

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA UNIDADE INDUSTRIAL

Carla Ferreira Andrade Cunha¹; Antonio Manoel Batista da Silva²

¹Universidade de Uberaba - UNIUBE, Uberaba - Minas Gerais, carlaacunha@hotmail.com

²Universidade de Uberaba - UNIUBE, Departamento de Engenharia Elétrica, Uberaba-Minas Gerais

²Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Departamento de Engenharia Elétrica, Barretos-São Paulo
antonio.manoel@uniube.br

Resumo – Atualmente, o termo gestão energética destaca-se em meio aos fóruns de discussão mundiais do setor devido à preocupação com a disponibilidade desse importante insumo para o desenvolvimento econômico de qualquer país ou região. E ligado com o tema, uma empresa que pretende ser competitiva deve possuir o que se chama “consciência energética” que implica na utilização da energia de modo eficiente. Uma medida eficaz para responder a essa questão é a implantação de um Programa de Gestão Energética (PGE). O trabalho inicia-se apresentando os conceitos de gestão energética. Em seguida estes são aplicados em uma empresa industrial buscando o uso eficiente da eletricidade. Finalmente mostra-se um estudo de viabilidade econômica, quantificando os benefícios da implantação do PGE.

Palavras-Chave – Conservação de Energia; Eficiência; Programa de Gestão Energética; Tecnologia.

ECONOMICAL VIABILITY OF SETTING UP AN ENERGY MANAGEMENT PROGRAM IN AN INDUSTRIAL UNIT

Abstract – Nowadays, the term “Energy management” has been detached in the global discussion forums in the industry due to concerns about the availability of this important input for economic development of any country or region. And connected with the theme, a company that wants to be competitive must possess what is called “energy awareness” which implies the use of energy efficiently. An effective measure to answer this question is the implementation of an Energy Management Program (EMP). The paper starts by presenting the concepts of energy management. Then they are applied in an industrial company seeking the efficient use of electricity. Finally, a study shows economic viability, quantifying the benefits of deploying PGE.

Keywords – Efficiency; Energy Conservation; Energy Management Program; Technology.

I. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico vem produzindo impactos sobre o meio ambiente e a sociedade interferindo sobre diversos itens que determinam a qualidade de vida da humanidade. [1] defende que um meio de inversão desse cenário é o desenvolvimento de ações voltadas à eficiência energética, conservação e uso racional da energia. Ações que segundo [2] quando bem estruturadas tendem a trazer benefícios tanto no aspecto econômico quanto ambiental. Elas podem ser realizadas tanto pelo lado da oferta de energia, racionalizando-se a produção e a distribuição, quanto pelo lado do consumo, atuando-se diretamente na sua utilização.

Dentre as formas de energia utilizadas no mundo, cerca de 30 a 40% é eletricidade. Além disso, devido a algumas características desse tipo de energia, como sua designação de “energia limpa”, sua participação no consumo energético em futuro próximo tende a aumentar [3]. Portanto a área de energia elétrica apresenta grande importância para o setor e cada vez mais o item conservação de energia deve ser investigado. No Brasil, no âmbito da oferta de energia elétrica, atualmente existem políticas que buscam a sua conservação como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) [4]. E diversos Projetos de Eficiência Energética e de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica que são gerenciados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [5]. Outrossim, ainda sobre as questões energéticas, foi criada em 2011 a ISO 50.001 [6] com foco central em “Sistemas de Gestão da Energia”. A conservação de energia, para [1], implica na redução do consumo energético sem que haja perda de produção. Assim, uma forma de se racionalizar energia é aumentar a eficiência dos equipamentos utilizados. Ampliando, de acordo com o [4], “a conservação deve ser entendida como a utilização de uma menor quantidade de energia para obtenção de um mesmo produto ou serviço pela eliminação de desperdício, do uso de equipamentos eficientes e do aprimoramento de processos produtivos”. Por se tratar de um conceito amplo podem-se dividir as áreas de atuação da conservação energética em: educação, legislação, tarifação e incentivos, tecnologia e pesquisa. Devido a esse elevado número de campos de trabalho e considerando-se também a existência de diversos setores e níveis em que ações de conservação podem ser aplicadas, os programas de conservação de energia podem assumir características bem diferentes [1].



XI CEEL – ISSN 2178-8308
25 a 29 de novembro de 2013
Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil

Conectada com esses conceitos, uma empresa competitiva deve utilizar-se da energia de modo racional e eficiente. Uma medida eficaz para atingir essa meta é a implantação de programas que busquem a economia de energia elétrica, os chamados Programas de Gestão Energética (PGE). De acordo com [7], as indústrias consomem quase metade da energia elétrica produzida no país. Desde modo a implantação desses programas é crucial para economia energética nacional.

Em [8] são apresentados três tipos principais de atividades que caracterizam programas de gestão energética. Programas de administração de carga que não focam necessariamente na redução do consumo de energia e sim em redistribuir a demanda. Programas destinados a reduzir demandas de energia em horários de ponta utilizando a substituição de combustíveis. E finalmente, programas focados em reduzir a quantidade de energia elétrica consumida por: auditorias energéticas, conscientização dos funcionários e mudança de tecnologia. O PGE apresentado nesse estudo reflete as atividades apresentadas nos dois últimos programas.

Nessa perspectiva, o objetivo do trabalho é evidenciar que a estruturação e implantação de um PGE pode ser uma ação eficaz para a obtenção da conservação de energia, com significativos ganhos tanto em termos sociais como econômicos. Pela criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), é possível auditar as questões de gestão energética, manter os resultados obtidos pela conscientização dos colaboradores, elaborar e implementar projetos envolvendo principalmente a substituição de tecnologias a fim de se promover um processo de melhoria contínua no uso da energia.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

O início do trabalho contempla a análise dos conceitos de gestão energética. Posteriormente os fundamentos teóricos são aplicados valendo-se de uma unidade industrial do setor produtivo. Tal ação prática proporcionou a identificação de iniciativas implementadas para promover uso eficiente da energia.

A. Programa de Gestão Energética

Para [1], o Programa de Gestão Energética pode ser definido como um conjunto de ações aplicadas de forma sistêmica que busquem a redução do consumo energético sem a perda de produção. Sua implantação busca trazer a questão da consciência energética de uma forma integrada por ações como: auditoria energética, conscientização dos colaboradores, mudança de tecnologias e análise contínua dos contratos que envolvam o fornecimento e distribuição da energia.

O programa demanda recursos econômicos, decisões e mudanças de hábitos. Sendo assim, o sucesso da implantação do PGE exige iniciativa, responsabilidade e o apoio dos níveis hierárquicos mais altos. Deve apresentar participação de diversos setores e ter o apoio constante e público dos diretores. Estes devem trabalhar estipulando marcos que necessitem de acompanhamento e controle contínuo, corrigindo em tempo real possíveis desvios e reestruturando as metas de acordo com novas necessidades que possam surgir.

B. Processo de Implantação

De acordo com [9], o PGE deve ser encarado como um processo contínuo que requer dedicação e uma equipe devotada à promoção das ideias de conservação e com a criação e manutenção de projetos que utilizem novas tecnologias a fim de se buscar sempre inovadoras formas de economia energética.

Sua estrutura básica (Figura 1) consiste nos seguintes pilares: Diagnóstico Energético, Controle e Comunicação. Todas as ações desenvolvidas devem ser enquadradas em um dos pilares coordenadamente de forma que estes sejam tratados com igual importância. E sua gestão deve ser realizada por uma Comissão Interna de Conservação de Energia, a chamada CICE.

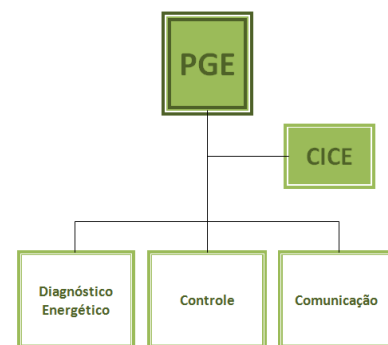


Fig. 1. Estrutura do Programa de Gestão Energética. (Fonte: Adaptado de CEMIG (2012)).

A CICE é inspirada na CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e deve ser formada pelos próprios funcionários da empresa. A ideia de criação de uma CICE foi instituída pelo Decreto 99.656 de 1990 na administração pública federal. Apesar de sua criação ser amparada por lei desde 1990 em âmbito federal, a CICE ainda é desconhecida para um grande número de empresas. Seus objetivos principais abrangem a divulgação de informações quanto à economia de energia e a busca, implantação e gerenciamento de medidas de conservação de energia.

O processo de implantação do PGE deve ser realizado pela preparação formal de um projeto de implantação. Assim, é necessária envolver questões de gerenciamento de projetos como desenvolvimento de um termo de abertura, cronograma, Estrutura Analítica de Projetos (EAP) e de uma apresentação formal à diretoria. Uma vez aprovado o projeto, o próximo passo é realizar um estudo de viabilidade determinando quais ações são válidas para cada caso. A partir disso é possível realizar a aquisição de bens e serviços que englobam desde a obtenção de softwares gerenciais, diagnósticos de consumo, instalações de medições setoriais até a compra dos materiais que serão utilizados nas ações de marketing.

Os colaboradores devem ser abordados com informativos mensais impressos e por mensagens via meio eletrônico, as quais devem apresentar informações atualizadas dos projetos em andamento e das porcentagens de economia alcançadas. Deve-se utilizar cartazes com informações úteis espalhados por toda a unidade e lembretes junto a interruptores. O importante é criar um ambiente de motivação e

comprometimento para que cada um sinta que a economia de energia é um objetivo pessoal seu.

Com o apoio técnico e de comunicação estruturados deve-se realizar o lançamento formal do PGE em um evento que conte com a presença da maioria dos colaboradores e que fique claro o respaldo dos níveis hierárquicos mais altos. Primeiramente deve-se deixar claro os objetivos e a importância do programa, bem como quais serão as medidas adotadas em cada nível. Após isso, deve-se apresentar a equipe responsável pela estruturação do projeto e divulgar a futura criação da CICE a fim de familiarizar todos com o termo.

O próximo passo é estruturar as diretrizes básicas e os membros iniciais da CICE. É interessante que em um primeiro momento os colaboradores escolhidos sejam profissionais chaves em cada setor. Profissionais que já venham apresentando interesse na conservação energética. Essa ação deve ser tomada visando à divulgação e aumento da credibilidade da comissão. Após a CICE e suas ações tornarem-se conhecidas, a escolha de seus integrantes será feita, a exemplo da CIPA, com eleição anual. Com a formalização da CICE é possível passar a se controlar periodicamente a economia obtida e começar a se pensar em projetos que potencializem a economia obtida com o uso de novas tecnologias. O PGE deve prosseguir em ação continuamente contando com a CICE, para mantê-lo sempre atualizado e em funcionamento.

O projeto de implantação apresentado foi executado nas dependências de uma empresa do ramo industrial com a finalidade de apresentar resultados mensuráveis para o presente estudo. Com a implantação do programa foi possível o desenvolvimento de projetos graças à inserção dos conceitos de conservação energética feita pelo PGE via CICE. Projetos estes abordados a seguir.

Inicialmente foi desenvolvido um projeto que aborda a questão contratual com a concessionária de energia atuando na alteração da demanda contratada. Em seguida, apoiando-se na preocupação de [3] em orientar a estratégia energética para seu uso final, foram desenvolvidos projetos voltados para a troca de tecnologia tanto da iluminação quanto da geração e utilização de ar comprimido. A atenção ao ar comprimido é devido ao fato de sua geração ser responsável por uma parcela considerável do consumo de energia elétrica.

Como os projetos contemplam a utilização de uma quantia monetária para serem implantados é necessário o desenvolvimento de um estudo de viabilidade econômica [10].

Para descrever a economia, tanto em reais quanto em kWh, é usado o termo *saving*¹ e a para calcular o retorno do investimento, usaremos o método do *payback descontado*² considerando uma taxa de juros anual de 10%. Foi escolhido esse método, pois ele proporciona a consideração do dinheiro ao longo do tempo evitando uma “miopia financeira”.

¹saving: termo que corresponde a uma quantidade economizada, salva.

²payback descontado: tempo de recuperação de um investimento considerando o valor do dinheiro no tempo.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de se validar a utilização do PGE são apresentados a seguir projetos que ilustram medidas simples e eficazes de eficiência energética. Em um primeiro momento é abordada uma ação com a qual se efetuou uma análise do contrato com a concessionária de energia buscando possíveis alternativas para redução monetária. Em vista disso, observou-se a necessidade de um estudo para otimizar a contratação da demanda. A seguir, o foco é voltado para redução do consumo energético pela utilização de novas tecnologias.

Observando-se a tecnologia existente vários projetos podem ser desenvolvidos. No presente estudo são mostrados apenas os que estão concluídos. Porém já existem inúmeros outros em desenvolvimento. Os empreendimentos mostrados são referentes à troca de iluminação convencional por lâmpadas LED (Light Emissor Diode) e à otimização da geração e utilização de ar-comprimido.

Todos os projetos apresentados incluem suas respectivas análises de viabilidade na qual são mensuradas as quantias economizadas, sejam elas em reais ou em consumo, e o período do retorno de investimento. Devido a sigilo industrial os dados de consumo energético apresentados na descrição dos projetos foram mascarados de forma a manter a proporção entre as unidades e validar a recuperação do investimento apresentado.

A. Análise Contratual

Seguindo as diretrizes do PGE, foi realizada uma análise do contrato efetuado com a concessionária a fim de se buscar possíveis melhorias. Em vista disso, se observou a necessidade de um estudo para se otimizar a contratação da demanda. Esse estudo é de extrema importância por ser uma medida simples e que implica em retornos consideráveis.

Para que a concessionária aceite a alteração no contrato da demanda é necessário a confecção de um coordenograma. Esse documento resume-se a um estudo, no qual são realizados os cálculos para parametrização dos relés microprocessados existentes na alimentação de entrada da unidade industrial, baseando-se na nova demanda contratada. Para ajustes internos é realizado um estudo de seletividade, que consiste na alteração das proteções dos quadros de distribuição existentes no interior da área fabril. Para a realização desses serviços contratou-se uma empresa especializada, cujo orçamento total foi de 7 mil reais. Nota-se que mesmo com a consideração do uso do limite de tolerância o projeto gera uma economia anual de 5,15% do valor pago em contratação de demanda, o correspondente a 70 mil reais anuais (Tabela I). Quantia considerável analisando o fato de se tratar apenas de uma alteração contratual e possuir um baixo custo de implementação. O fluxo de caixa pode ser acompanhado a seguir (Tabela II).

É apresentado na primeira coluna o ano correspondente após a aquisição do investimento, seguido do fluxo de caixa livre (FCL), do valor presente (VP) e do saldo ao final de cada ano. O fluxo de caixa mostra uma situação positiva logo no primeiro ano, correspondente à um *payback* descontado de 0,1 ano.

Tabela I. Cálculo do Saving da Alteração da Demanda Contratada.

		HFP	HP	Total
Situação Atual	Demanda (KW)	2.850	2.600	-
	Custo anual (R\$)	R\$ 353.426	R\$ 1.011.531	R\$ 1.364.958
Situação Proposta	Demanda (KW)	2.750	2.400	-
	Limite de Tolerância (5%)	2.888	2.520	-
	Uso do Limite de Tolerância	12,5%	38%	-
	Custo anual (R\$)	R\$ 343.156	R\$ 951.462	R\$ 1.294.619
Saving	Custo (R\$)	R\$ 10.269	R\$ 60.069	R\$ 70.338
	Porcentagem (%)	2,91%	5,94%	5,15%

Tabela II. Fluxo de caixa após a aquisição do estudo de Coordenação e Seletividade.

Ano	FCL	VP	Saldo
0	-R\$ 7.000,00	-R\$ 7.000,00	-R\$ 7.000,00
1	R\$ 70.338,94	R\$ 63.944,49	R\$ 56.944,49
2	R\$ 70.338,94	R\$ 58.131,36	R\$ 115.075,85
3	R\$ 70.338,94	R\$ 52.846,69	R\$ 167.922,53
4	R\$ 70.338,94	R\$ 48.042,44	R\$ 215.964,98
5	R\$ 70.338,94	R\$ 43.674,95	R\$ 259.639,92

B. Troca da iluminação por lâmpadas LED

Segundo [2] a combinação de tecnologias eficientes de lâmpadas e reatores associados à difusão de hábitos saudáveis em torno de seu uso pode trazer redução do consumo energético. Além disso, [3] exaltam que a fonte de luz é o elemento crítico de um sistema de iluminação. Sendo assim o presente estudo apresenta um plano de ação que utiliza a tecnologia LED como fonte de luz a fim de buscar uma eficiência luminosa.

O projeto consiste na utilização da tecnologia LED em uma área denominada centro de distribuição. Além da redução no consumo energético de 40 a 90%, as lâmpadas LED proporcionam benefícios importantes, embora de difícil mensuração, como uma menor dissipação de calor no ambiente. Possui baixos custos de instalação e manutenção, alta resistência à impactos e vibração, e rapidez na ignescência sem demandar tempo para aquecimento.

O projeto visou a troca das lâmpadas já dimensionadas de Vapor Metálico por lâmpadas LED de 36W e Fluorescentes de 32W por lâmpadas LED agora de 20W. O resultado da redução da potência instalada foi significativo, correspondendo a um total de 132 kW para os dois tipos de lâmpada (Tabelas III e IV).

Tabela III. Cálculo do saving em kW considerando a substituição das lâmpadas de vapor metálico.

Tipo		Quantidade	Potência (W)	Consumo total (kW)
Situação Atual	Vapor Metálico	328	400	131,20
	Reator	328	45	14,76
	Consumo Total			145,96
Situação Proposta	LED	1200	36	43,2
	Reator	0	-	-
	Consumo Total			43,2
Saving				102,76

Tabela IV. Cálculo do saving em kW considerando a substituição das lâmpadas fluorescentes.

	Tipo	Quantidade	Potência (W)	Consumo total (kW)
Situação Atual	Fl. 32 W	986	32	31,55
	Reator	493	8	3,94
	Consumo Total			35,50
Situação Proposta	LED	300	20	6,00
	Reator	493	6	-
	Consumo Total			6,00
Saving				29,50

O saving total em reais obtido com a troca das lâmpadas é de 365 mil reais ao ano como mostrado (Tabela V). Considerando que qualquer escolha gera um custo de investimento, analisaremos a diferença entre eles para determinar o *payback* do empreendimento. O valor de aquisição das lâmpadas de vapor metálico e fluorescentes de 32W é de 185 mil reais. Em contraste, o valor da aquisição das lâmpadas LED é de 1,1 milhões de reais. A diferença de preço é nítida, porém considerando a economia gerada ao ano, o investimento passa a ser viável. O cálculo do *payback* descontado resulta em 3 anos. O fluxo de caixa (Tabela VI) mostra o retorno no investimento ao fim do ano 4. Note que apesar do projeto apresentar um custo alto de implantação e não ter um *payback* rápido gera uma economia energética de 915 mil kWh ao ano, ou seja, uma quantidade significativa que viabiliza a iniciativa.

Tabela V. Cálculo do saving em reais.

Tipo	Pot. Total (kW)	Utiliz./ano (dias)	Utiliz./dia (h)	Consumo anual (kWh)	Tarifa	Custo anual
Vapor Metálico	145,96	288	24	1.008.875	R\$ 0,40	R\$ 403.550
Fl. 32 W	35,5	288	24	245.376	R\$ 0,40	R\$ 98.150
LED	49,2	288	24	340.070	R\$ 0,40	R\$ 136.028
Saving				914.180	-	R\$ 365.672

Tabela VI. Fluxo de caixa após a instalação de lâmpadas LED no novo centro de distribuição.

Ano	FCL	VP	Saldo
0	-R\$ 916.155,00	-R\$ 916.155,00	-R\$ 916.155,00
1	R\$ 309.491,71	R\$ 281.356,10	-R\$ 634.798,90
2	R\$ 309.491,71	R\$ 255.778,27	-R\$ 379.020,62
3	R\$ 309.491,71	R\$ 232.525,70	-R\$ 146.494,92
4	R\$ 309.491,71	R\$ 211.387,00	R\$ 64.892,08
5	R\$ 309.491,71	R\$ 192.170,00	R\$ 257.062,09

C. Projetos relacionados à utilização e geração de ar comprimido

A unidade industrial possui um centro próprio de geração de ar comprimido em que há dois compressores acionados com motores de 250 CV. [11] afirmam que a geração de ar comprimido é responsável por uma parcela considerável do consumo de energia elétrica no setor industrial. Além disso, [2] cita diversos estudos que colocam o sistema de geração de ar comprimido como responsável por perdas significativas de energia. Desta maneira, é clara a oportunidade de economia de energia e a partir disso foram desenvolvidos dois potenciais projetos de melhoria a fim de se reduzir o consumo energético desses equipamentos. Os planos englobam a troca dos filtros, diminuindo os gastos energéticos com a geração e a otimização do uso do ar e pela

substituição de válvulas de uma máquina de testes de uma das linhas de produção.

A primeira iniciativa corresponde à troca dos filtros da sala dos compressores. Os filtros existentes eram demasiados antigos resultando em elevados gastos com manutenção, baixo grau de filtragem e ausência de um sistema de monitoração de saturação. Além disso, possuíam sistema de drenagem temporizada resultando em descarte desnecessário de ar comprimido em intervalos regulares de tempo. O projeto propôs a troca por filtros coalescentes mais eficientes e com sistema de purga ecológico.

Os benefícios podem ser mensurados tanto na redução do consumo de energia elétrica na geração de ar comprimido quanto na redução dos custos com manutenção. O consumo energético é reduzido devido à substituição da tecnologia tanto no sistema de drenagem quanto na estruturação dos filtros. Os filtros propostos possuem sistema de dreno ecológico, no qual, é drenado apenas condensado de água, sem nenhum desperdício de ar. Além disso, a estrutura dos filtros antigos causava uma perda de carga de 5%. Os novos filtros são desenvolvidos de tal maneira que essa perda de carga pode ser desconsiderada. Tanto o desperdício de ar comprimido na purga, quanto à perda de carga da rede geram uma mudança de referência que faz com que os compressores aumentem sua capacidade de geração em busca da recuperação dessa referência com consequente aumento do consumo energético.

A economia do consumo dos compressores é calculada levando em conta as seguintes considerações. A fábrica trabalha vinte e quatro horas por dia de segunda a sexta. Os sábados são divididos em “sábados-sim” e “sábados-não”, de forma que os primeiros são considerados dias normais de trabalho com jornada de vinte e quatro horas e os seguintes são considerados folgas. Sendo assim, para efeito de cálculo será considerado vinte e quatro dias úteis (contando com os dois “sábados-sim” de cada mês) e seis dias de folga, compreendendo os “sábados-não”, domingos e feriados de cada mês. Durante os dias úteis um compressor opera a plena carga e o outro em 50% da potência. Durante as folgas há um compressor funcionando em plena carga. Mensura-se, então, uma economia anual de 6 mil kWh resultante da troca do sistema de drenagem e de 95 mil kWh resultante da erradicação da perda de carga.

Também pode ser mensurada e somada à economia financeira à redução dos gastos com manutenção. Os filtros antigos necessitavam da troca do elemento filtrante a cada seis meses. Os novos filtros precisam dessa troca apenas uma vez ao ano. Além disso, o custo desse elemento filtrante é menor. Com base em históricos de compra é possível mensurar essa economia. O valor médio dos elementos filtrantes temporizados acrescidos da taxa de juros proposta no início da seção, dos ecológicos e uma posterior comparação da economia são mostrados.

Os três tipos de economia são mensurados (Tabela VII) determinando um *saving* anual total de 47 mil reais. Considerando que o projeto foi orçado em 26 mil reais, é apresentado o fluxo de caixa correspondente a um período de cinco anos (Tabela VIII). Nele é possível observar que ao final do primeiro ano o investimento encontra-se totalmente

pago, possibilitando o cálculo de um *payback* descontado de 0,65 anos, o que torna o projeto bastante atrativo.

Tabela VII. *Saving* total referente à troca dos filtros da sala dos compressores.

Formas de economia	Consumo anual (kWh)	Custo anual (R\$)
Purga	5.910	R\$ 2.364,00
Perda de Carga	95.321	R\$ 38.128,40
Troca do Elemento Filtrante	-	R\$ 6.536,40
<i>Saving</i> total	101.231	R\$ 47.028,80

Tabela VIII. Fluxo de caixa após a instalação dos filtros coalescentes.

Ano	FCL	VP	Saldo
0	-R\$ 25.816,80	-R\$ 25.816,80	-R\$ 25.816,80
1	R\$ 47.028,80	R\$ 42.753,45	R\$ 16.936,65
2	R\$ 47.028,80	R\$ 38.866,78	R\$ 55.803,43
3	R\$ 47.028,80	R\$ 35.333,43	R\$ 91.136,86
4	R\$ 47.028,80	R\$ 32.121,30	R\$ 123.258,17
5	R\$ 47.028,80	R\$ 29.201,18	R\$ 152.459,35

[3] afirmam que uma estratégia energética eficaz baseia-se na observação detalhada de como é feito o uso da energia. Baseando-se nessa afirmação a segunda iniciativa relacionada à otimização do uso do ar comprimido pode ser realizada. Ela consiste em uma melhoria específica no painel pneumático de uma máquina presente em uma das linhas de produção. A utilização do ar comprimido nessa máquina resume-se em injetar uma quantidade específica de ar comprimido para testar a existência de vazamentos na estrutura de plástico do produto em manufatura. Segundo medições recentes apresentadas cada máquina descarta 230L/min o que equivale a 13,8m³/h. Para evitar esse desperdício, existe uma solução simples e barata. Trata-se de se instalar uma válvula interligada à sensores, os quais monitorarão um cilindro responsável pela liberação do ar, de forma que ele só atue quando a máquina estiver realizando o teste, o que corresponde a dez segundos para cada produto testado.

Com base na produção média da linha e considerando que é necessário o uso simultâneo de duas máquinas foi possível o cálculo do *saving* mostrado (Tabela IX). Em média para se produzir 1 m³ de ar comprimido usa-se 0,1 kWh. Assim, tem-se uma redução anual de 16 mil kWh. O custo relacionado ao projeto foi orçado em torno de 2,5 mil reais. Portanto, considerando o *saving* anual encontrado de 6,5 mil reais, o *payback* descontado é de 0,46 anos. No fluxo de caixa apresentado (Tabela X) é possível ver o retorno de investimento ao longo de cinco anos.

O resultado do empreendimento além de ter um retorno de investimento rápido, é também uma alternativa de custo razoavelmente baixo para combater o desperdício encontrado por uma simples observação cotidiana.

Tabela IX. *Saving* referente à modificação no painel pneumático.

Situação	Consumo (m ³)	Custo anual (R\$)
Atual	238.464	9.538
Projetado	76.176	3.047
<i>Saving</i>	162.288,00	6.491,52

Tabela X. Fluxo de caixa após a modificação no painel pneumático.

Ano	FCL	VP	Saldo
0	-R\$ 2.690,76	-R\$ 2.690,76	-R\$ 2.690,76
1	R\$ 6.491,52	R\$ 5.901,38	R\$ 3.210,62
2	R\$ 6.491,52	R\$ 5.364,89	R\$ 8.575,51
3	R\$ 6.491,52	R\$ 4.877,18	R\$ 13.452,69
4	R\$ 6.491,52	R\$ 4.433,80	R\$ 17.886,48
5	R\$ 6.491,52	R\$ 4.030,72	R\$ 21.917,21

Observando os projetos apresentados em conjunto com seus respectivos estudos de viabilidade pode-se ter uma visão de quão benéfica a implantação de um Programa de Gestão Energética pode ser. A Tabela XI mostra os resultados conjuntos de todos os projetos descritos nesse estudo quanto à economia financeira e energética e na coluna seguinte o pay-back descontado referente a cada um deles.

Tabela XI. Estudo de viabilidade dos projetos iniciais propostos na implantação do PGE.

Projetos	Redução anual		Pay-Back descontado
	R\$	KWh	
Análise Contratual – Alteração da Demanda Contratada	74.485,50	-	0,1 ano
Troca de Tecnologia – Iluminação do novo centro de distribuição	365.672,45	914.181,10	3 anos
Troca de Tecnologia – Geração de ar comprimido	43.851,36	93.287,00	0,65 ano
Troca de Tecnologia – Utilização de ar comprimido	6.491,52	16.228,80	0,46 ano
Total	490.500,83	1.023.696,90	-

IV. CONCLUSÕES

Os projetos concebidos pelas diversas ações que um PGE pode proporcionar ao ser implantado em uma unidade industrial resultaram em mudanças importantes. Ações que vão desde alterações contratuais, passando iniciativas obtidas por simples observações cotidianas até aplicação abrangentes de novos dispositivos e tecnologias. Significativa redução no consumo de energia elétrica é obtida incidindo diretamente na diminuição do valor pago na sua fatura. Ademais, os projetos executados aduzem retorno de investimento em um tempo inferior a dois anos como ficou evidenciado pelo estudo de viabilidade econômica.

Não obstante as ações do PGE vão além, muito além. Seu principal produto, a CICE, promove constantemente a concepção de novas iniciativas para em cada período buscar maior economia de energia em qualquer setor do sistema

produtivo. O pleno funcionamento da CICE faz com que iniciativas como as apresentadas tendam a fazer parte da cultura industrial na intenção de otimizar o uso dos recursos energéticos. Portanto, a implantação do PGE apresenta perspectivas promissoras para a conservação de energia pelo uso racional e a eficiência energética em unidades industriais, além de ser economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- [1] R. A. Hinrichs, M. Kleinbach, L. B. dos Reis, *Energia e Meio Ambiente*, Cengage Learning, 4ª Ed., São Paulo, 2010.
- [2] M. C. S. Marques, J. Haddad, A. R. S. Martins (Org), *Conservação de Energia: Eficiência energética de equipamentos e instalações*, FUPAI, 3ª Edição, Itajubá, 2006.
- [3] L. B. dos Reis, S. Silveira (Org), *Energia elétrica para o desenvolvimento Sustentável: Introdução de uma visão multidisciplinar*, Editora da Universidade de São Paulo, 2ª Edição, São Paulo, 2001.
- [4] Eletrobrás (2012). *Procel*. Acedido em 05 de Outubro de 2012, em: <http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp>.
- [5] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (2012). *Resolução Normativa nº 414 - Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. 9 de setembro de 2011*. Acedido em 20 de setembro de 2012, em: <http://www.aneel.gov.br>.
- [6] ABNT (2012). *ABNT NBR ISO 50001:2011*. Acedido em 05 de Outubro de 2012, em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=87286>.
- [7] A.V. H. Sola, J. L. Kovaleski. “Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades”, *XXIV Encontro Nacional De Engenharia de Produção (ENEGEP)*, Anais, pp. 3326-3333, ABEPRO, Florianópolis, 2004.
- [8] G. de Januzzi, *Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil*, Autores Associados, Campinas, 2000.
- [9] Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais. *Manual de gerenciamento de energia – Guia Técnico*. Belo Horizonte, 2012. 34 p.
- [10] C. Samanez. *Engenharia Econômica*, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2009.
- [11] P. Radgen, E. Blaustein. *Compressed Air systems in the European Union. Energy, emissions, savings potential and policy actions*, Logul, Stuttgart, 2001.