

ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

ANALYSIS OF THE DETERMINATIVE FACTORS FOR ENERGY EFFICIENCY

Antonio Vanderley Herrero Sola

Professor do curso de Tecnologia em Automação Industrial
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Ponta Grossa
Departamento de Eletrônica
Av. Monteiro Lobato, Km 4, Ponta Grossa – Paraná
(42)3220-4825 – e-mail: sola@pg.cefetpr.br

Antonio Augusto de Paula Xavier, Dr

Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC e professor do Mestrado em Eng. de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Ponta Grossa
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Av. Monteiro Lobato, Km 4, Ponta Grossa – Paraná (augusx@cefetpr.br)

João Luiz Kovaleski, Dr

Doutor em Instrumentação Industrial pela Université de Grenoble (França) e professor do Mestrado em Eng. de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Ponta Grossa
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Av. Monteiro Lobato, Km 4, Ponta Grossa – Paraná (kovaleski@pg.cefetpr.br)

Luis Maurício Resende, Dr

Doutor em Engenharia Mecânica pela UFSC e professor do Mestrado em Eng. de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Ponta Grossa
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Av. Monteiro Lobato, Km 4, Ponta Grossa – Paraná (mauricio@pg.cefetpr.br)

RESUMO

Este artigo estuda a eficiência energética no setor produtivo. O objetivo é analisar os fatores determinantes para Eficiência Energética, identificando o modo pelo qual as forças externas atuam sobre esses fatores e os impactos no objeto de estudo, para subsidiar um futuro planejamento de cenários em Gestão Energética. O resultado da análise, com base em trabalhos científicos, estudo de caso com universidades, pesquisas com empresas, estudos do Governo Federal e de especialistas, mostra que eficiência energética depende: da eficácia das ações governamentais para o desenvolvimento tecnológico; do desenvolvimento tecnológico; de iniciativa das universidades para a transferência de tecnologia às empresas; do modo de relacionamento entre indivíduos e pequenas empresas para estruturação corporativa.

Palavras-chave: Eficiência energética; Conservação de energia; Gestão energética; Planejamento de cenários; Setor produtivo.

ABSTRACT

The aim of this paper is to study energy efficiency in productive sector. The main objective is to analyze determinative factors to Energy Efficiency, identifying how external forces influence those factors as well as energy efficiency, in order to subsidize a future scenery planning in energy management. The result of this analysis, based on scientific works, case study in universities, research in companies, studies by Brazilian Federal Government and studies by specialists, shows that energy efficiency depends on: effectiveness governmental actions for the technological development; technological development; initiative by universities for technology transfer to the companies; the relationship between individuals and small companies to create a corporative structure.

Key-words: Energy efficiency; Energy conservation; Energy management; Scenery planning; Productive sector.

1. INTRODUÇÃO

O racionamento de energia elétrica em 2001, quando veio à público a crise do setor elétrico, fez crescer em todo o país o sentimento de economia desta fonte. A necessidade de um sistema elétrico confiável e o aumento nas perdas de energia e pressões ambientais, principalmente da comunidade internacional, tudo isso fez com que fossem intensificadas as ações de eficiência energética na geração, distribuição e no consumo final. A crise trouxe perdas para o país, tanto para empresas como para a população, mas também o alerta para o uso racional de energia. (MME, 2001).

O Brasil, apesar de produzir energia limpa, com menos emissão de carbono e outros gases de efeito estufa, em relação aos países industrializados, embute mais energia e carbono em seus produtos exportados do que os produtos importados (MACHADO, 2002). Isso coloca o país em desvantagem competitiva no mercado internacional. Para buscar o crescimento econômico e gerar emprego e renda, o país precisa investir, nos próximos anos, mais em energia do que outros países industrializados. Apesar do Protocolo de Kyoto admitir que os países emergentes – que é o caso do Brasil – precisam crescer e com isso emitirão mais gases de efeito estufa nos próximos anos, haverá um esforço crescente da comunidade internacional para a busca do desenvolvimento sustentável. Mesmo com interesses econômicos contrários, referentes ao uso do petróleo – que é o caso dos EUA.

O Governo Federal tem recorrido aos mecanismos de mercado, procurando atrair investimentos no setor energético, sobretudo em fontes alternativas de energias. Os riscos dos investimentos e os fatores de ordem econômica tendem a dificultar os investimentos da iniciativa privada em novos projetos. Medidas como as privatizações de parte das empresas do setor elétrico, imprimindo um caráter mais competitivo, mudaram o perfil do mercado. Uma empresa, cujo objetivo é vender energia elétrica, não tem nenhum interesse em trabalhar para reduzir o consumo. As ações de eficiência energética visam à redução de perdas e conseqüentemente o consumo de energia. Atividades de P&D, para o planejamento energético e o desenvolvimento científico e tecnológico, apresentam retorno financeiro em longo prazo e não atraem empresas privadas. (JANNUZZI, 2000).

As medidas governamentais – como as regras do setor elétrico e o Plano do Governo Federal – geram impactos no setor produtivo. As indústrias consomem quase a metade da energia elétrica produzida no país e fabricam bens que consomem energia. Diante disso, o

setor industrial possui grande relevância para o setor energético do país. A exemplo do que já ocorre atualmente para motores trifásicos de indução, serão exigidos índices mínimos de eficiência energética para outros equipamentos elétricos, por meio de Lei. Por outro lado, é uma oportunidade para que as empresas invistam em produtos energeticamente eficientes, seja pelo desenvolvimento de novos materiais, técnicas construtivas ou circuito eletrônico microcontrolado.

O Governo Federal reconhece a importância da microeletrônica para o desenvolvimento do Brasil, com o Programa Nacional de Microeletrônica do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2002). Novos produtos de solução eletrônica no mercado usam tecnologia microcontrolada. Existem diversas tecnologias energeticamente eficientes empregadas nas indústrias (GOLDEMBERG, 2000). Os motores possuem controle de velocidade microcontrolado. Os controles de processos utilizam sensores avançados e a microeletrônica. É uma oportunidade para que as empresas invistam na inovação de produtos para eficiência energética. O Ministério da Ciência e Tecnologia espera atrair grandes empresas de projeto de Circuitos Integrados. A microeletrônica é importante para o futuro de países emergentes como o Brasil.

O Governo Federal, por meio do Ministério das Minas e Energia (MME), apresentou a Política Nacional de Eficiência Energética (2003). Para Bajay & Carvalho (1998), o Governo Federal pode atuar na formulação de políticas públicas, planejamento e regulação do mercado energético. O Governo Federal estabeleceu, então, suas estratégias junto à sociedade e aos agentes privados e públicos. Por meio de Leis são definidos níveis mínimos de eficiência energética. Na medida em que a Legislação avança, exigindo eficiência energética em equipamentos, o conceito de eficiência energética fica cada vez mais embutido aos produtos (SOLA e KOVALESKI, 2004). Isso tende a reduzir ações externas de controle, consolidando os métodos de gestão.

Além de ser um tema relevante para a comunidade internacional e para o Brasil, não só do ponto de vista econômico, mas ambiental, eficiência energética faz parte do processo de melhoria contínua dentro dos processos tecnológicos. A partir de uma pesquisa para a compreensão do contexto energético, considerando a atuação do Estado e os impactos de suas medidas no setor produtivo, este trabalho procura fazer uma análise dos fatores determinantes para eficiência energética, importante para a área de Gestão Energética.

Comentário: Existe aqui uma quebra de idéia.

Comentário: Outra quebra de idéia.

Comentário: Muitas idéias desconexas.

2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1 Conceito

O conceito de eficiência energética está ligado à minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil. As perdas ocorrem para qualquer tipo de energia, seja térmica, mecânica ou elétrica. No Balanço Energético Nacional do Ministério das Minas e Energia – MME (2005) a Oferta Interna de Energia (OIE), ou a matriz energética, é obtida pela soma das perdas e do consumo final. A partir de 1970, o balanço vem registrando, anualmente, um aumento gradual das perdas, na distribuição, armazenagem ou nos processos de transformação, conforme ilustra a Figura 1.

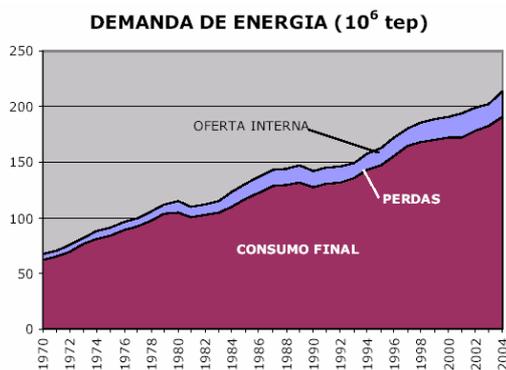


Figura 1 – Evolução das perdas de energia no Brasil

Fonte: Balanço Energético Nacional – MME (2005).

As perdas de energia vêm atingindo algo em torno de 10% da OIE. Em países com grande geração térmica as perdas estão entre 25% e 30% da OIE. As perdas sobre a oferta total de energia elétrica saltaram de 14,8% em 2003 para 15,4% em 2004, representando um aumento de 4,1% (MME, 2005). Para Goldenberg (2000) os equipamentos e processos utilizados em transportes, em residências ou indústrias, foram desenvolvidos com o pensamento de um tempo em que os recursos energéticos eram fartos, baratos e não se tinha muita preocupação com as questões ambientais.

2.2 O cenário energético

Pelo Balanço Energético Nacional do MME (2005), pode-se ter a compreensão necessária sobre os aspectos de utilização de energia no país, bem como a respeito de algumas

medidas governamentais sobre o assunto. O consumo de energia *per capita* tem crescido, em média, a uma taxa de 2,2 % ao ano. Isso implica dizer que o consumo de energia deverá dobrar em trinta anos. O Brasil deverá atingir em 2020 uma taxa de crescimento da Oferta Interna de Energia de 3,3 % ao ano, enquanto a demanda mundial projeta uma taxa de 2,26 % ao ano. Se a Oferta Interna de Energia for comparada com o PIB, o Brasil precisa investir, nos próximos anos, o dobro em energia em relação ao Japão, por exemplo. A Figura 2 apresenta a projeção do crescimento do PIB no mundo até o ano de 2025.

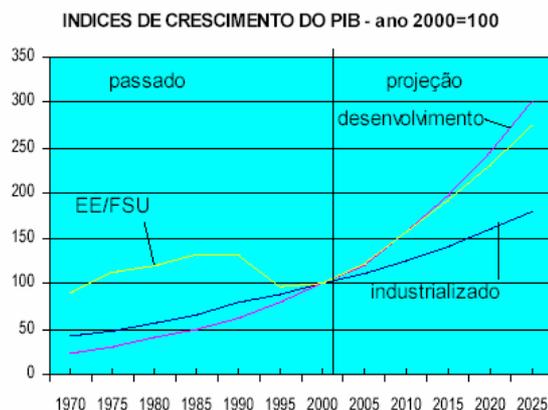


Figura 2: Projeção do PIB até 2025

Fonte: Balanço Energético Nacional (MME, 2005).

O grupo de países industrializados é formado por: Estados Unidos, Canadá, México, Inglaterra, França, Alemanha, Itália e outros industrializados da Europa, Japão e **Australásia**. O grupo de países em desenvolvimento é composto por: Brasil, China, Índia, Coreia do Sul, Turquia, países da África, países da América Central e do Sul e outros países em desenvolvimento da Ásia e do Oriente Médio. O grupo de países EE/FSU é composto por: Rússia, Ucrânia, **Belarus (bielorússia??)**, Cazaquistão, Bulgária, Albânia, Croácia, países da antiga União Soviética e outros da Europa em reestruturação econômica.

O setor industrial, que consome 46,2 % da energia elétrica ofertada, aumentou o consumo em 6,6 % de 2001 para 2002. No âmbito residencial, o consumo caiu 1,4% no mesmo período, frustrando o setor por dois anos consecutivos. No setor industrial, o aumento se deu, principalmente, em razão das exportações e ao término do contingenciamento da eletricidade após a crise de abastecimento de 2001. Já no setor residencial – que concentra também os consumidores de bens e serviços do mercado interno – a queda percentual reflete

uma redução no consumo de energia relativa ao bem-estar da população. A Figura 3 mostra a evolução do consumo de eletricidade nos diversos setores a partir de 1970.

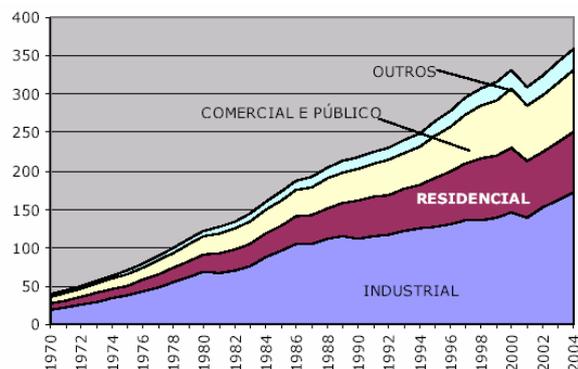


Figura 3 – Evolução do consumo de eletricidade no Brasil (GWh)

Fonte: Balanço energético Nacional (MME, 2005).

Verifica-se, nos últimos anos, uma redução percentual no consumo de lenha e petróleo. Em contrapartida, o consumo de energia a partir de hidroelétricas e dos derivados de cana-de-açúcar vem crescendo. No Brasil, 72,9% da energia elétrica vem das hidroelétricas enquanto 12% é de origem térmica. No mundo, 39,1% da energia elétrica tem origem do carvão mineral, 17,4% do gás natural e 17,1% hidráulica. Isso coloca o Brasil em condição privilegiada em relação à utilização de energia limpa. Em 2020 o nosso país estará consumindo 2,75 % da energia mundial, mas com 2,2 % apenas de emissões de carbono. Entretanto, as exportações de bens não energéticos do Brasil embutem mais energia e carbono do que as importações (MACHADO, 2002). Isso significa que são gastos mais recursos energéticos para produzir que outros países.

O crescente aumento de perdas de energia elétrica, além de comprometer a confiabilidade do sistema elétrico, afeta o meio ambiente, exige maiores investimentos em geração, onera a produção e torna o produto nacional menos competitivo no mercado internacional. Em função disso, para promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, foram tomadas algumas medidas governamentais (MME, 2001 e MME, 2003). Conforme Jannuzzi (2000, p. 88), fica evidente a tendência do Governo Federal de atuar de forma indireta no setor energético, usando menos recursos públicos, de impostos, e mais recursos dos próprios consumidores de energia – não devendo acontecer o mesmo para eficiência energética e P&D de interesse público.

3. OS FATORES DETERMINANTES

3.1 Ações do Estado e do Governo

Vários economistas europeus e também norte-americanos, a partir de 1950, começaram a discutir a questão dos chamados “bens públicos” – aqueles consumidos por todos e que não podem ficar restritos a uns poucos compradores (JANNUZZI, 2000, p. 3). É o caso da energia, água, melhoria da qualidade do ar, por exemplo. Uma vez que esse tipo de bem foi colocado à disposição de um consumidor não se pode restringir o seu consumo por outros. O consumo por um indivíduo não reduz as possibilidades de outros consumirem. Normalmente esse tipo de bem se caracteriza também pela falta de interesse de firmas ou indivíduos em produzi-los. Isso deve ser feito por meio de fundos coletivos, impostos e taxas, ou seja, com ação do Estado. O setor público pode estabelecer limites para emissões de poluentes ou definir padrões de desempenho energético em equipamentos. Taxas e impostos podem ser utilizados para encarecer fontes de energia mais poluentes e favorecer as demais. Por meio de agentes financeiros federais o Governo também pode dispor de recursos para financiar projetos em setores que o mercado não tem interesse em investir. Diferentes impactos sociais e ambientais das fontes de energia, por exemplo, podem justificar uma intervenção do Estado quanto às preferências da sociedade, quando os mecanismos de mercado forem limitados para isso.

O Governo Federal pode gerir o setor energético de três maneiras: formulação de políticas públicas, planejamento e regulação de mercado (BAJAY & CARVALHO, 1998). O Conselho Nacional de Política energética (CNPE), que foi criado pela Lei 9478/97, é o órgão de assessoria da Presidência da República responsável pela formulação de políticas e diretrizes de energia. A Lei 10857/2004 criou a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, que deve ser instituída para melhorar o planejamento energético.

Um dos objetivos estabelecidos no Plano Plurianual (PPA 2004 – 2007) do Governo Federal é promover o “crescimento com geração de emprego e renda, ambientalmente sustentável e com redução de desigualdades sociais”. É importante ressaltar que a busca pelo crescimento com geração de emprego e renda ao país implica em investimentos em energia. Quanto ao aspecto do crescimento ambientalmente sustentável, há que se destacar o forte apelo do protocolo de Kyoto – que visa à redução de pelo menos 5% dos gases de efeito estufa até 2012 – em cujo contexto eficiência energética está inserida.

Outras ações importantes por parte do Governo Federal são os incentivos fiscais, como é o caso da redução da alíquota do IPI – Importo sobre Produtos Industrializados de bens de capital, de 5% para 3,5 %. As empresas também poderão, de acordo com o Decreto Presidencial 4928/2003, deduzir do lucro líquido as despesas com pesquisa e desenvolvimento. Na determinação do lucro real a empresa também pode deduzir até 100% dos investimentos em projetos de P&D, se houve pedido de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e em pelo menos uma das seguintes entidades: Departamento Europeu de patentes; Departamento Japonês de patentes; Departamento Norte-Americano de patentes e marcas.

As políticas de substituição de equipamentos, processos e fontes de energia dependerão da eficácia das medidas governamentais. Os profissionais e empresas que desenvolvem projeto de eficiência energética em indústrias – as ESCO (*Energy Service Companies*) e ESE (Empresas de Serviço de Energia) – também dependem das medidas. Fatores sujeitos às leis de mercado, se não forem equilibrados por leis específicas, podem retardar o processo de renovação tecnológica. Além de ser viável, do ponto de vista de retorno financeiro em curto prazo, a substituição deverá melhorar a qualidade dos processos e produtos fabricados. Se continuar em declínio o consumo de produtos derivados de petróleo e lenha e a oferta aumentar, o preço cairá, tornando-se um atrativo aos usuários. Isto poderá desestimular o uso de fontes renováveis.

Para que as intenções políticas do Governo Federal sejam materializadas, o desempenho da economia do país deve ser levado em conta. Os fatores econômicos estão diretamente ligados à estabilidade política do Governo, conforme afirma o economista Furugem (2004). Se o contexto político ficar turbulento, a oferta de financiamentos externos deverá retrair. Com isso, os investimentos externos serão reduzidos, o risco-Brasil subirá e haverá pressão sobre o dólar, sobre a inflação e sobre a taxa de juros. Isso impedirá o crescimento econômico e a geração de empregos. Se o Governo conseguir manter-se estável politicamente, a inflação será controlada e até cairá. A taxa de juros reduzirá, a economia será recuperada, com o PIB crescendo acima de 3% ao ano. Haverá, então, melhora na oferta de empregos e salários.

3.2 Tecnologia

O termo tecnologia pressupõe um conjunto de conhecimentos tecnocientíficos aplicáveis à produção ou na melhoria de bens e serviços. A tecnologia materializada diz

respeito aos equipamentos e artefatos usados no processo produtivo. A tecnologia documentada trata dos documentos que descrevem e expliquem a solução de problemas, como manuais e procedimentos. A tecnologia imaterial está relacionada ao conjunto de conhecimentos teóricos e práticos para idealizar ou produzir bens e serviços (REIS, 2004, p. 33).

Quanto à eficiência energética, a tecnologia materializada implica em equipamentos e dispositivos energeticamente eficientes. A tecnologia documentada requer procedimentos de gestão energética no sistema de documentação da organização. A tecnologia imaterial está ligada à conscientização para eficiência energética e ao preparo das pessoas para desenvolver e usar novas tecnologias energeticamente eficientes.

As forças que exercem influência sobre o fator determinante tecnologia são: a microeletrônica, a inovação, as políticas industriais e a manutenção orientada para o equipamento. Na seqüência são descritas essas forças.

3.2.1 A microeletrônica

A microeletrônica refere-se à tecnologia dos Circuitos Integrados (CI). Um CI pode ter milhões de componentes em uma pequena base de silício, denominada de pastilha, com área de aproximadamente de 100 mm² (SEDRA e SMITH, 2000, p. 1). O CI é usado em relógios digitais, calculadoras, telefones celulares, computadores e dispositivos de controle e automação nas empresas.

Fazer cálculos e controles é uma necessidade antiga do ser humano. No século V (a.C.) os babilônios inventaram o ábaco, um instrumento usado pelos comerciantes babilônicos para registrar dados numéricos, calculando e controlando as vendas e as colheitas. As máquinas de cálculo evoluíram dos rudimentares instrumentos mecânicos aos mais sofisticados computadores atuais. Um CI da INTEL de 1971 para calculadoras possuía 2300 transistores, enquanto o microprocessador Pentium, usado em computadores, anos mais tarde, possuía 3,5 milhões de transistores na pastilha. As desvantagens da primeira geração de computadores valvulados, como alto custo, grande dimensão e a baixa velocidade de processamento, levaram ao desenvolvimento da segunda geração dos computadores transistorizados. O mesmo aconteceu com outros equipamentos elétricos e eletrônicos. Em 1958 a Texas Instruments anunciou o Circuito Integrado, que marcou a terceira geração dos computadores. A quarta geração usa tecnologia VLSI (*Very Large Scale Integration*), integração em larga escala, com muito mais componentes na pastilha (MONTEIRO, 1996, p.

9). A tendência de miniaturização continua, na atualidade, com a nanotecnologia – parte da ciência que trata de materiais com dimensões extremamente reduzidas. A microeletrônica, já usada largamente em controle de processos, além de controlar o consumo de energia – como ocorre atualmente com a injeção eletrônica em veículos – também deverá ser utilizada para monitorar perdas de energia, melhorando a eficiência energética dos equipamentos.

Não há dúvidas sobre a importância da microeletrônica na atualidade e no futuro, principalmente para o Brasil. Novos produtos de solução eletrônica – desde um brinquedo, um roteador ou um automóvel – são construídos com *chips* e *softwares* embarcados. Segundo dados sobre o mercado de informática no país, do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2000), 46% da importação são de partes e peças de computadores ou para circuitos eletrônicos. Em 2000 os componentes eletrônicos causaram *déficit* da balança comercial de R\$ 3 bilhões. Destes, R\$ 1,7 bilhões foram de Circuitos Integrados.

Os aparelhos domésticos poderão conter circuitos microcontrolados, capazes de efetuar o controle de energia e outros de interesse do usuário. Em um aparelho refrigerador, por exemplo, a partir de informações lidas automaticamente por sensores, quanto ao tipo, quantidade e a temperatura dos materiais a serem resfriados, o controlador dimensionaria a quantidade precisa de energia a ser utilizada. O usuário poderia, ainda, saber que tipo de bebida ou alimento falta em sua geladeira, bem como chamar um técnico para fazer manutenção, quando o circuito microcontrolador indicar um aumento das perdas de energia, após um tempo de uso do aparelho refrigerador.

Nas empresas são encontrados equipamentos e dispositivos microcontrolados com sistemas eletrônicos de potência. É o caso de motores de alto rendimento – que apresentam perdas reduzidas de energia – com controle eletrônico de partida, velocidade e frequência. Isso deve se estender para os setores comercial e residencial. Equipamentos microcontrolados, programados com *softwares* embarcados deverão, dentre outras tarefas, fazer também o controle de consumo de energia.

Considerando um cenário político favorável, capaz de atrair investimentos externos, o mercado deverá se abrir para o desenvolvimento de pesquisas de Circuitos Integrados em Universidades e para novas empresas de projetos na área. A Lei de Inovação – cujo projeto ficou vários anos parado até ser enviado ao Congresso Nacional em 2004 – dispõe sobre medidas de incentivo à pesquisa científica e à inovação tecnológica.

Segundo projeção do MME (2005), até 2022, há uma tendência para a concentração de investimentos em materiais elétricos e eletrônicos, nos setores automotivo e químico, principalmente em MG, RJ, SP, PR e RS. A projeção prevê um aumento de consumo de energia e de bens nas classes A e C, bem como a recuperação real dos salários somente a partir de 2007. A classe social com melhor renda retomará o pleno uso da eletricidade. Consumidores, principalmente de regiões carentes, terão acesso pela primeira vez aos benefícios da energia elétrica.

O Programa Nacional de Microeletrônica do MCT (2002), conforme ilustra a Figura 4, espera atrair grandes empresas de projeto de Circuitos Integrados – CI; produtores de bens de consumo; pequenas empresas de projetos prestadoras de serviços; Universidades para gerar mão-de-obra qualificada e também apoio financeiro. As grandes empresas internacionais na área de CI são atraídas ao país que oferece mão-de-obra especializada. Fomentando o crescimento de uma rede de universidades em todos os estados brasileiros, o projeto poderia colocar no mercado empresas ou profissionais capacitados em projetos. Poderia ser estabelecida uma forte parceria entre empresas de projeto e fabricantes de bens de consumo. A Figura 4 apresenta a estrutura do Programa Nacional de Microeletrônica.

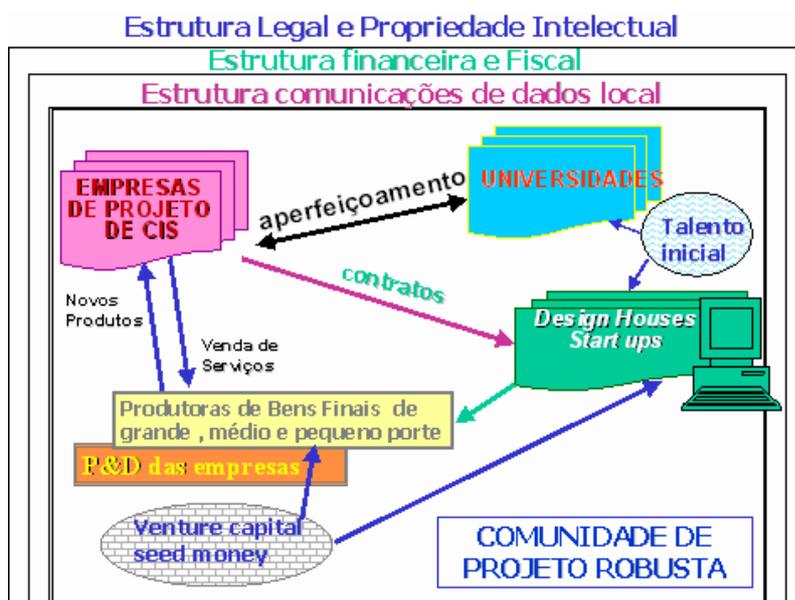


Figura 4 – Programa Nacional de Microeletrônica
Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2002).

3.2.2 A inovação

A inovação tecnológica implica em conceber novos produtos, processos ou serviços, ou a melhoria significativa de seus atributos, a partir da aplicação de novos conhecimentos tecnológicos. O processo de inovação não pode ser restrito à organização, mas exige colaboração intensiva entre diversas entidades, como Institutos de Pesquisa, Universidades e empresas de projeto. O produto inovado também deve ter aceitação no mercado e trazer rentabilidade para a empresa inovadora (REIS, 2004, p. 45). É importante saber como a inovação influencia o fator tecnologia, especificamente quanto à eficiência energética.

Nos últimos anos tem ocorrido um grande avanço nas tecnologias de rede de comunicação para controle de processos industriais. Os avanços tecnológicos recentes incluem mecanismos de detecção de falhas em equipamentos por sensores, *software* de diagnóstico e protocolos de comunicação aplicados em redes de controle (HIGGS, 2004).

No Brasil, a taxa de inovação é de 31,5%, contra 60% na Alemanha, por exemplo, (FINEP, 2004). Mas existem bons exemplos de empresas inovadoras no país. A empresa SMAR, de sertãozinho, SP, é a maior fabricante de instrumentos para controle de processos do país. É pioneira e líder mundial da tecnologia de redes industriais *Foundation Fieldbus* e possui mais de 100 representantes em 77 países. Investe 6,15% de seu faturamento em P&D, um índice superior ao das empresas similares, que é de 3,81%. Dos seus 1060 funcionários, 16,8% trabalham em pesquisa e desenvolvimento, um índice acima do mercado, que é de 3,89%. Possui oito patentes concedidas nos Estados Unidos e mais 35 em andamento. Do seu faturamento, 10% é proveniente de produtos lançados há menos de três anos.

Se não houver investimentos em P&D na área energética, isso poderá trazer conseqüências negativas. Há fortes evidências dos crescentes impactos ambientais em decorrência do uso de fontes e tecnologias de combustão. Novas tecnologias precisam ser pesquisadas. É fundamental um esforço para se desenvolver tecnologias energeticamente eficientes que sejam atraentes aos consumidores, em termos de preço e aplicação, frente às tecnologias obsoletas (JANNUZZI, 2000, p. 100). O Ministério da Ciência e Tecnologia vem incentivando o desenvolvimento de novas tecnologias, como os sistemas de células a combustível, que usam elementos como o etanol para produzir hidrogênio e gerar energia elétrica. Uma fonte não poluente, que não gera gases de efeito estufa, pois não usa o princípio da combustão, e tem como produtos finais da reação química o calor e a água, que podem ser usados em outros processos, conforme ilustra a Figura 5.

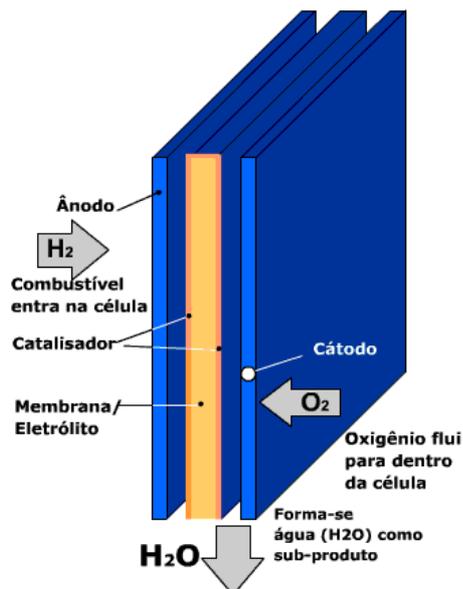


Figura 5 – Célula a combustível

Fonte: <http://www.celulaacombustivel.com.br/>

Com mecanismos de cooperação universidade-empresa, para transferência de tecnologia, projetos de eficiência energética também podem ser viabilizados junto ao setor produtivo. No Brasil, o processo de transferência de tecnologia de universidades para a iniciativa privada ainda avança de modo tímido. Existem entraves burocráticos, como exigência de requisitos para aprovação de projetos, tempo e custo, para que pesquisas deixem de ser apenas teses.

A Lei de Inovação prevê que o Governo poderá subvencionar empresas do setor produtivo por meio de mecanismos como incentivos fiscais. Espera-se que a Lei seja explorada em toda a sua extensão, para que produza a eficácia desejada.

3.2.3 Políticas industriais

As indústrias são peças importantes no contexto estudado. Consomem quase a metade da energia elétrica produzida no país e produzem bens que consomem energia. Uma pesquisa junto a indústrias aponta poucas ações concretas na área de eficiência energética, sem uma política permanente da empresa no sentido de substituição de tecnologia obsoleta. Ainda existem muitos processos e equipamentos instalados nas indústrias brasileiras de origem estrangeira e funcionando há muito tempo. Os processos com projetos mais antigos receberam

adequação no que diz respeito à tecnologia de controle, normalmente redes industriais de computadores. Existem caldeiras funcionando há mais de 50 anos e motores há mais de 30 anos. Substituir equipamentos significa, às vezes, alterar todo o projeto de um processo ou de uma planta industrial. Isso implica investimentos com um tempo de retorno financeiro muito longo. As grandes indústrias normalmente são de capital aberto e alegam que os investimentos dependem dos acionistas (SOLA e KOVALESKI, 2004).

Os empresários são conscientes de que as ações com melhores resultados dependem de investimentos na empresa. As estratégias empresariais buscam, sobretudo, compatibilidade com os seus negócios. Cada organização tem suas dificuldades, suas políticas e seus interesses próprios. Mas estão prontas para aproveitar as oportunidades, como incentivos fiscais e financiamentos. Elas se mobilizam para atender à legislação governamental ou às leis de mercado.

Para que empresas que usem e desenvolvam tecnologias energeticamente eficientes é importante que o Governo Federal adote e faça cumprir as leis que determinam índices mínimos de eficiência energética em equipamentos e aperfeiçoe os mecanismos de incentivo à pesquisa. É importante um aperfeiçoamento dos mecanismos de transferência de tecnologia entre as universidades e as empresas, principalmente junto às pequenas e médias empresas. Adotar Sistema Gestão Ambiental, integrado a outros sistemas (Qualidade e Gestão da Manutenção/TPM) nas políticas empresariais também contribui para a melhoria da eficiência energética, na medida em que melhora a consciência de todos na organização para questões ambientais e torna o sistema de gestão energética mais eficiente. Essas políticas podem influenciar na adoção de tecnologias energeticamente eficientes, inclusive quanto à tomada de decisão para a manutenção preditiva.

3.2.4 Manutenção orientada para o equipamento

Em uma instalação elétrica industrial, além dos elementos básicos como condutores e disjuntores, são encontrados transformadores, motores e fornos elétricos. Um motor elétrico pode ser usado para acionar um ventilador, uma esteira ou qualquer outro elemento dentro do processo produtivo. Em algumas instalações industriais os equipamentos estão sujeitos a umidade ou temperatura excessiva, poeira ou gases corrosivos. Esse ambiente adverso acelera o desgaste das máquinas, com a deterioração dos enrolamentos dos motores, contatos, elementos isolantes e outros dispositivos (NEPOMUCENO, 1989, p.592).

Os condutores elétricos apresentam perdas elétricas por efeito joule (aquecimento) e, dependendo do projeto e das condições de operação, estas podem ser maiores ou menores. A deterioração dos dielétricos, responsáveis pelo isolamento elétrico, por exemplo, implica na perda de capacidade da máquina de resistir à tensão elétrica, conseqüentemente em perdas elétricas por corrente de fuga ou efeito corona (faíscas). Uma corrente elétrica elevada em um motor pode fazer com que as lâminas internas se choquem entre si, devido ao campo magnético produzido pelos enrolamentos, gerando barulho e vibração da máquina. O atrito entre chapas de ferro, que constituem a parte magnética dos motores, pode aumentar o aquecimento da máquina, comprometendo o isolamento das bobinas. Nos casos citados, a energia elétrica pode se transformar em energia térmica (efeito joule), luminosa (efeito corona) ou em vibrações mecânicas e sonoras.

Desde que foi concebida no Japão, a TPM – *Total Productive Maintenance* –, ou Manutenção Produtiva Total, vem sofrendo várias mudanças, na medida em que o método é incorporado nas indústrias de todo o mundo. Entretanto, permanece o aspecto do planejamento e o desafio da “quebra-zero”. Com isso a manutenção nas indústrias passa a ser orientada para o equipamento, objetivando a confiabilidade e a segurança, de forma planejada, segundo a concepção de Takahashi (1993).

A primeira crise do petróleo levou o mundo à reflexão sobre a escassez dos combustíveis fósseis e o alto custo do produto. A crise trouxe contribuição para o progresso da tecnologia de conservação de energia, sobretudo para as indústrias automobilísticas, siderúrgicas e de cimento. Para Takahashi (1993), as tecnologias de produção, manutenção e controle de qualidade, aliadas à tecnologia de conservação de energia, foram relevantes para a competitividade no mercado internacional e o crescimento da economia japonesa.

As técnicas de manutenção evoluíram para a manutenção preditiva, que é baseada no monitoramento das perdas dos equipamentos. Um método que usa análise de vibração e lógica *fuzzy* é usado para detectar falhas incipientes no funcionamento de máquinas rotativas (MARÇAL e SUSIN, 2005). Pelo padrão de vibração e do diagnóstico da condição de operação, por lógica *fuzzy*, é possível prever falhas incipientes e a evolução destas na condição de operação das máquinas. O uso dessa técnica está em consonância com o princípio de eficiência energética. Se as empresas trabalhassem com o foco em eficiência energética, não se cogitaria o uso de outro tipo de técnica, senão a preditiva (SOLA, XAVIER e MARÇAL, 2005).

3.3 Transferência de tecnologia Universidade-Empresa

O investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pelas próprias empresas, em virtude do tempo para se atingir o mesmo nível de P&D das grandes corporações, torna-se inviável, principalmente para as pequenas e médias empresas. São exigidos altos custos, pessoal especializado e tempo para a pesquisa e para o retorno dos investimentos. A transferência de tecnologia da Universidade para a Empresa é um modo de incrementar o desenvolvimento do setor produtivo. As ações de cooperação Universidade-Empresa têm aumentado por pressões externas às Universidades e empenho dos próprios pesquisadores. É necessário haver uma mudança na organização da pesquisa universitária (REIS, 2004, p.119). Tais ações, de forma casual, refletem a falta de uma política institucional nesse sentido. Segundo Reis, o paradigma que norteia as relações universidade-empresa é caracterizado pela ausência de “enfoque estratégico”, no sentido de correspondência das missões e dos diversos mecanismos de interação entre ambos os atores.

Pesquisa com pequenas e médias empresas e universidades no país aponta barreiras para relacionamento (REIS, 2004, p. 146). A principal barreira de relacionamento para a empresa é a aplicação prática reduzida dos trabalhos acadêmicos, uma ação que depende da universidade, quanto à identificação das necessidades de mercado. A principal barreira da universidade é a falta de estratégia, uma ação que depende de iniciativa da própria universidade, quanto à inserção de ações nesse sentido na política da instituição. Desse modo, se as universidades desenvolverem trabalhos práticos, assegurarem a confidencialidade tecnológica e adotarem estratégias de relacionamento, é provável que as empresas criem órgãos de gestão para contratos, canais de interação e adotem estratégias de relacionamento com as universidades. Ou seja, as ações de cooperação entre universidades e empresas dependem mais da iniciativa das universidades do que das empresas.

A organização produtiva coloca o foco no cliente, desenvolve mecanismos de gestão e de aprendizado organizacional, produz bens e serviços à sociedade e consegue crescer. Para haver equilíbrio na relação organização-sociedade a recíproca também não deveria ser verdadeira? Por meio do sistema de Ensino, regulado pelo Estado, a sociedade não deveria ter como foco o sistema produtivo, identificar as competências e habilidades para o mundo do trabalho e desenvolver mecanismos de gestão e aprendizado para fornecer pessoas qualificadas, buscando o desenvolvimento econômico e social? A Figura 6 ilustra a interação entre o mundo do trabalho, a sociedade e o sistema de ensino, que é regulado pelo Estado.

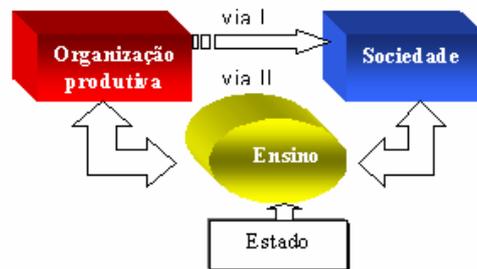


Figura 6 – Interface entre Organização produtiva, Sociedade e Ensino

Fonte: Preceitos Constitucionais e da Lei 9394/96.

É da Lei o “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. De forma antagônica, medidas governamentais permitem a supressão de etapas importantes do processo educacional, para tentar garantir direitos dos excluídos. Segundo Chauí (2003), “a universidade pública deixará de ser um bolsão de exclusões sociais e culturais quando o acesso a ela estiver assegurado pela qualidade e pelo nível dos outros graus do ensino público”.

É importante que as Instituições de Ensino sejam estruturadas para a inovação também na área educacional. Com áreas de P&D educacionais nas instituições de ensino, nos moldes do setor produtivo, é provável que haja desenvolvimento e melhoria contínua de processos de ensino e gestão.

A adoção de temas relevantes e atuais nas universidades, como é o caso de eficiência energética, depende de políticas educacionais por parte das Instituições de Ensino superior, no sentido de se evitar distorções no processo de formação profissional. Apesar da autonomia das universidades quanto aos currículos, ações por parte do Governo Federal, por intermédio do MEC, podem contribuir nesse sentido também. Esforços isolados de pesquisadores denotam a falta de enfoque estratégico por parte das universidades. Se o modelo de gestão das universidades não apresentar sensibilidade ao ambiente externo – de modo similar às organizações produtivas –, identificando as transformações de natureza socioeconômicas e incorporando-as em suas políticas, questões relevantes, como energia e eficiência energética, podem não ganhar a dimensão requerida.

3.4 Relações socioeconômicas

Um processo corporativo pode ter início com uma ação de liderança. Uma liderança interna de uma organização pode instituir políticas e sistema de gestão para levar a empresa a um processo de inovação tecnológica; fortalecer o processo de transferência de tecnologia universidade-empresa; estabelecer estratégias para fortalecer as relações socioeconômicas. Uma liderança interna ou externa às universidades pode reunir forças e conduzir as instituições de ensino para que rompam os padrões conservadores e instituem um processo de mudança no sistema de gestão, quanto às políticas de ensino e pesquisa. De qualquer modo, os líderes precisam de conhecimento e têm que estar sensibilizados para as mudanças que precisam ocorrer.

Um grande exemplo de mobilização está ligado ao caso da negociação internacional sobre alteração climática, que desafiou forças econômicas e influenciou a política de países do mundo todo, inclusive do Brasil. A preocupação da comunidade internacional – cientistas e ambientalistas – a respeito das implicações das emissões de gases de efeito estufa no clima do planeta fez com que a Assembléia Geral das Nações Unidas promovesse a primeira convenção sobre mudança climática em 1992. A convenção achou necessário estabelecer compromissos quantificados para os países industrializados, responsáveis por 75% das emissões de gases de efeito estufa no planeta. Desse modo, nasceu o protocolo de Kyoto, no Japão, em dezembro de 1997. Os países industrializados se comprometeram reduzir, no período de 2008 a 2012, no mínimo 5,2% das emissões dos gases causadores do efeito estufa, em relação aos níveis de 1990. Também faz parte do acordo o aumento de eficiência energética em setores relevantes da economia nacional, bem como a pesquisa, o desenvolvimento e o uso de novas fontes renováveis de energia. Para que o acordo possa vigorar é preciso reunir países com 55% das emissões e atualmente somam-se 44,2%. Os Estados Unidos, responsáveis por 36,1% das emissões não assinaram o protocolo. Inicialmente a Rússia, responsável por 17,4% das emissões, recusou em participar, mas em outubro de 2004 houve aprovação parlamentar para a assinatura do protocolo (MCT, 2004).

No caso do protocolo de Kyoto, pela primeira vez foram introduzidos mecanismos de mercado para implementar mudanças tecnológicas que resultassem na redução de emissões (JANNUZZI, 2000, p.105). Por meio do ‘Mecanismo de Desenvolvimento Limpo’, as empresas que investem em projetos para redução de gases de efeito estufa ganham Certificados de Reduções de Emissões (CRE), que podem ser comercializados

internacionalmente. Quanto às emissões de gases de efeito estufa, o país que vende os CRE emite menos gases e o país que compra os certificados pode emitir mais, equilibrando as emissões no planeta. Com esse mecanismo, buscou-se uma estratégia em que todos ganham. A sociedade sofre menos impacto com o desequilíbrio climático; o meio ambiente tem as fontes naturais preservadas e equilíbrio climático; as empresas podem usar a energia necessária, sem prejuízos à produção e ainda ganham com os mecanismos de mercado.

Pesquisa feita com empresas aponta que as poucas ações em relação à conservação de energia ocorrem pela iniciativa dos próprios funcionários (SOLA, XAVIER e KOVALESKI, 2005). Se mais funcionários tomarem iniciativa, é provável que mais ações desse tipo aconteçam. Na concepção de Dolabela (1999), uma pessoa que é capaz de empreender deve ter atitudes e capacidades para agir e sobreviver no ambiente de trabalho. Na sala de aula, na Universidade, em circunstâncias favoráveis ao auto-aprendizado, é possível que alguém adquira características empreendedoras. O professor – um especialista de qualquer ramo, com conhecimentos na área de empreendedorismo – pode, nesse ambiente, desencadear os processos de criatividade, iniciativa, liderança, identificação de oportunidades e direcionar outros conhecimentos específicos da área (DOLABELA, 1999).

Aspectos de liderança, iniciativa e criatividade dependem do ambiente interno organizacional e do modo que as empresas se estruturam para conseguir os resultados. As empresas longevas (aquelas que sobrevivem por mais de 100 anos), apesar de estarem voltadas para competir com outras organizações, gerar riquezas e lucros, têm um ambiente organizacional interno estruturado para outros valores humanos, como confiança, cooperação, solidariedade e educação permanente. Quando as pessoas se congregam o aprendizado ocorre de modo mais rápido e eficiente. Um outro aspecto observado por meio de pesquisas com empresas é que o grau de responsabilidade social é diretamente proporcional ao tamanho da empresa, à sua estrutura corporativa ou social (SOLA, KOVALESKI e RESENDE, 2004).

Sociedade, para o sociólogo Giddens (1989, p.134) tem o sentido generalizado de interação entre indivíduos. Sem aprofundar na área da sociologia, é preciso entender que os ‘sistemas sociais’, segundo o sociólogo, não guardam relação conceitual com ‘sistemas biológicos’ como pretendiam Durkheim e outros pensadores sociais do século XIX. Os sistemas biológicos possuem capacidade adaptativa, em que os diversos componentes mudam e levam o sistema a se adaptar ao ambiente externo para sobreviver. As empresas são sistemas

e têm que apresentar característica adaptativa para sobreviver no mercado competitivo. A sociedade, segundo Giddens, não possui características estruturais internas capazes de governar tanto a estabilidade quanto a mudança. As propriedades estruturais de ‘sistemas sociais’, para o sociólogo, não agem como as forças da natureza no sentido de forçar o indivíduo a se comportar de um modo particular. Os únicos movimentos em relações sociais humanas são os agentes individuais. Isso significa que os indivíduos (incluindo as pequenas empresas) são capazes de manter a estabilidade e promover mudanças quando inseridos em um sistema organizado, corporativo, com características adaptativas. É provável que, nas pequenas empresas, os indivíduos tenham comportamento mais próximo de um ‘sistema social’ do que de um ‘sistema corporativo’.

Supondo um ambiente em que as pequenas empresas sejam levadas a se congregar, dentro de um espírito comunitário (Figura 7), é provável que elas possam, juntas, aumentar o capital próprio para aproveitar oportunidades; investir na educação corporativa para melhorar a sensibilidade ao ambiente externo, aumentar a responsabilidade social, conseguir mão-de-obra especializada e inovar; ter força para negociar preços, pleitear financiamentos e obter outros benefícios junto ao governo e outras instituições. As chances de sobrevivência ficam ampliadas. A relação interna e com terceiros poderia ser mais equilibrada, do ponto de vista social e econômico, se os indivíduos que compõem a sociedade e as pequenas empresas pudessem, por meio da educação corporativa, melhorar a responsabilidade social, desenvolver a cooperação, aprender a trabalhar com sinergia em comunidade e fazer alianças. A liderança é fundamental no processo. Os líderes precisam da força corporativa, que é conseguida com sinergia, para as mudanças necessárias. É preciso usar a estratégia correta, possibilitando ganho para todas as partes envolvidas (SOLA, KOVALESKI e RESENDE, 2004).



Figura 7 – Educação corporativa para ação empreendedora
Fonte: elaboração própria.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Energia é um bem público e exige uma regulação por parte do Estado quando os mecanismos de mercado forem limitados. O Governo Federal, procurando minimizar os impactos no sistema elétrico, evidenciados com a crise do setor, e ainda atendendo ao Protocolo de Kyoto, formulou suas políticas para eficiência energética. As medidas vão desde a conscientização da sociedade ao estímulo para o desenvolvimento e uso de tecnologias energeticamente eficientes, por meio de incentivos e mecanismos de mercado. As ações governamentais são fundamentais para se evitar descontinuidades de programas, como aconteceu no passado recente. Por meio de Lei o Governo exige níveis mínimos de eficiência energética em equipamentos. Na medida em que a legislação avança para diversos equipamentos, inclusive para a construção civil, o conceito de eficiência energética fica embutido no produto.

A microeletrônica é fundamental no processo de efficientização de equipamentos. Diversos produtos, principalmente na área de controle e automação industrial, usam tecnologia microcontrolada. Cada vez mais os circuitos microcontrolados, além de controlar o consumo e fazer outras operações, também deverão monitorar as perdas de energia. Isso deve contribuir para o desenvolvimento de novos produtos usados em manutenção preditiva. Novos produtos exigem investimentos em inovação tecnológica. O Governo Federal tem um papel importante, para atrair investimentos, incentivar a pesquisa em universidades e fomentar as empresas de projetos. Com isso a tecnologia microcontrolada pode ficar acessível em termos de custos, beneficiando principalmente as pequenas e médias empresas.

As novas tecnologias, para serem absorvidas pelo mercado vão depender das políticas industriais. Um Sistema de Gestão Ambiental, integrado a outros sistemas de gestão da organização, pode melhorar a gestão energética e também aumentar a consciência para a eficiência energética. O próprio sistema de Gestão da Manutenção (TPM), integrado a outros sistemas de gestão, institui a manutenção orientada para o equipamento e possibilita o ingresso de novas tecnologias energeticamente eficientes, para a manutenção preditiva.

A transferência de tecnologia entre universidades e empresas é fundamental, principalmente para as pequenas e médias empresas, que têm dificuldades de acesso ao conhecimento e às novas tecnologias energeticamente eficientes. Um modelo de gestão, pautado nos 'capitais do conhecimento', voltado à inovação, tanto nas empresas como nas

universidades, é importante para que haja a instituição de políticas e estratégias voltadas à cooperação entre as partes. A cooperação entre a universidade e a empresa depende mais de iniciativa da universidade. É importante que a universidade seja estruturada para identificar e atender as necessidades do mercado e inovar também quanto aos processos educacionais. Isso pode gerar as competências necessárias aos indivíduos para o sistema produtivo e preparar os profissionais para a inovação. O modelo de gestão, as políticas e estratégias necessárias para a cooperação universidade-empresa dependem do processo de mudança nas universidades.

As relações socioeconômicas são determinantes para o planejamento de cenários de eficiência energética no setor produtivo, uma vez que o crescimento organizacional depende de mecanismos como cooperação, confiança e outros valores, mesmo em ambiente competitivo. A educação corporativa e a prática em comunidade, baseada em cooperação, de forma sinérgica, ajudam no desenvolvimento da responsabilidade social – **ações econômicas, legais, éticas e sociais** junto aos clientes, fornecedores, funcionários, acionistas, governo, a sociedade e o meio ambiente. Um processo de liderança, com estratégia baseada no ganho para todos, é uma força importante nas relações sócio-econômicas, capaz de criar corporações e promover mudanças.

O projeto nacional de eficiência energética se tornará pleno de realizações se houver: estabilidade política do Governo Federal para instituir Leis, atrair investimentos e adotar os mecanismos necessários à pesquisa e à inovação; o desenvolvimento e o uso de novas tecnologias energeticamente eficientes; iniciativa das universidades para a adoção de políticas específicas, preparar os acadêmicos para a inovação de tecnologias energeticamente eficientes e ampliar a transferência de tecnologia para as empresas; um processo de educação corporativa, capaz de unir forças, por meio de lideranças, para transformar pequenas empresas em grandes corporações. O Quadro 1 apresenta o resumo dos fatores determinantes.

Quadro 1 – Resumo dos Fatores Determinantes para Eficiência Energética

Ações do Estado e do Governo	<ul style="list-style-type: none">- Estabilidade política e econômica – Leis- Investimentos e incentivos
Tecnologia	<ul style="list-style-type: none">- Microeletrônica- Inovação- Políticas industriais e Gestão Integrada- Manutenção preditiva
Transferência de Tecnologia Universidade-Empresa	<ul style="list-style-type: none">- Políticas e estratégias nas Universidades- Parceria Universidade-comun.- empresas
Relações socioeconômicas	<ul style="list-style-type: none">- Educação corporativa- Responsabilidade social e ambiental

Fonte: Elaboração própria a partir da análise do autor.

REFERÊNCIAS

BAJAY, Sérgio Valdir; CARVALHO, E. B. Planejamento indicativo: Pré-requisito para uma boa regulação do setor elétrico. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. São Paulo, 1998. **Anais**. UNICAMP/USP/EFEO/SE-SP/SBPE. São Paulo, 1998, p.324-8.

CHAUÍ, Marilena. Sociedade, Universidade e Estado: autonomia, independência e compromisso social. In: Seminário Universidade: por que e como reformar? **Anais**. Brasília: MEC/SESU, 6 e 7 de agosto de 2003. Disponível no sítio: <www.mec.gov.br/sesu/ftp/palestra1.pdf>

DOLABELA, F. **Uma revolução no ensino universitário de empreendedorismo no Brasil**: A metodologia da Oficina do Empreendedor. In: 44th ICSB World Conference, Nápoles, junho de 1999.

FINEP. **Prêmio de Inovação Tecnológica**. Notícias, 25/08/2004. Disponível em: <www.finep.gov.br>

FURUGUEM, A. **Cenário Político e crescimento econômico**. In: Cenário Brasil, nº. 78, de 25/02/2004. Instituto Brasileiro de Economia – Fundação Getúlio Vargas.

GIDDENS, A. **A constituição da sociedade**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

GOLDEMBERG, José. **Pesquisa e desenvolvimento na área de energia**. São Paulo: Perspectiva, Jul 2000, vol.14, nº. 3, p.91-97. ISSN 0102-8839.

HIGGS, Philip A; *et al.* **A survey on condition monitoring systems in industry**. In: 7th Biennial ASME Conference Engineering Systems Design and Analysis. July 19-22., 2004, Manchester, UK. Disponível no sítio: <<http://www.plant-maintenance.com/articles/CBM-Survey-results.pdf>>.

JANNUZZI, Gilberto De Martino. **Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado**: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

MACHADO, G. V. **Meio ambiente e comércio exterior**: impactos da especialização comercial Brasileira sobre o uso de energia e emissões de carbono no país. Tese de Doutorado em Planejamento Energético da UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2002. Disponível em: <<http://www.ppo.ufrj/teses/gvmachado.pdf>>

MARÇAL, R. F. M; SUSIN, Altamiro A. Detectando falhas incipientes em máquinas rotativas. **Revista Gestão Industrial**, v. 01, nº. 02, pp. 228-236, 2005, ISSN 1801-0448. Disponível em: <<http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/index.html>>

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. **Mercado de informática no Brasil**. Brasília, 2000. Disponível no sítio: <www.mct.gov.br>.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Microeletrônica**. Brasília, 2002.

____ Ministério da Ciência e Tecnologia. **Convenção sobre mudança do clima** – protocolo de Kyoto. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/clima/Default.htm> > Acesso em 16/11/2004.

MME – Ministério das Minas e Energia, Brasil. **Balanco Energético Nacional**. Brasília, 2005.

____ **Política Nacional de Eficiência Energética**. Brasília, DF: MME, 2003.

____ **Plano Energia Brasil – Eficiência Energética**. Brasília, DF: MME, dezembro 2001.

MONTEIRO, Mário A. **Introdução à organização dos computadores**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC Ed., 1996.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, v.1 e v.2, 2ª ed, 1999.

REIS, Dálcio Roberto dos. **Gestão da inovação tecnológica**. Barueri, SP: Manole, 2004.

SEDRA, Adel S; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

SOLA, Antonio Vanderley Herrero; XAVIER, Antonio Augusto de Paula; KOVALESKI, João Luiz. Eficiência energética via interação Universidade-Empresa. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)*. **Anais / XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, X International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. – Porto Alegre, RS: PUC, 2005.

____; ____; MARÇAL, Rui Francisco Martins. Eficiência energética e Gestão da Manutenção. In: I Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. Belo Horizonte, MG, Brasil, 12 a 14 de setembro de 2005. **Anais do Congresso**. Associação Brasileira de Eficiência Energética – ABEE.

____; KOVALESKI, João Luiz. Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). **Anais/XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, X International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**. – Florianópolis, SC: UFSC, 2004. ISBN 85-88478-11-0.

____; ____; RESENDE, Luis Maurício. Educação Corporativa para ação empreendedora. In: I EPGE – Encontro Paranaense de Empreendedorismo e Gestão Empresarial. **Anais**. Ponta Grossa/PR, 24 a 26 de novembro de 2004.

TAKAHASHI, Yoshikazu. **TPM/MTP: Manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.