



# **A AUDITORIA COMO FERRAMENTA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. ESTUDO DE CASO EM DUAS EMPRESAS LOCALIZADAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.**

**Wagner Silva Medeiros**  
(Latec/UFF)

**Oswaldo Luiz Gonçalves Quelhas**  
(Latec/UFF)

**Valdir de Jesus Lameira**  
(INSEC/Coinbra)

## **Resumo**

*Neste artigo se discutem os conceitos e se promove uma análise de alguns modelos de auditoria energética existentes, de modo a se construir diretrizes de auditoria energética, possíveis de serem desenvolvidas em pequenas e médias empresas. Utilizou-se o critério de identificação das diretrizes aplicadas pelos agentes de implementação de políticas de auditoria energética, partindo-se para a priorização dos módulos temáticos, com base nas realidades das pequenas e médias empresas. A partir de então, foram aplicadas as referidas diretrizes em duas companhias, tendo se utilizado da metodologia de estudo de casos para a interpretação e análise dos resultados obtidos. Confirmou-se a importância das medidas de redução de desperdícios de energia elétrica e consequente redução dos custos dessas organizações.*

*Palavras-chaves: engenharia de sustentabilidade; ecoeficiência; auditoria energética; eficiência energética*

## 1 – Introdução

O grande desafio das organizações industriais modernas, atualmente, tem sido a busca de estratégias, que lhes permitam manter-se viáveis através do tempo, operando de forma competitiva, eficaz, e ao mesmo tempo, ecologicamente correta. O atendimento destas metas reflete-se em sobrevivência em longo prazo; entretanto, a dificuldade na percepção destes elementos, de uma forma integrada pelas empresas, tem criado dificuldades na sua gestão. Estas percebem equivocadamente a questão relacionada ao meio ambiente como custo para a empresa e não como uma oportunidade de melhorar a competitividade e aprimorar seus processos e produtos, bem como otimizar o consumo de matérias-primas, insumos e energia.

Em tempos de profundas preocupações com o meio ambiente, organizações de diferentes setores industriais estão deixando de agir de forma reativa para agir de forma pró-ativa com relação às questões ambientais. Diferentes metodologias de gestão ambiental buscam sensibilizar diretores e níveis hierárquicos elevados dentro das organizações, demonstrando a possibilidade de se obter lucro com o meio ambiente. Neste contexto, a otimização do consumo de energia nas empresas saiu na frente, face a sua alta representatividade nas planilhas de custo das empresas (FRANÇA, QUELHAS, TOZE, 2004).

Segundo Phillippi (2005, p.14), a industrialização acelerada, fruto da política desenvolvimentista adotada, durante várias décadas, em muitos países, baseou-se na exploração quase ilimitada dos recursos naturais. Esse processo agravou os problemas ambientais e sociais existentes e estes fomentaram a busca de soluções de desenvolvimento sustentável.

Uma questão central para o desenvolvimento sustentável é a adequação da geração de produto com um equilíbrio de longo prazo na geração de energia que possibilite a preservação de boas condições de uso dos recursos naturais para as gerações futuras conforme Detr (1999).

Para uma indústria, a questão energética tem como parâmetros mais relevantes a confiabilidade no fornecimento, a competitividade nos preços, a maximização nos processos de transformação e a utilização da forma mais eficiente, racional e econômica desse insumo em conformidade a Pinto et al. (2007).

O objetivo da auditoria energética é o de identificar medidas que podem ser adotadas para baixar o consumo de energia. Com a adoção do diagnóstico energético, procura-se adequar a utilização da energia nos diversos períodos de tempo e sinalizar a necessidade de um gerenciamento adequado. Dessa forma, tem provado ser um forte componente dos programas de gerenciamento como preconizam Campos e Lerípio (2009).

Por meio de uma fundamentação teórica e de dois estudos de caso, este artigo tem como meta evidenciar alternativas de diretrizes de auditoria energética a serem seguidas pelas pequenas e médias empresas, de modo a estarem alinhadas no esforço de aumentar a eficiência de seus sistemas produtivos.

O percentual de empresas de pequeno e médio porte que sobrevive pelo menos dois anos passou de 50,6% em 2002 para 78% em 2005, ou seja, 27,4% a mais permanecem em atividade (SEBRAE, 2007). Em vista desse contexto, optamos pelo estudo da importância da auditoria energética em pequenas e médias empresas devido à sua elevada participação no universo de companhias existentes no Brasil.

## **2 – Revisão Bibliográfica**

A energia possui um importante papel para o desempenho ambiental dos países e para a sustentabilidade de seu desenvolvimento. A questão não se restringe ao binômio energia e desenvolvimento, mas sim à associação da questão energética ao desenvolvimento sustentável.

No tocante ao desenvolvimento sustentável do setor energético, segundo diretrizes da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD, é primordial atender às necessidades da demanda, obedecendo a critérios de meio ambiente sustentável, socialmente equitativo, economicamente viável. Nesse sentido, de todas as opções de políticas energéticas, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e a adoção da eficiência energética são, sem dúvida, os instrumentos mais afinados aos critérios do desenvolvimento sustentável.

Segundo Attfield (1999) apud Menkes (2004, p.18), a sustentabilidade do desenvolvimento depende de responsabilidade e uso mais eficiente dos recursos, o que envolve a restrição do uso da energia pelas sociedades e a adaptação dos estilos de vida, de acordo com os meios ecológicos, disponíveis do planeta. Isso significa dizer que se pode

consumir menos energia e o meio ambiente, sem prejuízo do desenvolvimento, desde que se privilegie a geração e o uso eficiente da energia.

A energia eficiente é, em muitos aspectos, um fator-chave para a economia de um país. Tem implicações na competitividade das empresas, na estabilidade e vulnerabilidade das economias, assim como no emprego e no meio ambiente.

A melhoria da eficiência energética reduz a necessidade de aumentar a capacidade geradora e novos investimentos, consequentemente liberando recursos para investimento em medidas de proteção ambiental, de segurança e melhoria nas geradoras já existentes, em tecnologias limpas, entre outras.

Nos setores residencial e comercial, a energia é utilizada na iluminação, no ar condicionado, na refrigeração, nos aparelhos eletrodomésticos, em especial os que utilizam resistências, e no aquecimento em países do hemisfério norte, entre outros usos.

## **2.1 – O custo da energia elétrica**

Um importante aspecto a ser abordado neste artigo diz respeito a questão tarifária brasileira referente a energia elétrica. A esse respeito, destacamos que no início dos anos 90, período de altas taxas inflacionárias, o governo interferiu diretamente no regime tarifário do setor elétrico, à medida em que não validou uma série de custos incorridos pelas empresas do setor, em razão da utilização das tarifas para controle inflacionário.

Assim, com a Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993, que dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas de energia elétrica para o serviço público, extinguiu o regime de remuneração garantida dos custos incorridos, e pôs fim a equalização tarifária que existia, pois as tarifas eram uniformes para cada um dos grupos de consumidores – industrial, residencial, comercial e rural, entre outros (Brasil, 1993). A partir de então, os reajustes passaram a ser diferenciados para cada concessionária, em função de seus custos. Esse novo modelo, criou a obrigatoriedade da celebração de contratos de suprimento entre geradoras e distribuidoras de energia.

O custo de energia elétrica para o consumidor final, industrial, comercial ou residencial passou a ter características diferenciadas e dependentes de alguns fatores como a potência, a energia fornecida, o fator de carga e o tipo de tarifa – convencional, verde ou azul – que a empresa contrata. Além desses aspectos regulados pela Resolução ANEEL n.456, de

29/11/2000, a forma de contratação da energia, pode causar enormes diferenças de preços, para os setores industrial ou comercial (ANEEL, 2000).

As tarifas de energia elétrica podem ser divididas em tarifas monômias – as de baixa tensão para uso residencial – e as tarifas binômias – convencional e tarifas horossazonais para usos industriais e comerciais. As tarifas horossazonais são caracterizadas por apresentar preços diferenciados de energia elétrica, de acordo com as horas do dia. A divisão de horários se faz entre horário de ponta e horário fora de ponta; e por período do ano – seco ou úmido – conforme destaca Santos (2007).

A demanda contratada é a base do contrato de suprimento de energia. Refere-se à potência que a concessionária disponibilizará para uso pela unidade consumidora. É a demanda de potência ativa que será disponibilizada obrigatória e continuamente pela concessionária, conforme contrato de fornecimento. Esta demanda deve ser integralmente paga pelo consumidor, mesmo que não consuma toda ela, durante o período de faturamento.

Já a potência ativa é medida no intervalo de quinze minutos, durante o período de faturamento e é chamado de demanda medida. Caso ultrapasse alguns limites, a empresa poderá pagar multa por excesso de demanda. O valor da tarifa de ultrapassagem corresponde a três vezes o valor da tarifa normal de fornecimento como se encontra evidenciado nas demonstrações da Eletrobrás, publicadas em 2008 (ELETROBRAS, 2008).

## **2.2 – Auditoria Energética**

É oportuno se definir o conceito que envolve a expressão auditoria energética. Entende-se que é a análise sistemática dos fluxos de energia em um sistema particular, visando a discriminar as perdas e a orientar um programa de uso racional de insumos energéticos. De fato, no início dos anos 80, as auditorias energéticas foram difundidas e, sobretudo, aplicadas a contextos industriais e tendo, como estímulo básico, o contexto de custos energéticos crescentes como preconizaram Marques, Haddad e Martins (2006, p.131).

Quanto ao conteúdo, passamos a descrever alguns módulos temáticos analisados em uma auditoria energética.

O primeiro módulo diz respeito ao gerenciamento da conta de energia elétrica e está associado a ação de gerenciamento pelo lado da demanda - GLD. Conforme Camargo (1996, p.23), existem dois tipos básicos de programas de gerenciamento pelo lado da demanda: a)

aquele que possibilita o controle direto da carga do consumidor; e b) o que procura mudar os hábitos de consumo, através do marketing, da educação ou do preço.

Gerenciamento pelo Lado da Demanda, refere-se a qualquer atividade adotada pelas empresas fornecedoras de energia elétrica para alterar o padrão de consumo de energia, buscando a resolução de diversos problemas operacionais através da modificação e/ou redução da carga do sistema. Isto normalmente se dá por duas vias, o GLD direto onde a concessionária determina as cargas a serem reduzidas ou desconectadas, segundo condições especificadas em um contrato de interrupção com o consumidor, ou ainda o GLD indireto onde o próprio consumidor remaneja sua demanda em resposta a sinais de preço gerados pela concessionária (Garcia, 2009).

Através da supervisão e controle dos principais dispositivos elétricos de uma instalação, como: transformadores, disjuntores de alta e baixa tensão, quadros de alimentação de equipamentos e centrais de medição de grandezas elétricas, é possível atuar sobre as operações de liga-desliga e ajustar equipamentos nos períodos mais críticos, de modo a gerenciar o nível de consumo e controlar a demanda de energia para se beneficiar de tarifas diferenciadas.

Uma aplicação que gera economia é a de se deslocar as cargas do horário de ponta, no qual a tarifação é maior, para horários fora de ponta. Outra alternativa é a de se ligar, em paralelo, uma fonte alternativa mais econômica, para alimentar as cargas no horário de ponta.

O segundo módulo temático refere-se a análise dos fatores de carga e se relaciona com o indicador fator de potência, que espelha as características de reatividade indutiva ou capacitiva da do sistema abastecido. Segundo Burgoa et al. (1988), as companhias devem incluir a medição e acompanhamento do fator de potência no diagnóstico energético, de modo a dimensionarem adequadamente o seu consumo de energia, em conformidade aos parâmetros definidos na legislação vigente – Portaria nº 1569, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE, 1994).

O terceiro módulo diz respeito a iluminação. Segundo Alvarez (1999), no módulo de sistemas de iluminação, são contemplados os itens: a) conforto visual; b) medição da intensidade luminosa; c) levantamentos de dados; d) tecnologias eficientes; e) projeto adequado; e f) aspectos arquitetônicos. Ainda a esse respeito, Limaverde et al. (1990) destacaram que, em investigação da época, um número próximo de 8,5% dos ambientes, medidos nos mais variados segmentos analisados, apresentavam valores superiores de

iluminância (lux) aos recomendados pelas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O quarto módulo é o de motores. Com relação ao uso ineficiente, segundo Marques, Haddad e Martins (2006, p.397), é muito comum encontrar o chamado motor sobredimensionado, ou seja, acionando cargas inferiores à sua capacidade nominal, acarretando em baixos fatores de potência e também baixos rendimentos. As condições ambientais de temperatura, umidade e pó influenciam, também, de forma significativa, no desempenho e na vida útil dos motores. Outros fatores que interferem na eficácia do acionamento de um motor são as condições do acoplamento entre o motor e a carga.

Os aparelhos de ar condicionado constituem o quinto módulo. Também segundo Marques, Haddad e Martins (2006, p.293), a grande importância dada ao uso racional de energia elétrica, em relação aos aparelhos de ar condicionado e de refrigeração, é facilmente compreendida devido a representarem 20% do consumo total de energia do Brasil.

No sexto módulo inclui-se o ar comprimido, é empregado em quase todos os setores da indústria e encontra aplicações nas mais diversas tarefas. Em muitos casos, o ar comprimido representa uma parcela significativa na composição no consumo da energia elétrica da empresa. A respeito do ar comprimido deve-se prestar atenção ao processo de ligação inicial, ao número de paradas e partidas, a existência de filtro de aspiração, de manômetro e deve-se atestar as condições de temperatura e da transmissão motor compressor de modo a que o sistema funcione adequadamente.

O sétimo módulo é composto de geradores de vapor e caldeiras. Para a otimização de caldeiras, Burgoa et al. (1988, p.12) recomendam verificar os seguintes itens: a) a relação ar/combustível; b) a quantidade de consumo com a produção de vapor; c) o tipo, a qualidade e a forma de utilização; d) a armazenagem; e) a umidade; f) a temperatura e a pressão de queima do combustível; g) a limpeza dos filtros de óleo; h) a tiragem e temperatura dos gases; i) o estado de limpeza interna; e j) a avaliação da recuperação de calor.

O oitavo módulo é referente aos fornos e estufas. Em relação a este equipamento, deve ser verificado se existe um processo eficiente de transferência e circulação de calor de modo a se minimizarem as perdas, como por exemplo as perdas pela energia absorvida pelas paredes, soleira e teto dos fornos, ou perdas por vazamentos na estrutura dos fornos ou devido aos gases de exaustão entre outros, segundo Marques, Haddad e Martins (2006, p.349).

Ainda podem ser incluídos como pontos relevantes na análise de perdas de energia em um processo de auditoria energética, a análise da qualidade da energia consumida, a

conservação e eficiência dos quadros de distribuição de energia e dos transformadores da companhia, entre outros fatores com moderada relevância.

### **3 – Método de Pesquisa**

O estudo se desenvolveu tendo início com a identificação dos modelos de Auditoria Energética usualmente aplicados em 13 instituições nacionais e internacionais, identificando e priorizando os módulos temáticos, com o auxílio do Diagrama de Pareto, com base no número de ocorrência destes nas auditorias energéticas estudadas, obtendo-se diretrizes de Auditoria Energética. Submeteu-se as diretrizes de auditoria energética proposta a especialistas para a validação das mesmas. A partir de então, foram aplicadas as referidas diretrizes em duas empresas, caracterizando-se, assim, o estudo de caso.

O estudo de caso foi realizado em duas empresas que com o intuito de preservar as identidades das empresas, solicitadas pelos entrevistados em função de sua concorrência, atribuiu-se às empresas as letras maiúsculas “A” e “B”. A auditoria energética na empresa A ocorreu entre os meses de maio e agosto de 2006. A outra empresa atua na fabricação de produtos de beleza, e está localizada no município do Rio de Janeiro (Empresa B). A auditoria energética na empresa B ocorreu entre os meses de maio de 2006 a março de 2007.

Conforme adaptado de Burgoa et al. (1988, p.10), a coleta dos dados segue levantamentos de campo, através de medições das grandezas elétricas, além de coleta de dados existentes em documentos das empresas. Em termos de equipamentos de medição, para medições em baixa tensão na saída do transformador de potência e nos alimentadores do banco de capacitores e das cargas, foram utilizados kits portáteis de medição de energia elétrica programáveis, com memória de massa, modelo CCK 4500, classe de precisão 0,5%, equipados com transformadores de corrente tipo alicate com relação de transformação de 1.000:1 A e classe de precisão 0,6%. Para a medição dos iluminamentos foi utilizado o Luxímetro modelo 3281 da Yokogawa e para as demais medidas foi utilizado o multímetro Minipa Analógico e Gubi Tech digital.

A seleção de instituições integrantes dessa investigação foi efetuada tendo como foco a preocupação de se incluir organizações de pesquisa brasileiras – Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco conforme Godoy (1999), FUPAI, INEE, PROCEL, USP e UFSC conforme Correa (1998); companhias brasileiras de energia elétrica, de grande porte, e



com excelência em gestão energética – CEMIG E COPEL; organizações ligadas à Portugal pela similaridade da cultura – Direção Geral de Energia e Instituto Superior Técnico de Lisboa; organizações ligadas à Austrália pelos aspectos concernentes a sua geografia, clima e atividade económica – Department of Industry, Tourism and Resources; organizações originadas dos Estados Unidos da América do Norte devido à sua importância económica e pela influência económica, financeira e cultural que este país exerce no Brasil – Department of Energy e Gard Analytics. Como pode ser observado no quadro 01.

Agências de Implementação de Políticas em Auditoria Energética	Módulos Temáticos														
	Análise da Conta de Energia	Análise do Comportamento de Cargas	Ar Condicionado	Ar Comprimido	Bombas	Caldeiras	Correção do Fator de Potência	Fornos e Estufas	Iluminação	Motores Elétricos	Perdas de Vapor em Tubulações e Válvulas	Qualidade da Energia	Quadros de Distribuição de	Refrigeração	Transformadores
Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	
Companhia Paranaense de Eletricidade - COPEL	X	X		X		X	X		X	X		X	X		X
Department of Industry, Tourism and Resources - Austrália		X	X	X	X				X					X	
Departamento of Energy - EUA		X													
Direção Geral de Energia - Portugal		X													
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco - POLI/UPE	X								X						X
Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria - FUPAI			X	X	X		X		X	X	X	X	X		X
Gard Analytics - EUA		X													
Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE		X	X		X				X						X
Instituto Superior Técnico - Portugal		X	X	X	X				X						X
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL	X		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X
Universidade de São Paulo - USP	X	X	X		X	X				X	X		X		X
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	X								X						

**Quadro 01** - Sumário dos tópicos dos modelos de auditoria energética

Percebe-se, após uma análise do quadro 01, que alguns módulos temáticos aparecem em mais de um modelo de auditoria, o que leva a acreditar que estes módulos são mais significativos que os demais, em nível de eficiência energética, o que será demonstrado a seguir.

Como resultado desta etapa, primeiramente, apresenta-se, na tabela 01, a lista de quinze módulos temáticos, que foram selecionados pelas treze diferentes diretrizes de auditoria energética, usualmente aplicadas.

**Tabela 01 - Resultado da priorização dos módulos temáticos**

<b>Tópico</b>	<b>Nº Ocorrências</b>
Análise do Comportamento de Cargas	9
Iluminação	9
Ar Condicionado	7
Análise da Conta de Energia	6
Ar Comprimido	6
Refrigeração	6
Bombas	5
Motores Elétricos	5
Caldeiras	4
Correção do Fator de Potência	4
Perdas de Vapor em Tubulações e Válvulas	4
Quadros de Distribuição de Circuitos	4
Transformadores	4
Qualidade da Energia	3
Fornos e Estufas	2

Com o objetivo de se adaptar os módulos temáticos à realidade das pequenas e médias empresas, racionalizou-se o número total de 15 módulos temáticos para 11, onde alguns dos módulos temáticos foram agrupados dentro do mesmo módulo, como pode ser observado na tabela 01. Como resultado desta etapa, apresenta-se, na tabela 02, a lista de onze módulos temáticos que foram selecionados pelos treze modelos de auditorias energéticas.

Na tabela 02 apresenta-se a lista do tópicos dos módulo temático agrupados. Os três primeiros módulos temático (Análise da Conta de Energia, Análise do Comportamento de Cargas e Correção do Fator de Potência) estão relacionados ao contrato de fornecimento de energia, e segundo alguns autores não se trata de eficiência energética, mas sim forma de contratação regido pela regulamentação ANEEL nº 456.

**Tabela 04 - Resumo dos tópicos dos modelos de auditorias energéticas**

<b>Nº</b>	<b>LISTA DOS TEMAS SELECIONADOS</b>	<b>Nº Ocorrências</b>
1	Análise da Conta de Energia+ Análise do Comportamento de Cargas + Correção do Fator de Potência	19
2	Ar Condicionado + Refrigeração	13
3	Iluminação	9

4	Perdas de Vapor em Tubulações e Válvulas + Caldeiras	8
5	Ar Comprimido	6
6	Motores Elétricos	5
7	Bombas	5
8	Quadros de Distribuição de Circuitos	4
9	Transformadores	4
10	Qualidade da Energia	3
11	Fornos e Estufas	2

O Diagrama de Pareto foi utilizado para priorizar os módulos temáticos, que a somatória dos percentuais totalizou 77%, representando, neste caso, 54,5% do número de módulos temáticos votados (06 módulos temáticos). Esta relação foi adotada com o objetivo de manter a riqueza das informações levantadas, em função da amplitude do tema. Segundo Juran, poucas causas levam à maioria das perdas, ou seja, “poucas são vitais, a maioria é trivial” Este critério de seleção foi definido buscando priorizar os módulos temáticos para o desdobramento na próxima etapa.

Para efeito deste trabalho, foram considerados os seguintes módulos temáticos: (i) Análise da Conta de Energia, Análise do Comportamento de Cargas, Correção do Fator de Potência; (ii) Ar Condicionado e Refrigeração; (iii) Iluminação; (iv) Perdas de Vapor em Tubulações e Válvulas e Caldeiras; (v) Ar Comprimido; e (vi) Motores elétricos.

## 4 – Resultados

Para a empresa A, em vista dos módulos incluídos passamos a investigar os resultados da auditoria na Empresa A, com foco na análise conceitual e avaliação financeira do valor a ser economizado pela empresa, no que tange aos custos relacionados com o consumo de energia elétrica.

No primeiro módulo relacionado com a análise da carga verificou-se que, em todos os últimos cinco meses, a demanda foi ultrapassada, o que indica que um novo patamar de demanda está sendo praticado. Portanto, foi solicitada a alteração da demanda contratada – tarifa convencional de 150 kW para 175 kW. A alteração de contrato foi imediata e refletida na fatura da conta de energia elétrica de maio de 2006, em que a demanda medida atingiu 163,8 kW.

Além da correção imediata da conta de energia elétrica, a fim de se eliminar a multa paga por excesso de demanda, avaliou-se, também, a necessidade de adequação de contrato de compra de energia. O consumo médio mensal entre Fevereiro de 2005 e Maio de 2006 foi de 43.968 KWh.

Adicionalmente, para que se evite que a nova demanda contratada (175 kW) seja ultrapassada em valores superiores à tolerância de 10%, o que acarretaria uma penalidade da ordem de três vezes o valor da tarifa normal de demanda, recomendou-se a instalação de um “gerenciador de demanda”. Contudo, estes gerenciadores somente se torna eficaz quando associam-se a ele cargas que possam ser desligadas segundo um critério previamente estabelecido, que considera, predominantemente, as particularidades / conveniências de cada planta. Em uma análise das cargas da planta industrial da empresa A, a primeira carga, que se sugeriu desligar, tinha um motor de 50 CV (37,3 kW), que representava 21% da demanda recontratada. A segunda opção era um motor de 40 CV (29,84 kW) e um compressor com motor de 30 CV (22,38 kW), cujo somatório representa 47% da demanda recontratada.

Quanto ao comportamento da carga, constatou-se que a tarifa do consumo no horário de ponta é 7,9 vezes mais cara que a de fora de ponta. Portanto, após a medição realizada no período de 23/03/2006 a 11/04/2006, registrou-se uma demanda máxima para o horário de ponta de 164,22 kW, que representa um consumo mensal de 10.839 kWh (164,22 kW x 22 dias x 3h), a um custo de R\$ 16.191,67 (10.839 kWh x R\$ 1,4939/kWh).

Para situações como esta, demonstra-se que a geração diesel-elétrica é mais barata se comparada à despesa com o consumo de energia elétrica, no horário de ponta, junto à concessionária de energia.

O custo da energia elétrica, no horário de ponta, adquirida a partir da concessionária é de R\$ 194.418,30 por ano (164,32 kW x 66 h (horário de ponta) x R\$ 1,4939 / kWh x 12 meses). Por outro lado o custo da energia elétrica adquirida, a partir da geração diesel elétrica, será de R\$ 80.784,00 por ano ((66 h / mês) x (R\$ 2,00 / litro) x (51 litros / hora) x (12 meses / ano) . Incluindo-se ainda o custo com manutenção de R\$ 4.800 por ano (aproximadamente 6% do custo de operação estimado com base nos dados do fabricante do gerador); a economia anual real proporcionada pelo uso do gerador a diesel, somente no horário de ponta, é de R\$ 108.834,30 por ano (R\$ 194.418,30 – R\$ 80.784,00 – R\$ 4.800,00).

No que diz respeito a correção do fator de potência verificou-se que o banco de correção automática de correção de fator de potência que a empresa possui realiza chaveamentos muito constantes devido as condições de carga existentes. Esta degeneração,

que pode variar até 1,5% a 5% ao ano, dependendo da qualidade dos dielétricos e dos cuidados de fabricação, é natural em capacitores, sendo incrementada pela exposição dos mesmos a sobre-tensões de chaveamento. Assim, quanto maior a frequência de chaveamento, menor a vida útil dos capacitores. Por este motivo, é recomendável a utilização de controladores que operem por valores médios trifásicos, os quais operam com frequência muito menor do que o modelo atualmente em uso.

Em relação aos aparelhos de ar condicionado e refrigeração pode-se mencionar que a empresa A possui, em suas instalações, aparelhos split com diversas capacidades, não possuindo nenhum aparelho tipo janela. O projeto de implantação da unidade fabril já colocou em prática a recomendação de substituir os aparelhos de janela pelos split, tendo em vista a redução do consumo de energia, menor ruído no ambiente de trabalho e melhor acesso para a manutenção de compressores e condensadores – parte externa

Quanto ao ar comprimido verificou-se que este continha várias impurezas, invisíveis a olho nu. Entre elas, puderam-se destacar duas principais: vapor de água (umidade) e particulados (poeiras). Após a compressão, pode ocorrer a contaminação do ar com o óleo lubrificante do compressor, e, devido ao processo de compressão, a temperatura do ar se eleva consideravelmente dentro do compressor.

Considerando a redução da pressão média de trabalho em 20 psi (1,36 kgf / cm<sup>2</sup>) entre o início da carga e o alívio da carga, e uma conseqüente redução de, aproximadamente, 10% do consumo de energia, admitindo-se um fator de carga de 80%, para o regime de operação do compressor (potência de 18 kWh, advindo do cálculo de 80% de 30 CV), tem-se uma economia de 1,8 kW que perfaz um custo de R\$ 0,51/h (1,8 kW x 0,28158 R\$ / kWh). Admitindo um regime de 8,88 horas diárias, 22 dias por mês e 12 meses por ano, tem-se uma economia anual de R\$ 1.195,60.

Quanto a perda de energia devido aos vazamentos na linha de produção, considerando que a média de tempo gasto para elevação da carga foi de 16,33 s e o tempo gasto para queda da carga foi de 1 min 29 s, obtivemos uma taxa de vazamento de 15,5%. Tendo-se uma potência de 22,22 kW e admitindo-se uma jornada de 8,88 h (entre 7:30 h e 17:23 h) a perda estimada de energia foi de 30,58 kWh/dia (22,22 kW x 8,88 h x 15,5 / 100). Admitindo-se uma tarifa média para o fornecimento de energia elétrica (R\$0,28158 / kWh), e um período de funcionamento de 22 dias por mês e 12 meses por ano, obteve-se um total de R\$ 2.273,04 / ano (30,58 kWh / dia x R\$0,28158 / kWh x 22 dias/mês x 12 meses / ano).

Por último, em relação ainda a esse módulo, no que se refere as perdas por acréscimo de temperatura, esse total representou um total de 843,96 kWh / ano (correspondente a uma diferença de 8° C entre a temperatura interna da sala dos compressores e a temperatura externa, com um potencial de perda estimado de 2% de energia em um compressor de 18 kWh e um fator de carga de 80%), o que para uma tarifa de R\$ 0,28158 / kWh deu origem a um total de R\$ 237,64 / ano.

A respeito do módulo de força motriz somente se mostrou adequada a recomendação da substituição dos motores atuais, por outros de alto rendimento quando de sua substituição.

Em relação a luminosidade percebeu-se uma grande oportunidade de economia na substituição de algumas das atuais lâmpadas por outras, com um fluxo luminoso maior, como também torna-se necessária a adequação do nível de iluminação em alguns setores de escritórios (fabricação de coroa; PCP; projetos; gerência de produção; Sala Ander; área comercial; informática; RH; hall 2º andar e Comercial A e B), segundo o que estabelece a ABNT.

A economia obtida com a adequação dos índices de iluminância e substituição das lâmpadas, com o objetivo de redução de energia, redundou em uma economia de 31.925,74 kWh / ano. Admitindo uma tarifa média para o fornecimento de energia elétrica de R\$ 0,28158 / kWh, obteve-se uma economia de R\$ 8.989,65/ano (31.925,74 kWh / ano x R\$ 0,28158 / kWh).

Na empresa B a auditoria se realizou entre Maio de 2006 e Março de 2007. Quanto aos módulos, passamos a apresentar a seguir as considerações levantadas na referida organização.

No tocante a análise da conta de energia, após a implementação de algumas ações de eficiência energética na planta da empresa B, bem como a desativação de uma linha de fabricação, constatou-se que o contrato de compra de energia elétrica, com a concessionária de energia local, já não era o mais adequado para a empresa.

Como se pode observar na Tabela 5, nos meses de setembro/2005 a fevereiro/2006, a demanda média, no horário de ponta e no horário fora de ponta, foi de 866 kW. No período de dezembro/2005 a maio/2006, onde o volume de produção praticado foi o que melhor se assemelha aos prováveis cenários futuros, as médias de demandas medidas nos horários de ponta e fora de ponta passaram, respectivamente, para 785kW e 790 kW.

Portanto, solicitou-se a alteração da demanda contratada – Horossazonal Azul de 1000 kW (ponta e na fora de ponta) para 800 kW. A alteração de contrato foi concedida em duas partes: a primeira, foi procedida imediatamente, entrando em vigor já na conta do mês de

junho 2006, representando uma redução de 63 kW na demanda (ponta e na fora de ponta); e o restante, 137 kW, refletido na conta do mês de setembro/2006, totalizando, assim, a redução de 200 kW nas demandas (ponta e na fora de ponta).

A análise do histórico de demandas foi feita por meio da leitura das contas de energia elétrica referentes ao período compreendido entre o mês de janeiro de 2005 e dezembro de 2006.

Com base nas modalidades tarifárias existentes, recomenda-se que a empresa B solicite à concessionária a mudança de sua atual classificação Horossazonal Azul para Horossazonal Verde, com uma demanda de 850 kW.

Adicionalmente, para que se evite que a nova demanda contratada (850 kW) seja ultrapassada em valores superiores à tolerância de 10%, o que acarretaria uma penalidade da ordem de três vezes o valor da tarifa normal de demanda, recomenda-se, fortemente, a instalação /operação do “gerenciador de demanda”.

Em relação ao comportamento da carga, observou-se que a tarifa do consumo ativo de ponta era de R\$ 0,36088993 / kWh (janeiro de 2007), enquanto a de fora de ponta era de R\$ 0,22355972 / kWh no mesmo período, ou seja, a tarifa do consumo no horário de ponta é 1,6 vezes mais cara que a de fora de ponta.

Raciocinando da mesma forma para a tarifa de demanda, se verificou que a demanda na ponta é 3,36 vezes mais cara que a tarifa de demanda no fora de ponta (R\$ 61,71 / kW e R\$ 18,34/kW - tarifa de demanda na ponta e fora de ponta, respectivamente), considerando o contrato Horossazonal Azul. Quando se analisam as tarifas para o contrato Horossazonal Verde, percebe-se que a tarifa de consumo no horário de ponta é 6 vezes mais cara que o horário fora de ponta.

Sendo assim, o consumo no ativo de ponta pode ser eliminado através da geração diesel-elétrica, que é mais barata, se comparada à despesa com o consumo de energia elétrica no horário de ponta, junto à concessionária de energia. O custo da energia elétrica no horário de ponta, considerando a mudança de contrato para Horossazonal Verde, adquirida a partir da concessionária era de R\$ 742.119,43 por ano (513.019 kWh (horário de ponta) x R\$ 1,446572991 / kWh).

Por outro lado, o custo da energia elétrica adquirida, a partir da geração diesel elétrica, seria de R\$ 268.012,80 por ano ((66 h / mês) x (R\$ 1,80 / litro) x (188 litros / hora) x (12 meses/ano)). Se a este total somássemos o custo com manutenção de R\$ 16.080,77 por ano, estimado como um percentual de 6% sobre o custo de operação, conforme informado pelo

fabricante. Assim, a economia anual real proporcionada pelo uso do gerador a diesel, somente no horário de ponta seria de R\$ 458.025,86 /ano (R\$ 742.119,43 – R\$ 268.012,80 – R\$ 16.080,77).

Quanto ao fator de potência, verificamos, com base no estudo da conta de energia da Empresa B, no período de janeiro de 2005 a janeiro de 2007, que a empresa dispendeu um total de R\$ 37.725,45 por multas devido ao baixo fator de potência, em razão do seu consumo reativo. É indicado, para empresas com essa característica, que o sistema a carga seja balanceado com um consumo indutivo de modo que a empresa corrija adequadamente seu fator de potência e pagar menos pelo consumo de energia.

Com relação aos aparelhos de ar condicionado, verificou-se que dos 100 aparelhos, 70 são de janela e 30 são splits. A empresa poderia conseguir uma redução no consumo ao trocar os aparelhos de janela por splits, diminuir o ruído e melhorar o acesso para manutenção dos mesmos. A redução estimada da demanda seria, conforme dados dos fabricantes de 16.237 W (104.192 W atuais e 87.955 W futuros). O custo seria reduzido em R\$ 3.573,44 por ano (16.237 W x R\$ 18,34 / kW x 12 meses). Para tais cálculos estimou-se que os equipamentos que operam 10 horas por dia teriam tarifa fora de ponta; que os aparelhos que operam 24 horas por dia teriam tarifa fora de ponta em 90% do tempo e tarifa de ponta em 10% do tempo; e para os cálculos relativos à redução da demanda contratada, foi utilizado o valor da demanda referente ao horário fora de ponta – mais conservador – e um fator de carga de 70%, ou seja, admite-se que, durante o período de funcionamento, os compressores operam apenas 70% do tempo. A substituição pode se dar por ocasião de necessidade de reparos nos aparelhos de janela já instalados, reduzindo, assim, o investimento líquido do eventual custo do reparo do aparelho de janela.

No que se refere a geração de vapor verificou-se que deveria haver um isolamento das linhas de distribuição e de retorno; recuperar o calor perdido nas descargas de fundo (purgas, blow-down), como por exemplo, aquecer a água para banho dos vestiários feminino e masculino; instalar isolamentos removíveis para válvulas e conexões, e analisar o efeito da mudança / redução da atual pressão de operação da caldeira.

A análise do relatório de auditoria do sistema de geração de vapor apresenta algumas ações (descarga de fundo de caldeira e conserto de purgadores que vazam) e os respectivos benefícios econômicos envolvidos – R\$ 39.641,12 e R\$ 6.925,01, respectivamente.

Quanto a perda de energia no sistema de ar comprimido do compressor marca Atlas Copco modelo GA160 – 150 CV, devido aos vazamentos na linha de produção, considerando



que a média de tempo gasto para elevação da carga foi de 32,67 s e o tempo gasto para queda da carga foi de 46,67 s, obtivemos uma taxa de vazamento de 41,18%. Tendo-se uma potência de 150 kW e admitindo-se uma jornada diária de 1440 minutos (24 horas por dia nos 7 dias da semana) a perda estimada de energia foi de 1482,48 kWh / dia, considerando as tarifas por horários de ponta e fora de ponta. O custo total estimado da perda era de R\$ 122.801,32 calculado com base nos custos de R\$ 0,36310085 / kWh para o horário de ponta e R\$ 0,22492931 / kWh para o horário fora de ponta.

Em relação aos motores, a empresa B possui, em seu parque fabril, um grande número deles, de diversos tamanhos/potência. Segundo dados dos fornecedores, estimou-se que a economia gerada pela substituição dos motores ficaria por volta de R\$ 6.193,72 anuais, com um período de recuperação do investimento (payback) de 5,7 anos. Pode-se concluir que a simples substituição dos motores não é interessante, devendo os mesmos sofrer a substituição, quando apresentarem defeito. Em resumo, a Tabela 1 apresenta os principais resultados obtidos das Empresas A e B.

Tabela 1 – Resumo dos resultados obtidos pelas empresas A e B

Obs: As legendas SB e NA significam, respectivamente sem benefício e não aplicável.

Módulos Auditados	Economia Anual (R\$)		Investimento (R\$)	
	Empresa A	Empresa B	Empresa A	Empresa B
Análise da Conta de Energia Elétrica	5.936,28	52.899,11	0,00	200,00
Análise do Comportamentos de Cargas	108.834,30	458.106,63	145.180,00	3.886,00
Correção do Fator de Potência	SB	19.805,94	-	66.385,50
Ar condicionado e Refrigeração	SB	19.998,00	-	93.048,00
Ar Comprimido	3.461,70	107.891,00	0,00	10.000,00
Motores Elétricos	SB	SB	-	-
Iluminação	9.923,88	SB	11.400,00	-
Geração de Vapor	NA	86.927,75	-	48.894,44
<b>Total do Benefício Obtido</b>	<b>128.156,16</b>	<b>745.628,43</b>	<b>156.580,00</b>	<b>222.413,94</b>

A Tabela 1 evidenciou que, considerando o total dos investimentos e o total das economias obtidas, o período de recuperação do investimento – pay back – é bastante razoável, com 1,22 anos e 0,33 anos, respectivamente, para as Empresas A e B.

Considerando o valor do dinheiro no tempo, o VPL, em 10 anos, de um fluxo de benefícios de R\$ 128.156,16 anuais para a empresa A, caso descontássemos o fluxo a uma taxa de atratividade de 20% ao ano (considerando que a taxa de juros básica da economia é de

10,75 % a.a. e 9,25% a.a. seriam o retorno sujeito ao risco que a empresa ofereceria aos seus investidores), isto resultaria em R\$ 537.291,00 que subtraídos do investimento de R\$ 156.580,00, representaria um acréscimo de valor na empresa de R\$ 380.711,00. A Taxa Interna de retorno para a empresa A seria de 81,64% a.a..

Para a empresa B, o VPL, em 10 anos, de um fluxo de benefícios de R\$ 287.521,80 anuais (desconsiderando o valor do benefício advindo da análise do comportamento da carga), caso descontássemos o fluxo a uma taxa de atratividade de 20% ao ano, isto resultaria em R\$ 1.205.427,20 que subtraídos do investimento de R\$ 222.413,94, representaria um acréscimo de valor na empresa de R\$ 1.427.841,06. A Taxa Interna de retorno para a empresa A seria de 129,24% a.a..

## **5 – Conclusões e Sugestões de Novas Pesquisas**

O segmento de conservação de energia vem se expandindo consideravelmente, proporcionando, a um grande número de empresas e pessoas, métodos eficazes e seguros de eficiência energética, oferecendo redução de desperdícios de energia elétrica e de custos associados.

Cabe destacar a profusão de métodos de auditoria energética e a ausência de consenso na literatura, no sentido de destacar um tipo de método mais utilizado para os diversos segmentos industriais existentes.

Pode-se notar que alguns dos métodos de auditoria energética, citados no referencial teórico, possuem clara relação com as atividades industriais estudadas. Por meio do material desenvolvido, é possível afirmar que cada método pode ser aplicado de acordo com o caso que se deseja mensurar.

Pode-se afirmar que o objetivo geral foi atendido, dentro dos limites do trabalho, pois a avaliação dos módulos temáticos escolhidos identificou redução de desperdícios de energia elétrica e de custos associados.

Dentre as medidas sugeridas, naturalmente que aquelas que não produzam custo ou aquelas menos onerosas são na prática, priorizadas, ou seja, aquelas que tragam maior custo/benefício, daí a importância de se levantar este índice.

Percebeu-se que o tema eficiência energética é relegado a segundo plano nas empresas, onde não existe um gestor para este tema; a avaliação é sempre feita através da contabilidade da empresa, que compara o dispêndio do mês com o mês anterior.

A falta de planejamento aos investimentos na planta, associada à falta de conhecimento sobre eficiência energética, tem provocado problemas de desperdícios, alguns, notadamente o valor da economia na análise da carga da Empresa B, de elevada relevância.

A possibilidade de disponibilização de de aproximadamente 10% de potência ativa para a mesma potência aparente, só no caso do ar comprimido no estudo de caso A, abre um precedente por este caso ser multiplicador de ganhos significativos para as demais empresas que utilizam sistemas de ar comprimido, pois só depende da eliminação de vazamentos, estudo para redução de pressão de trabalho e melhorias no sistema de ventilação da sala dos compressores.

Com relação ao ganho de aproximadamente 24% do sistema de iluminação, sua implementação se dá, na prática, mais a médio prazo, pois neste caso as empresas preferem aguardar a perda da vida útil das lâmpadas para permitir a substituição, evitando-se, assim, perda de lâmpadas ainda utilizáveis.

No entanto, no caso da iluminação, existem ainda ganhos agregados como menores necessidades de trocas pela maior vida útil das novas gerações de lâmpadas, o que diminui os custos tanto de material quanto da mão de obra para a troca.

Tecnologias mais eficientes são normalmente mais dispendiosas em termos de investimento inicial, embora os custos totais, ao longo da vida dos equipamentos, sejam menores, em virtude da redução dos custos de funcionamento. Contudo, a escassez de capital para realizar os investimentos; as eventuais limitações no acesso a crédito, em condições tão vantajosas como as obtidas pelas grandes empresas; a ausência de incentivos para os agentes envolvidos na seleção dos equipamentos e na gestão de energia das instalações, são os principais fatores que tem provocado um retardamento na atualização do parque fabril nacional.

Destacam-se, em vista dessas ponderações, como principais barreiras que dificultam a penetração dos conceitos da eficiência energética, encontradas nos estudos de caso, objeto deste trabalho, as seguintes: a) carência na divulgação da regulação de eficiência energética; b) falta de demanda por eficiência energética; c) pequena pressão e conscientização pública; d) dificuldades de informação, capacitação e acesso a técnicos e treinamento para a melhoria

da eficiência energética; e) indevida atenção pelos níveis gerenciais e decisórios das empresas, entre outros.

Por último, como sugestões para evolução deste tema, no que diz respeito às ferramentas para melhoria da qualidade do programa, recomenda-se: (a) utilização de sistema de gerenciamento de energia nas empresas, a fim de suportar decisões gerenciais no tocante a contrato de energia, seleção de cargas, correção de fator de potência, dentre outros; (b) atualização dos softwares existentes para contemplar a evolução nas auditorias em seus amplos aspectos.

Algumas recomendações, para evolução deste tema, no que diz respeito à implementação do programa nas empresas: (a) evolução dos programas de benchmarking, para comprometimento e maior participação e motivação de todos os envolvidos no sistema; (b) implementação de planos de capacitação e treinamento pelas áreas de gestão dos recursos humanos; (c) adoção de uma rotina de avaliação e acompanhamento dos resultados, com o objetivo da melhoria contínua, assegurando a evolução do programa.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução N.0 456..** Brasília – DF: Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf> . Acesso em: 08 dez.2008.

ALVAREZ, A. L. M. **Diagnóstico Energético: oportunidade de redução de custos e maior eficiência energética.** Apostila do curso de diagnóstico energético. São Paulo: GEPEA-USP, 1999.

BURGOA, J. A. et al. **Metodologia para elaboração de diagnósticos energéticos: diagnóstico do potencial para auditoria de energia.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 10., 1988, Belo Horizonte. Anais... Rio de Janeiro, 1988.

CAMARGO, C. C. de B. **Gerenciamento pelo lado da demanda: metodologia para identificação de potencial de conservação de energia elétrica de consumidores residenciais.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção do Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 197 p., 1996.

CAMPOS, L. M. de S.; LERÍPIO, A. de A. **Auditoria Ambiental. Uma Ferramenta de Gestão.** São Paulo: Atlas, 2009.

DETR . **A Better Quality of Life - Strategy for Sustainable Development for the UK,** London, HMSO, 1999.

CORNELL, T. L. et al. **Audit Methodology**. Illinois: Gard Analytics Incorporated Company, 2002.

CORREA, A. M. G. **Conservação de energia em campi universitários**: estudo de caso no Departamento de Engenharia Química da UFSC. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção do Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 156 p., 1998.

CROOK, D.; GRINBERG, H. **Measures for improving energy efficiency in Commonwealth operations**. Canberra: ISR, 2000.

EISENBEISS, G. **Energieforschung und Technik**: rationelle Energieverwendung und erneuerbare Energiequellen. Bonn: Druckerei Heinz Neubert GmbH, 1985.

ELETOBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras. **Resultados do Procel 2007**. Rio de Janeiro, 194 p., 2008. Disponível em <http://www.eletobras.gov.br/elb/procel/main.asp?ViewID={974CF275-82FE-4483-551-855F9A98A370}>>. Acesso em 18/01/2010.

FRANÇA, S. L. B.; QUELHAS, O. L. G.; TOZE, M. A. **A Promoção da Saúde e Segurança do Trabalho na Indústria da Construção Civil**: Produção Mais Limpa. Disponível em : <https://www.cramif.fr/pdf/th4/Salvador/posters/bresil/franca.pdf>. Acesso em: 30set.2009.

FRIEDMAN, G. H. **Audit report DOE/IG-0477**: the U.S. Department of Energy's audit follow-up process. Washington, DC: DOE, 1999.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, A. V et al. **Diagnóstico energético: a experiência da escola politécnica de Pernambuco**. Relatório da Universidade de Pernambuco. Recife, 1999.

MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. (Coordenadores). **Conservação de energia**: eficiência energética de equipamentos e instalações. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

KENNEY, W.F. **Energy conservation in process industries**. Orlando: Academic Press, 1984.

MENKES, M. **Eficiência Energética, Políticas Públicas e Sustentabilidade**. Tese de doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável., 2004.

OLIVEIRA, A. C. C.; SÁ Jr., J. C. de. **Uso eficiente da energia elétrica**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 113p., 1998.

PHILIPPI, D. A. **O Desenvolvimento Sustentável e as Implicações da Produção mais Limpa sobre o Planejamento da Produção**: Estudo de caso em uma empresa do setor metal-mecânico. Dissertação relativa ao Mestrado em Administração com Ênfase em Gestão da Informação, da Inovação e da Produção do Curso de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINTO Jr., Helder Queiroz (organizador); Almeida, Edmar Fagundes de; Bomtempo, José Vitor; Iooty, Mariana; Bicalho, Ronaldo Goulart. . Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro, 343 p., 2007.

RORIZ, L. **Auditorias energéticas**. Lisboa: Instituto Superior Técnico. Disponível, em 08.10.2008, no link: [http://alfa.ist.utl.pt/~lrORIZ/prodenerg/auditorias\\_energ1.htm](http://alfa.ist.utl.pt/~lrORIZ/prodenerg/auditorias_energ1.htm), 2002.

SANTOS, M.A. dos. **Qualidade de Sementes de Trigo Secas sob Utilização de Energia Elétrica e Associada a Gás Liquefeito de Petróleo.** Dissertação relativa ao Mestrado em Engenharia Agrícola do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2007.

STAKE R.E. In **Handbook of Qualitative Research**, edited by Denzin N.K. & Lincoln Y.S. (1994), Sage London, 1994.

SEBRAE. **Boletim Estatístico da Micro e Pequena Empresa.** Disponível em [http://www.dce.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/03DE0485DB219CDE0325701B004CBD01/\\$File/NT000A8E66.pdf](http://www.dce.sebrae.com.br/bte/bte.nsf/03DE0485DB219CDE0325701B004CBD01/$File/NT000A8E66.pdf) Acesso em 18/06/2006.

\_\_\_\_\_. **Fatores Condicionantes e Taxas de Sobrevivência e Mortalidade das Micro e Pequenas Empresas no Brasil – 2003 a 2005.** Brasília, 2007. Disponível em [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/8F5BDE79736CB99483257447006CBAD3/\\$File/NT00037936.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/8F5BDE79736CB99483257447006CBAD3/$File/NT00037936.pdf). Acesso em 21/04/2011 as 19:55.

SUSEMICHEL, A. H. A systematic approach to organizing na energy audit. In: **Energy auditing and conservation**, Hemisphere Publishing, Washington, 1980.

WEG. **Plano de Substituição de Motores:** ficha técnica, WEG Motores. Disponível em <http://www.weg.net/files/products/WEG-programa-de-substituicao-de-motores-040-catalo-goportugues-br.pdf>. Acesso em 26/10/2006, produzido em 2004.