



COMPROMETIDA COM A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO  
DA ENGENHARIA E DAS CIÊNCIAS MECÂNICAS

**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA - PROPOSTA DE METODOLOGIA**

Miguel Melo, [mobcmelo@ct.ufpb.br](mailto:mobcmelo@ct.ufpb.br)<sup>1</sup>

Sérgio Campelo, [sergio@portaltecnologia.com.br](mailto:sergio@portaltecnologia.com.br)<sup>2</sup>

Valeska L. Menezes, [menezes\\_valeska@hotmail.com](mailto:menezes_valeska@hotmail.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Cidade Universitária, 58051-970, João Pessoa PB.

<sup>2</sup>Portal Tecnologia - Rua João Tude de Melo 77, 52060-010, Recife-PE.

**Resumo:** *O crescente aumento no consumo de energia elétrica tem exigido uma considerável ampliação na capacidade de geração, com a finalidade de atender a demanda. É uma das funções da eficiência energética é contribuir para que a redução de perdas atue como um fator compensador, ou seja, o uso racional de energia posterga a necessidade de novas fontes geradoras, o que minimiza a degradação ambiental. A energia representa um insumo vital, que pode responder por até um terço do custo dos produtos. Também se pode considerar a energia como insumo estratégico para o estabelecimento de qualquer política de desenvolvimento econômico e social. Como a energia elétrica está na base de toda a cadeia de produção industrial, agropecuária e também na prestação de serviços, a necessidade de reduzir o custo deste insumo é grande. Isto produz enormes benefícios não só para a cadeia produtiva tornando as empresas mais competitivas, mas também, para a população em geral, pois o preço final dos produtos acaba ficando mais reduzido. Desta forma, este trabalho tem por objetivo principal apresentar uma nova metodologia para avaliar a eficiência energética nas indústrias identificando pontos de perdas energéticas e propondo soluções mitigadoras.*

**Palavras-chave:** *Eficiência Energética; Gestão da Energia; Produção Industrial.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Numa época onde cresce a preocupação com o meio ambiente a eficiência energética assume um papel cada vez mais importante nesse cenário, haja vista a inserção de programas que buscam a redução de perdas elétricas, o que relaciona a idéia de produzir mais, ou igual, gastando menos, ou seja, tendo como consequência uma otimização dos custos de produção.

O crescente aumento no consumo de energia elétrica tem exigido uma considerável ampliação na capacidade de geração, com a finalidade de atender a demanda. É uma das funções da eficiência energética é contribuir para que a redução de perdas atue como um fator compensadora ampliação da matriz energética brasileira. Ou seja, o uso racional de energia posterga a necessidade de novas fontes geradoras, o que minimiza a degradação ambiental.

O aperfeiçoamento dos materiais, arranjos na fabricação e a inclusão da tecnologia, cada vez mais presentes nos processos industriais, vêm contribuindo para a otimização de sistemas consumidores de energia elétrica, que juntamente com a legislação, caracterizam como mecanismos de implantação de índices mínimos de eficiência energética. O aumento da produtividade nos principais setores industriais está relacionado com o desenvolvimento tecnológico, impulsionado pela crescente inclusão de equipamentos eficientes. A legislação brasileira permite instituir níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no país.

O gerenciamento energético em uma indústria não se restringe a preocupar-se apenas a atender a demanda e tomar medidas de eficiência energética; sustenta-se cada vez mais a idéia de se conhecer políticas e regras do complexo mercado de energia, agregando certificados de qualidade e de gestão ambiental.

Na indústria, a diminuição das perdas de energia nos processos de produção pode ser realizada com a especificação de equipamentos com a máxima eficiência. Entretanto, uma das dificuldades em conseguir a máxima eficiência é a pequena quantidade de informação quanto ao comportamento da carga a ser utilizada e/ou o seu histórico, como o perfil de vazão de ar nos sistemas de ventilação, consumo de água nos sistemas de bombeamento, pressão nos sistemas de ar comprimido e características na relação tempo-velocidade no transporte de carga em sistemas de correia transportadora.

Na indústria nacional, é comum a aplicação de técnicas convencionais na operação de sistemas motrizes. A interpretação dessa realidade nos impulsiona à realização de estudos no setor, propondo melhoramentos no sistema de produção. Destacam-se os seguintes tópicos: Substituição de motores de indução trifásicos do tipo convencional pelos

de alto rendimento; Métodos de acionamento de motores com chaves de partida direta ou estrela-triângulo por dispositivos de partida suaves, *soft-starter* e inversor de frequência, este último usado principalmente em processos que possibilitam o funcionamento com variação na velocidade do eixo do motor (PANESI, 2008).

A energia representa um insumo vital, que pode responder por até um terço do custo dos produtos. Também se pode considerar a energia como insumo estratégico para o estabelecimento de qualquer política de desenvolvimento econômico e social. Como a energia elétrica está na base de toda a cadeia de produção industrial, agropecuária e também na prestação de serviços, a necessidade de reduzir o custo deste insumo é grande. Isto produz enormes benefícios não só para a cadeia produtiva tornando as empresas mais competitivas, mas também, para a população em geral, pois o preço final dos produtos acaba ficando mais reduzido.

Por outro lado ressalta-se que todos os segmentos da sociedade devem contribuir efetivamente para uma melhoria do nosso meio ambiente, pois os riscos devido ao aquecimento global é real e as atitudes e ações devem ser concretas, principalmente as referentes a conservação e eficiência da energia. Essas mudanças de paradigma contribuirá substancialmente para as futuras gerações do nosso planeta.

Partindo do pressuposto que as indústrias precisam melhorar na eficiência energética, sendo a energia um insumo caro, além de estratégico, todo sistema pode ser melhorado adequando-se a condições mais favoráveis.

## 2. OBJETIVOS

Apresentar uma nova metodologia para avaliar a eficiência energética nas indústrias que identifique os pontos de perdas energéticas, os principais setores que influenciam dentro do seu processo produtivo e a necessidade de substituição de equipamentos.

## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A prática da eficiência energética tem sua origem desde os primórdios da civilização, quando o homem já utilizava a iluminação natural, controlando a radiação natural e a temperatura em busca de conforto.

As pesquisas na área de energia são consideradas estudos interdisciplinares. Por exemplo, as pessoas com uma visão social de eficiência energética considerariam a economia de energia como ganho em eficiência, enquanto aquelas com uma visão mais técnica a classificariam como conservação. .

Eficiência energética, em um senso mais subjetivo, pode se referir à economia relativa ou extravagância com a qual as demandas de energia são usadas para prover serviços. Ser eficiente em termos de energia em si é realizar serviços com uma demanda de energia que é menor, se comparada a um padrão fixo ou entrada normal.

Os fatores relevantes ou que apresentam dificuldades na avaliação da eficiência energética em termos econômicos são a consistência dos dados, a clareza na identificação das influências estruturais e comportamentais, e as formas de estímulo à participação dos envolvidos no programa de eficiência energética em processo de implantação.

Dentro do escopo das cadeias da produção, a eficiência energética está envolvida com a produtividade, que por sua vez está ligada aos resultados econômicos e gerenciais. Os aspectos gerenciais são aqueles que dizem respeito à forma de implantação e implementação do projeto, contratação, capacitação e reciclagem de pessoal, e à avaliação do sistema de um modo geral.

Em termos econômicos, a eficiência energética envolve aspectos relacionados aos investimentos para implantação e os custos de manutenção de sistemas de eficiência energética. Não obstante, os programas de eficiência energética estão diretamente relacionados aos planos de melhoria dos resultados das organizações produtivas, sejam elas de fabricação ou de prestação de serviços, bem como influenciam diretamente no sistema produtivo nacional.

O uso da energia nas sociedades geralmente passa por uma série de etapas de transformação desde o estágio em que ela é encontrada na natureza (a energia primária) até os serviços energéticos que interessam como a luz, movimento ou calor.

A Figura (1) apresenta um diagrama esquemático sobre o caminho da energia entre a energia primária e o momento em que é usada para os serviços energéticos. Neste percurso a energia primária sofre transformações e se apresenta de diversas formas que podem ser medidas com uma mesma unidade como se a energia fosse uma espécie de fluido percorrendo todos os setores da economia. As diversas formas como a energia se apresentam estão representadas neste diagrama, para cada grupo: energia primária; energia secundária e serviço de energia (INEE, 2001).

## A Cadeia do Uso da Energia

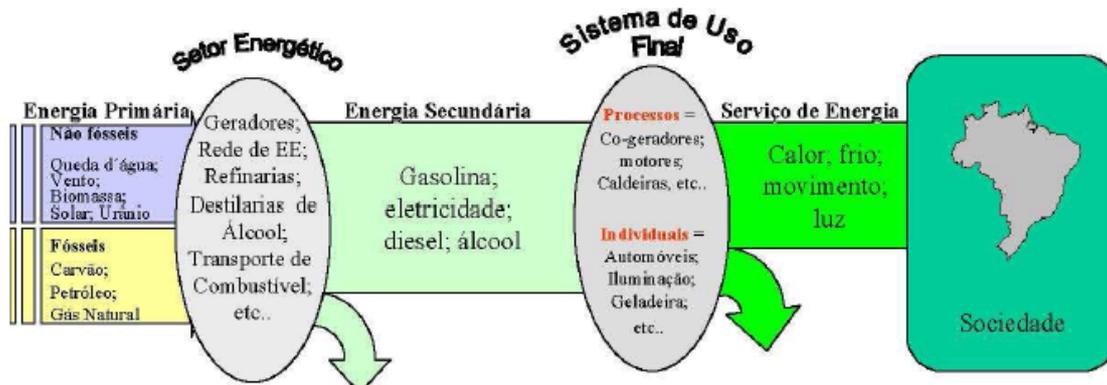


Figura 1 - A Cadeia do Uso da Energia

Fonte: INEE (2001)

Melhorar a eficiência significa reduzir o consumo de energia primária necessário para produzir um determinado serviço de energia. A redução pode acontecer em qualquer uma das etapas dessa cadeia. Pode também ocorrer devido à substituição de uma forma de energia por outra no uso final. Historicamente, a substituição de combustíveis por eletricidade resultava muitas vezes em reduções de energia primária. No Brasil, hoje, a substituição da eletricidade pelo gás natural em alguns processos térmicos pode reduzir a energia primária necessária. Por razões práticas, costuma-se dividir as áreas de atuação em duas grandes classes: a oferta e o uso final de energia.

### 3.1. A conjuntura atual

O peso da fatura energética nos custos de exploração de uma empresa do setor industrial é habitualmente baixo, quando comparado com o peso de outros fatores de produção, nomeadamente mão-de-obra e matéria-prima. A gestão de energia é por isso frequentemente negligenciada, fato que gera significativos desperdícios de energia e contribui para a redução da competitividade das empresas.

Adicionalmente, continua presente na mente de alguns industriais a idéia de que o crescimento econômico acarreta necessariamente um aumento dos consumos de energia. O conceito de Utilização Racional de Energia, surgido no seguimento dos chamados choques petrolíferos, veio alterar decisivamente a forma de encarar a energia, demonstrando ser possível crescer sem aumentar os consumos ou afetar a qualidade da produção. A chave da questão designa-se gestão de energia. Como qualquer outro fator de produção, a energia deve ser gerida continuamente e eficazmente.

Embora o argumento da competitividade continue naturalmente a ser aquele que mais sensibiliza a generalidade dos industriais, a crescente pressão ambiental veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia. Seja por imposição legal, seja pela necessidade de cumprir requisitos ambientais como forma de aceder a sistemas de apoio ou simplesmente por uma questão de imagem ou pressão da opinião pública, cada vez mais a eficiência energética está na ordem do dia. É para, além disso, unanimemente aceite que, mais cedo ou mais tarde, instrumentos políticos de mercado, como taxas ou impostos ambientais, introduzirão finalmente o princípio do poluidor pagador, penalizando fortemente as empresas menos preparadas (REIS, 2006).

Qualquer atividade econômica em uma sociedade moderna só é possível com o uso intensivo de uma ou mais formas de energia. Todo equipamento possui uma eficiência característica, sendo que as perdas representam a parcela de energia que não foi adequadamente utilizada, ou seja, não realizou o trabalho a que se destinava. A energia perdida pode ser classificada como fonte de desperdício, principalmente quando se tem sistemas de baixo rendimento, ou seja, sistemas ou equipamentos que aproveitam mal a energia empregada para seu funcionamento normal (PÉRES, 2009).

Além da necessidade de conservar energia pelas questões ecológicas, há uma vantagem de economia financeira proveniente da conservação. Porém, nem todas as ações de conservação de energia elétrica são facilmente retornáveis em termos financeiros (PÉRES, 2009).

Conservar energia elétrica significa otimizar a produção, diminuir o consumo de energia e de outros insumos, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços (MAMEDE filho, 1988).

O combate ao desperdício é uma fonte virtual de produção de energia elétrica. Isto quer dizer que a energia não desperdiçada pode ser utilizada para mover outra carga, sendo, portanto a fonte de produção mais barata e a mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente.

No Brasil, o cenário da eficiência energética vem sofrendo muitas alterações nos últimos 15 anos. Estas alterações são causadas principalmente pela criação de agências, programas e leis, com o intuito de regulamentar, fiscalizar e estimular a atividade a nível.

As perspectivas para o setor energético merecem estudos mais aprofundados, uma vez que ainda não se tem um marco regulatório que atenda aos anseios da iniciativa privada, dificultando a parceria público-privada e conseqüentemente os investimentos necessários para o setor (JANUZZI, 2008).

#### 4. DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA

Na indústria pode-se aplicar a eficiência energética a partir de observações de algumas oportunidades de economia sistêmica, as quais sendo analisadas poderão indicar redução de custos para a indústria.

##### 4.1. Etapas da metodologia

1. Auditoria Energética → revela as oportunidades
2. Diagnóstico Energético → mensura as oportunidades
3. Comitê de Energia → cronograma de implantação, gestão energética, treinamentos e auditorias internas
4. Implantação das Ações → executa as oportunidades

##### 4.2. Tópicos a serem analisados em cada etapa

1. Motores de baixo rendimento, mal dimensionados, ou operando em baixa carga;
2. Acionamento elétrico inadequado;
3. Perdas térmicas no sistema de refrigeração e climatização;
4. Perdas térmicas em caldeiras, sistemas de aquecimento, fornos, estufas, etc.
5. Perdas no sistema de ar comprimido;
6. Perdas nos sistemas de bombeamento e distribuição de fluidos
7. Desperdício no sistema de iluminação – lâmpadas, luminárias, automação;
8. Manutenção ineficiente dos sistemas mecânicos;
9. Perdas por efeito joule em subestações, painéis e cabos elétricos;
10. Falta de gestão dos insumos energéticos e dos contratos com concessionárias;
11. Falta de um sistema de controle de eficiência da produção;
12. Ausência de foco energético nos sistemas de automação de processo;
13. Carregamento de transformadores;

Todos esse itens citados acima estão diretamente ligados ao processo de verificação das condições da eficiência energética no ambiente industrial. Na Figura (2) segue um esquema de tópicos contidos na gestão energética e que estão inseridos no contexto analisado.

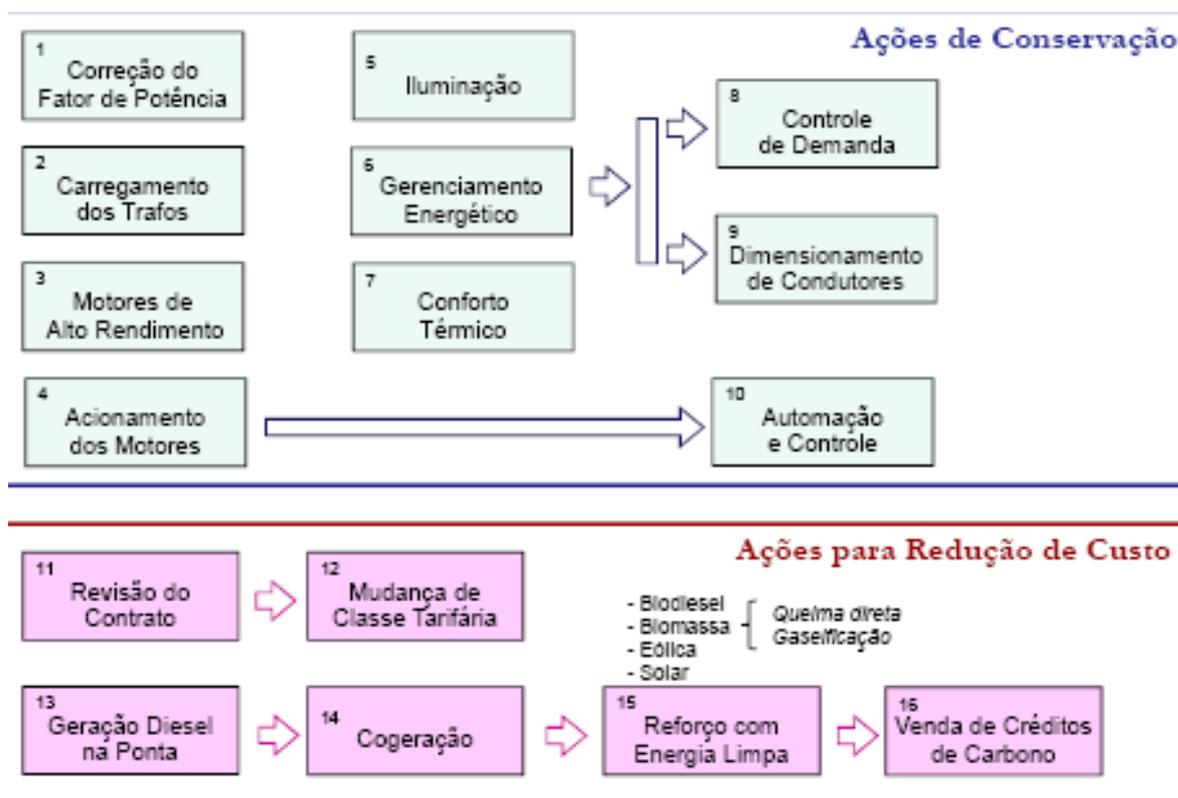


Figura 2 – Ações para Conservação e Redução de Custo

### 4.3. Casos práticos já aplicados analisados

Com a finalidade de referendar a metodologia proposta, apresentamos a seguir dois estudos de casos práticos cuja solução é pouco usual:

#### 4.3.1. Torre de Refrigeração

Certos processos industriais, notadamente reações químicas e processos biológicos exotérmicos, necessitam de um resfriamento adequado, obtido com o uso de trocadores de calor e transporte do mesmo calor para o meio ambiente. A torre de refrigeração é o equipamento mais comumente utilizado para este fim, e seu esquema funcional é apresentado na Fig. 3:

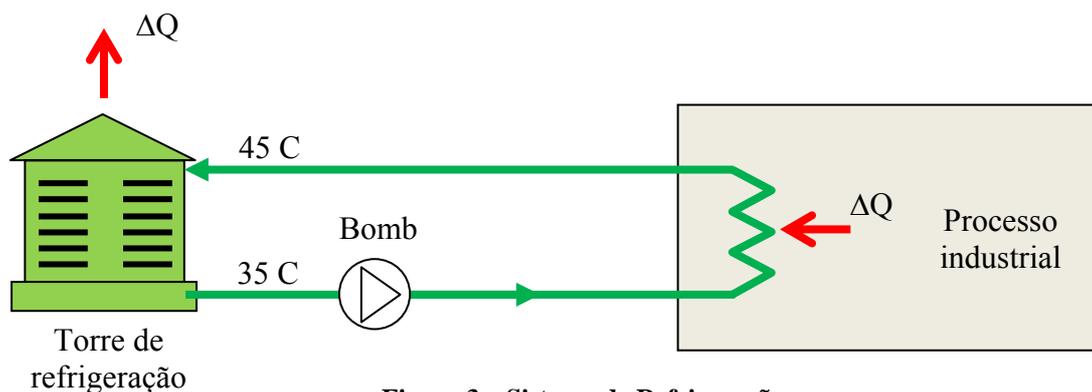


Figura 3 – Sistema de Refrigeração

Nela, temos dois fluidos refrigerantes:

- Água fria é bombeada para um trocador de calor dentro do processo, retirando o calor  $\Delta Q$ , elevando a temperatura da água que retorna à parte superior da torre.
- Ar ambiente é soprado sobre a cortina d'água que se forma no interior da torre, através de um ventilador no topo da torre, retirando o calor da água e o transferindo para o ambiente.

Neste exemplo, a água de retorno pode atingir uma temperatura máxima de 45°C, e a torre foi projetada para um diferencial de temperatura de 10°C. Ou seja, a temperatura de projeto considerada para a água fria injetada no trocador de calor do processo é de 35°C.

Como dito anteriormente, um ventilador instalado na parte superior da torre força o ar ambiente a circular por dentro da mesma, saindo pelas venezianas laterais. O ar absorve, na forma de vapor, parte da água injetada na parte superior da torre, e o calor latente de evaporação desta água resfria a água restante, retirando assim calor do processo e transportando-o até a atmosfera.

Cada torre é dimensionada para as condições ambientais máximas do local onde será instalada. Tomando como exemplo a cidade do Recife/PE, a temperatura média varia mês a mês de acordo com a série histórica representada na Fig. (4) a seguir:

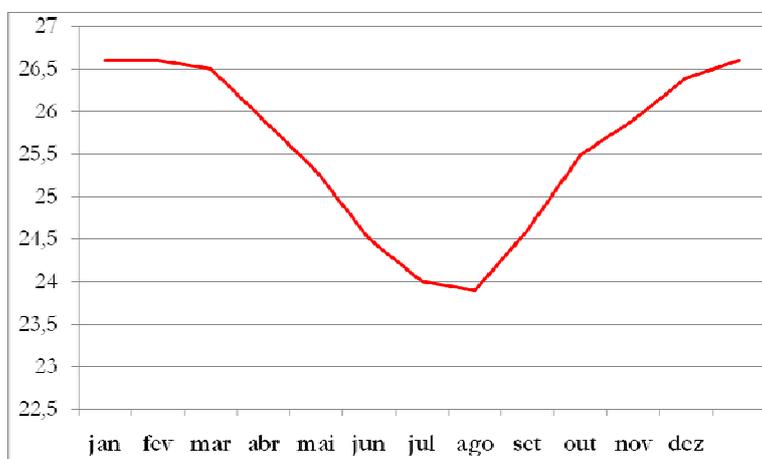


Figura 4 - Variação da temperatura média em Recife/PE ao longo de um ano

Integrando-se os valores ao longo do ano, obtemos uma variação média de 1,125°C. Considerando que a torre foi projetada para um diferencial de temperatura de 10°C e que, devido à queda na temperatura ambiente, poderá trabalhar com 11,125°C sem prejuízo para o processo, podemos variar a vazão de um dos dois fluidos refrigerantes (água ou ar). No nosso caso, temos a seguinte situação:

- Motor da bomba d'água → 30CV
- Motor do ventilador da torre → 60CV

Escolhemos trabalhar sobre o motor de maior potência, que apresenta maior oportunidade de economia de energia. A curva de variação da potência consumida em função da vazão de uma bomba centrífuga, como o ventilador em questão, é apresentada na Fig. (5):

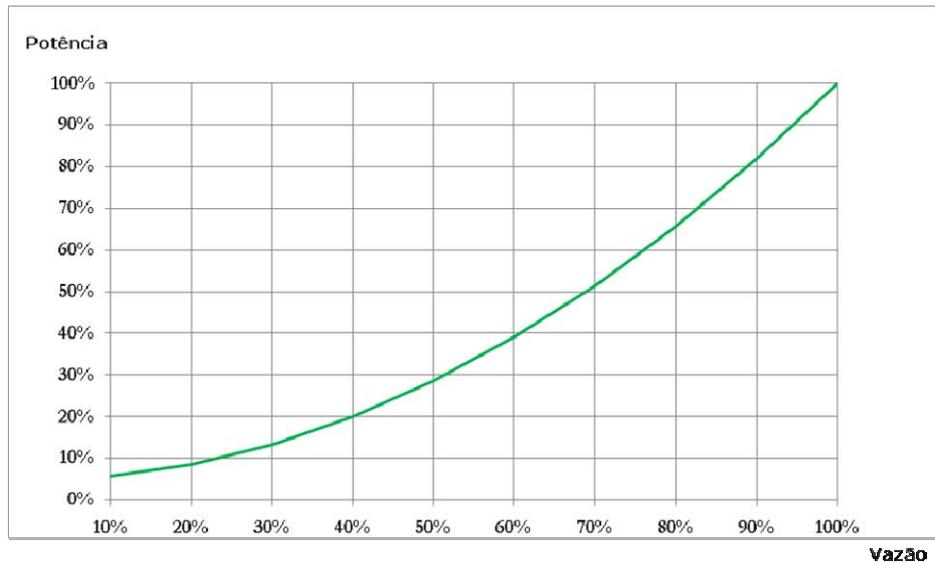


Figura 5 - Potência consumida pelo motor em função da vazão da bomba

Se desprezarmos as perdas térmicas do sistema, a redução da vazão de ar será proporcional ao aumento no gradiente de temperatura, já que:

$$\Delta Q / \Delta t = v_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}} = v_{\text{ar}} \cdot c_{\text{ar}} \cdot \Delta T_{\text{ar}}$$

$$v_{\text{ar}} = (\Delta Q / \Delta t) / (c_{\text{ar}} \cdot \Delta T_{\text{ar}})$$

Como o calor será retirado do processo sempre a uma mesma taxa, teremos:

$$v_{\text{ar}} \cdot c_{\text{ar}} \cdot 10 = v'_{\text{ar}} \cdot c_{\text{ar}} \cdot 11,125$$

$$v'_{\text{ar}} = v_{\text{ar}} \cdot (10 / 11,125) = 0,899$$

Para simplificar nossos cálculos, já que se trata de uma estimativa, consideremos que a variação de potência do motor é quadrática com a vazão, teremos um consumo médio ao longo do ano de aproximadamente:

$$P' = P \cdot (0,899)^2 = 0,81$$

Ou seja, uma economia de 19% em relação à operação com rotação constante. Para implementação da solução, inserimos um inversor de frequência operando em malha fechada, regulando a rotação do motor do ventilador em função da temperatura da água de retorno, cujo set-point é o valor nominal projetado para a torre, ou seja: 45°C.

Após a implementação, fizemos a medição durante uma semana de operação, em duas situações distintas:

- a) Uma semana com o inversor operando à frequência fixa de 60Hz;
- b) Uma semana com a malha de regulação da temperatura da água de retorno controlando a frequência do inversor.

A situação (b) apresentou uma redução de **63%** na energia elétrica consumida pela torre de resfriamento, comparada com a situação (a). Este resultado superou em muito as expectativas, devido a dois fatores não considerados no estudo:

-A temperatura ambiente varia ao longo de um dia, sendo sensivelmente mais baixa durante a noite;

-O próprio processo sofre variações, reduzindo a demanda por troca de calor ao longo de uma campanha de produção, devido a inúmeros fatores, tais como: paradas imprevistas, paradas para “set up” de máquina, trocas de produto, etc.

#### 4.3.2 Atomizador (Torre de Secagem) em uma Fábrica de Materiais de Limpeza

O Atomizador em questão nada mais é que uma torre cilíndrica com dois cones, um na parte superior e outro na inferior. O cone inferior é alongado, e seu formato favorece a fluidez do produto final, um pó que possui duas especificações básicas que devem ser mantidas sob controle: umidade e granulação. O esquema funcional é apresentado na Fig. (6) a seguir:

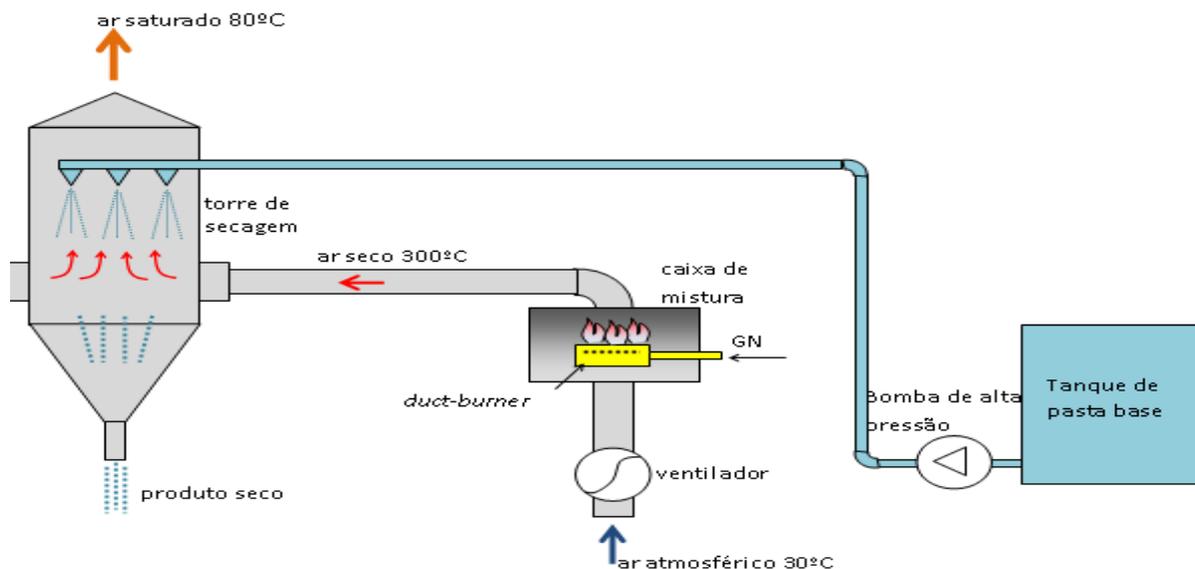


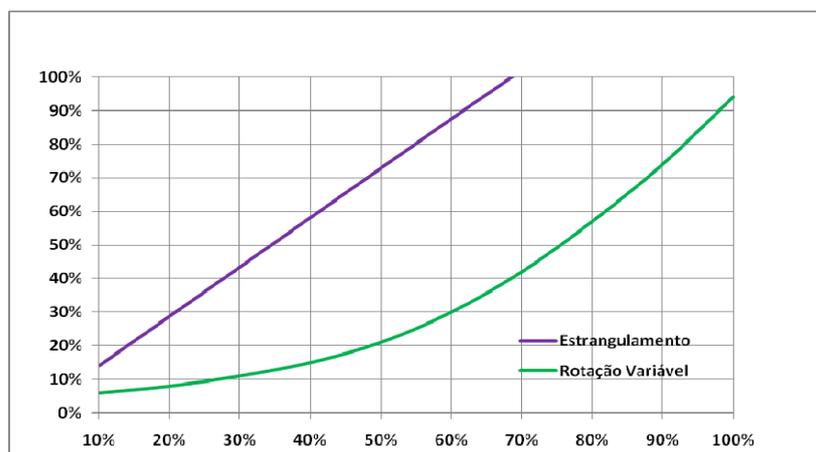
Fig.6 – Esquema funcional do Atomizador

Gases quentes são produzidos numa caixa de mistura, através da queima de Gás Natural num queimador do tipo “*duct-burner*”, que possui uma ampla faixa de utilização, podendo operar com grande excesso de ar. Sobre os gases queimados é insuflada uma grande quantidade de ar atmosférico, através de um ventilador, produzindo ar seco e quente à vazão e temperatura adequadas ao processo de secagem do produto. Essa massa de ar quente é injetada na região central da torre, num fluxo ascendente. O produto a ser secado é uma pasta de alta viscosidade, que é bombeada a alta pressão (aprox. 50bar) para os bicos injetores, sendo pulverizada dentro da torre num fluxo descendente, formando gotículas de dimensões controladas que, uma vez secas, formam um pó granulado, produto final desta etapa do processo fabril.

Na região compreendida entre a entrada de ar quente ascendente e produto pulverizado (atomizado), temos a secagem do produto pela vaporização da água contida na pasta base.

Sob o ponto de vista da energia elétrica, antes da intervenção para aumento da eficiência energética, o controle da vazão de ar para a caixa de mistura era efetuado através de estrangulamento na sucção “*dampers*”, o que provocava uma elevada queda de pressão entre o recalque e a sucção do ventilador, com alto consumo de energia elétrica. A umidade do produto final era aferida em amostras horárias, acarretando uma grande flutuação na qualidade do produto final.

A intervenção basicamente constituiu da introdução de um inversor de frequência, sendo este um dispositivo que possui a finalidade de controlar a velocidade do motor, mantendo constante o torque, não provocando assim alterações na rotação do motor quando o mesmo estiver em carga, para acionamento do ventilador, e retirada do “*dampers*”. Como o duto de sucção precisava de grande estrangulamento para obtenção da vazão de ar adequada, a potência medida no motor era de 44 kW, ou 80% da nominal, conforme apresentado na Fig. (7). Ao operar com inversor de frequência, a rotação caiu para 55% (33 Hz), obtendo-se a mesma vazão de ar. Com isso, a potência caiu para 13,3kW, ou 24,2% da potência nominal, acarretando uma considerável economia de energia elétrica.



**Fig. 7 - Potência consumida pelo motor em função da bomba de ar**

Já do ponto de vista térmico, foi introduzido no processo um medidor contínuo de umidade do produto final, de tecnologia infravermelho, livre de contato. O sistema de controle foi equipado com um CLP (Controlador Lógico Programável), e um modelo matemático do atomizador foi elaborado, testado e validado. O algoritmo de controle do CLP ajusta a vazão de ar e de gás natural no queimador “*duct-burner*”, em função do modelo matemático, de modo a se obter a umidade desejada “*set-point*” com o mínimo consumo de energia térmica.

Como resultado adicional, já previsto desde o início do programa de eficiência energética proposto ao cliente, obteve-se uma significativa economia de matérias-primas, em função da repetibilidade na umidade do produto final. Nas Tab (1) e (2) são apresentados alguns resultados já mensurados e validados:

**Tabela 1- Resultados obtidos em Matérias-primas**

Matérias Primas		Antes	Depois
Produção mensal (produto final)	t/mês	6.500	6.500
Umidade	%	3,50%	5,50%
Conteúdo de água	t/mês	228	358
Matérias-primas	t/mês	6.273	6.143
Economia de matérias-primas	t/mês		130
	%		2,07%

Observando-se a Tab. (1) verifica-se uma redução em 2,07% em Matéria Prima o que corresponde a uma economia de 130 t/mês.

**Tabela 2- Resultados obtidos em Energia Elétrica**

Energia Elétrica			
Carga no ventilador	kW	44	13,3
Consumo do ventilador	kWh/mês	22.000	6.655
Custo de energia elétrica	R\$/kWh	R\$ 0,38	R\$ 0,38
	kWh/mês	15.345	
Economia de energia elétrica	%	69,75%	
	R\$/ano	70.433,55	

Tabela 3- Resultados obtidos em Energia Térmica

Energia Térmica		Antes	Depois
Umidade da pasta	%	30%	30%
Conteúdo de água	t/mês	2.688	2.633
Água evaporada	t/mês	2.461	2.275
Potência térmica	Mcal/mês	1.326.325	1.226.225
PCI do GN	Mcal/m <sup>3</sup>	8,5	8,5
Consumo de GN	m <sup>3</sup> /mês	156.038	144.262
Custo do GN	R\$/m <sup>3</sup>	R\$ 1,20	R\$ 1,20
Economia de energia térmica	Mcal/mês		100.100
	%		7,55%
Economia de GN	m <sup>3</sup> /ano		141.318
	R\$/ano		<b>169.581,18</b>

Nas Tab. (2) e (3) verifica-se uma redução significativa em 69,75 % e 7,55% em Energia Elétrica e Térmica respectivamente, contribuindo para uma diminuição do custo em aproximadamente R\$ 240.000 /ano.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização desta metodologia levaria aos seguintes resultados esperados:

- ✓ Guia com um roteiro para a realização de uma análise da Eficiência Energética em uma indústria
- ✓ Elaboração de um diagnóstico da situação da Eficiência Energética no setor industrial de uma determinada área.
- ✓ Identificação da necessidade de substituição de equipamentos e obtenção dos dados energéticos e suas influências na gestão de energia.
- ✓ Base de dados com alguns equipamentos que influenciam na aplicação da eficiência energética industrial.
- ✓ Alterações de horários de funcionamento de determinados setores da empresa, entre outras ações, para a simulação do gerenciamento pelo lado da demanda e os conseqüentes resultados na fatura de energia elétrica.

## 6. REFERÊNCIAS

- INEE, Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2001, “A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético”, Rio de Janeiro.
- Januzzi, Gilberto de Martino, 2000, “Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil”, Campinas: Autores Associados FAPESP.
- Mamede, Filho, João., 1988, “Economia de Energia Elétrica na Indústria e Comércio”, Mundo Elétrico, São Paulo, n. 344, pp. 51-55.
- Panesi, Andre Q., 2006, “ Fundamentos da Eficiência Energética”, São Paulo: Ensino Profissional.
- Péres, A.; Deschamps, E.; Silva, C.R.C. da., 2009, “Eficiência Energética na Indústria”, In: VIII CBQEE – Conferência Brasileira sobre Qualidade de Energia Elétrica, Blumenau.
- Reis, Lineu B; Cunha, Eldis C N., 2006, “Energia Elétrica e Sustentabilidade”, Barueri: Manole.