de energia quanto estratégias tarifárias para redução do custo da energia são desconhecidos e esquecidos nos estudos de planejamento estratégico. Desta forma, a precariedade na Inteligência Empresarial e a má Gestão do Conhecimento têm sido duas das grandes causas de falência em empresas nascentes, pois o conhecimento tornou-se o principal fator de produção do século XXI [7] e [8].

2.1 A Utilização do Conhecimento

Desde Adam Smith, e sua publicação do livro: A Riqueza das Nações em 1776, diferentes correntes do pensamento econômico concordam que os fatores básicos de produção são terra, capital, trabalho, matéria-prima e energia. Esta classificação teve um profundo impacto no processo de desenvolvimento da Economia enquanto ciência e marcou o pensamento de gerações de economistas. Embora os trabalhos de Adam Smith sejam os mais reconhecidos, na realidade o primeiro a definir terra, capital e trabalho como os três principais fatores de produção foi o economista francês Jean Baptist Say (1767-1832). Mas esta realidade parece estar ficando para trás. O relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) aponta que, em 1998, cerca de 55% da riqueza mundial foi gerada pelo conhecimento. Pela primeira vez o conhecimento supera os fatores tradicionais de produção no processo de criação de riqueza. O relatório destaca, ainda, que a crescente redução dos custos e a facilidade de obtenção da informação apontam, claramente, para um aumento da participação do conhecimento no processo de criação de riqueza para organizações, regiões e países [9].

Na verdade, a economia do conhecimento desloca o eixo da riqueza e do desenvolvimento de setores industriais tradicionais – intensivos em mão-de-obra, matéria-prima e capital - para setores cujos produtos, processos e serviços são intensivos em tecnologia e conhecimento. Mesmo em setores mais tradicionais, como a agricultura, a indústria de bens de consumo e de capital, a competição é cada vez mais baseada na

capacidade de transformar informação em conhecimento e este último em decisões e ações de negócio. O valor dos produtos e serviços depende, assim, cada vez mais, do percentual de inovação, tecnologia e inteligência a eles incorporados. O conhecimento parece ser, portanto, o novo motor da economia, seguindo uma lógica econômica particular que o difere de todas as outras *commodities*, pois não segue a teoria da escassez. À medida que a escassez de recursos limita os sistemas de produção, o compartilhamento do conhecimento o torna mais abundante e, conseqüentemente, aumenta o seu valor. Conhecimento é o fator de produção da nova economia, cuja lógica é diametralmente oposta à lógica do capital. Segundo Peter Drucker, considerado como o pai da administração moderna, “os grandes ganhos de produtividade, daqui para frente, advirão das melhorias na gestão do conhecimento”.

Conceitualmente Gestão do Conhecimento é um conjunto de atividades que busca desenvolver e controlar todo tipo de conhecimento em uma organização, visando à utilização na consecução de seus objetivos. Este conjunto de atividades deve ter como principal meta o apoio ao processo decisório em todos os níveis. Para isto, é preciso estabelecer políticas, procedimentos e tecnologias que sejam capazes de coletar, distribuir e utilizar efetivamente o conhecimento, representando fator de mudança no comportamento organizacional [10].

Este tipo de procedimento é insistentemente ignorado pelos gestores de muitas empresas, remetendo o problema aos âmbitos do sistema educacional brasileiro e levando à situação: como os pequenos empresários podem se tornar grandes se estes são os que menos tiveram incentivo em obter conhecimento e apresentam nível de escolaridade muito menor [12]? Esta situação representa elevado grau de impacto no desenvolvimento da sociedade e economia brasileira, pois baseando-se em dados da Receita Federal, as pequenas empresas representam 98% do total de 4.5 milhões de empresas do Brasil, ocupando 60% da mão-de-obra e gerando 20% do PIB. No entanto, apenas 2% delas têm inserção no mercado internacional. E a capacidade de competir no mercado global está cada vez mais ligada ao valor agregado em conhecimento aos produtos e serviços. No caso brasileiro, especificamente, há 4 grandes entraves para a competitividade das pequenas empresas [9]:

1. a escassez de conhecimento;
2. a falta de uma cultura de treinamento;
3. a falta de conhecimento sobre tecnologia e

4. uma precária infraestrutura para inovação tecnológica e de conteúdo.

Na opinião dos empresários que encerraram as atividades, encontram-se em primeiro lugar entre as causas do fracasso questões relacionadas à falhas gerenciais na condução dos negócios, expressas nas razões: falta de capital de giro (indicando descontrole de fluxo de caixa), problemas financeiros (situação de alto endividamento), ponto inadequado (falhas no planejamento inicial) e falta de conhecimentos gerenciais. Em segundo lugar, predominam as causas econômicas conjunturais, como falta de clientes, maus pagadores e recessão econômica no País, sendo que o fator “falta de clientes” pressupõe, também, falhas no planejamento inicial da empresa. Outra causa indicada, com 14% de citações, refere-se à falta de crédito bancário.

As taxas de mortalidade verificadas para o Brasil são as seguintes:

- 1) 49,4% para as empresas com até 2 anos de existência (2002);
- 2) 56,4% para as empresas com até 3 anos de existência (2001);
- 3) 59,9% para as empresas com até 4 anos de existência (2002).

No novo paradigma técnico-econômico há necessidade de intenso investimento em conhecimento, que por sua vez depende de processos de aprendizado interativos. Alianças estratégicas permitem o estabelecimento de laços de cooperação que possibilitam às empresas, um maior acesso a informações e conhecimento. O estabelecimento de laços de cooperação permite às empresas a obtenção de ganhos de escala e escopo ao gerar externalidades positivas. O estabelecimento de laços de cooperação também permite a estas empresas o acesso a novos mercados [9].

2.2A Inteligência Empresarial

A geração de conhecimento em uma organização é composta por uma parcela de desenvolvimento interno e uma parcela de aquisição do ambiente externo. O desenvolvimento interno está relacionado ao sistema produtivo da empresa e remete à rotina de trabalho. Já a parcela de aquisição externa engloba áreas de conhecimento diversas, que tem relação direta ou indireta com a cadeia de atividades organizacional. Desta forma, esta parcela tem a peculiaridade de exigir uma visão mais ampla,

vislumbrando cenários políticos, governamentais, econômicos, legislativos entre outros; ao passo que a especificidade garante o sucesso no desenvolvimento interno. Evidentemente, os resultados de uma empresa são fruto da combinação consciente destes fatores. Entretanto, a maioria das empresas é formada a partir de um conhecimento específico e amplia-se o conhecimento à medida que as necessidades administrativas vão exigindo e mesmo assim atende-se àquelas mais determinantes ao processo principal.

Para a renovação do conhecimento é necessária a vigilância permanente dos ambientes externos, internos e das práticas gerenciais, de modo a garantir que a empresa se transforme num verdadeiro sistema. O modelo apresentado na Figura 5 demonstra, de maneira esquemática, o que está envolvido nesse processo.



Figura 5: sistema corporativo de assimilação de conhecimento [10].

Historicamente, há cerca de 2.500 anos, um filósofo chinês chamado Sun Tzu registrou toda a sua sabedoria no livro: A Arte da Guerra. Neste livro, que se tornou um clássico sobre estratégias e táticas militares, o autor discute todos os aspectos da guerra – táticos, hierárquicos e humanos – cujos conceitos básicos se contextualizam em nosso cotidiano atual. As estratégias e táticas publicadas por Sun Tzu, da mesma forma, mostra

o caminho da vitória em todas as espécies de conflitos comerciais comuns, batalhas em salas de diretoria e na luta diária pela sobrevivência. São todas formas de guerra, todas combatem sob as mesmas regras [10].

De todas as citações transcritas no livro, uma merece destaque especial, por focalizar a importância do conhecimento como vantagem competitiva em qualquer batalha:

“Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece, mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá também uma derrota. Se você não conhece nem o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas...”

Esta máxima de Sun Tzu conduz a uma reflexão a respeito da importância do conhecimento para que uma organização possa sobreviver e atingir seus objetivos estratégicos e táticos na nova realidade mundial. A organização que não conhece o ambiente externo onde está inserida e a sua potencialidade está fadada ao insucesso por desperdiçar esforços redundantes e, muitas vezes, de baixa eficácia em suas atividades.

Em geral, as organizações respondem a desafios internos e externos com graus variados de efetividade. Algumas prosperam, outras perecem, e as remanescentes se confundem pelos níveis moderados de efetividade. Uma característica importante das que têm esse sucesso é que elas são capazes de identificar e responder adequadamente a mudanças em seus ambientes. Estas mudanças não só incluem as ações específicas de outras organizações, mas mudanças em tecnologia, em sua estrutura interna e em condições sócias e culturais que afetam a organização.

Assim, uma organização para prosperar deve ser capaz de descobrir sintomas de ameaças e oportunidades iminentes, além de diagnosticar as causas fundamentais destes sintomas. Ela também tem de aprender com as suas próprias experiências e com as das outras. Isto tudo é obtido não só pela mudança de suas ações, mas também por meio de modificações em suas estruturas internas e em seus procedimentos de processar informação.

Para que uma organização possa acompanhar a dinâmica do ambiente em que está inserida e as necessidades de melhorias em sua estrutura interna, atuando sempre com efetividade, é preciso que tenha um sistema eficiente de inteligência empresarial.

A Inteligência Empresarial ou Inteligência de Negócios pode ser definida como a capacidade de uma empresa capturar, selecionar, analisar e gerenciar as informações relevantes para a gestão do negócio com o objetivo de [10]:

- Inovar e criar conhecimento;
- Reduzir riscos na tomada de decisão e evitar surpresas;
- Direcionar, assertivamente, os planos de negócios e a implementação de ações;
- Criar oportunidades de negócios;
- Apoiar o desenvolvimento de produtos/serviços com uma base de informação confiável, eficiente e ágil;
- Monitorar, analisar e prever, eficientemente, as questões relacionadas ao core business;
- Gerar valor aos negócios.

Pode ser concebida como o resultado de uma evolução como função híbrida do planejamento e das atividades de pesquisa de marketing. É sistematizada através da monitoração ambiental. A monitoração tem como meta acompanhar o andamento das mudanças ambientais visando identificar e agir o mais rápido possível às forças que as afetam, seja em forma de oportunidade ou ameaça. Analogamente aos seres humanos, uma organização inteligente deve possuir as seguintes características [10]:

- uma curiosidade receptiva e astuta;
- um conjunto de respostas que seja consistente, mas flexível;
- uma capacidade de aprender rapidamente.

A inteligência organizacional é um ciclo contínuo de atividades que incluem o sensoriamento do ambiente, o desenvolvimento de percepções e a criação de significados por intermédio de interpretação, utilizando a memória sobre as experiências passadas e escolhendo ações baseadas nas interpretações desenvolvidas conforme na Figura 6.

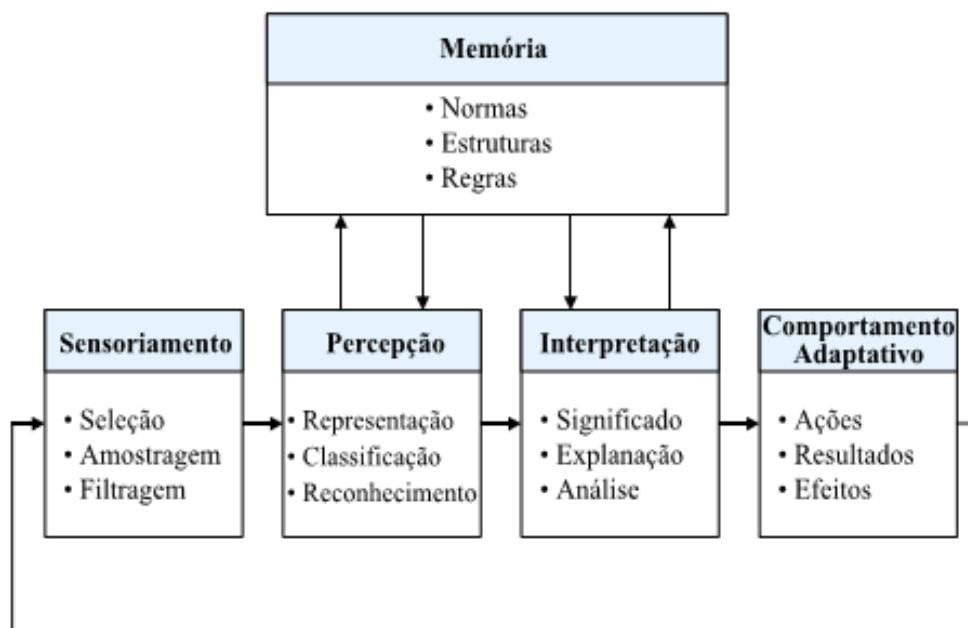


Figura 6: o ciclo da inteligência empresarial [9].

2.3 Atuação de Agentes do Ambiente Externo

No intuito de acelerar a melhoria dos sistemas de gestão do conhecimento, no contexto da gestão e conservação energética, novos requisitos legais relacionados com energia, soluções tecnológicas, métodos inovadores, requisitos de práticas e competência estão a ser introduzidos no mercado global por diferentes partes interessadas, nomeadamente, governos, indústria, produtores de energia e fornecedores, prestadores de serviços, professores e investigadores, organismos de normalização e organizações ambientais e de consumidores.

2.3.1 PROCEL

Para definir estratégias, como a de mobilizar a sociedade para o uso responsável e eficiente da energia elétrica, combatendo seu desperdício, o Governo Federal, por intermédio do Ministério de Minas e Energia, criou, em 1985, o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, cuja Secretária Executiva é exercida pela Eletrobrás. Em 1991, o PROCEL foi transformado em um Programa de Governo, tendo abrangência e responsabilidade ampliadas [5].

A partir de sucessivas crises nacionais e internacionais, afetando o abastecimento, durante as quais a economia de energia passou a fazer parte de um grande esforço nacional, o PROCEL ampliou sua área de atuação, desenvolvendo uma série de projetos, dirigidos para as classes de consumo industrial, comercial, residencial, iluminação pública, rural e poder público, com ênfase em prédios públicos.

Concomitantemente, dentre outras iniciativas relevantes, o Programa contribuiu para a melhoria do rendimento energético de materiais e equipamentos elétricos de uso final, por meio da outorga do Selo de Economia de Energia. Capacitou tecnologicamente centros de pesquisa e laboratórios, visando à implementação da Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295 de 17 de outubro de 2001), além de interagir com a Educação Formal do País em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nacional, com o objetivo de retirar o consumo perdulário do Brasil, avaliado em cerca de 20% do consumo total de energia elétrica do país [5].

Para cumprir sua missão, utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão – RGR, fundo federal constituído com recursos das concessionárias. Utiliza, também, recursos de entidades nacionais e internacionais cujos propósitos estejam alinhados com seus objetivos.

O PROCEL tem diversas linhas de atuação, que abrangem diferentes segmentos de consumo de energia. Sua atuação é concretizada por meio de subprogramas específicos, como:

- Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética - PROCEL Info
- Eficiência Energética em Edificações – PROCEL Edifica
- Eficiência Energética em Equipamentos - PROCEL Selo
- Eficiência Energética Industrial - PROCEL Indústria
- Eficiência Energética no Saneamento Ambiental - PROCEL Sanear
- Eficiência Energética nos Prédios Públicos - PROCEL EPP
- Gestão Energética Municipal - PROCEL GEM
- Informação e Cidadania - PROCEL Educação
- Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica - PROCEL Reluz

A interação com o processo educativo se fez, a partir de 1993, por meio de um Acordo de Cooperação técnica entre os Ministérios de Minas e Energia e o da Educação, estabelecendo, para cada nível de ensino, uma forma apropriada de abordar as questões da conservação de energia.

Na Eletrobrás/PROCEL, o núcleo denominado PROCEL EDUCAÇÃO se organizou para atender à nova demanda, estabelecendo parcerias com competências técnicas educativas que pudessem desenvolver um produto adequado à Educação Básica, Média Técnica e Superior.

A ELETROBRAS, no âmbito do PROCEL INDÚSTRIA vem firmando convênios com as Federações das Indústrias dos Estados, para desenvolver e implementar o projeto "Redução de Perdas de Energia em Sistemas Motrizes". Cujas motivações vêm do fato do setor industrial brasileiro ser responsável por cerca de 47% do consumo de energia elétrica do país. Sabendo-se, ainda, que o consumo de energia nos sistemas motrizes corresponde a 62% do total da energia elétrica consumida na indústria, o que representa 28,5% do consumo total deste insumo no país. A Figura 7 mostra o perfil de consumo de eletricidade no Brasil [13].

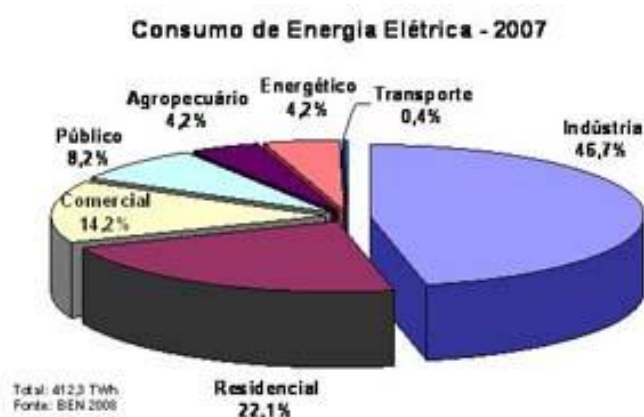


Figura 7: consumo de energia elétrica por setor econômico [13].

O projeto teve origem na época da crise do abastecimento de energia elétrica, quando o Governo Federal instituiu a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE, com a finalidade de elaborar um Plano Estratégico Emergencial de Energia Elétrica, para aumentar a oferta desta energia, garantir o pleno atendimento da demanda, e reduzir os riscos de ocorrerem novos racionamentos de energia.

Desta forma, foi concebido o Projeto de Otimização Energética de Sistemas Motrizes, base para a estruturação do PROCEL Indústria, com o objetivo inicial de atuar em duas vertentes de ações, voltadas para a grande indústria.

A primeira vertente visa fomentar ações de incentivo, junto ao mercado, para utilização de motores de alto rendimento, alternativa bastante viável do ponto de vista

técnico-econômico, conforme experiências internacionais semelhantes e, capacitar equipes técnicas da indústria, de modo que possam desenvolver projetos efetivos destinados a otimização de sistemas motrizes. Como contrapartida, a indústria se compromete a implantar os projetos que sejam economicamente viáveis.

A segunda vertente trata da formação dos engenheiros brasileiros, cujo foco acadêmico não propicia uma visão multidisciplinar, necessária para atuar no mercado de eficiência energética. Para minimizar os efeitos desta abordagem, a Eletrobrás implantou Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes (Lamotrizes) nas universidades públicas, de modo a desenvolver experimentos com visão sistêmica e o fomento a bolsas de estudos para graduação e pós graduação.

Para atingir o segmento das micro e pequenas empresas, o Programa atua em parceria com o SEBRAE-RJ, visando implementar ações de eficiência energética, inicialmente nos setores de cerâmica vermelha e hotelaria.

Atualmente o Programa está em fase de reestruturação, cujas novas diretrizes pretendem estender sua atuação nos setores industrial, comercial e das micro e pequenas empresas, visando fomentar a adoção de equipamentos e sistemas eficientes por estes setores, e ampliar a abordagem da gestão energética e ao financiamento dessas ações nesses segmentos por meio das seguintes ações:

- Participar dos Grupos de Trabalho de Bombas e Motores e desenvolver ferramentas para seleção de equipamentos eficientes utilizados nos sistemas motrizes;
- Estabelecer protocolos de cooperação com Associações Industriais e instituições financeiras para fomento a ações de eficiência energética nos setores alvo do PROCEL Indústria;
- Implantar a gestão energética nos setores alvo segundo a ótica da ISO 50.001, por meio da capacitação de gestores de energia;
- Ampliar a capacitação de engenheiros multidisciplinares - eletricitas e mecânicos com visão sistêmica - cuja abordagem se faz necessária para atuar com as questões da eficiência energética.

Com efeito, a gestão energética surge como um instrumento fundamental, permitindo ao gestor de energia contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas correspondentes em cada processo,

reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais, bem como a necessidade de subsídios para a promoção de tecnologias mais limpas.

Estão habilitadas ao projeto as indústrias de médio e grande porte que se comprometam a buscar oportunidades para reduzir seus custos de produção e aumentar sua produtividade, por meio da adoção de ações para redução das perdas em sistemas motrizes.

Desde seu lançamento até 2009, o PROCEL já economizou 38 mil GWh de energia, o que corresponde a 10% do consumo residencial de 2009 ou à energia para suprir as residências da região Sudeste durante um ano. Mais de 1 bilhão de reais investidos em projetos ao longo dos anos, com uma relação custo-benefício de 24:1, ou seja, para cada real investido pelo PROCEL, 24 retornaram na forma de investimentos postergados na expansão do sistema elétrico nacional [14].

2.3.2 ISO 50.001: Gestão Energética

Publicada em 15 de junho de 2011, a ABNT NBR ISO 50001:2011 – “Sistemas de Gestão da Energia — Requisitos com orientações para uso” tem o objetivo de orientar que as organizações estabeleçam os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho de energia, incluindo eficiência, uso, consumo e intensidade da energia. Almeja-se reduções nos custos de energia, emissões de gases do efeito estufa e outros impactos ambientais, através da gestão sistemática da energia. Ela é aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações independente de condições geográficas, culturais ou sociais. A implementação bem sucedida depende do compromisso de todos os níveis e funções da organização, especialmente da Alta Direção [15].

Esta Norma especifica os requisitos de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) para uma organização desenvolver e implementar uma política de energia, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que considerem os requisitos legais e as informações relativas ao uso significativo de energia. Um sistema de gestão de energia permite que uma organização alcance seus compromissos de política, tome ações conforme necessário para melhorar seu desempenho energético e demonstre a conformidade do sistema com os requisitos da ISO. A aplicação desta Norma pode ser adaptada para se ajustar aos requisitos de uma organização – incluindo a complexidade do sistema, grau de documentação e recursos – e se aplica às atividades sob o controle da organização [16].

A ISO 50001 baseia-se na metodologia de melhoria contínua “*Plan-Do-Check-Act*”, apresentada na Figura 8:

- 1) Planejar (Plan): estabelecer os objetivos e processos necessários para atribuir resultados de acordo com as oportunidades de aprimoramento do desempenho de energia e das políticas da organização;
- 2) Fazer (Do) - implementar os planos de ação do gerenciamento energético;
- 3) Verificar (Check) - monitorar e medir os processos e o produto com base em políticas, objetivos e características principais das suas operações e relatar os resultados;
- 4) Agir (Act) - tomar ações para aprimorar continuamente o desempenho de energia e do SGE.

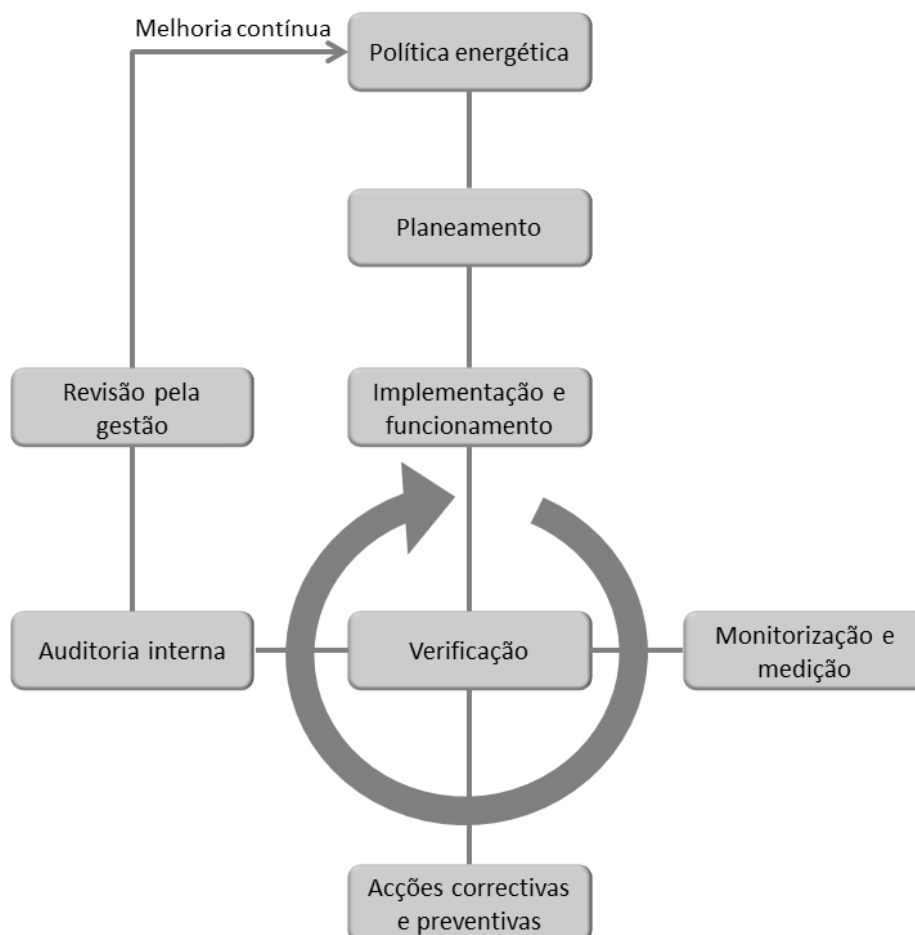


Figura 8: Modelo esquemático para um Sistema de Gestão de Energia [16].

Em suma, a certificação na ISO 50001 irá demonstrar que a organização implantou sistemas de gestão energética sustentáveis, aperfeiçoou a base de uso de energia e se comprometeu a melhorar continuamente sua intensidade energética.

Em suas projeções, a Empresa de Pesquisa Energética vislumbra uma economia no consumo energia elétrica de 4,5% acumulados até 2020, equivalente a 7 mil MW de capacidade de geração elétrica instalados, que segundo a EPE, será equivalente a uma economia de 390 mil barris de petróleo por dia [7].

3. A IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES

Empresas que investem em projetos de eficiência e gestão energética podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais.

Para conhecer o que já foi feito no Brasil e identificar prioridades de investimentos o PROCEL INFO analisou 217 projetos de eficiência energética industrial em 13 setores, realizados nos últimos 10 anos. A maioria dos projetos foi desenvolvida dentro das regras do Programa de Eficiência Energética – PEE (Lei 9.991/00), sob regulação da ANEEL

. O montante total investido neste conjunto de projetos foi de R\$ 161 milhões, gerando uma economia de 626 GWh, o que apresenta um Custo da Energia Conservada – CEC de R\$ 79/MWh (duração média das ações de eficiência de 10 anos e uma taxa de remuneração do capital de 12% ao ano) [18].

Considerando o valor de R\$ 138/MWh para o custo marginal de expansão do sistema de energia elétrica, valor estimado pela EPE (Plano Decenal 2007/2016), a eficiência energética é uma alternativa viável. Ou seja, a mesma quantidade de energia pode ser disponibilizada, a preços mais baixos, sem a necessidade de novas obras e com efeitos positivos no meio ambiente.

A Figura 9 apresenta o valor médio da energia conservada, por setor. A constante representa o valor do custo marginal de expansão que é de R\$ 138/MWh. Nota-se que para alguns segmentos o retorno econômico do investimento em eficiência energética é inviável. No entanto, os projetos poderão se tornar viáveis caso o prazo de retorno passe ser maior do que os 10 anos considerados.

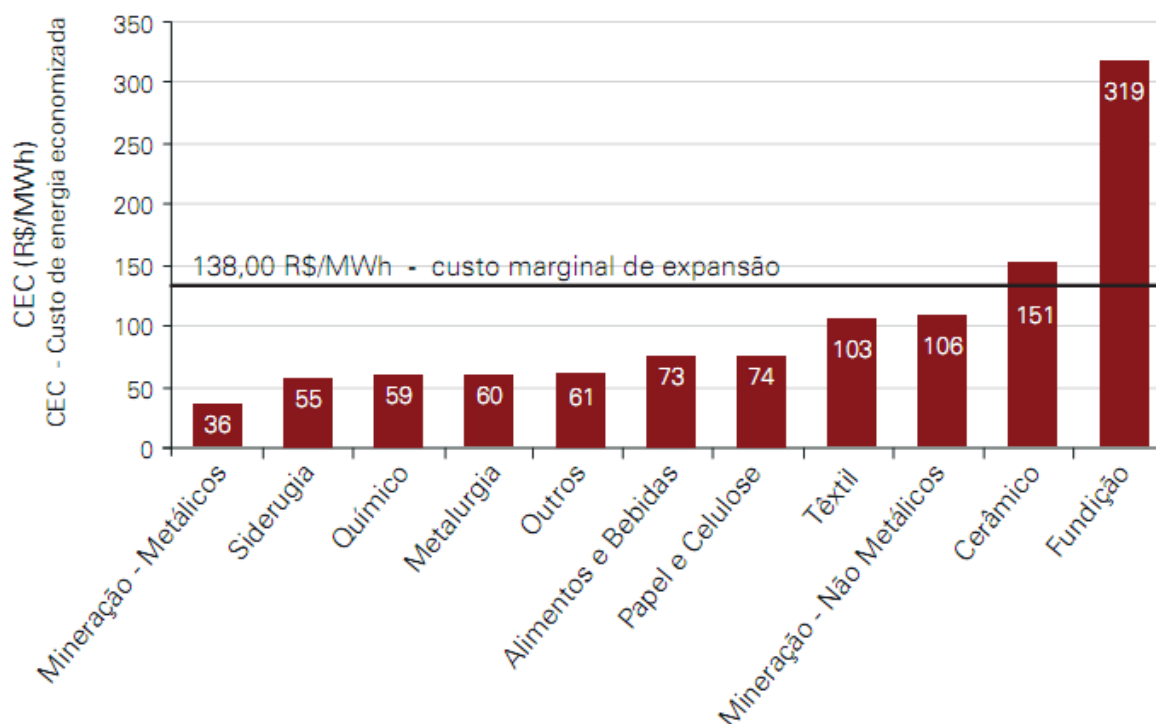


Figura 9: Custo da energia conservada por setor [18].

Ainda, a viabilidade econômica pode ser alcançada através dos diferentes programas e fontes de financiamento para a redução dos desperdícios de energia, que têm se estabelecido no Brasil ao longo dos anos e das quais se destacam:

- Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, geridos pela FINEP;
- Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) do BNDES;
- Programas de Eficiência Energética (PEE) e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), desenvolvidos pelas concessionárias do setor elétrico e coordenados pela ANEEL;
- Iniciativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) e do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL);
- Iniciativas das associações de classe (ABINEE, ABILUX, ABIMAQ, ABDIB, ABRACE, ABRADEE, etc.);
- Atividades da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO);

- Iniciativas das principais instituições acadêmicas e institutos tecnológicos.

Além disso, tem-se criado e reformulado uma vasta legislação em prol da conservação de energia, e desta gama legal pode-se citar [19]:

Crise de energia:

Portaria 174 de 25.05.2001 - Constitui a Comissão Interna de Redução do Consumo de Energia

Medida Provisória 2.147 de 15.05.2001 - Trata da criação da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE)

Decreto 3.789 de 18.04.2001 - Institui Comissão de Gerenciamento da Racionalização da Oferta e do Consumo de Energia Elétrica (CGRE)

Decreto 4.145 de 25.02.2002 - Dispõe sobre meta de consumo emergencial

Resolução CGCE 004 de 22.05.2001 - Estabelece regimes especiais de tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica

Decreto 3.806 de 26.04.2001 - Acrescenta inciso a decreto que trata de medidas emergenciais de racionalização de energia

Decreto 93.901 de 09.01.1987 - Estabelece critérios para o racionamento de energia elétrica

Índices de eficiência:

Decreto 19.147 de 14.11.2000 - Dispõe sobre a redução do consumo de energia elétrica em prédios públicos

Decreto 0-006 de 8.12.1993 - Institui o Selo Verde de Eficiência Energética

Lei 10.295 de 17.10.2001 - Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia

Decreto 21.806 de 26.07.2002 - Torna obrigatória a adoção do Caderno de Encargos para Eficiência Energética em prédios públicos

Portaria 113 de 15.03.2002 - Estabelece meta de consumo para os órgãos públicos

Decreto 45.643 de 26.01.2001 - Estabelece procedimentos para aquisição de lâmpadas de alto rendimento

Linhas de crédito:

Decreto 1.040 de 11.01.1994 - Determina que agentes financeiros oficiais de fomento incluam projetos de conservação e uso racional da energia

Prêmios:

Decreto 0-002 de 8.12.1993 - Cria o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia

Programas de Eficiência Energética:

Portaria 001 de 13.08.1998 - Cria grupo de trabalho para estudar a eficiência energética

Decreto 99.656 de 26.10.1990 - Cria a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE)

Decreto 45.765 de 04.05.2001 - Institui o Programa Estadual de Redução e Racionalização do Uso de Energia

Portaria Interministerial 1.877 de 30.12.1985 - Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)

Resolução CC-23 de 18.03.2004 - Institui grupo técnico para estudar e propor melhores práticas de projeto e técnicas de gestão de sistemas no uso da energia elétrica

Resolução CC-64 de 29.09.2005 - Define denominação do grupo técnico do Comitê de Qualidade da Gestão Pública

Portaria 46 de 07.03.2001 - Cria o Comitê de Acompanhamento das Metas de Conservação de Energia

Projetos ANEEL:

Resolução ANEEL 271 de 19.07.2000 - Estabelece critérios de aplicação de recursos no combate ao desperdício de energia e P&D do setor elétrico

Resolução ANEEL 186 de 23.05.2001 - Altera dispositivos e promove ajustes nos critérios para aplicação de recursos no combate ao desperdício de energia ciclo 2000/2001

Resolução ANEEL 394 de 17.09.01 - Estabelece critérios para aplicação em projetos de combate ao desperdício de energia elétrica

Resolução ANEEL 185 de 21.05.2001 - Define as deduções para a obtenção da Receita Operacional Líquida

Resolução ANEEL 334 de 02.12.1999 - Autoriza o desenvolvimento de projetos que visam à melhoria do fator de carga

Resolução ANEEL 176 de 28.11.2005 - Estabelece critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética

Decreto 3.867 de 16.07.01 - Define onde os recursos de P&D em eficiência energética serão depositados

Lei 11.456 de 29.03.2007 - Prorroga a aplicação de recursos nos programas de eficiência energética até 2010

Resolução ANEEL 153 de 18.04.2001 - Estabelece percentual de aplicação de recursos no Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Ciclo 2000/2001

Lei 9.991 de 24.07.2000 - Dispõe sobre obrigatoriedade de aplicação de recursos em P&D e eficiência energética

Projeto de Lei 6164/05 - Prorroga até 2010 a aplicação de recursos em programas de eficiência energética

Resolução ANEEL 492 de 03.09.2002 - Estabelece critérios para aplicação de recursos em programas de eficiência energética

3.1 Inteligência Empresarial e Gestão Energética

“O momento é propício para maior dinamismo nas ações de eficiência energética no setor industrial. As iniciativas nacionais para

ações de eficiência energética industrial ainda são muito tímidas. Contudo, a existência de metas de eficiência energética no Plano Nacional de Energia 2030 e a iniciativa do Ministério de Minas e Energia em desenvolver uma estratégia nacional de eficiência energética confirmam que esse é o momento para firmar parcerias, reorganizar esforços, estabelecer metas e priorizar recursos.” (PROCEL INFO, 2009)

Dados os objetivos e metodologia envolvidos no conceito de Inteligência Empresarial, a Gestão Energética representa um importante ferramental, visto o grande dinamismo do setor elétrico e sua regulação. Como apresentado, os projetos de eficiência energética necessitam de grandes volumes de investimento. Entretanto, a gestão energética vai além da conservação de energia e busca também estratégias para reduzir o custo da energia, o que não implica necessariamente na redução do consumo. A grande vantagem destas estratégias é a necessidade de volumes diminutos ou até nulos de investimento, por se tratarem de operações de otimização contratual ou de mudança de hábitos de consumo. A abordagem a seguir irá evidenciar como a obtenção de conhecimento externo sobre a tratativa do faturamento de energia pode representar um grande diferencial de economia no valor final da fatura de energia.

3.1.1 Análise do Faturamento

Em conformidade com a as resoluções normativas da ANEEL, o faturamento de energia elétrica é dado a partir das modalidades tarifárias, estando sujeito ao recolhimento de PIS, COFINS e ICMS [20]:

- Modalidade Convencional:

$$F = (TC \cdot C + TD \cdot D) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.1)$$

- Modalidade Horo-Sazonal Verde:

$$F = (TC_p \cdot C_p + TC_f \cdot C_f + TD \cdot D) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.2)$$

- Modalidade Horo-Sazonal Azul:

$$F = (TC_f \cdot C_f + TC_p \cdot C_p + TD_p \cdot D_p + TD_f \cdot D_f) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.3)$$

Considerando:

F – faturamento (R\$)

C – consumo de energia registrada (kWh)

TC – tarifa de consumo (R\$/kWh)

D – demanda de energia faturada (kW)

TD – tarifa de consumo (R\$/kW)

Dcon - Demanda Contratada

Dmáx – demanda máxima registrada

PIS – Programa de Integração Social, contribuição social de natureza tributária, devida pelas pessoas jurídicas, com objetivo de financiar o pagamento do seguro-desemprego e do abono para os trabalhadores que ganham até dois salários mínimos.

COFINS – (Contribuição Social para Financiamento da Seguridade Social) foi instituída pela Lei Complementar nº 70, de 30 de dezembro de 1991, destinada a financiar as despesas das áreas de Saúde, Previdência e Assistência Social.

ICMS – (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) incidente sobre o fornecimento de energia elétrica foi instituído no âmbito do Estado de São Paulo pela Lei Estadual nº 6.374, de 1º de março de 1989.

p – índice referente ao horário de ponta

f – índice referente ao horário fora de ponta

Para a simplificação da análise do faturamento e sem perda de generalidade, serão consideradas as seguintes hipóteses:

- o fator de potência do sistema é maior ou igual a 0,92;
- não há ultra ultrapassagem de demanda;

Inicialmente, deve-se atentar que existem algumas regras associadas ao faturamento para estimular um consumo mais consciente. Desconsiderando, pelas hipóteses, as penalidades por ultrapassagem de demanda e baixo fator de potência:

- Condições Regulatórias:

$$D = \max(D_{\max}, D_{\text{con}}) \quad (3.4)$$

$$TD_f < TD_p \text{ e } TC_f < TC_p \quad (3.5)$$

A demanda faturada será a maior entre as demandas contratada e registrada, penalizando pelo incorreto dimensionamento do consumo, pois este representa um déficit para setor elétrico, que investiu em infraestrutura para assegurar a demanda exigida. As tarifas nos horários fora de ponto são maiores para estimular o deslocamento do consumo para o horário fora de ponta.

Do ponto de vista do consumidor, como exposto no capítulo 2, o fator de carga expressa o grau de utilização da demanda ao longo do horário de trabalho e está diretamente relacionado ao valor da demanda máxima registrada:

$$D_{\max} = \frac{D_{\text{méd}}}{fc} = \frac{C}{h \cdot fc} \quad (3.6)$$

Sendo

h – horas na ponta (66h), fora da ponta (664h) ou total (730h)

$D_{\text{méd}}$ – demanda média mensal

Assim, o faturamento pode ser reescrito em função do fator de carga:

- Convencional:

$$F = \left(TC + \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.7)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$F = \left(\left(TC_p + \frac{TD}{h_p \cdot fc_p} \right) \cdot C_p + \left(TC_f + \frac{TD}{h_f \cdot fc_f} \right) \cdot C_f \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.8)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$F = \left((TC_p + \frac{TD_p}{h_p \cdot fc_p}) \cdot C_p + (TC_f + \frac{TD_f}{h_f \cdot fc_f}) \cdot C_f \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.9)$$

Esta é a abordagem clássica, que mostra como o faturamento é dependente do fator de carga, entretanto esta formulação não possui maiores extensões para interpretação.

Uma outra abordagem pode ser desenvolvida manipulando as equações, de modo a colocar em evidência o consumo total ou fora de ponta e demanda fora de ponta, resultando nas seguintes formas:

- Convencional:

$$F = (TC + \frac{TD}{h \cdot fc}) \cdot C \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.10)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$F = \left((TC_f + TC_p \cdot \frac{C_p}{C_f}) + (1 + \frac{C_p}{C_f}) \cdot \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C_f \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.11)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$F = \left((TC_f + TC_p \cdot \frac{C_p}{C_f}) + (TD_f + TD_p \cdot \frac{D_p}{D_f}) \cdot \frac{1}{h_f \cdot fc_f} \right) \cdot C_f \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.12)$$

Além de mostrar a influencia do fator de carga, esta formulação evidencia outra situação: dada a condição (3.5), o valor da fatura é tão menor, quanto menor forem os

fatores $\frac{C_p}{C_f}$ e $\frac{D_p}{D_f}$. Estes fatores se relacionam da seguinte maneira:

$$\frac{C_p}{C_f} = \frac{D_p}{D_f} \cdot \frac{fc_p}{fc_f} \cdot \frac{h_p}{h_f} \quad (3.13)$$

Ainda:

$$fc = \frac{h_f \cdot fc_f + h_p \cdot fc_p}{h} \quad (3.14)$$

A redução destes acontece quando o consumo na ponta (C_p) diminui e/ou o consumo fora de ponta (C_f) aumenta.

O objetivo global desta abordagem é minimizar o faturamento sem reduzir o consumo, que significa não racionar energia e nem realizar investimentos em eficiência energética:

$$C = C_f + C_p = cte \quad (3.15)$$

Isto faz com que a demanda média também seja constante:

$$D_{med} = \frac{C}{h} = \frac{C_f + C_p}{h} = cte \Rightarrow D_{med} = \frac{D_{max}}{fc} = cte \quad (3.16)$$

Evidentemente, o mínimo objetivado ocorre quando:

$$\frac{D_p}{D_f} = 0 \Rightarrow \frac{C_p}{C_f} = 0 \quad (3.17)$$

Esta situação implica em:

$$\begin{aligned} C &= C_f \\ C_p = 0 &\Leftrightarrow D_p = 0 \end{aligned} \quad (3.18)$$

Condição que caracteriza o deslocamento total do consumo no horário de ponta para o horário fora de ponta ou “deslocamento total de carga”.

A minimização das equações do faturamento levam ao deslocamento de carga e ao aumento do fator de carga, entretanto, o conhecimento das regras do setor elétrico permite a aplicação de outras duas estratégias, compondo então uma metodologia fundamentada em 4 passos para a redução da fatura de energia de consumidores industriais, a partir de um investimento muito menor que a economia obtida.

3.1.2 Metodologia Proposta

A metodologia proposta é baseada em 4 diferentes oportunidades de redução do custo da energia elétrica, das quais apenas duas podem necessitar algum investimento financeiro. As etapas desta são:

1) Crédito de ICMS, PIS e COFINS

A Lei Complementar 87/1996 permitia que as empresas comerciais e industriais utilizassem o crédito integral do ICMS destacado nas faturas de energia elétrica, no entanto, sua vigência foi até 31 de dezembro de 2000 e a partir desta data, passou a vigorar a Lei Complementar 102/2000. Com este texto legal em vigor, a utilização do crédito de ICMS restringiu-se a 3 hipóteses [21]:

- 1) quando for objeto de operação de saída de energia elétrica;
- 2) quando consumida no processo de industrialização;
- 3) quando seu consumo resultar em operação de saída ou prestação para o exterior, na proporção destas sobre as saídas ou prestações totais.

Assim, as empresas industriais que queiram se creditar do ICMS destacado nas notas fiscais de energia elétrica, devem confeccionar um Laudo Técnico emitido por um perito para quantificar a energia elétrica consumida nos setores de industrialização. É possível buscar a retroatividade do crédito no período dos últimos cinco anos (60 meses) e os valores apurados poderão ser compensados com débitos vincendos do ICMS, atentando-se às normas do regulamento estadual do Estado onde estiver situado o estabelecimento [21].

Salienta-se que em qualquer um dos casos relatados, não é passível de crédito o consumo de energia relacionado às áreas de administração e vendas e ainda que o direito ao crédito é dado somente às empresas que não optaram pelo recolhimento simplificado do ICMS.

Além do ICMS estadual, também é possível se creditar dos impostos PIS e COFINS federais encontrados nas faturas de energia elétrica. Para fins de apuração de créditos de Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins, nos termos dos incisos II do arts. 3º da Lei No- 10.637, de 2002 e II do art. 3º da Lei No- 10.833, de 2003, consideram-se insumos os bens e serviços adquiridos de pessoas jurídicas, utilizados na prestação de

serviços e na produção ou fabricação de bens ou produtos destinados à venda. No caso de bens, para que estes possam ser considerados insumos, é necessário que sejam consumidos ou sofram desgaste, dano ou perda de propriedades físicas ou químicas em função da ação diretamente exercida sobre o serviço que está sendo prestado ou sobre o bem ou produto que está sendo fabricado [22].

Realizando o laudo técnico e legitimando o crédito de ICMS, PIS e COFINS, em conformidade com as exigências legais, o faturamento torna-se isento destes impostos, alterando a formulação do faturamento para:

- Convencional

$$F = (TC + \frac{TD}{h \cdot fc}) \cdot C \quad (3.19)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$F = \left((TC_f + TC_p \cdot \frac{C_p}{C_f}) + (1 + \frac{C_p}{C_f}) \cdot \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C_f \quad (3.20)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$F = \left((TC_f + TC_p \cdot \frac{C_p}{C_f}) + (TD_f + TD_p \cdot \frac{D_p}{D_f}) \cdot \frac{1}{h_f \cdot fc_f} \right) \cdot C_f \quad (3.21)$$

2) Deslocamento da Ponta

O deslocamento da ponta faz parte de um conjunto de medidas cujo intuito é uniformizar a curva de carga e reduzir sua magnitude. Este conjunto é denominado de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD). Conceitualmente, programas de gerenciamento pelo lado da demanda são intervenções deliberadas de uma empresa de energia elétrica no mercado consumidor (demanda). O conceito de gerenciamento pelo lado da demanda surgiu em meados dos anos 70 e o primeiro autor a reportá-lo foi Clark W. Gellings. Apesar de relativamente novo, esforços de gerenciamento pelo lado da demanda são conhecidos desde o início da indústria da eletricidade [23].

O conjunto de medidas do GLD foi proposto pelo *Electric Power Research Institute* (EPRI) e diversos pesquisadores, desmembrando-se em [24]:

1.Redução dos Picos (*Peak clipping*)

Desligamento de cargas de ponta por nível de prioridade no sistema produtivo, geralmente, pela utilização de um dispositivo denominado controlador de demanda.

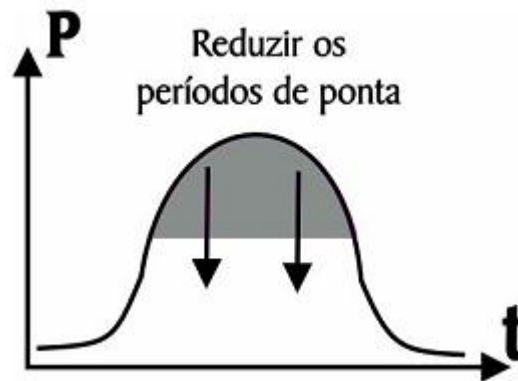


Figura 10: Redução dos Picos [24].

2. Deslocamento de Carga (*Load shifting*)

Deslocamento do consumo na ponta para fora da ponta, pela reprogramação das cargas ou utilização de armazenadores de energia (baterias, banco de gelo).

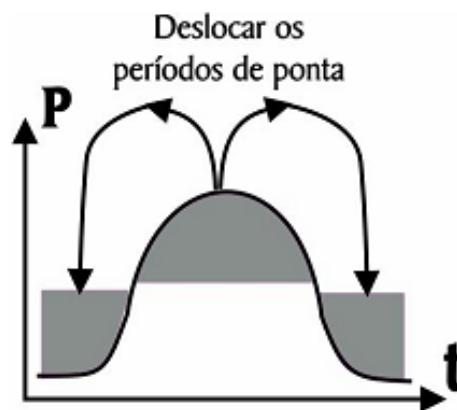


Figura 11: Deslocamento de Carga [24].

3.Preenchimento de Vales (*Valley filling*)

Elevação do consumo nos vales, mediante incentivos tarifários, subsídios de financiamentos por parte dos agentes do setor elétrico.

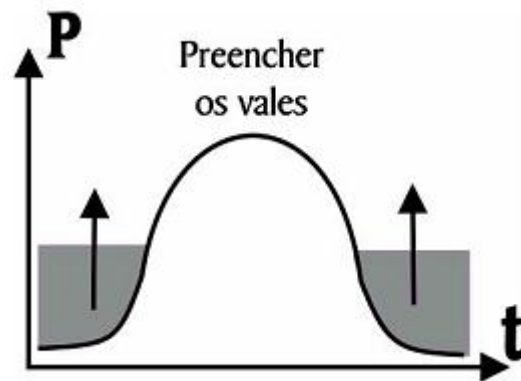


Figura 12: Preenchimento de Vales [24].

4. Conservação de Energia (*Energy conservation*)

Utilização de eficiente do sistema elétrico, de forma a consumir menos sem reduzir o nível de produção.

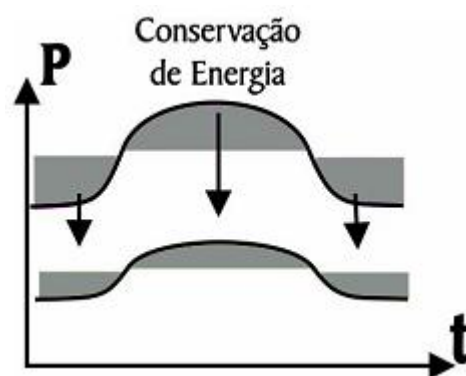


Figura 13: Conservação de Energia [24].

5. Crescimento Estratégico da Carga (*Strategic load growth*)

Aumento do nível de produção baseado em estratégias de mercado e utilização de novas tecnologias.

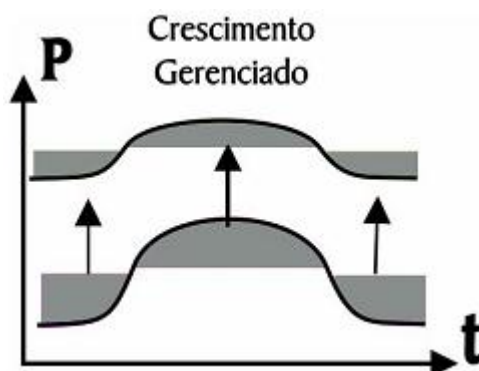


Figura 14: Crescimento Estratégico [24].

6. Curva de Carga Flexível (*Flexible load shape*)

Conceito relacionado à confiabilidade; é a estratégia em que existe o completo gerenciamento das cargas de um consumidor, buscando sempre o custo com níveis de qualidade pré-estabelecidos.

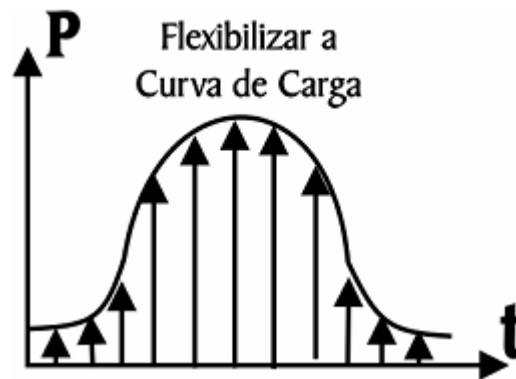


Figura 15: Curva de Carga Flexível [24].

7. Redução da Sazonalidade

Redução da sazonalidade das cargas, aumentando o consumo no período úmido e reduzindo no período seco.

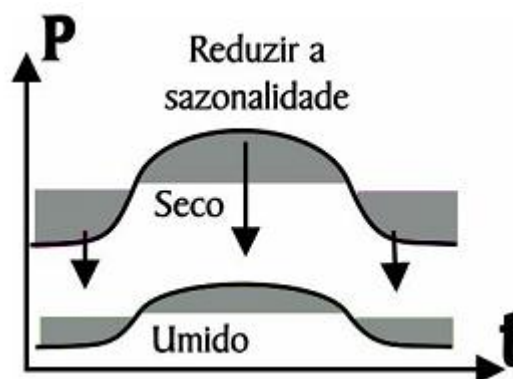


Figura 16: Redução da Sazonalidade [24].

Contudo, os esforços para a aplicação das estratégias de gerenciamento pelo lado da demanda devem partir também dos consumidores, pois além de beneficiar o sistema elétrico, representa uma grande oportunidade para redução no custo da energia elétrica.

Considerando, então, o deslocamento total do consumo na ponta para o horário fora de ponta, aplicando a condição (3.18), o faturamento passa a ser o seguinte:

- Convencional:

$$F = \left(TC + \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C \quad (3.22)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$F = \left(TC_f + \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C \quad (3.23)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$F = \left(TC_f + \frac{TD_f}{h \cdot fc} \right) \cdot C \quad (3.24)$$

3) Melhoria do fator de carga

A melhoria (aumento) do fator de carga, além de diminuir o preço médio pago pela energia consumida, conduz a um melhor aproveitamento da instalação elétrica, inclusive de motores e equipamentos e à otimização dos investimentos nas instalações.

O fator de carga da unidade consumidora depende, entre outras coisas, das características dos equipamentos elétricos e do regime de operação dos mesmos, que por sua vez tem relação com a atividade executada.

Medidas para aumentar o fator de carga [25]:

a) Alternativa Funcional: visa especialmente corrigir distorções existentes, quanto às instalações elétricas e o funcionamento dos equipamentos elétrico. A correção dessas distorções é importante porque além de reduzir o preço médio da energia, aumenta a segurança das instalações. Para tanto devem ser tomadas as seguintes providências:

- Evitar a partida de motores com carga e/ou a partida simultânea;
- Instalar chaves especiais de partida dos motores, para redução da corrente elétrica;
- Dimensionar corretamente as instalações e equipamentos de proteção;

- Efetuar manutenção preventiva, tanto das instalações quanto dos equipamentos.

b) Alternativa Operacional: a ser aplicada depois da correção das distorções funcionais.

b.1) Redução da demanda conservando o mesmo consumo, através da reprogramação do funcionamento dos equipamentos, evitando-se que funcionem ao mesmo tempo. Procedimentos:

- Fazer um cronograma de utilização dos equipamentos elétricos, anotando a potência e o período de trabalho de cada um (levantamento das cargas e do seu horário de funcionamento);
- Selecionar os equipamentos que possam operar fora do período de demanda máxima, reduzindo assim a demanda medida;
- Reprogramar o período de funcionamento das cargas passíveis de deslocamento;

b.2) Aumento do consumo mensal do kWh, sem aumentar a demanda, com consequente aumento de produção, utilizando-se os equipamentos por um número maior de horas. Procedimentos:

- Verificar se existe colocação no mercado, do incremento na produção;
- Verificar máquinas e horários ociosos;
- Adicionar mais turnos de trabalho, se a análise econômico-financeira for viável.

Considerando, então, a melhoria do fator de carga elevando-o ao máximo:

- Convencional:

$$F = \left(TC + \frac{TD}{h} \right) \cdot C \quad (3.25)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$F = \left(TC_f + \frac{TD}{h} \right) \cdot C \quad (3.26)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$F = \left(TC_f + \frac{TD_f}{h} \right) \cdot C \quad (3.27)$$

4) Otimização Contratual

A otimização contratual envolve duas ações, basicamente:

- Otimização da demanda contratada, pela contratação de uma demanda o mais próximo da demanda média;

A demanda faturada, partindo da hipótese de não haver ultrapassagem de demanda, será sempre igual à demanda contratada podendo ser decomposta da seguinte forma:

$$D = \max(D_{m\acute{a}x}, D_{con}) = D_{con} = D_{m\acute{a}x} + (D_{con} - D_{m\acute{a}x}) \quad (3.28)$$

A melhoria do fator de carga fez com que a demanda máxima se igualasse à demanda média:

$$D_{m\acute{a}x} = \frac{D_{m\acute{e}d}}{fc} = \frac{D_{m\acute{e}d}}{1} \quad (3.29)$$

Desta forma, o intuito é diminuir a distância entre a demanda registrada (máxima e média) e a demanda contratada, de forma que:

$$D = D_{m\acute{a}x} \Leftrightarrow (D_{con} - D_{m\acute{a}x}) = 0 \quad (3.30)$$

Esta ação elimina o faturamento da parcela $(D_{con} - D_{m\acute{a}x})$, que não foi utilizada para gerar trabalho e contribui com o sistema elétrico, ao eliminar parcela ociosa que representa investimento em infraestrutura desperdiçado.

- Adequação tarifária, escolhendo a modalidade tarifária que apresente o menor custo médio de energia.

Da Resolução Normativa nº 414 da ANEEL:

A alteração de modalidade tarifária, por solicitação do consumidor, deve ser efetuada nos casos em que a alteração precedente tenha sido anterior aos 12 (doze) últimos ciclos de

faturamento e desde que o pedido seja apresentado em até 3 (três) ciclos completos de faturamento posteriores à revisão tarifária da distribuidora [20].

Comparando-se as tarifas publicadas nas Resoluções Homologatórias da ANEEL, Nº 529/2007 (antiga) e Nº 689/2008 (nova), observa-se que o ponto de equilíbrio entre as modalidades tarifárias horo-sazonal verde e azul passou de cerca de 86% para cerca de 66%, respectivamente. A princípio, para o caso de enquadramento na estrutura tarifária horo-sazonal, a unidade consumidora que trabalhar com fator de carga inferior a 66% poderá ficar mais confortável na modalidade horo-sazonal verde. Da mesma forma, a unidade consumidora que trabalhar com um fator de carga superior a 66% poderá ser beneficiada se adotar a modalidade horo-sazonal azul.

Comparando-se as tarifas publicadas nas Resoluções Homologatórias da ANEEL, Nº 529/2007 (antiga) e Nº 689/2008 (nova), observa-se que o ponto de equilíbrio entre a modalidade tarifária convencional (Grupo A) e a opção pela estrutura tarifária monômnia (Grupo B) passou de cerca de 26% para cerca de 32%, respectivamente.

Como o custo médio de energia é dado pela divisão do faturamento pelo consumo, obtêm-se a formulação:

- Convencional:

$$CMe_C = TC + \frac{TD}{h} \quad (3.31)$$

- Horo-Sazonal Verde

$$CMe_V = TC_f + \frac{TD}{h} \quad (3.32)$$

- Horo-Sazonal Azul

$$CMe_A = TC_f + \frac{TD_f}{h} \quad (3.33)$$

Desta forma basta tomar:

$$\min(CMe_C, CMe_V, CMe_A) \quad (3.34)$$

As tarifas de demanda e consumo da modalidade convencional são maiores que as das modalidades horo-sazonais e, em geral, no horário fora de ponta os custos médios da energia se igualam.

Assim, a adequação tarifária ocorre naturalmente da modalidade convencional para as horo-sazonais e analisando a posição relativa ao ponto de equilíbrio do fator de carga antigo para escolher entre as modalidades Azul e Verde, caso não seja possível otimizar ao máximo o fator de carga e o deslocamento de carga.

3.1.3 Resultados

A aplicação da metodologia proposta resulta na gradativa redução do valor do faturamento de energia elétrica. Cada etapa é resultado da identificação de oportunidades relacionadas à regulação do fornecimento de energia elétrica no Brasil, representando medidas de gestão energética. Do ponto de vista da inteligência empresarial, a melhoria do fator de carga advém do monitoramento do ambiente interno, observando o perfil de consumo, ao passo que o deslocamento de carga, a otimização contratual e crédito de impostos são fruto do monitoramento do ambiente externo e conhecimento sobre o setor elétrico.

Uma empresa que executar esta prática de gestão energética propostas dentro de uma consistente estrutura de inteligência empresarial pode obter ganhos significativos. De imediato, o crédito de ICMS, PIS e COFINS torna um crédito disponível para ressarcimento retroativo, em 60 meses:

- Crédito

$$C_{red} = \sum_{i=1}^{60} F_{n-i} \cdot (PIS + COFINS + ICMS) \quad (3.35)$$

Sendo

C_{red} – o valor do resgate retroativo do crédito dos impostos

n – o primeiro mês após a obtenção do crédito

Em relação ao investimento, este procedimento envolve apenas o gasto com a emissão do Laudo Técnico. A porcentagem economizada, por ciclo de faturamento, com o crédito dos impostos é dada por:

$$Economia = (PIS + COFINS + ICMS) \cdot 100\% \quad (3.36)$$

Para valores médios da tributação vigente no Brasil:

Tabela 2: Tributação

<i>Base do IR</i>	Lucro Real	Lucro Presumido
<i>Tributo</i>		
PIS	7,6%	3%
COFINS	1,65%	0,65%
ICMS	18%	18%

Aplicando os valores, obtêm-se as porcentagens de economia:

Tabela 3: Economia na conta de energia por crédito de impostos

	Lucro Real	Lucro Presumido
Economia	27,25%	21,25%

Admitindo um consumo regular, cujo faturamento foi constante durante os últimos cinco anos, o resgate retroativo pode representar um crédito de 60 vezes a economia expressa na

Tabela 3, ou seja, 1635% para empresas com lucro real para base do IR e 1275% para empresas com lucro presumido para base do IR.

A otimização da demanda contratada é responsável por uma parcela de economia dada por:

- Modalidade Convencional:

$$E_D = TD \cdot (D_{con} - D_{max}) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.37)$$

- Modalidade Horo-Sazonal Verde:

$$E_D = TD \cdot (D_{con} - D_{max}) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.38)$$

- Modalidade Horo-Sazonal Azul:

$$E_D = \left[TD_p \cdot (D_{con} - D_{max})_p + TD_f \cdot (D_{con} - D_{max})_f \right] \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.39)$$

Evidentemente, para que não haja ultrapassagem de demanda, as demandas máxima e média precisam ser igualadas, o que conduz à necessidade de melhoria do fator de carga.

Em relação ao faturamento, a economia (R\$) gerada após o final da metodologia é a diferença entre o faturamento na forma antiga e o faturamento na forma nova:

$$Economia_F = F_{antigo} - F_{novo} \quad (3.40)$$

Considerando, então, a situação de uma grande parte de pequenas e médias empresas, tem-se o faturamento antigo na modalidade convencional e a adequação para a modalidade horo-sazonal (azul ou verde):

$$E_F = \left(TC + \frac{TD}{h \cdot fc} \right) \cdot C \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) - \left(TC_f + \frac{TD_f}{h} \right) \cdot C \quad (3.41)$$

$$0 \leq fc \leq 1 \quad (3.42)$$

$$30kW \leq D_{con} < 300kW \quad (3.43)$$

Dividindo ambos os lados pelo consumo, tem-se a economia total por kWh:

$$E_F / kWh = (TC + \frac{TD}{h \cdot fc}) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) - \left(TC_f + \frac{TD_f}{h} \right) \quad (3.44)$$

Ainda, como o consumo foi mantido constante, pode ser expresso por:

$$C = D_{med} \cdot h \quad (3.45)$$

E assim, tem-se um Hiperboloide de Carga-Demanda Média de Economia, em que a variação da demanda média representa níveis diferentes de consumo ou diferentes plantas industriais:

$$E_F = \left[(TC \cdot h + \frac{TD}{fc}) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) - (TC_f \cdot h + TD_f) \right] \cdot D_{med} \quad (3.46)$$

Além disso, adiciona-se a economia com a otimização da demanda contratada e o crédito retroativo de impostos:

$$E_D / kW_{con} = TD \cdot \left(1 - \frac{D_{max}}{D_{con}} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - PIS - COFINS - ICMS} \right) \quad (3.47)$$

$$0 \leq \frac{D_{max}}{D_{con}} \leq 1 \quad (3.48)$$

$$Cred / R\$_{faturados} = 60 \cdot (PIS + COFINS + ICMS) \quad (3.49)$$

3.1.4 Estudo de Caso

A regulação tarifária executada pela ANEEL é tal que permite a cada distribuidora considerar as particularidades de sua área de concessão ao determinar a tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) ou tarifa de demanda (TD), que é somada à tarifa de energia (TE) para formar a tarifa de consumo (TC). Esta situação faz com que a metodologia tenha uma resposta distinta para cada distribuidora e a cada revisão tarifária, que no caso de instalação de uma nova indústria, confere caráter dinâmico e geográfico ao problema.

Os resultados podem ser verificados através do estudo genérico particular. Para isto, consideram-se indústrias de médio porte situadas na área de concessão da CPFL – Paulista.

A Resolução Homologativa nº 1.130 da ANEEL, de 5 de abril de 2011, homologa as tarifas referentes à Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL Paulista, e para os subgrupos A3a (30kV a 44kV) e A4 (2,3kV a 25kV), que têm a opção da migração entre todas as modalidades tarifárias, tem-se:

Tabela 4: Tarifas para área de concessão a CPFL Paulista

Tarifa de Demanda (R\$/kW)		Tarifa de Energia (R\$/kWh)	
<i>Convencional (fora de ponta)</i>			
A3a	18,82	0,17799	
A4	26,76	0,17799	
<i>Horo-Sazonal (fora de ponta)</i>			
		<i>Seco</i>	<i>Úmido</i>
A3a	4,39	0,17544	0,16011
A4	6,89	0,17544	0,16011

A partir da Tabela 2 e Tabela 4, e analisando a economia durante o período úmido, tem-se:

-Subgrupo A3a

$$E_F = \left[\left(0,17799 \cdot 730 + \frac{18,82}{fc} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,2725} \right) - (0,16011 \cdot 730 + 4,39) \right] \cdot D_{med} \quad (3.50)$$

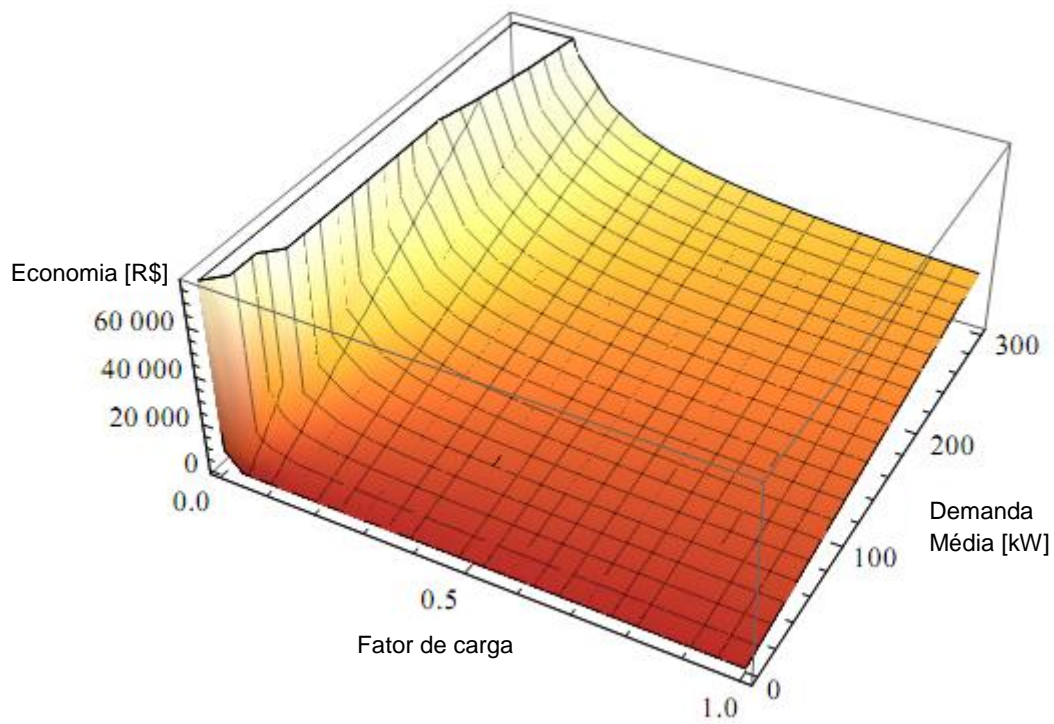


Figura 17 - Hiperboloide Carga-Demanda de Economia

$$E_F / kW_{med} = (0,17799 \cdot 730 + \frac{18,82}{fc}) \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,2725} \right) - (0,16011 \cdot 730 + 4,39) \quad (3.51)$$

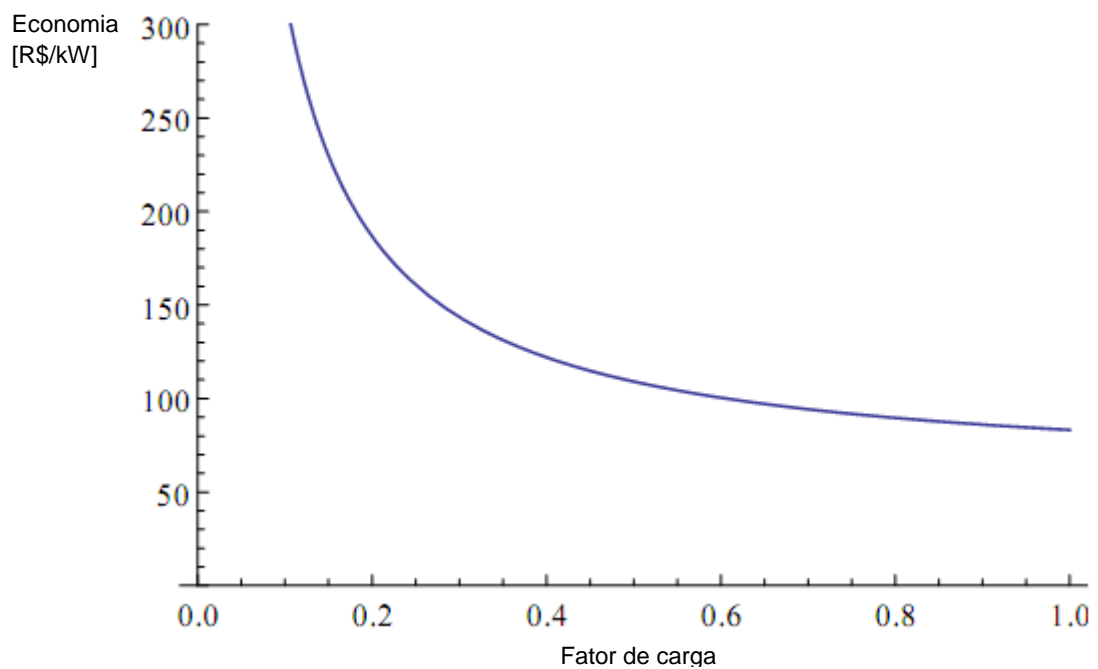
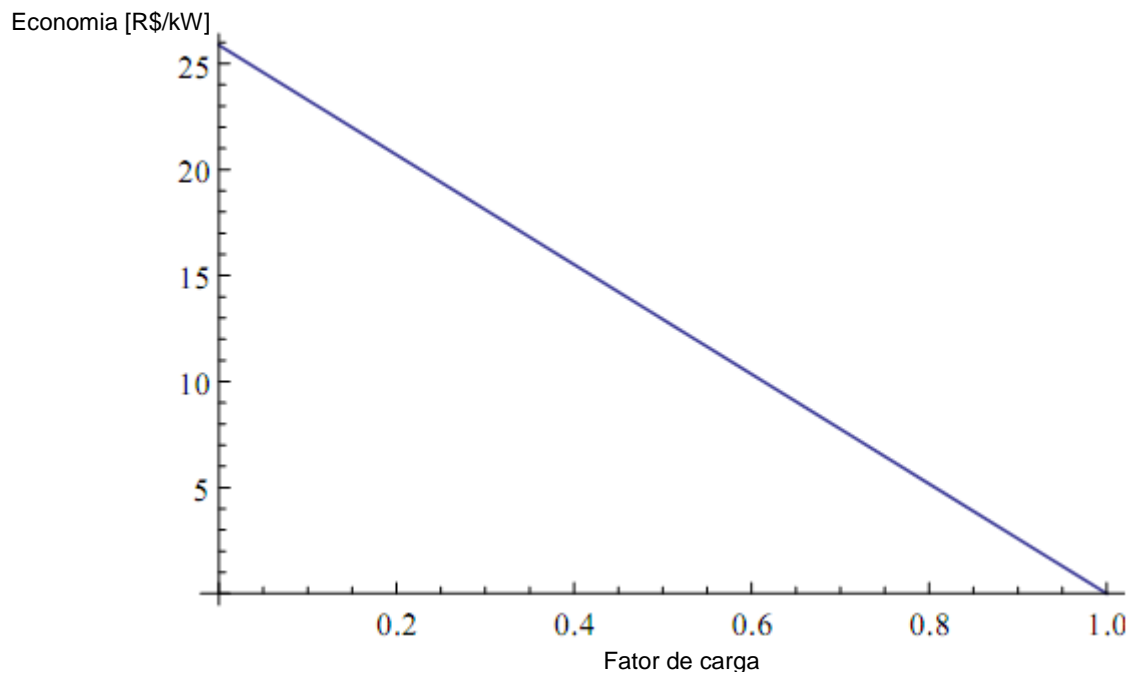


Figura 18 - Economia normalizada mensal no faturamento

$$E_D / kW_{con} = 18,82 \cdot \left(1 - \frac{D_{max}}{D_{con}}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,2725}\right) \quad (3.52)$$

**Figura 19 - Economia pela otimização de demanda contratada**

$$Cred / R\$_{faturados} = 60 \cdot (0,2725) \quad (3.53)$$

-Subgrupo A4

$$E_F = \left[(0,17799 \cdot 730 + \frac{26,76}{fc}) \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,2725}\right) - (0,16011 \cdot 730 + 6,89) \right] \cdot D_{med} \quad (3.54)$$

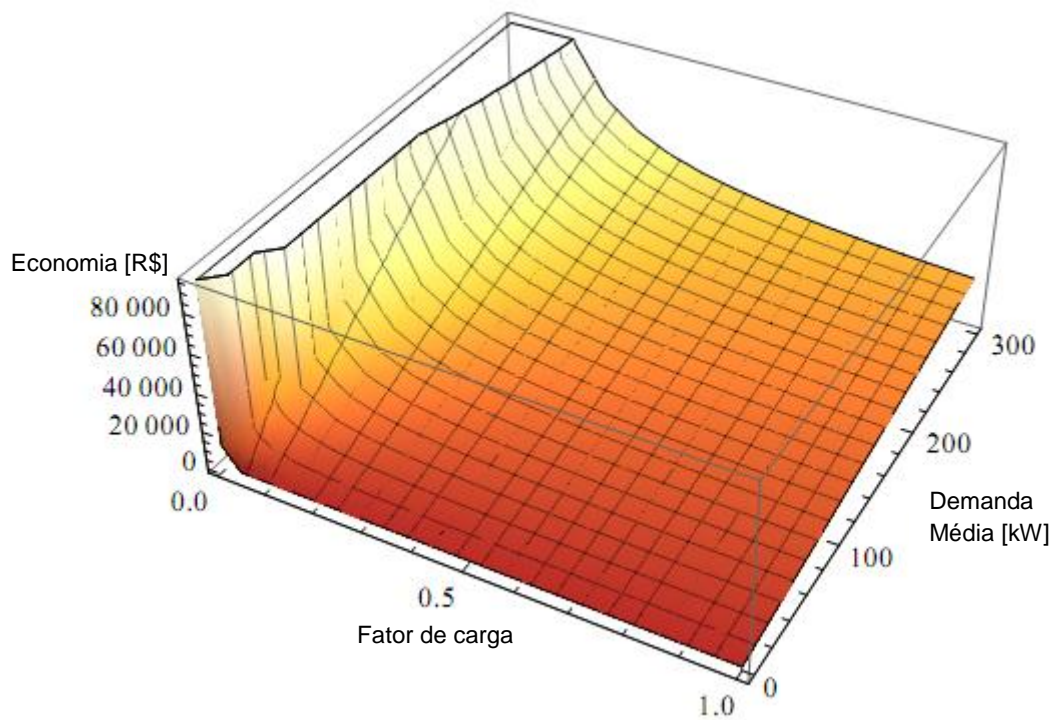


Figura 20 - Hiperboloide Carga-Demanda de Economia

$$E_F / kW_{med} = (0,17799 \cdot 730 + \frac{26,76}{fc}) \cdot \left(\frac{1}{1-0,2725} \right) - (0,16011 \cdot 730 + 6,89) \quad (3.55)$$

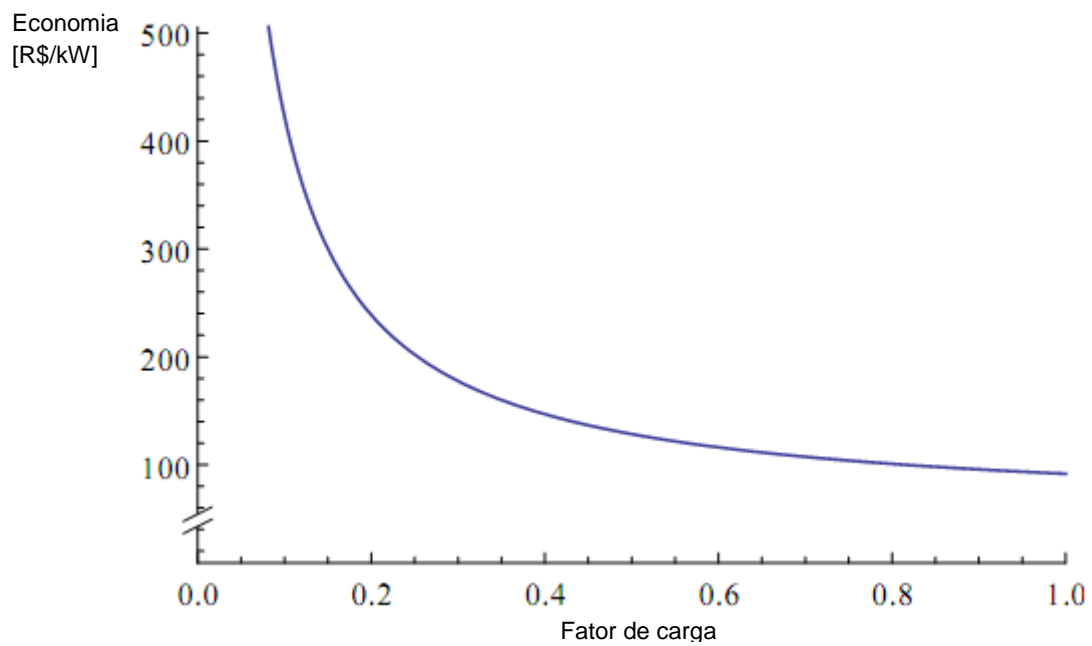


Figura 21 - Economia normalizada mensal no faturamento

$$E_D/kW_{con} = 26,76 \cdot \left(1 - \frac{D_{max}}{D_{con}}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,2725}\right) \quad (3.56)$$

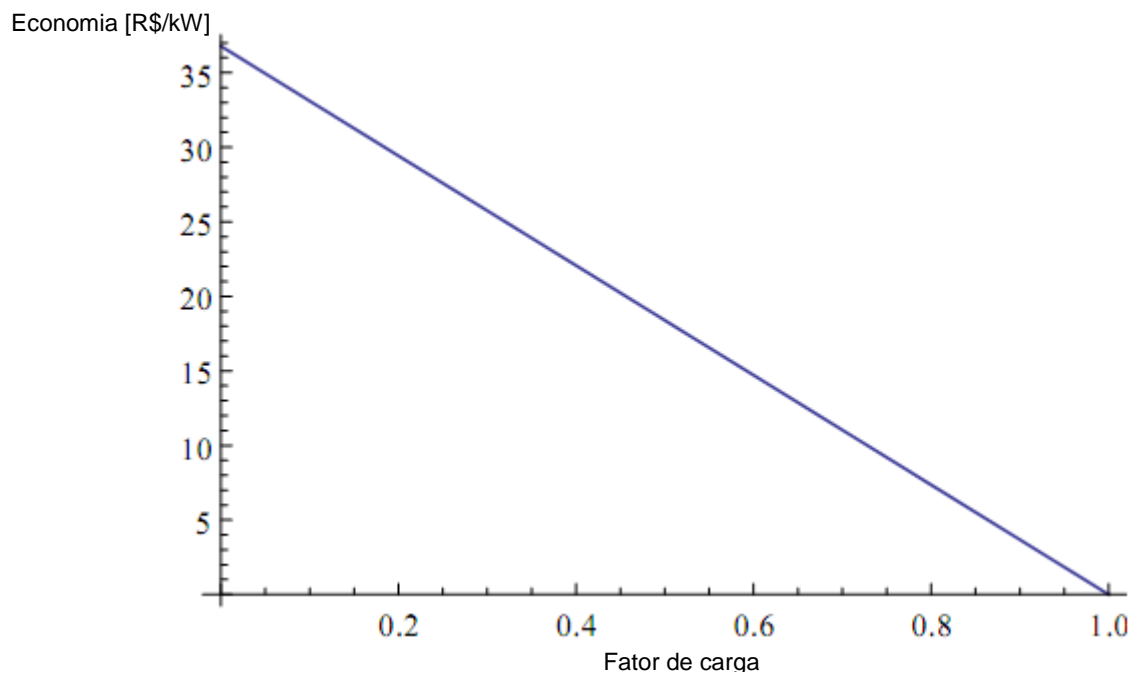


Figura 22 - Economia pela otimização de demanda contratada

$$Cred/R\$_{faturados} = 60 \cdot (0,2725) \quad (3.57)$$

Partindo das condições $0 \leq fc \leq 1$ (3.42) e $0 \leq \frac{D_{max}}{D_{con}} \leq 1$ (3.48), podem-se avaliar

o limitante máximo e mínimo para a economia normalizada:

-Subgrupo A3a

$$R\$ 91,98 \leq E_F/kW_{med}$$

$$0 \leq E_D/kW_{con} \leq R\$ 25,87$$

$$Cred/R\$_{faturados} = 16,35$$

-Subgrupo A4

$$R\$ 105,3974 \leq \frac{E_F}{kW_{med}}$$

$$0 \leq \frac{E_D}{kW_{con}} \leq R\$ 36,78$$

$$\frac{Cred}{R\$_{faturados}} = 16,35$$

Por fim, aplicam-se esses resultados aos limites de demanda contratada (30kW e 300kW) para expressar a economia total. Para que esta análise seja feita, é preciso fazer algumas considerações sobre o perfil energético em questão:

- a nota técnica 2.018 da Distribuidora AES Eletropaulo indica que o fator de carga típico para instalações industriais é de 76% ou $fc = 0,76$, e este será utilizado como valor inicial [26];

- a demanda máxima registrada será 10% menor que a demanda contratada, sendo este o erro de dimensionamento na contratação da energia. Desta forma, segunda expressão

$$fc = \frac{D_{med}}{D_{max}} = \frac{C}{h \cdot D_{max}} \quad (1.2), \text{ a demanda média será } 68,4\% \text{ da demanda contratada;}$$

- A demanda utilizada é completamente passível de crédito de impostos.

Sob essas condições, apresentam-se os resultados finais da aplicação da metodologia na Tabela 5..

Tabela 5 - Resultados da Metodologia

Subgrupo	Demanda Contratada (kW)	Faturamento Antigo (R\$)	Faturamento Novo (R\$)	Economia Mensal (R\$)	Economia Mensal (%)	Crédito ICMS Acumulado (R\$)
A3a	30	4.440,99	2.516,91	1.924,07		72.610,16
	300	44.409,88	25.169,14	19.240,75	43,33	726.101,59
A4	30	4.768,41	2.584,41	2.184,00		77.963,52
	300	47.684,11	25.844,14	21.839,97	45,80	779.635,20

Para a análise econômica de investimentos, em geral, considera-se que projetos viáveis tem um tempo de retorno do capital menor que 2 anos. Neste período a economia gerada na implantação da metodologia de gestão energética seria capaz de viabilizar projetos com grade volume de investimento, como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Montante economizado no período de 2 anos

Subgrupo	Demanda Contratada (kW)	Economia em 2 anos (R\$)
A3a	30	114.796,94
	300	1.147.969,44
A4	30	126.061,03
	300	1.260.610,27

A Tabela 5 e Tabela 6 confirmam que monitoramento das oportunidades que o setor elétrico dispõe em sua regulamentação pode trazer retornos significativos, mesmo para pequenas e médias empresas. Desta forma o Sistema de Gestão Energética de uma corporação está tão ligado aos índices de desempenho quanto os sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental e etc.

CONCLUSÕES

A metodologia de gestão energética proposta resultou em uma economia maior que 40% na conta de energia, através de medidas cujo investimento é muito menor que o montante economizado. Um melhor rearranjo da formulação do faturamento de energia elétrica possibilitou a visualização das componentes desta metodologia, partindo de conceitos básicos de minimização de funções e conhecimento sobre a legislação referente ao fornecimento de energia elétrica. Dados os valores apresentados, os gastos com energia elétrica mostraram-se expressivos, mesmo para pequenas e médias empresas, o que reforça o impacto positivo da estruturação de um sistema de inteligência empresarial com atenção às práticas de gestão e conservação energética.

Os resultados, além de evidenciarem a motivação pela qual foi realizado este trabalho, mostram o nível de oportunidades desperdiçadas devido a uma má gestão do conhecimento. Foi visto que indústrias de médio porte (300kW de demanda contratada) chegam a acumular mais de R\$1.000.000 num período de dois anos, que pode ser tanto investido no retrofit das instalações, como aplicado em outros *targets* dados pelo Planejamento Estratégico, garantindo a competitividade e crescimento dentro do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Walter, A. **As Mudanças Climáticas e a Questão Energética**. Revista Multiciência. Campinas. Edição nº. 8. Mudanças Climáticas. Maio 2007, Pags. 29-47
- [2] Vianna, L. F. **As associações setoriais e um passeio pela história da energia elétrica no Brasil**. Editora Canal Energia, Brasília, DF, 5 out. 2005.
- [3] ELETROBRAS/PROCEL. Guia Técnico: **Gestão energética**. ELETROBRÁS Centrais Elétricas Brasileiras e PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, Rio de Janeiro. 2005
- [4] ELETROBRAS/PROCEL. **Eficiência Energética: Teoria & Prática**. 1a Edição Eletrobrás / PROCEL EDUCAÇÃO Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI FUPAI Itajubá, 2007.
- [5] Santos, A. H. M, et al. **Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá: Ed. da EFEI, 2006. 3ª edição revista e ampliada.
- [6] Borges, V. A. ; CREMASCO, C. P. . **Algoritmo para cálculo do volume de carga e potência de energia elétrica**. 2009.
- [7] Polito, M. A. **O conhecimento como ativo indispensável à micro e pequena empresa brasileira em um mundo de economia globalizada**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/o-conhecimento-como-ativo-indispensavel-a-micro-e-pequena-empresa-brasileira-em-um-mundo-de-economia-globalizada/14561/> Acessado em 30 agosto de 2011.
- [8] Quirino, R. **Saberes do Pedagogo para a prática educativa nas organizações empresariais**. Belo Horizonte, 2005.158 p. Dissertação: (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG.
- [9] Cavalcanti, M. **Conhecimento e Desigualdade**. CRIE – Centro de Referência em Inteligência Empresarial. Programa de Engenharia de Produção - COPPE/UFRJ

- [10] MORESI, E. A. D. **Inteligência organizacional: um referencial integrado**. Ci. Inf., Brasília, v. 30, n. 2, p. 35-46, maio/ago. 2001.
- [11] Campos, E. C. **A responsabilidade das pequenas e micro empresas**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/a-responsabilidade-das-pequenas-e-micro-empresas/28244/> Acessado em 30 agosto de 2011.
- [12] SANTOS, A. R. et al. (Org.). **Gestão do conhecimento: uma experiência para o sucesso empresarial**. Curitiba : Champagnat, 2001.
- [13] PROCEL Indústrias: **Apresentação**. Disponível em: <http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={FBFB8D50-65B6-4135-9477-B0B2711D7AD8}> Acessado em 30 agosto de 2011.
- [14] PROCEL INFO. **PROCEL 25 anos: Resultados acumulados até 2009**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/linhadotempo/index.html>. Acessado em 30 agosto de 2011.
- [15] ABNT Catálogo. **ABNT NBR ISO 50001:2011**. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=087286> Acessado em 30 agosto de 2011.
- [16] ABNT. **Vença os desafios da energia com a ISSO 50001**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rua Minas Gerais, 190 – Higienópolis. São Paulo - SP – Brasil
- [17] Revista Sustentabilidade. **ISO-50001 já atrai interesse de empresas**. Disponível em: <http://www.revistasustentabilidade.com.br/eficiencia-energetica/iso-50001-ja-atrai-interesse-de-empresas>. Acessado em 30 agosto de 2011.
- [18] PROCEL INFO. **Eficiência Energética na Indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/linhadotempo/index.html>. Acessado em 30 agosto de 2011.
- [19] PROCEL INFO. **Legislação**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team={0B311C4C-D52D-4159-9842-FEA7AD2E25D5}>

[20] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa N° 414**. 9 de setembro de 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acessado em 30 agosto de 2011..

[21] Lunelli, R. L. **Crédito de ICMS sobre Energia elétrica**. Disponível em: <http://www.portaltributario.com.br/artigos/creditoicmsenergia.htm>. Acessado em 30 agosto de 2011.

[22] Siebra, R. V. B. **PIS, COFINS - Crédito de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://faroltributario.blogspot.com/2011/06/pis-cofins-credito-de-energia-eletrica.html>. Acessado em 30 agosto de 2011.

[23] Campos, A. **Gerenciamento Pelo Lado da Demanda: Um Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Interunidades. (IEE/POLI/FEA), São Paulo, 2004.

[24] Gauterio, Z. W. B. **Impacto do gerenciamento pelo lado da Demanda em transformadores de potência**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

[25] Celesc Distribuição S.A. - Portal Grandes Clientes. **Fator de Potência e Fator de Carga**. Disponível em: http://portal.celesc.com.br/portal/grandesclientes/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=220. Acessado em 30 agosto de 2011.

[26] AES Eletropaulo. **Cálculo de Demanda Rede para Acréscimo de Novas Cargas na Rede de Distribuição de Baixa Tensão**. Nota técnica 2.018. Gerência Executiva de Planejamento e Engenharia, Gerência de Engenharia da Distribuição 2007

[27] Oliveira, M. F.. **A Internacionalização de Pequenas Empresas Através de Consórcios de Exportação Inseridos em Clusters Industriais: Uma Relação Recíproca de Contribuição**. Disponível em <http://www.ucdb.br>. Acessado em 30 agosto de 2011.

[28] La Rovere, R. L. ***Perspectivas das micro, pequenas e médias empresas no Brasil***. Grupo de Economia da Inovação – Instituto de Economia da UFRJ. Disponível em <http://www.graficacamir.com.br>. Acessado em 30 agosto de 2011.

[29] Pereira, P. M. R. ***Uma nova ferramenta que facilita o processo de exportação das micro e pequenas empresas brasileiras***. Disponível em <http://www.feb.unesp.br>. Acessado em 30 agosto de 2011.

[30] ***Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas***. <http://sebrae.com.br>. Acessado em 30 agosto de 2011..

[31] Teixeira, J. F. ***Rápidas, inovadoras e ferozes. As Pequenas Empresas na Era do Conhecimento*** [Insight 054, em 02/07/2002]. Disponível em <http://www.informal.com.br>. Acessado em 30 agosto de 2011.