

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FERNANDO MITIO YAMADA

GESTÃO SUSTENTÁVEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

FLORIANÓPOLIS

2007

FERNANDO MITIO YAMADA

GESTÃO SUSTENTÁVEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Estágio apresentado à disciplina Estágio Supervisionado – CAD 5236 como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina, área de concentração em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Pedro Carlos Schenini

FLORIANÓPOLIS

2007

FERNANDO MITIO YAMADA

GESTÃO SUSTENTÁVEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

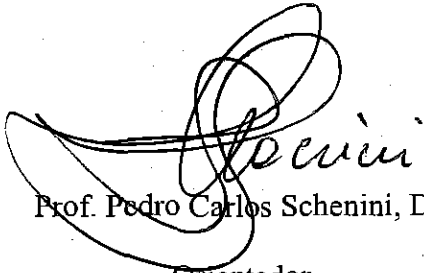
Este Trabalho de Conclusão de Estágio foi julgado adequado e aprovado em sua forma final pela Coordenadoria de Estágios do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina, em ___ de _____ de 2007.



Prof. Rudimar Antônio da Rocha, Dr.

Coordenador de Estágios

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:




Prof. Pedro Carlos Schenini, Dr.

Orientador

Prof. Rolf Hermann Erdmann, Dr.

Membro



Prof. Andressa Sasaki Vasques Pacheco, Mestre

Membro

À todos aqueles que se esforçam para que seus filhos e os filhos destes possam andar descalços e sem camisa, sem pisar em lixo ou num chão de concreto, sem que o sol escaldante os queimem ou os ceguem.

Agradeço à Yumi, por ser a principal motivadora e incentivadora deste trabalho.

Ao Kris e à Ju, pela companhia durante esse longo e tortuoso caminho.

“Todo mamífero neste planeta instintivamente desenvolve um equilíbrio natural com o ambiente que os cerca, mas vocês humanos não. Vocês se deslocam para uma região e se multiplicam até que todos os recursos naturais sejam consumidos e a única saída para a sobrevivência é se mover para outra região. Existe um outro organismo que segue o mesmo padrão. [...] Um vírus. Seres humanos são uma doença, o câncer desse planeta.”

Agente Smith (1999)

RESUMO

YAMADA, Fernando Mitio. **GESTÃO SUSTENTÁVEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**. 2007. Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação em Administração). Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

O presente trabalho teve como objetivo efetuar estudos para conhecer as formas de melhor gestão do consumo de energia de computadores, dos gastos financeiros relacionados e das medidas para redução de dispêndios. Para o cumprimento deste, foi realizado um estudo de caso, de caráter experimental. Foram realizadas medições de consumo de energia de diferentes equipamentos de informática, calculado seu custo e realizadas simulações de medidas de economia de energia. Utilizando-se técnicas simples pode-se chegar a uma economia de cerca de 30% nos custos de energia associados a equipamentos de informática. Também foram propostas medidas que podem diminuir os gastos com energia elétrica. O estudo demonstrou a importância de se considerar o fator ambiental na área de tecnologia da informação. O uso de equipamentos de informática pode ter impacto significativo no meio ambiente, devido ao consumo de energia que leva a uma maior exigência de recursos naturais para sua geração. A adoção de práticas voltadas a um melhor desempenho ambiental pode se tornar vantagem competitiva frente a concorrentes, em um cenário que demanda maior responsabilidade ambiental e social.

Palavras chave: Desenvolvimento sustentável. Tecnologia da informação. Energia.

ABSTRACT

YAMADA, Fernando Mitio. SUSTAINABILITY MANAGEMENT IN INFORMATION TECHNOLOGY. 2007. Stage conclusion paper (Graduation in business administration). Department of business administration, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

The present work had as its main goal to run studies to discover manners of managing computer energy consumption, its related costs and its countermeasures. For the accomplishment, a case study was realized, with experimental character. Power measurings were run on different computer parts, its related costs were calculated and simulations of energy saving were run. Using simple techniques, about 30% can be saved on computer energy costs. It were also made proposals on practices for energy saving. The study showed the importance of taking into account the environmental factor in information technology issues. The use of computers may have a significant impact on the environment, due to energy consumption, which may lead to a greater use of natural resources in its generation. The adoption of practices seeking for a better environmental performance may become a competitive advantage over competitors, in a scenario which demands greater social and environmental responsibilities.

Keywords: Sustainability. Information Technology. Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de ligação para medição de consumo de energia.....	42
Figura 2: Gráfico das medidas de redução de energia.....	50
Figura 3: Simulação de cenários de gastos.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição dos computadores.....	46
Quadro 2: Descrição dos monitores.....	47
Quadro 3: Consumo.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custo da energia utilizada.....	49
Tabela 2: Custos da energia utilizada como custos de adequação.....	51
Tabela 3: Resultados das medidas de redução de energia.....	53

LISTA DE SIGLAS

ACV - Análise do Ciclo de Vida

CD - Compact Disc

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CRT – Cathode Ray Tube

DVD - Digital Versatile Disc

EIA - Energy Information Administration

EPA - Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental)

EUA - Estados Unidos da América

GHz - Giga Hertz

kWh - kiloWatt-hora

LCD - Liquid Crystal Display

MHz - Mega Hertz

MW - Mega Watt

P & D – Pesquisa e Desenvolvimento

TCO - Total Cost of Ownership (Custo Total de Propriedade)

TI - Tecnologia da Informação

UNCTAD/ISAR - United Nations Conference on Trade and Development/Initiative for Social Action Renewal (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento/Iniciativa pela Renovação da Ação Social)

W - Watt

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE SIGLAS	12
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização do tema e problema de pesquisa.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Estrutura do trabalho.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Desenvolvimento Sustentável.....	18
2.2 Responsabilidade social.....	19
2.3 Aspectos Econômico-financeiros.....	21
2.4 Gestão de custos sócio-ambientais.....	22
2.5 Custos da qualidade ambiental.....	22
2.5.1 Custos de adequação através da prevenção.....	23
2.5.2 Custos de adequação através do controle.....	24
2.5.3 Custo de adequação através da correção.....	24
2.5.4 Custos das falhas de adequação.....	24
2.6 Marketing verde.....	25
2.7 Estratégia.....	26
2.8 Tecnologias limpas.....	27
2.9 Normas Ambientais.....	28
2.9.1 Objetivos básicos dos sistemas de gestão ambiental empresarial.....	29
2.9.2 Futuras normas.....	30
2.10 Desenvolvimento tecnológico.....	30
2.11 Consumo de energia.....	32
2.12 Geração de energia.....	34
2.13 Destinação do lixo eletrônico.....	35
2.14 Indicadores ambientais.....	36
3 METODOLOGIA	38
3.1 Experimento.....	38

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1 Descrição da organização.....	41
4.2 Levantamento de práticas de economia de energia.....	41
4.3 Consumo dos equipamentos.....	42
4.4 Custo da energia utilizada.....	44
4.5 Custos da energia utilizada como custos de adequação.....	46
4.6 Simulação de cenários.....	50
4.7 Propostas para maior economia de energia.....	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	60

1 INTRODUÇÃO

O computador está se tornando um equipamento indispensável tanto em lares quanto em organizações de trabalho; especialmente nestas últimas. São oferecidos computadores cada vez mais poderosos, em termos de capacidade de processamento de dados, a preços cada vez mais baixos. Mais e mais sistemas estão sendo transformados para meio digital, tornando os computadores ferramentas essenciais em ambientes de trabalho. Imensas quantidades de dados são armazenados em estruturas que podem abrigar diversos computadores, em ambientes com acesso físico restrito e temperatura controlada. Porém, quando se fala em adquirir um computador, seja para casa ou para o trabalho, pouca atenção é dada ao seu consumo de energia. Inclusive, tal informação poucas vezes é divulgada pelo fabricante dos equipamentos.

O poder de processamento vem acompanhado de um grande inimigo: o consumo de energia. Computadores mais velozes exigem mais energia elétrica para funcionar e, conseqüentemente, produzem mais calor, que por sua vez pode exigir mais energia em sua refrigeração. Em ambientes corporativos, onde concentra-se um grande número de computadores ligados durante consideráveis períodos de tempo, o consumo de energia pode atingir níveis vertiginosos. A geração da energia necessária fatalmente terá um impacto no meio ambiente.

Este trabalho visou analisar o impacto ambiental dos sistemas de informação utilizados em ambientes corporativos. Como a quantificação dos danos causados pelo consumo de energia é de difícil mensuração, foi realizado um cálculo de custos de forma a traçar-se um paralelo de quanto pode-se economizar em termos financeiros e, indiretamente, do meio ambiente. Utilizou-se indicadores ambientais para auxiliar a quantificar o impacto ambiental. Também serão propostas medidas para reduzir o consumo de energia elétrica por parte dos sistemas computacionais.

1.1 Contextualização do tema e problema de pesquisa

Computadores são equipamentos cada vez mais difundidos. A tendência é migrar antigos sistemas para meio digital, exemplos são a declaração de imposto de renda, emissão de notas fiscais eletrônicas, votação eletrônica, *internet banking*, sistemas de matrícula em

universidades, compras pela internet. Para acesso a tais serviços é necessário um computador.

Poder-se-ia dizer que existem infinitos tipos de computadores diferentes, dada a quantidade de modelos de peças diferentes e suas combinações entre si. Por isso é difícil precisar exatamente quanta energia elétrica consome um computador, ao contrário de uma televisão ou uma geladeira.

O consumo de energia elétrica está ligado diretamente ao meio ambiente, embora nem sempre visível. Em alguns países é mais fácil perceber, na forma de emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono, devido à forma de geração da energia (termelétricas, term nucleares). Em países onde a geração é hidrelétrica, o impacto ambiental pode vir na forma de maiores áreas alagadas, destruindo fauna e flora locais, bem como as sociedades que ali habitavam.

Dentro desse contexto, define-se o seguinte problema de pesquisa: **qual o impacto ambiental que pode ser causado pelo consumo de energia proveniente de computadores?**

1.2 Objetivos

O objetivo do trabalho foi efetuar estudos para conhecer as formas de melhor gestão do consumo de energia de computadores, dos gastos financeiros relacionados e das medidas para redução de dispêndios.

Como objetivos específicos, para atingimento do objetivo principal, tiveram-se os seguintes:

- a) Identificar e caracterizar práticas de economia de energia relacionadas a computadores na organização estudada;
- b) Medir o consumo de energia elétrica dos diferentes tipos de computadores utilizados na organização;
- c) Calcular o custo da energia elétrica consumida pelos diferentes tipos de computadores utilizados na organização;
- d) Analisar a redução de energia e custos antes e depois da implementação de medidas de economia de energia; e
- e) Propor medidas para redução do consumo de energia dos computadores.

1.3 Justificativa

Segundo Castro (1978 apud Mattar, 2005), qualquer que seja o tema escolhido, determinados critérios devem ser atendidos: importância, originalidade e viabilidade.

O estudo é importante pois está ligado a uma questão que afeta um segmento substancial da sociedade, que é o das pessoas ou organizações que fazem uso de computadores.

O tema é original, pois lida com um aspecto pouco difundido, que é o consumo de energia de computadores. Isso se relaciona com temas que estão entrando em voga atualmente, que é a questão ambiental e responsabilidade social.

Finalmente, em relação à viabilidade, pode-se dizer que trabalho foi viável, no que diz respeito a recursos financeiros, competência do autor, disponibilidade de informações, prazo e coleta dos dados.

1.4 Estrutura do trabalho

Para tratar de tais aspectos, esta obra foi estruturada em quatro capítulos. No primeiro será apresentada a fundamentação teórica, o qual trata sobre assuntos como meio ambiente, desenvolvimento sustentável, bem como aspectos de tecnologia e utilização de energia elétrica.

No capítulo seguinte será apresentada a metodologia utilizada, bem como a caracterização da pesquisa e formas de coleta de dados.

No terceiro capítulo serão apresentados os dados coletados, bem como sua análise e transformação em gastos financeiros, para posterior comparação do desempenho em relação à não utilização de recursos de economia de energia. Também serão propostas medidas para redução de consumo de energia elétrica em computadores.

Finalmente, serão tecidos comentários finais acerca dos resultados obtidos, retomando os objetivos propostos e o problema de pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Far-se-á a seguir o embasamento teórico que norteará o andamento do trabalho, provendo informações para sustento do estudo de caso e análise dos resultados.

2.1 Desenvolvimento Sustentável

A partir da revolução industrial, houve uma evolução de uma sociedade agrícola e feudal para uma sociedade urbana e com sistemas de produção em larga escala. Os países cresceram economicamente e também as técnicas de produção e gerenciamento operacional (SCHENINI, 2005). Entretanto, tais avanços passaram a consumir cada vez mais recursos finitos da natureza, na forma de matérias primas, ou rejeitos do solo, água e atmosfera.

Diante de tais problemas, sugeriram pontos de vista e propostas afim de conciliar as melhores formas de trabalhar com qualidade de vida e desenvolvimento econômico. Em 1972, em conferência realizada em Estocolmo, na Suécia, foi redigida a “Declaração sobre o Meio Ambiente Humano”, onde foi feito um alerta para que o desenvolvimento econômico se materialize através da manutenção da própria vida e com qualidade. Finalmente, segundo Sachs (1986 apud Schenini, 2005, p. 18), o que toma um desenvolvimento sustentável é “que ele seja um caminho para o desenvolvimento concentrar espaços para harmonização social e objetivos econômicos, com gerenciamento ecológico sadio, num espírito de solidariedade com as futuras gerações”. Mais recentemente, Sachs reafirma que o desenvolvimento sustentável deve ser socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente.

Para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado, é necessário planejamento de longo prazo e o reconhecimento de que os recursos naturais da terra são finitos (SCHENINI et al., 2005). Ainda segundo o autor apud Becker (2001), a noção de desenvolvimento sustentado vem influenciando os modos de produção e consumo no mundo inteiro, compatibilizando as necessidades de desenvolvimento das atividades econômicas e sociais com as atividades de preservação ambiental. Isso pode levar organizações e países a buscarem ações sustentáveis, que podem ser traduzidas na forma de leis, normas, técnicas.

O conceito de desenvolvimento sustentável se firma em três pilares básicos, segundo Schenini et al. (2005): o crescimento econômico, a equidade social e o equilíbrio ecológico,

todos sob um enfoque interligado de harmonia de responsabilidade comum.

Segundo Kinlaw (1997), existe uma série de iniciativas por parte das organizações buscando operacionalizar o desenvolvimento sustentável, sendo que todos apresentam alguns elementos em comum:

a) Igualdade: no sentido de que todos os povos da Terra tenham acesso à oportunidade de melhorar seu bem-estar econômico. Igualdade no sentido de que as próximas gerações tenham acesso a melhorias em seu bem-estar econômico, que deve ser igual ao das atuais gerações.

b) Administração responsável: diz respeito aos processos de desenvolvimento industriais, financeiros, agrícolas e de construção civil sendo desenvolvidos de forma responsável por aquilo que é usado e por aquilo que é produzido. Significa que todos os produtos, processos e construções devem ser projetados de forma a causar o menor prejuízo possível ao meio ambiente.

c) Limites: significa que se deve planejar o desenvolvimento dentro dos limites conhecidos ou prováveis dos recursos não-renováveis do planeta, e dentro dos limites toleráveis de intervenção humana nos ecossistemas. Significa que o uso de recursos não-renováveis deve ser utilizado de forma racional, apenas dentro do necessário.

d) Comunidade global: significa que os prejuízos ao meio ambiente e aos ecossistemas da Terra não estão delimitados por fronteiras geográficas ou nacionais. Apenas ações amplas e globais de caráter cooperativo podem reparar os prejuízos já causados e assegurar um desenvolvimento seguro no futuro.

e) Natureza sistêmica: significa que o desenvolvimento deve ocorrer de forma interligada entre os ecossistemas naturais e toda a atividade humana.

O autor complementa dizendo que:

o desenvolvimento sustentável é a macrodescrição de como todas as nações devem proceder em plena cooperação com os recursos e ecossistemas da Terra para manter e melhorar as condições econômicas gerais de seus habitantes, presentes e futuras.

2.2 Responsabilidade social

Os primeiros esboços de responsabilidade social surgiram em decorrência da Escola das Relações Humanas, que deixava de lado o conceito de homem como peça de uma

máquina para dar-lhe maior importância (TACHIZAWA, 2007). Com essa quebra de pensamento e mudança de enfoque, outros aspectos que não o da produção passam a ser observados, e é nesse contexto que surgem as primeiras preocupações com o meio ambiente e com a sociedade.

Ainda que primitivamente, segundo o autor, a comunidade passa a se preocupar com a crescente degradação ambiental provocada pela ação humana, basicamente com a proteção da fauna e flora e preservação das espécies animais e vegetais. Também “iniciava-se a consciência das implicações das atividades produtivas sobre os seres vivos e o meio ambiente (qualidade do ar, do solo, das águas e conservação dos recursos naturais)” (TACHIZAWA, 2007 p.42).

Historicamente, segue-se a Teoria da Contingência, cuja premissa era a de que a estrutura e o comportamento de cada organização dependiam de variáveis situacionais, tais como ambiente, tecnologia e tamanho da organização. Por ser uma teoria que abordava as organizações como sistemas abertos, a Teoria da Contingência mostrou-se adequada a seu tempo, de grandes inovações tecnológicas e rápido crescimento. Ainda, a teoria reintroduz a noção de racionalidade nas organizações, por correlacionar a estrutura com variáveis contingenciais.

Segundo Schenini (2005), foi a partir dessa época, década de 60, que passou-se a utilizar métodos de avaliação de desempenho das atividades sócio-ambientais das empresas, devido ao aumento das exigências da sociedade por padrões mais adequados de responsabilidade das organizações, de forma a minimizar a diferença verificada entre os resultados econômicos e os impactos sociais, e a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente.

Sendo assim, Neto e Froes (2002 apud Schenini, 2005, p. 39) coloca que “Responsabilidade Social é pensar o papel das empresas como agentes sociais proativos no processo de desenvolvimento social, econômico e ambiental, sendo estas responsáveis pelo bem estar de seus colaboradores, do meio ambiente, do homem e da valorização da cultura”. Seguindo essas premissas, a empresa estará incorporando um fator determinante para o sucesso frente à concorrência. Outro autor, Tinoco (2001 apud Schenini, 2005), cita que o conceito de responsabilidade social deve enfatizar o impacto das ações das organizações sobre aqueles que as rodeiam, os *stakeholders*: empregados, fornecedores, clientes, consumidores, colaboradores, investidores, competidores, governos e comunidade.

2.3 Aspectos Econômico-financeiros

Segundo Tachizawa (2007), o aumento da preocupação com o meio ambiente e as demandas sociais e ambientais por parte da comunidade induz as organizações a um novo posicionamento. Com a competição global, o poder passou às mãos dos compradores, que estão aprendendo a usar esse novo poder.

O consumidor do futuro passará a privilegiar outros fatores além de preço e qualidade, principalmente o comportamento social das empresas fabricantes. O novo contexto econômico caracteriza-se por uma postura dos clientes que espera interagir com organizações que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma ecologicamente responsável.

Ainda segundo o autor, citando pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e do Ibope, 68% dos consumidores brasileiros estariam dispostos a pagar mais por um produto que não agredisse o meio ambiente.

O autor ainda cita alguns motivos pelos quais as organizações devem continuar a tendência de preservação ambiental e ecológica: não há conflito entre lucratividade e a questão ambiental; o movimento ambientalista cresce em escala mundial; clientes e comunidade, em geral, passam a valorizar a preservação do meio ambiente; a demanda e, conseqüentemente, o faturamento das empresas sofrem influência de consumidores com preferências por produtos e organizações ecologicamente corretos.

As organizações que tomarem decisões estratégicas levando em consideração a questão ambiental e ecológica conseguirão significativas vantagens competitivas, sem contar a possibilidade de redução de custos e aumento nos lucros a médio e longo prazo.

Tachizawa (2007) cita o caso da Scania Caminhões, que no Brasil economiza em torno de R\$ 1 milhão com seu programa de gestão ambiental, que reduziu 8,6% no consumo de energia, 13,4% no de água e 10% no de resíduos produzidos apenas no ano de 1999.

Outro autor, Barroso (2005), cita que em empresas de TI, o TCO (Total Cost of Ownership – Custo total de propriedade), que seria o custo para se manter um sistema computacional, pode ser dividido em quatro partes: o preço do *hardware*, energia (custos recorrentes e iniciais, como implementação), custos recorrentes de infra-estrutura e custo do *software*. Considerando dados dos Estados Unidos, um servidor típico de pequeno porte pode custar em torno de US\$ 3.000 e consumir em média 200W, podendo atingir picos de 300W. Incluindo-se na equação gastos com perdas na distribuição e com refrigeração, o gasto

energético pode facilmente dobrar. Assumindo um ciclo de vida de quatro anos e um gasto por kilowatt hora de 9 centavos de dólar, os gastos com energia ao final do período seriam de mais de 40% do valor do *hardware*.

No Brasil pode-se definir um cenário parecido, onde o computador ganha cada vez mais espaço como ferramenta de trabalho em ambientes corporativos, não necessariamente com foco em Tecnologia da Informação, mas que façam grande uso dela, tais como bancos por exemplo (BICALHO, 2006). Isso demonstra que a área de influência das novas técnicas de gerência com enfoque no meio ambiente são bastante amplas. Tachizawa (2007, p. 24) ainda diz que “a gestão ambiental e a responsabilidade social, enfim, tornam-se importantes instrumentos gerenciais para capacitação e criação de condições de competitividade para as organizações, qualquer que seja seu segmento econômico”.

2.4 Gestão de custos sócio-ambientais

Os custos e despesas ambientais, segundo Martins e De Luca (1994) apud Rensi et. al (2005), são os custos e despesas destinados à preservação ambiental, e que ocorrem durante o processo produtivo ou em sua decorrência. Segundo Campos (1996) apud Rensi et. al (2005), as empresas preocupadas em se adequarem a questões ambientais deverão identificar e destacar os custos ambientais dos demais, sejam esses oriundos de processos empresariais ou produtivos.

Ainda segundo o autor, é importante, tanto para a sociedade quanto para a organização, a identificação dos custos ambientais. Para a organização, a identificação desses custos relacionados aos processos, visando sua diminuição ou mesmo eliminação, se torna uma vantagem. Para a sociedade e meio ambiente, a melhoria nos processos poderia levar a uma diminuição dos danos causados ao meio ambiente e, conseqüentemente, à sociedade.

2.5 Custos da qualidade ambiental

Custos da qualidade, segundo Feigenbaum apud Campos (1996, p. 8), são “aqueles associados com a definição, criação e controle da qualidade, bem como com a determinação

do valor e retomo da conformidade com a qualidade, confiança e requisitos de segurança.”. Os custos da qualidade ambiental referem-se àqueles relacionados às questões ambientais e, segundo Campos (1996) apud Rensi et. al (2005), podem ser classificados como custos de adequação e custos de falhas na adequação.

Os custos de adequação referem-se aos custos empresariais destinados, por exemplo, à adoção de tecnologias limpas, às alterações nos processos produtivos, às adaptações a leis de mercado, às normas ambientais, tais como a ISO da série 14000. Resumidamente, os custos de adequação são aqueles destinados à ações para se adequar a um novo cenário proposto.

Ainda segundo Campos (1996 apud Rensi et. al, 2005), os custos de adequação podem ser divididos em três categorias: custos de adequação através da prevenção, custos de adequação através do controle e custos de adequação através da correção.

2.5.1 Custos de adequação através da prevenção

Os custos de adequação através da prevenção estão relacionados às atividades que buscam emissão de poluição zero, que podem incluir alterações em processos produtivos, nos produtos ou em processos administrativos. Todas essas ações visam produtos ou serviços produzidos sem qualquer tipo de atividade poluidora.

De acordo com Graedel (apud Campos, 1996) e outros autores, a prevenção da poluição traz alguns benefícios diretos para a organização, tais como: aumento de eficiência, aumento da qualidade ambiental, minimização dos custos de tratamento, redução dos custos para atender à legislação, redução dos custos de produção e de energia, redução de resíduos a serem tratados. Como benefícios indiretos, podem ser citados: redução de riscos e multas ambientais, melhoria na imagem pública e confiança dos clientes, melhoria da motivação dos empregados, facilidade de acesso ao capital.

Como exemplos de custos de adequação através da prevenção têm-se: contratação de mão-de-obra especializada na área ambiental; treinamento e conscientização de pessoal para implementação, desenvolvimento e administração de Sistemas de Gestão Ambiental; contratação de consultorias e auditorias ambientais; adequação aos preceitos das legislações federais, estaduais e municipais; compra de máquinas, equipamentos e instalações cujas funções específicas atuem no processo de eliminação dos níveis de emissão danosos; investimentos em P & D, visando produtos, processos e tecnologias limpas, que não agridam

o meio ambiente ou a sociedade; compra e/ou transferência de tecnologias limpas.

2.5.2 Custos de adequação através do controle

Segundo Rensi et. al (2005), os custos de adequação através do controle são aqueles destinados ao controle ou manutenção da poluição do meio ambiente dentro de determinados parâmetros. São aqueles utilizados em ações de fiscalização sobre as operações de uma organização, de forma a diminuir ou evitar os impactos ambientais.

Campos (1996 apud Rensi et. al, 2005), cita alguns exemplos desses custos: compra de equipamentos utilizados nos testes, verificando os impactos causados ao meio ambiente; verificação de métodos e processos.

2.5.3 Custo de adequação através da correção

São os custos referentes à reparação de um dano causado, ou de alguma poluição causada ao meio ambiente, segundo Campos (1996 apud Rensi et. al, 2005). Esses custos podem ser classificados de duas formas: a primeira ocorre caso a empresa polua o meio ambiente propositadamente, por meio de seu processo produtivo, sendo que nesse caso os custos de reparação serão gastos com o intuito de reparar o dano causado. A outra forma de dispêndio ocorre no caso de acidente ambiental, em que não existe a intenção de causar dano ao meio ambiente.

Como exemplos de custos de adequação através da correção tem-se: limpeza de rios, mares e lagos; gastos com materiais para recuperação de danos ambientais; reflorestamento; reflorestamento.

2.5.4 Custos das falhas de adequação

Segundo Campos (1996 apud Rensi et. al, 2005, p. 10), “os custos das falhas de

adequação consistem nos custos incorridos quando há uma falha no processo de adequação, seja através da prevenção, do controle ou da correção”. Ainda segundo os autores, tais custos ocorrem quando a organização não se adequa às tecnologias limpas, às alterações nos processos produtivos, às leis impostas por órgãos competentes, às novas leis de mercado, às normas ambientais.

Exemplos desses custos são: pagamentos de multas; imagem da empresa abalada no mercado e na sociedade; corte de crédito; corte de permissão de atuação; devolução de produtos; perda da participação de mercado.

Os autores citam que apesar do custeamento por atividades não ser a solução definitiva para a resolução dos problemas relativos à questão ambiental, ainda é um subsídio eficiente para a gestão econômico/sócio-ambiental.

2.6 Marketing verde

Com a mudança do poder para as mãos dos consumidores, e estes exercendo pressão sobre as organizações, as estratégias de marketing também devem acompanhar essas mudanças. Tachizawa (2007, p.24) cita alguns motivos pelos quais deve-se adotar práticas associadas à gestão ambiental:

aumentar a qualidade dos produtos; aumentar a competitividade das exportações; atender ao consumidor com preocupações ambientais; atender à reivindicação da comunidade; atender à pressão de organização não governamental ambientalista; estar em conformidade com a política social da empresa; e melhorar a imagem perante a sociedade.

O autor ainda coloca a preocupação ambiental como diferencial competitivo, mas que no futuro será uma medida para garantir a sobrevivência, pois seria a resposta natural às demandas dos consumidores.

A norma ISO da série 14000, por exemplo, diz respeito a questões ambientais, estabelece critérios para uma administração voltada à preservação de meio-ambiente. Muitas organizações atualmente, além dos benefícios diretos da adoção de normas ISO, utilizam as certificações adquiridas como estratégia de marketing, dessa forma influenciando na decisão de compra do consumidor (INFOMONEY, 2007). Ainda segundo o *site*, pesquisas revelam que o consumidor deve pressionar as empresas, incluindo as de TI, a investir mais no setor

ambiental.

É dentro desse contexto que Schenini (2005, p. 13) diz:

para atender a estes novos parâmetros ou requisitos desse cenário se faz necessário que as empresas e seus executivos se tornem mais criativos e competentes, por meio do uso de ferramentas que resolvam o problema e propiciem uma adequação ao mercado.

Exemplo do que foi citado é o caso de empresas como Sun Microsystems, HP, Dell, IBM. Em pesquisa de mercado realizada para a Sun Microsystems, constatou-se que dentre 197 executivos entrevistados, 76% elevaram sua intenção de compra em relação a produtos com maior eficiência em termos de energia. Para 23%, essa questão aumentou significativamente suas intenções de compra (FUSCO, 2006).

A autora cita as estratégias de diferentes organizações do setor de tecnologia, no sentido de melhorar a eficiência energética de seus produtos e, dessa forma, atrair mais clientes. Segundo sua conclusão, o maior beneficiado é o cliente, que obtém produtos mais econômicos oferecidos por diversos fornecedores diferentes.

2.7 Estratégia

Segundo Kluyver e Pearce (2006), os gestores enfrentam quatro desafios ao formular uma estratégia competitiva: analisar o ambiente competitivo, antecipar as reações dos principais concorrentes, identificar opções estratégicas e escolher entre alternativas.

Independente da área de atuação, percebe-se que a concorrência entre as organizações tem aumentado bastante. Diferenciar-se entre muitas tem sido tarefa para os gestores das organizações. A IBM, por exemplo, em anúncio para a imprensa, divulgou seu projeto intitulado “a gigante verde”, alusão a seu apelido “a gigante azul”. Nele a empresa anuncia suas intenções de direcionar 1 bilhão de dólares por ano para aumentar a eficiência energética em sistemas de TI. O plano inclui a criação de novos produtos e serviços a seus clientes de forma a diminuir o consumo de energia, criando um conceito de *data centers* “verdes”.

Com isso percebe-se a estratégia da empresa em diferenciar-se frente a seus concorrentes, dado o ambiente competitivo em que está inserida, e antecipando as reações de seus principais concorrentes. A empresa cria, assim, uma vantagem competitiva, que segundo Kluyver e Pearce (2006), é quando uma empresa planeja e implementa com sucesso uma estratégia geradora de valor e que seus concorrentes ainda não utilizem. Tal vantagem

geralmente é criada pela combinação de forças, onde as empresas buscam maneiras de explorar suas competências e vantagens em diferentes pontos da cadeia de valor.

Finalmente, os autores colocam que as vantagens competitivas devem ser intrínsecas a toda a organização, passando por todos os níveis hierárquicos, dessa forma alicerçando e disseminando essas características de liderança que aumentam a reputação entre os *stakeholders*. É o que um dos dirigentes da IBM se referiu quando disse que a crise de energia nos *data centers* está inibindo o crescimento de seus clientes que buscam poder computacional. Segundo ele, muitos *data centers* estão atingindo sua capacidade máxima, limitando a capacidade das empresas crescerem e fazerem seus investimentos de capital. O que a IBM faz é fornecer tecnologia para que seus clientes utilizem totalmente o potencial de sua infraestrutura de TI, com eficiência energética. Ainda, a cada um dólar investido em infraestrutura, cerca de 50 centavos são gastos em energia elétrica. Esse número espera-se que aumente 54% nos próximos quatro anos, passando a 71 centavos.

A IBM atualmente possui a maior infraestrutura comercial de tecnologia, com cerca de 750.000 metros quadrados de *data centers* em seis continentes. Ao utilizar a mesma tecnologia que oferece aos seus clientes, a IBM espera dobrar seu poder computacional sem aumentar o consumo de energia. Comparando isso a se empresa simplesmente dobrasse o tamanho de seus *data centers*, a economia de energia é da ordem de 5 bilhões de kilowatt-hora por ano.

Com isso percebe-se a estratégia da empresa de agregar valor a seus produtos e serviços, criando produtos diferenciados e que tragam benefícios e atendam às necessidades de seus clientes.

2.8 Tecnologias limpas

Segundo Valle (1995) apud Schenini (2005), utilizar tecnologias limpas significa adotar uma estratégia ambiental nos processos e produtos de uma indústria, com o objetivo de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Schenini ainda complementa, dizendo que tecnologias limpas são aquelas utilizadas na produção de bens ou serviços visando a não agressão do meio ambiente.

O autor divide as tecnologias limpas em gerenciais e operacionais. Dentre as gerenciais mais utilizadas estão a norma ISO da série 14000, o Marketing Verde, a Auditoria

Ambiental, Contabilidade e Finanças Ambientais, dentre outras. Os objetivos dessas tecnologias são controlar e implantar uma mentalidade ecologicamente adequada. Já as operacionais são aquelas que visam tornar os processos produtivos da empresa menos nocivos ao meio ambiente. Dentre tais tecnologias podem ser citadas a antecipação e monitoramento, matriz energética, produção mais limpa, análise de ciclo de vida (ACV), tratamento e minimizações, descarte e disposição.

Ainda segundo Schenini (2005), muitas empresas já reconhecem o valor estratégico da utilização de tecnologias limpas, porém ainda são relutantes na adoção delas. Para decidir pela utilização de tais tecnologias, as empresas sofrem pressões externas e internas desencadeados por alguns eventos. De acordo com Misra (1996) apud Schenini (2005), tais eventos podem ser classificados como externos, por exemplo, regulamentações novas, custo de multas e taxas, pressões da vizinhança; ou podem ser classificados como internos, tais como nível de qualidade dos produtos acabados, custo atual dos produtos acabados, custo de redução dos resíduos.

Finalmente, o autor ressalta que esses eventos internos ou externos fazem com que as empresas repensem suas estratégias, adotando práticas mais ecologicamente adequadas.

2.9 Normas Ambientais

Devido aos impactos ambientais causados pelo desenvolvimento industrial e econômico mundial, a International Standards Organization (Organização Internacional para Padronização - ISO) percebeu a necessidade de desenvolver normas que abordassem aspectos da gestão ambiental (WIKIPEDIA, 2007). Na década de 90 surgiu o conjunto de normas ISO da série 14000, que tratam de aspectos da gestão ambiental empresarial.

O termo gestão ambiental, segundo o *site* ambientebrasil (2007), pode ser definido da seguinte forma:

um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto.

O objetivo principal dos sistemas de gestão ambiental deve ser a busca permanente

pela melhoria da qualidade ambiental dos produtos, serviços ou ambiente de trabalho de qualquer tipo de organização. Dentre os vários outros objetivos, de acordo com o mesmo *site*, cabem ser destacados:

- a) gerir as tarefas da empresa no que diz respeito a políticas, diretrizes e programas relacionados ao meio ambiente e externo da companhia;
- b) produzir, com a colaboração de toda a cúpula dirigente e os trabalhadores, produtos ou serviços ambientalmente compatíveis;
- c) colaborar com setores econômicos, a comunidade e com os órgãos ambientais para que sejam desenvolvidos e adotados processos produtivos que evitem ou minimizem agressões ao meio ambiente.

Alguns princípios podem levar à adoção de um sistema de gestão ambiental, que podem ser no âmbito legal, caso de legislações ou normas de regulamentação, ou mesmo com o intuito de conscientizar funcionários e a comunidade. Alguns desses motivos podem ser citados:

- a) os recursos naturais são limitados e estão sendo fortemente afetados pelos processos de utilização, exaustão e degradação decorrentes da atividade econômica humana;
- b) os bens naturais como água ou ar já não são mais livre ou grátis. Paga-se um preço cada vez mais alto pela utilização desses recursos;
- c) a legislação ambiental vem crescendo em sua atuação;
- d) a crescente pressão pública local, nacional ou mesmo internacional;
- e) a melhor imagem por parte de empresas que possuem bom desempenho ambiental;

2.9.1 Objetivos básicos dos sistemas de gestão ambiental empresarial

O *site* ambientebrasil (2007), destaca alguns objetivos dos sistemas de gestão ambiental, sendo o principal de “servir como instrumentos de gestão com vistas a obter ou assegurar a economia e o uso racional de matérias-primas e insumos, destacando-se a responsabilidade ambiental da empresa”. Outros que podem ser citados incluem a orientação a consumidores sobre a compatibilidade ambiental dos produtos e serviços da organização; subsidiar campanhas institucionais da empresa com destaque à preservação ambiental; servir de fonte de informação a acionistas, fornecedores e consumidores a respeito do desempenho ambiental.

Cabe ressaltar que os objetivos e finalidades dos sistemas de gestão ambiental devem estar em consonância com as atividades empresariais, portanto não podem nem devem ser tratados como medidas isoladas, por mais importantes que possam parecer.

2.9.2 Futuras normas

Uma nova iniciativa no campo da responsabilidade está surgindo na forma da futura ISO 26000. A norma atualmente se encontra em estado de desenvolvimento, e aborda aspectos como responsabilidade social corporativa e também de responsabilidade ambiental.

Segundo o *site* do Ministério da Ciência e Tecnologia (2005), o Brasil tem se destacado no campo da responsabilidade social, tendo elaborado uma norma própria, a NBR 16001 da ABNT, e está participando do comitê de elaboração da ISO 26000.

A futura norma oferecerá um sistema de gestão, com base no diagnóstico do negócio, bem como certificação, com o intuito de normatizar a aplicação da responsabilidade social.

2.10 Desenvolvimento tecnológico

A indústria de computadores é notória por seus grandes avanços, onde rapidamente produtos se tomam obsoletos à medida em que novos são lançados. Com computadores cada vez mais rápidos, a indústria de *software* produz programas mais complexos, que agregam mais funcionalidades e, conseqüentemente, exigem computadores cada vez mais rápidos. É uma espécie de círculo virtuoso, onde dois tipos de indústria correm paralelamente, uma levando ao desenvolvimento da outra, porém, a virtude depende do ponto de vista.

Até há algum tempo atrás, a velocidade dos computadores era medida em MHz (megahertz – milhões de instruções por segundo). Atualmente, o desempenho dos computadores é medido em GHz – gigahertz, ou bilhões de instruções por segundo. Acompanhando esse aumento de velocidade e desempenho vem o consumo de energia, que recentemente passou a ser a maior preocupação entre as indústrias fabricantes de processadores para computador, tanto que está surgindo um novo conceito de medida de desempenho: performance por watt. O desempenho de um computador não é mais medido

somente através de seus gigahertz, mesmo porque dentre os diferentes tipos de processadores, dadas as características de cada um, a velocidade em si não consiste um método para se comparar o desempenho (BICALHO, 2006). O desempenho de um computador passa a ser medido em relação ao número de tarefas que ele é capaz de realizar a cada watt de energia consumido.

De acordo com Tachizawa (2007), os sistemas de informação proporcionam uma espinha dorsal para as estruturas organizacionais, integrando dados, texto, voz, informações e imagens em diversos formatos. Ainda segundo o autor, o sistema de informação já atingiu sua maturidade, onde se tornou atingível e economicamente viável. Na verdade, as organizações que não iniciaram a transição para os sistemas informatizados terão maiores gastos e complicações ao passarem para esse universo ao longo e curto prazo.

O autor ainda enfatiza a mudança de abordagem dos gestores sob a óptica da tecnologia, advinda da criação de novos cargos, novos conceitos, como o comércio digital, *e-commerce*, *business-to-business*. Segundo Gates (1999 apud Tachizawa, 2007), as organizações inseridas no novo conceito de administração terão um contexto com algumas características, tais como: a maioria das transações será da forma digital, do tipo *self-service*, e os intermediários terão que evoluir para agregar valor ou desaparecerão. À medida que a Internet baixar os custos das transações, os intermediários evoluirão para agregar valor, ou irá desaparecer. Caso o gestor adote uma abordagem baseada em serviços, deve assegurar-se de que seus profissionais tenham acesso a ferramentas digitais de informação, para interrelacionarem-se com seus clientes.

O ritmo das transações e a necessidade de atenção personalizada levarão as organizações a adotarem processos digitais internamente. A Internet redefinirá a fronteira entre as organizações e as pessoas, melhorando a administração empresarial. O estilo de trabalho Internet permitirá a interação entre funcionários remotamente, na forma de teletrabalho. A Internet possibilitará que grandes organizações pareçam menores e mais flexíveis, ao passo que pequenas organizações tomem-se maiores do que são. O uso de informação digital auxiliará no atingimento de posições de liderança, por trazer mais agilidade.

Com base nesses aspectos pode-se verificar que o uso de sistemas informatizados, computadores, é uma tendência inevitável, sobretudo para a sobrevivência das organizações. Aquela que não adentrar esse novo universo estará fadada ao desaparecimento. O desenvolvimento continuado desse tipo de tecnologia permite às organizações manterem-se competitivas e sobreviverem frente à concorrência.

2.11 Consumo de energia

É comum encontrar em eletrodomésticos no Brasil, por exemplo, o selo do Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – que informa ao consumidor em relação à eficiência energética do produto que está comprando, e também estimulando o desenvolvimento de produtos mais eficientes (Procel). Porém, o selo atualmente se aplica somente a eletrodomésticos, tais como televisores, refrigeradores, condicionadores de ar, máquinas de lavar roupa/louça, não se aplicando a computadores. O computador, por sua vez, está cada vez mais presente no mercado brasileiro, seja para usuários domésticos ou empresas.

Segundo Moreira (2007), foram vendidos em 2006 mais de 7 milhões de computadores no mercado brasileiro, sendo que a previsão para 2007 é de que sejam vendidos cerca de 8,5 milhões. Ainda segundo Moreira, a base de computadores instalada no Brasil é de cerca de 33 milhões.

Ao computador, apesar de estar cada vez mais presente nos lares e empresas no país, não é dada a devida atenção ao seu consumo energético. É comum ao comprar um computador analisar o tipo de processador, tamanho da memória, disco rígido, acessórios como gravador de CD ou DVD. Dificilmente um equipamento trará informações sobre consumo ou eficiência energética. Segundo o *site* do Procel, o consumo médio de um computador pessoal é de 180W. Considerando o computador utilizado em ambiente empresarial, onde permanece ligado por 8 ou mais horas diárias, multiplicado pelo número de funcionários que os utilizam, tem-se um gasto considerável em energia e, conseqüentemente, em dinheiro.

Também podem ser considerados os computadores utilizados como servidores, que geralmente constituem máquinas com maior poder de processamento – e conseqüente consumo de energia – ficam ligados em regime 24x7 (24 horas por dia, 7 dias por semana) e ficam em ambientes com temperatura controlada por condicionadores de ar, o que aumenta o gasto energético relacionado. Segundo Hector Ruiz, presidente mundial da AMD (Advanced Micro Devices), um dos grandes fabricantes de processadores para computador, apud Teixeira Jr. (2006), um grande *data center* pode consumir o equivalente a uma cidade de 150.000 habitantes em energia. São prédios que podem chegar ao tamanho de um quarteirão, onde operam computadores e sistemas de ar-condicionado.

Segundo um estudo conduzido pela AMD (2007), o consumo de energia gasto em *data centers* nos Estados Unidos, duplicou de 2000 a 2005, passando de 23 bilhões de kWh

para cerca de 45 bilhões de kWh. Tal consumo seria equivalente à produção de cinco usinas elétricas com capacidade de geração de 1 milhão de Watts, totalizando 5.000 MW. Apenas para fins de comparação, a usina hidrelétrica de Itaipu, a de maior capacidade de geração do mundo, tem capacidade de geração de 13.300 MW (Itaipu Binacional). Esse valor leva em consideração a utilização de energia gasta com computadores e refrigeração.

Em termos financeiros, esse consumo representou 2,7 bilhões de dólares somente no ano de 2005, e apenas nos Estados Unidos. Mundialmente, a cifra passa a 7,2 bilhões de dólares por ano para um consumo de 78 bilhões de kWh.

Estrategicamente, isso implica algumas mudanças de pensamento por parte dos gestores dessas organizações. O consumo de energia e questões ambientais entram em jogo quando estes impedem o crescimento de tais organizações. Por exemplo, algumas organizações são impedidas de implementar mais servidores simplesmente porque não existe fornecimento de energia disponível, especialmente aquelas em áreas altamente urbanizadas. É o caso da companhia de Gás e Eletricidade do Pacífico, na Califórnia, EUA, que aprovou um plano de reembolso a clientes com metas de eficiência energética. Segundo Dietrich e Schmidt, citando um dos executivos da companhia elétrica da Califórnia, o desejo da empresa é que os clientes economizem mais energia, para que eles não precisem construir mais usinas de geração.

Outros países também passam a ter a mesma preocupação. A União Européia estabeleceu uma diretiva focando uma redução de 20% no consumo de energia até 2020. Na Austrália, todas as empresas com consumo anual de 150.000MWh por ano devem apresentar um plano de avaliação e ação. Dietrich e Schmidt (2007) são bastante enfáticos ao dizerem que os custos com energia estão aumentando, o fornecimento é limitado, algumas estruturas de *data center* estão sendo taxadas e a capacidade de suprir a demanda dos mercados está em risco.

Partindo da visão global para o contexto empresarial, algumas organizações passam a ter maior preocupação com a questão energética, especialmente no ramo de tecnologia. Empresas como Google, IBM, Microsoft, AMD, Dell, Intel, Sun, estão se aliando num esforço conjunto denominado *Climate Savers Computing Initiative*, algo que poderia ser traduzido como “Iniciativa Computacional de Economia Climática” (Moreira, 2007). Segundo dados do projeto, até 2010 metade das 2 mil maiores empresas do mundo, segundo *ranking* mundial da Forbes, gastarão mais com energia do que com os computadores propriamente ditos. Segundo a empresa de consultoria Gartner, o a parcela do orçamento destinada à energia, cerca de 10% atualmente, poderá subir para 50% em alguns anos.

O objetivo do grupo é desenvolver tecnologias que auxiliem na redução do consumo de energia, buscando uma maior eficiência. Segundo Moreira, a origem do problema está no fato de que o aumento de desempenho dos computadores é acompanhado de um aumento na produção indesejada de calor e, conseqüentemente, de energia, que por sua vez demanda refrigeração, que consome mais energia. Com o uso de novas tecnologia – algumas inclusive já adotadas pelas empresas participantes – espera-se diminuir o gasto de e com energia. Segundo a autora, citando projeto da IBM, é possível reduzir em 42% o consumo de energia em um *data center* de 42 metros quadrados.

2.12 Geração de energia

Além dos gastos financeiros, indiretamente têm-se também os gastos ambientais. Com o alto consumo de energia dos computadores e sistemas de refrigeração, é preciso gerar essa energia de alguma forma. No Brasil, a geração de energia é predominantemente hidrelétrica, ou seja, utilizando o potencial da água represada dos rios, com cerca de 75% das usinas instaladas. Outros 20,64% são de usinas termelétricas e 2,04% de usinas term nucleares, sendo o restante de outras formas de geração de energia elétrica (ANEEL, 2007).

Segundo o *site* da Itaipu Binacional (2007), as vantagens da construção de usinas hidrelétricas são o baixo custo do megawatt, é uma forma de energia limpa, não-poluente, gera empregos e traz o desenvolvimento econômico. Por outro lado, apresenta as seguintes desvantagens: desapropriação de terras produtivas pela inundação, impactos ambientais como perda da fauna e flora terrestres, impactos sociais devido à realocação e desapropriação de moradores, interferência na migração dos peixes, alteração na fauna do rio e perda de heranças históricas e culturais, bem como alterações nas atividades econômicas e usos tradicionais da terra.

Com isso, pode-se perceber que a construção de uma usina hidrelétrica traz vários impactos ambientais. Basicamente, quanto maior o gasto energético, independente de sua forma de utilização, maior a necessidade de construção de usinas. No Brasil, isso representa maior necessidade de alagamento de grandes áreas, sendo esse o maior impacto ambiental.

Em países como os Estados Unidos, onde predominam outros tipos de geração de energia elétrica, o impacto ambiental pode ser diferente. De acordo com o *site* do EIA – Energy Information Administration (Administração da informação de energia) – no ano de

2000, 59% da energia elétrica gerada nos Estados Unidos veio de usinas termelétricas a carvão. Outros 14% de usinas term nucleares, 12% de hidrelétricas, dentre as mais significativas.

A queima do carvão utilizado na geração de energia libera dióxido de carbono na atmosfera, que, dentre outros efeitos climáticos, provoca o efeito-estufa, causador do aquecimento global. Em países onde a geração de energia é predominantemente através da queima do carvão, existem programas de redução indireta da emissão de carbono na atmosfera, através da diminuição do consumo de energia elétrica. Diminuindo-se o consumo de energia, diminui-se a produção de energia elétrica, conseqüentemente diminuem-se as emissões de gases poluentes.

Segundo o *site* do EIA, em ambientes corporativos, pode-se diminuir a emissão indireta de gases poluentes, por exemplo, desligando-se equipamentos que não estão sendo utilizados, tais como computadores, impressoras, roteadores sem fio. Também recomenda-se que sejam ativados recursos de gerenciamento de energia em computadores, que fazem com que o equipamento entre num estado de baixo consumo de energia caso não esteja sendo utilizado.

2.13 Destinação do lixo eletrônico

Além dos problemas causados por alagamentos e emissões de gases poluentes, existe mais um relacionado ao uso de equipamentos eletrônicos: o descarte. Com o ciclo de vida curto devido à grande velocidade das inovações, uma grande quantidade de lixo eletrônico é gerada todos os dias. Segundo a EPA (Environmental Protection Agency – Agência de Proteção Ambiental) apud Boiko-Weyrauch (2007), 4,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram parar em aterros sanitários dos Estados Unidos no ano de 2000. Ainda segundo o autor, o lixo eletrônico constitui 70% do lixo tóxico dos Estados Unidos, ao passo que constituem apenas 2% do total de lixo nos aterros. Segundo o *site* da EPA, o lixo eletrônico pode conter materiais prejudiciais à saúde humana caso não sejam devidamente manipulados, tais como chumbo, cádmio, mercúrio, dentre outros.

Algumas empresas, inclusive no Brasil, possuem programas de recolhimento de equipamentos descartados, que coletam o lixo eletrônico e o encaminham para a destinação correta. Porém, especialmente no Brasil, tal prática ainda não é muito difundida, o que

contribui para que o lixo eletrônico não seja corretamente descartado. O problema tende a se agravar em grandes empresas com foco em informática ou que façam grande uso dela. A não existência de uma legislação a respeito no Brasil agrava esse fato.

A reciclagem é o melhor caminho a ser tomado nesse ponto. Segundo Moreira (2007), apenas cerca de 3% a 5% dentre uma tonelada de lixo eletrônico é de material não-reciclável. Dentre os outros materiais há inclusive ouro e prata, entre outros metais; plástico e papel. Outra medida que pode ser adotada é a doação e reaproveitamento de equipamentos antigos, que aumentam sua vida útil antes de irem para descarte.

2.14 Indicadores ambientais

Indicadores de desempenho ambiental dizem respeito ao impacto de uma organização sobre sistemas naturais vivos e não-vivos, incluindo ecossistemas, terra, ar e água. Os indicadores podem demonstrar como a organização está se desempenhando, e fornecem uma base sólida para melhorias e objetivos futuros (DANTES, 2007). Kraemer (2004), complementa dizendo que os indicadores de desempenho ambiental permitem determinar a eficiência e efetividade da empresa em utilizar os recursos disponíveis, do ponto de vista ambiental. São instrumentos que permitem orientar, gerir e comunicar o desempenho ambiental, podendo estimular a melhoria contínua.

Segundo a UNCTAD/ISAR – United Nations Conference on Trade and Development/Initiative for Social Action Renewal apud Nossa (2002 apud Kramer, 2004), alguns indicadores ambientais relevantes e atualmente praticados podem ser:

- a) investimento de capital relacionado ao meio ambiente;
- b) custos operacionais e administrativos relacionados com o meio ambiente;
- c) custos totais de conformidade com a regulamentação;
- d) redução de emissão/despesa;
- e) custo de energia ou consumo de combustível ou custo de embalagem.

A autora ainda cita a norma ISO 14031, que diz respeito a indicadores de desempenho ambiental, com o objetivo de criar instrumentos de avaliação de desempenho dentro das organizações. Dentre os indicadores sugeridos na norma, está o uso eficiente de matérias-primas, água e energia. Kraemer (2004), coloca que avaliar a quantidade de energia gasta em um processo, uma máquina ou um departamento representa um instrumento para a tomada de

decisão, no que diz respeito à sua eficiência.

Os indicadores ambientais constituem uma boa ferramenta de análise de desempenho da organização, também servindo como instrumento de comunicação entre a empresa e seus *stakeholders*. Auxiliam na tomada de decisão, definindo o rumo das organizações em relação ao meio ambiente e à sociedade.

3 METODOLOGIA

Segundo Cervo, Bervian e Da Silva (2007), para investigar problemas utilizando procedimentos científicos são imprescindíveis três elementos: dúvida/problema, método científico e resposta/solução. A solução só poderá ocorrer quando algum problema tenha sido trabalhado utilizando procedimentos científicos e métodos adequados.

Por coletar dados da própria realidade, registrar, analisar e correlacionar dados, a pesquisa pode ser considerada como descritiva

Ainda segundo os autores, a presente obra se caracteriza como pesquisa experimental, por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo, proporcionando uma relação causa-efeito. É importante diminuir a interferência de variáveis intervenientes, ou seja, que possam influenciar os resultados sem fazer parte do processo.

A pesquisa experimental pretende dizer de que modo ou por que determinado fenômeno é produzido. Para atingir tais resultados, o pesquisador deve utilizar aparelhos e instrumentos, ou mesmo procedimentos apropriados e capazes de evidenciar as relações existentes entre as variáveis envolvidas no objeto de estudo. Segundo Kirk & Miller (1986 apud Mattar, 2005), a pesquisa quantitativa procura medir o grau em que algo está presente, geralmente obtendo dados de um grande número de respondentes, utilizando escalas numéricas em sua maioria.

Enfim, por seu caráter prático e aplicação na resolução de de problemas concretos, a obra também se classifica como pesquisa aplicada.

Como limitações, a principal é a falta de equipamentos para medição, principalmente mais recentes, com recursos avançados de gerenciamento de energia, bem como *hardware* específico para servidor. Esse tipo de equipamento frequentemente fica ligado em regime ininterrupto, que se torna um fato relevante no conhecimento de seu consumo. Também não foi possível medir o consumo de energia de aparelhos de ar condicionado, geralmente associados ao funcionamento de servidores, e que consomem energia significativamente.

3.1 Experimento

O experimento se deu ao analisar a redução de consumo provocada pela substituição dos computadores, e, principalmente, com a realização da medição do consumo de energia dos equipamentos. Após, foi feito um comparativo dos gastos com energia elétrica antes e

depois da implementação de práticas ou recursos de economia de energia.

O equipamento utilizado nas medições foi aferido e aprovado como válido por um engenheiro eletricitista, bem como o procedimento para medição.

Os instrumentos utilizados na pesquisa foram: voltímetro digital, amperímetro digital e uma placa de circuito elétrico construída segundo o diagrama:

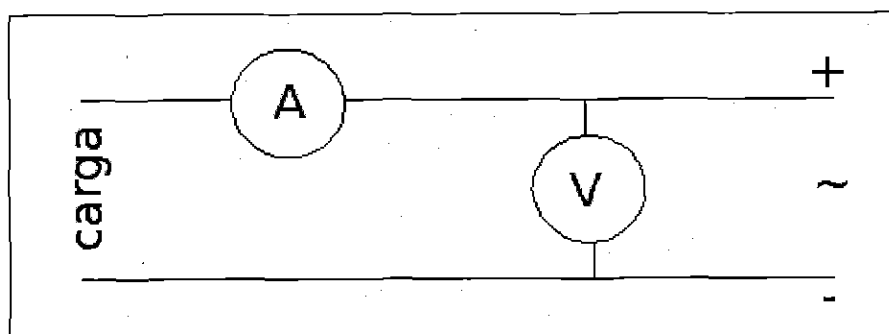


Figura 1: Diagrama de ligação para medição de consumo de energia

Fonte: Dados primários

Da direita para a esquerda, o símbolo “~” representa a fonte de alimentação, no caso uma tomada, com seus pólos positivo “+” e negativo “-”. O voltímetro, para medir a tensão (voltagem), é representado pelo “V”, ligado em paralelo à rede. O amperímetro, que mede a corrente elétrica, é representado pela letra “A”. Finalmente, a carga representa qualquer dispositivo que esteja ligado à saída do circuito medidor, podendo ser um computador inteiro, ou apenas o monitor, ou qualquer tipo de aparelho elétrico.

Para o cálculo da potência consumida pelo aparelho foi utilizada a seguinte fórmula:

$$P = V \times i$$

onde:

P = potência em Watts

V = tensão em Volts

i = corrente em Ampères

As concessionárias de energia utilizam como unidade de medida de consumo o kilowatt-hora (kWh), que pode ser obtido com a seguinte fórmula:

$$\text{kWh} = (P/1000) \times t$$

onde:

kWh = consumo em kilowatt-hora

P = potência em Watts

t = tempo que o aparelho fica ligado, em horas

Para fins de melhor compreensão, quando não explicitamente especificado, a jornada de trabalho semanal foi considerada como sendo de 40 horas, com 8 horas diárias de trabalho e 2 horas de intervalo para almoço. O mês considerado nos cálculos compreende 30 dias, o que dá um total de 22 dias trabalhados por mês, e um ano de 360 dias.

O custo do kWh foi estipulado em R\$ 0,28 (vinte e oito centavos de Real), de acordo com visita ao *site* da concessionária de energia CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S. A.), no dia 3 de novembro de 2007.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão descritos os resultados da análise dos dados coletados segundo a metodologia proposta.

4.1 Descrição da organização

A organização analisada constitui sede na cidade de Florianópolis, Santa Catarina. Atua no ramo de serviços de informática, prestando suporte e instalação de servidores de *internet*, utilizando *software* livre. Também desenvolve soluções de segurança, oferecendo sistemas de controle de acesso à *internet*, armazenamento de dados (*backup*), além de sistemas personalizados de acordo com a demanda e viabilidade. Possui clientes em diversos ramos de atuação, de microempresas às de pequeno, médio ou grande porte, públicas ou privadas.

A sede física constitui-se de uma sala localizada em centro comercial com cerca de vinte metros quadrados. O quadro de funcionários conta com 6 pessoas, sendo que uma posição é rotativa, ou seja, uma das seis pessoas fica alocada em um cliente. Em termos de estrutura de informática, a empresa possui três servidores de pequeno porte, que ficam ligados 24 horas por dia, sete dias por semana. Para as estações de trabalho, atualmente, cinco dos seis funcionários utilizam computadores portáteis (*notebook*). Apenas um computador convencional é utilizado. Até então, três pessoas utilizavam *notebooks* e outras três, computadores convencionais.

4.2 Levantamento de práticas de economia de energia

No que diz respeito a práticas de economia de energia, não existia uma preocupação explícita quanto a isso. Apenas em relação a outros aparelhos elétricos, como *cafeteira* ou condicionador de ar, mas não especificamente para computadores. Era comum algum indivíduo se ausentar da empresa por um período mais prolongado e esquecer o computador ligado, ou mesmo deixá-lo ligado deliberadamente. O que aconteceu foi que no início do ano de 2007 passou-se a desligar os monitores quando o computador não estava em uso, principalmente durante o horário para o intervalo de almoço, com duração de uma hora e

meia. No entanto, não foi identificada nenhuma outra prática relevante que diminuísse o consumo de energia. Contribui negativamente para essa questão o fato dos computadores serem relativamente antigos e não contarem com recursos mais avançados de economia de energia. As consequências da não utilização de práticas de economia de energia também não são perceptíveis devido ao tamanho da empresa, apenas 6 pessoas.

Ainda que implicitamente, a substituição dos computadores convencionais de mesa por *notebooks* citada anteriormente pode levar a uma maior economia. A arquitetura diferenciada desses tipos de computadores privilegia um menor consumo, pois dependem de baterias para funcionarem. Além do mais, o único computador de mesa ainda em uso teve seu monitor substituído por um do tipo LCD, mais econômico, sendo antes um do tipo CRT, mais comum, e que consome mais.

Também devido ao tamanho da empresa não foi possível identificar o consumo relacionado à refrigeração dos servidores, prática comum em empresas que possuem salas dedicadas ao armazenamento e operação de tais aparelhos (*data centers*). Nesses locais é comum a utilização de aparelhos de ar-condicionado exclusivamente para resfriamento do ambiente em que se encontram os computadores. Na empresa analisada o mesmo aparelho de ar-condicionado refrigera o ambiente em que as pessoas trabalham e o dos servidores.

Em relação ao aspecto da disposição dos rejeitos, não há política nem práticas definidas. Não há formalmente um sistema de coleta de lixo reciclável, o que poderia favorecer a disposição de peças de informática. Quando algum equipamento eletrônico não é mais utilizado, geralmente é jogado no lixo comum, onde não recebe tratamento especial.

4.3 Consumo dos equipamentos

Utilizando-se os equipamentos e métodos já descritos, realizou-se a medição do consumo elétrico de diferentes computadores e periféricos. A seguir, a relação dos equipamentos testados:

Nome	Processador	MHz	Memória (MB)	Disco rígido (GB)	Ano aproximado
computador 1	Athlon	1200	384	40	1999
computador 2	Celeron	2400	512	10	2001
notebook 1	T2080	1733	512	80	2007
servidor 1	Athlon X2	1900x2	1024	250	2006
servidor 2	Xeon	3060	1024	72	2003

Quadro 1: Descrição dos computadores.

Fonte: dados primários

O computador 1 foi um computador bastante popular em seu tempo, tendo desempenho razoável, tanto que ainda é utilizado ainda nos dias de hoje. O computador 2 pode-se dizer que é um computador voltado a mercados de baixo custo, por isso tem desempenho limitado. O notebook 1 é um computador recente, fabricado no ano de 2007, e que dispõe de recursos avançados de economia de energia. O servidor 1 na verdade é composto de peças a serem utilizadas como estação de trabalho, porém apresenta desempenho satisfatório na realização de tarefas de servidor. Finalmente, o servidor 2 é um computador de uso profissional, voltado a segmentos de entrada. Os dados exibidos referem-se apenas ao computador sem monitor, exceto o *notebook*, onde não é possível medir o consumo do monitor separadamente. Os monitores testados são descritos a seguir:

Nome	Tipo	Tamanho (polegadas)
monitor 1	CRT	17
monitor 2	LCD	17
monitor 3	LCD	19

Quadro 2: Descrição dos monitores.

Fonte: dados primários

Finalmente, o consumo medido dos equipamentos citados. Cabe ressaltar que, para os computadores, o consumo tende a variar mais que nos monitores, devido à demanda na realização das tarefas. Devido a restrições no equipamento utilizado na medição, não foi possível medir o consumo médio ao longo do tempo, porém pôde-se verificar que durante a utilização do computador o consumo oscilou entre 10% a 20% a mais do que o valor medido em repouso. Sendo assim, o consumo médio foi considerado como sendo o valor medido em

repouso acrescido de 10%.

Nome	Consumo em repouso	Consumo médio (+10%)
computador 1	102,93	113,22
computador 2	59,13	65,04
notebook 1	24,53	26,98
servidor 1	74,46	81,9
servidor 2	187,2	205,92
monitor 1	61,52	-
monitor 2	26,45	-
monitor 3	35,04	-

Quadro 3: Consumo.

Fonte: dados primários

Entre os computadores, pôde-se verificar que o computador 2, mais modemo, consome visivelmente menos que o computador 1. O *notebook*, como já era esperado, é que consome menos dentre as estações de trabalho, consumindo cerca de um quarto do computador 1.

Entre os dois servidores, pode-se perceber a diferença entre um equipamento adaptado e um profissional. O servidor 1, montado a partir de peças para computadores da categoria estação de trabalho consumiu cerca de 82W. Já o servidor 2, voltado ao segmento corporativo de entrada, consumiu mais de 200W para sua operação.

Dentre os monitores, o monitor 1, de mesmo tamanho do monitor 2, teve um consumo 57% maior, devido à tecnologia mais antiga. Mesmo em comparação ao monitor 3, de tamanho maior, o monitor 1 teve um consumo 43% maior.

4.4 Custo da energia utilizada

Para o cálculo do custo da energia utilizada deve-se antes converter os valores de consumo medidos para a mesma unidade utilizada pelas concessionárias de energia, o kilowatt-hora. Utilizando a fórmula descrita, chegou-se aos seguintes valores:

Nome	W/1000	horas/dia	diário (kWh)	dias/mês	kWh mensal	custo mensal (R\$)	kWh anual	custo anual (R\$)
computador 1 e monitor 3	0,148	10	1,48	22	32,56	9,12	390,72	109,40
computador 2 e monitor 1	0,127	10	1,27	22	27,94	7,82	335,28	93,88
notebook 1	0,030	10	0,3	22	6,6	1,85	79,2	22,18
servidor 1	0,082	24	1,97	30	59,04	16,53	708,48	198,37
servidor 2	0,187	24	4,49	30	134,64	37,70	1615,68	452,39

Tabela 1: Custo da energia utilizada.

Fonte: Dados primários.

Analisando-se a tabela de custos, verificou-se que a combinação computador 1 e monitor 3 custam, mensalmente, R\$ 9,12, e R\$ 109,40 anualmente. Já a combinação computador 2 e monitor 1 custam por mês e por ano, respectivamente, R\$ 7,82 e R\$ 93,88. O *notebook* apresentou custo de R\$ 1,85 e R\$ 22,18, mensalmente e anualmente, respectivamente.

Já para os servidores, que trabalham em regime ininterrupto, apresentaram os seguintes custos: o servidor 1 tem um custo mensal com energia elétrica de R\$ 16,53, e anual de R\$ 198,37. O servidor 2 tem custo mensal e anual de, respectivamente, R\$ 37,70 e R\$ 452,39.

4.5 Custos da energia utilizada como custos de adequação

Inicialmente será apresentada tabela demonstrando os custos gerados pelas combinações “computador 1 e monitor 3” e “computador 2 e monitor 1”, porém tendo seus monitores desligados durante o período de uma hora e meia destinado ao intervalo de almoço.

Nome	W/1000	horas/dia	diário (kWh)	dias/mês	kWh mensal	custo mensal (R\$)	kWh anual	custo anual (R\$)
computador 1 e monitor 3	0,148	8,5	1,26	22	27,68	7,75	332,11	92,99
computador 1	0,113	1,5	0,17	22	3,73	1,04	44,75	12,53
total		10	1,43		31,41	8,79	376,86	105,52
computador 2 e monitor 1	0,127	8,5	1,08	22	23,75	6,65	284,99	79,80
computador 2	0,060	1,5	0,09	22	1,98	0,55	23,76	6,65
total		10	1,17		25,73	7,2	308,75	86,45

Tabela 2: Custos da energia utilizada como custos de adequação

Fonte: dados primários

Para a combinação “computador 1 e monitor 3”, o total anual diminuiu de R\$ 109,40 para R\$ 105,52. Isso representa diminuição percentual de 3,55 pontos, para um monitor de menor consumo. Já a combinação “computador 2 e monitor 1” teve o custo anual reduzido de R\$ 93,88 para R\$ 86,45, representando 7,91% a menos de custo anual com energia.

Num primeiro momento, o ato de desligar o monitor por uma hora e meia não pode ser considerado custo, uma vez que representa zero no custeamento de uma organização. A seguir, será demonstrada utilização de recursos como custos de adequação. Para tal, serão utilizados valores de consumo do equipamento “servidor 1” que, conforme dito anteriormente, é composto por peças destinadas a uso como estação de trabalho, e bem representa um computador médio atualmente. Como complemento, será utilizado inicialmente o “monitor 1”, do tipo CRT e bastante usado atualmente, e após o “monitor 2”, de mesmo tamanho porém do tipo LCD, mais moderno. O custo de adequação constitui a troca do monitor CRT pelo LCD, o qual não será analisado neste caso. O que será analisado será a diferença nos custos de energia elétrica antes e depois da substituição, desligando e não desligando durante o horário de almoço.

Nome	W/1000	horas/dia	diário (kWh)	dias/mês	kWh mensal	custo mensal (R\$)	kWh anual	custo anual (R\$)
servidor 1 e monitor 1	0,143	8,5	1,22	22	26,74	7,49	320,89	89,85
servidor 1	0,082	1,5	0,12	22	2,71	0,76	32,47	9,09
total		10	1,34		29,45	8,25	353,36	98,94
servidor 1 e monitor 2	0,108	8,5	0,92	22	20,2	5,65	242,35	67,86
servidor 1	0,082	1,5	0,12	22	2,71	0,76	32,47	9,09
total		10	1,04		22,9	6,41	274,82	76,95
servidor 1 e monitor 1	0,143	10	1,43	22	31,46	8,81	377,52	105,71
servidor 1 e monitor 2	0,108	10	1,08	22	23,76	6,65	285,12	79,83

Tabela 3: Resultados das medidas de redução de energia.

Fonte: Dados primários.

Analisando-se a tabela de consumo proposta, pode-se verificar que ao desligar o monitor em horário de almoço, tanto para o monitor LCD quanto para o CRT, a diminuição no custo é de 3,6% e 6,4%, a um custo zero. A substituição dos monitores LCD por CRT, mesmo que fiquem ligados durante toda a jornada de trabalho, traz uma economia de quase 25%.

Calculando-se os custos na seguinte situação: substituir o monitor CRT por um LCD e exigir que se desliguem os monitores quando em horário de almoço, uma hora e meia por dia, traz uma economia de cerca de 27%.

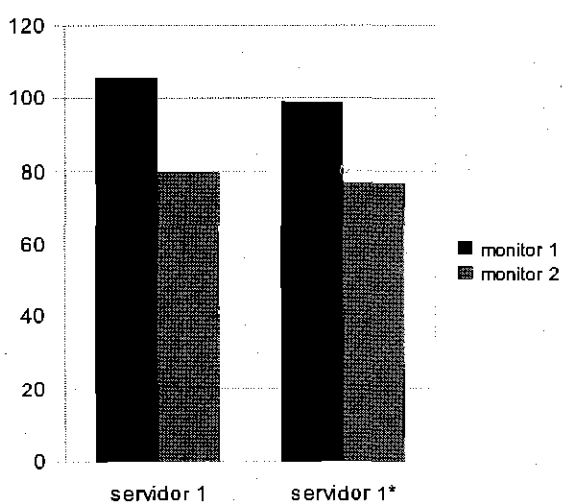


Figura 2: Gráfico das medidas de redução de energia.

Fonte: Dados primários.

De forma a visualizar melhor a economia gerada, é apresentada a figura acima, demonstrando graficamente os resultados obtidos. A entrada marcada com (*) refere-se ao monitor sendo desligado em horário de almoço.

4.6 Simulação de cenários

De forma a visualizar melhor os impactos ambientais e financeiros associados a equipamentos de informática, serão simulados três cenários de utilização, cada um com diferentes características de uso e consumo.

A organização fictícia terá 300 estações de trabalho, sendo que para isso será utilizado o computador acima denominado como computador 1. Os monitores serão de 17 polegadas,

do tipo LCD ou CRT.

No primeiro cenário não será utilizado nenhum recurso de economia de energia, o que inclui os monitores, ou seja: todos serão do tipo CRT.

No segundo cenário serão utilizados os mesmos equipamentos, porém desligando-se os monitores em horário de intervalo.

Finalmente, no terceiro serão substituídos os monitores pelos LCD, além dos monitores serem desligados. Os resultados obtidos foram os seguintes:

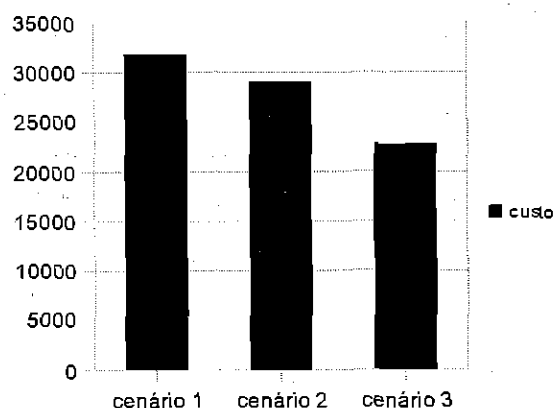


Figura 3: Simulação de cenários de gastos

Fonte: Dados primários.

O cenário 1, de maior consumo, apresentou um custo anual de R\$ 31804,82. Já o cenário 2, utilizando uma medida simples de economia de energia apresentou custo anual de R\$ 29076,28, cerca de 8,5% a menos. Finalmente, o cenário 3, de máxima economia, apresentou um custo anual de R\$ 22854,59, cerca de 21% a menos que o cenário 2 e quase 30% a menos que o cenário 1.

Cabe ressaltar que não foram considerados custos associados ao funcionamento de servidores, uma vez que não há dados disponíveis de consumo de diferentes tipos de servidores (apenas um), bem como de sistemas de ar-condicionado. Em organizações desse porte podem existir diversos servidores funcionamento ininterruptamente e em ambiente climatizado, o que pode elevar os custos.

4.7 Propostas para maior economia de energia

Após as medições de consumo e análises de custo com energia elétrica gasta em computadores, faz-se saber algumas medidas que podem contribuir para economizar mais energia gasta em computadores e equipamentos de informática.

Como o estudo procurou mostrar, o simples fato de desligar o monitor quando não em uso pode trazer ganho substancial, a custo zero. O mesmo vale para outros equipamentos, como impressoras, roteadores sem fio, caixas de som, aparelhos de fax, *scanners*. Através do estudo também foi possível perceber que aparelhos mais modernos tendem a consumir menos. Sendo assim, manter-se atualizado pode contribuir positivamente para a economia.

No âmbito dos servidores, é interessante dimensionar corretamente os equipamentos, pois mesmo um servidor de segmento de entrada já consome significativamente. Adquirir o servidor mais adequado às necessidades, otimizando ao máximo sua capacidade evita que seja necessária a compra de outras máquinas. Como servidores geralmente são dispostos em *data centers*, o menor consumo diminui a emissão de calor, que exigirá menor capacidade de resfriamento.

A redução do impacto sobre o meio ambiente não vem somente do *hardware* e seus gastos de energia associados. Utilizando o *software* correto pode-se reduzir o impacto ambiental de computadores. Exemplo disso é o uso de sistemas operacionais de código aberto, sendo o Linux o mais conhecido. Segundo estudo conduzido pelo governo britânico, citado por Ontkush (2007), o ciclo de vida para um computador utilizando Windows é de 3 a 4 anos, ao passo que o de um computador usando Linux é de 6 a 8 anos. Ou seja, dobrando-se o ciclo de vida do aparelho reduz-se pela metade o descarte, evitando a geração de lixo.

Em ambientes empresariais, principalmente, de forma a se otimizar a utilização de servidores pode-se utilizar a tecnologia de virtualização. Empresas como HP e IBM estão investindo no desenvolvimento dessa tecnologia que, dentre outras vantagens, permite melhor aproveitamento do *hardware*, otimizando o consumo de energia. A virtualização permite simular um computador dentro de um computador, por exemplo: uma máquina potente pode simular internamente o funcionamento de outras máquinas menos potentes, dessa forma reduzindo as perdas associadas com energia e também aproveitando melhor o equipamento, diminuindo ciclos ociosos.

Ainda dentro do contexto de *software*, de forma mais abrangente, equipamentos mais modernos possuem recursos avançados de economia de energia, que permitem que partes ociosas do computador sejam desligadas. Outro recurso permite que a frequência do processador diminua ou aumente conforme a demanda de trabalho. Por exemplo, um processador de 3GHz pode ter sua frequência diminuída para 1GHz caso não haja necessidade

para todo o processamento, podendo atingir a frequência máxima de acordo com a demanda.

Saindo do foco específico da informática, é importante difundir a mentalidade de preservação e economia entre as pessoas, não só para energia elétrica. O mesmo vale para a água, recursos como papel, telefonia, meios de transporte. Isso pode ser feito através de cursos, campanhas internas, treinamentos, palestras, propagando a importância de se economizar recursos dentro e fora das organizações.

Também podem ser implementadas políticas de coleta de materiais recicláveis, e também do lixo eletrônico. Conforme já citado, até 97% do lixo de computadores e afins pode ser reciclado. No Brasil ainda não existe legislação a respeito, porém as organizações já podem tomar a iniciativa, coletando e reciclando esses materiais, inclusive desenvolvendo um novo nicho de mercado. É nesse contexto que entram conceitos como o da logística reversa, que segundo Schenini et al. (2005, p. 98), “é o sistema que aplica o caminho inverso do fluxo usual da logística, ou seja, do ponto de consumo até o ponto de origem”. O autor ainda descreve o processo, que exige estrutura para recebimento, classificação e expedição de produtos retornados, bem como um novo processo no caso de uma nova saída do mesmo produto.

Em pesquisa ao *site* da Dell, por exemplo, pôde-se verificar que a empresa disponibiliza um serviço de coleta de equipamentos antigos da própria marca para reciclagem. Empresas como IBM e HP também estimulam a reciclagem de seus produtos, inclusive promovendo eventos sobre o assunto.

Caso haja substituição de equipamentos e os antigos ainda sejam aproveitáveis, poderão ser doadas a entidades de assistência, que se encarregariam de repassar os bens a pessoas físicas, contribuindo para a inclusão digital. O computador sendo utilizado fora de ambiente de trabalho certamente terá um uso menos frequente, o que minimiza seus impactos sobre o meio ambiente.

Essas são apenas algumas medidas, mas que ajudam a diminuir significativamente o impacto ambiental de equipamentos de informática. São relativamente simples de serem implementadas, com baixo custo associado, porém trazem importante economia nos custos e nos impactos ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos objetivos propostos, no que diz respeito à existência ou não de práticas de economia de energia na organização estudada, existem algumas porém não formalizadas. Os funcionários, por vontade própria, resolveram abandonar os computadores convencionais oferecidos pela empresa em troca do uso de seus *notebooks* pessoais. Isso acabou contribuindo para a diminuição do consumo de energia, porém não existe norma interna formalizada quanto a isso. Em relação ao único computador convencional ainda utilizado, o monitor foi substituído por um de menor consumo, e permanece desligado quando não em uso. Na questão da disposição de equipamentos não utilizados, não há uma separação do que é lixo eletrônico ou mesmo reciclável, sendo às vezes jogados no lixo comum.

Valendo-se dos equipamentos e métodos já descritos, realizou-se a medição do consumo de energia dos diferentes computadores e equipamentos de informática presentes na organização, cujos valores foram utilizados na realização do cálculo do custo da energia utilizada por cada um, determinado como segundo objetivo específico.

Em relação aos custos, terceiro objetivo específico, verificou-se que apenas ao desligar o monitor dos computadores durante uma hora e meia por dia trouxe uma diminuição de 3 a 6 pontos percentuais. Em relação ao custo anual com energia para um computador, o valor pode parecer pequeno. Porém, dependendo do tamanho da organização, onde podem existir de centenas a milhares de computadores ligados, o valor pode atingir uma cifra considerável. A redução de 3% a 6% pode trazer uma boa economia nos custos, refletindo na economia de recursos naturais do meio ambiente. É importante ressaltar que, além dos custos, o menor consumo de energia geralmente é associado a uma diminuição na emissão de calor, o que pode diminuir o consumo com refrigeração dos ambiente e também o impacto no meio ambiente.

Partindo da proposta de custo zero, para uma onde será investido capital na troca de equipamentos, verificou-se que substituindo os monitores do tipo CRT por outros de tecnologia mais recente pode trazer economia de até 27%. Em grandes organizações como sedes bancárias, instituições públicas, grandes *call centers*, enfim, organizações que façam uso freqüente da informática mas que não sejam necessariamente do ramo, é importante que haja uma maior preocupação em como são utilizados tais recursos e como o uso destes pode afetar o meio ambiente.

Como último objetivo foram propostas medidas para se reduzir o consumo de energia, o que pode ser simples como desligar equipamentos não utilizados, até a adoção de

tecnologias mais recentes, em cujo desenvolvimento foram levados em consideração aspectos como impacto ambiental, uso de materiais ecológicos, baixo consumo de energia.

Tendo atingido os objetivos específicos, finalmente retoma-se o objetivo principal, que foi estudar as formas de melhor gestão do consumo de energia de computadores, dos gastos financeiros associados e as medidas de redução dos dispêndios, objetivo esse que também pode-se considerar atingido. Os estudos efetuados podem servir de base para divulgação de uma mentalidade de preservação e economia de recursos, dentro e fora das organizações. É importante preservar o meio ambiente sob a óptica do desenvolvimento sustentado, que é o de garantir o desenvolvimento das atuais gerações sem comprometer o de gerações futuras. Caso o objetivo da empresa seja meramente o de redução de custos, o estudo também é válido, pois demonstra que medidas simples podem reduzir drasticamente o custo de manutenção dos equipamentos, podendo refletir no custo final do produto ou serviço, contribuindo para a competitividade da organização.

Respondendo à pergunta de pesquisa, que foi qual o impacto ambiental causado pelo consumo de energia de computadores, pode-se dizer que é significativo. Num primeiro momento é difícil associar impacto ambiental a um computador, não quando se trata do descarte de suas peças, mas sim pelo seu uso. É mais fácil visualizar o impacto ambiental de um automóvel, um caminhão, uma queimada, de se jogar lixo nos rios. O impacto ambiental de um computador vem do seu consumo de energia, que por sua vez requer fontes naturais para sua geração.

Em países como Estados Unidos ou China, onde a forma de geração de energia é predominantemente térmica, ou seja, da queima de carvão, o maior consumo de energia leva a uma maior produção, que por sua vez leva à maior queima de carvão e emissão de gases poluentes na atmosfera. No Brasil, a forma de geração de energia é em sua maioria hidrelétrica, a princípio uma forma de energia considerada “limpa”, porém tem seus impactos sócio-ambientais. O alagamento de vastas áreas para construção de um dique tem grandes impactos no meio ambiente, podendo eliminar toda uma fauna e flora locais, bem como a cultura de várias pessoas.

Muito tem se falado sobre o aquecimento global, e como isso pode afetar o planeta. É evidente que as emissões de dióxido de carbono, o gás causador do efeito estufa, contribuem para o problema. É um problema mundial. Também associado a isso está o derretimento das geleiras causado pelo aumento das temperaturas, que pode diminuir o curso dos rios, tão importantes na construção das usinas hidrelétricas brasileiras.

Com isso, percebe-se que o uso da energia dos computadores está bem inserido num

contexto bem maior, o do desenvolvimento sustentado, e que equipamentos tão úteis, mas que geralmente passam despercebidos quando se trata de impacto ambiental, agora podem ser vistos com outros olhos. Grandes fabricantes do segmento já estão se adequando às pressões da sociedade e do mercado por produtos menos agressivos. Se o futuro caminha em direção à informatização, a sociedade e os mercados estão fazendo com que essa transição seja mais responsável, limpa e preocupada com o meio ambiente.

Devido às limitações anteriormente citadas, fica a sugestão para elaboração de trabalhos futuros, suprimindo essas deficiências. Realizar a medição numa gama mais abrangente de equipamentos, aproveitando tecnologias mais modernas de gerenciamento de energia, verificando o ganho ou perda com o uso de diferentes equipamentos. Também pode ser analisada a cadeia produtiva dos equipamentos de informática, seu ciclo de vida, o manejo de seus descartes. Analisar o impacto dos sistemas de tecnologia da informação ao longo de toda sua vida útil, desde a seleção e elaboração das matérias-primas, passando por seu uso e finalmente o impacto causado por seu descarte.

É importante saber os danos causados por equipamentos cada vez mais presentes e necessários, que até então não se tem informação do impacto ambiental que podem causar.

REFERÊNCIAS

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007

DIETRICH, Jay; SCHIMIDT, Roger. **The green data center**. More than social responsibility: a foundation for growth, economic gain and operating stability. Somers: IBM, 2007

KINLAW, Dennis, C. **Empresa competitiva e ecológica**: desempenho sustentado na era ambiental. São Paulo: Makron Books, 1997

KLUYVER, Cornelis A. de; PEARCE II, John A. **Estratégia**: uma visão executiva. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**: metodologia, planejamento. São Paulo: Atlas, 2005

RENSI, F.; HELOU FILHO, E. A.; SCHENINI, P. C.; RAMOS, P. M. Gestão de custos sócio-ambientais. In: Congresso Internacional de Custos, 9.; Congresso Brasileiro de Custos, 12.; Congresso Mercosul de Custos e Gestão, 2., 2005, Itapema-SC. **Anais do IX Congresso Internacional de Custos, XII Congresso Brasileiro de Custos e II Congresso Mercosul de Custos e Gestão**. São Leopoldo-RS : Associação Brasileira de Custos, 2005.

SCHENINI, Pedro Carlos (organizador). **Gestão empresarial sócio ambiental**. Florianópolis: (s.n.), 2005

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2007

Advanced Micro Devices. **Study Commissioned by AMD Reveals Scope of Annual U.S. Data Center Energy Consumption: 45 Billion kWh, at Cost of Nearly 3 Billion Dollars**. Disponível em: <http://www.amd.com/us-en/Corporate/VirtualPressRoom/0,,51_104_543~115850.00.html>. Acesso em 17 ago. 2007.

Agência CT – Ministério da Ciência e Tecnologia. **Brasil ajuda a elaborar a ISO 26000**. Disponível em: <<http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/22903.html>>. Acesso em: 9 nov. 2007.

Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15&idPerfil=2>>. Acesso em 13 ago. 2007.

BARROSO, André Luiz. **The price of performance**. Disponível em: <<http://acmqueue.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=330&page=1>>. Acesso em 15 ago. 2007.

BICALHO, Ricardo. **Performance por watt explicado: energia e CPU's – parte I**. Disponível em: <http://www.meiobit.com/artigo/performance_por_watt_energia_e_o_problema>. Acesso em 15 ago. 2007.

BOIKO-WEYRAUCH, Derek. **Don't ditch that switch! How to make your small network greener**. Disponível em: <<http://smallnetbuilder.com/content/view/29940/89/>>. Acesso em 20 jul. 2007.

DANTES. **Environmental Performance Indicators, EPI**. Disponível em: <http://www.dantes.info/Tools&Methods/Environmentalinformation/enviro_info_spi_epi.htm>. Acesso em 4 nov. 2007.

Energy Information Administration. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/ipp/ipp_sum.html>. Acesso em 13 ago. 2007.

Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/recycle/ecycling/index.htm>>. Acesso em 20 jul. 2007.

FUSCO, Camila. **Economia de energia é chave na compra de servidores, aponta pesquisa**. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_corporativa/2006/11/22/idgnoticia.2006-11-22.7111393785/>. Acesso em 26 set. 2007.

IBM. **IBM Unveils Plan to Combat Data Center Energy Crisis; Allocates \$1 Billion to Advance "Green" Technology and Services**. Disponível em: <<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/21524.wss>>. Acesso em 26 set. 2007.

INFOMONEY. **Descarte consciente: saiba como trocar eletrônicos sem afetar o meio ambiente**. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/infomoney/2007/05/04/ult4040u4195.jhtm>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

Instituto Ethos. Disponível em: <<http://www.ethos.org.br>>. Acesso em 20 jul. 2007.
Itaipu Binacional. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/>>. Acesso em 13 ago. 2007.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Indicadores ambientais como sistema de informação contábil.** Disponível em: <<http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/fin/indamb.htm>>. Acesso em 23 set. 2007.

MOREIRA, Daniela. **Brasil tem problemas de estrutura e legislação para enfrentar lixo eletrônico.** Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-25.2669597646/IDGNoticiaPrint_view>. Acesso em 26 set. 2007.

Empresas podem reduzir o consumo de energia nos data centers. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/computacao_corporativa/2007/07/04/idgnoticia.2007-07-04.4156475271/>. Acesso em 26 set. 2007.

ONTKUSH, Mark. **Linux prevents obsolescence:** could reduce e-waste by millions of tons of per year. Disponível em: <<http://www.ecogeek.org/content/view/459/>>. Acesso em 2 dez. 2007.

Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={B3AA0142-B1FE-4AAD-AB15-E8426471B739}>>>. Acesso em 26 set. 2007.

TEIXEIRA JR., Sérgio. **Hector Ruiz torna AMD ameaça real à Intel.** Disponível em: <<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/082007/11012007-10.shl>>. Acesso em 13 ago. 2007.

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. **ISO 14000.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/ISO_14000>. Acesso em 7 nov. 2007.

ANEXOS

ANEXO 1 – Guia para um *data center* “verde” (em inglês).



The green data center.

*More than social responsibility: a foundation for growth,
economic gain and operating stability*

Contents

2 Introduction

4 Challenges facing CIOs

7 Transitioning to a green data center

10 Whose job is it?

10 Reducing cooling requirements

11 Increasing facilities system efficiency

13 Reducing power consumption with innovative technologies

17 Do you have a game plan?

18 Conclusion

Introduction

After years of being viewed by many as a concern for a relative few, environmental issues are now front-page news around the world. Faced with increasingly urgent warnings about the consequences of the projected rise in both energy demands and greenhouse gas emissions, governments and businesses alike are now focusing more attention than ever on the need to improve energy efficiency.

For most CEOs, whose sights are firmly fixed on business growth and expansion, energy consumption and environmental concerns can take on a whole new meaning when they begin to impede the company's ability to grow. Corporate data centers are well known as significant power users. If the company's data center cannot accommodate new servers or storage because of power availability or infrastructure constraints, bringing new capabilities online can become a major challenge in terms of both time and money.

For CIOs, that translates into finding ways to expand the capacity of data operations to meet the growth requirements of the business. A growing number of CIOs are realizing that environmental concern and business success can go hand in hand—and that a green, or environmentally friendly, data center may actually be one of the best ways to both accommodate growth and make a positive impact on their business's bottom line.

Highlights

While creating a green data center can be a complex undertaking, there are many solutions and techniques available to support the transition.

With energy costs rising and information technology (IT) equipment stressing the power and cooling infrastructure – which, in turn, threatens operating resiliency – many see an economic and operational crisis looming. CIOs today are being challenged to rethink their data center strategies, adding energy efficiency to a list of critical operating parameters that already includes serviceability, reliability and performance. A green initiative can help a company regain power and cooling capacity, recapture resiliency and help meet business needs – while, at the same time, dramatically reducing energy costs and the total cost of ownership. To further reward companies for energy-conscious behavior, many local utility and state energy funds are offering economic incentives or rebates for measures that reduce energy consumption.

Transitioning to a green data center and optimizing operating efficiency can be a complex undertaking. There are multiple components to factor into the equation – and best results can often be achieved by integrating improvements from multiple fronts. The good news is that there are many solutions and techniques available to support such a transition. Furthermore, the process can occur in a step-wise manner, reducing risks and helping to realize benefits along the way. Going green is becoming more than an altruistic aspiration to save the planet. It's now clear that going green is a necessity that companies will need to embrace – sooner rather than later – to survive economically.

Highlights

High-density rack-mounted servers can increase hot spots and tax cooling systems, making it difficult for aging data centers to keep up with today's demands.

Challenges facing CIOs

Responding to customer demand for better performance at lower prices, the information technology industry has delivered faster servers, lower-cost storage and more flexible networking equipment. While these new components can often deliver ever-greater performance per unit of power, they can also be increasingly power hungry. In addition, the evolution of high-density, rack-mounted servers has typically increased heat density, creating hot spots and taxing cooling systems. The excessive heat can also threaten operating stability, resiliency and staff productivity.

Many of the data centers housing this "hot" new technology are now 10 to 15 years old. As a result, their critical infrastructure equipment is likely to be growing inefficient and reaching the end of its useful life. These aging data centers are having a hard time keeping up with today's demands. Typical data centers draw approximately two to three times the amount of power required for the IT equipment because conventional data center designs are oversized for maximum capacity and older infrastructure components can be very inefficient. The cost associated with this level of power consumption can significantly impact the total cost of ownership for data center facilities and IT systems.

Highlights

Cooling and electrical costs represent up to 44 percent of a data center's total cost of ownership, although some companies are finding that they can't buy extra electricity at any price.

The rising cost of a kilowatt of electricity has further compounded the problem. Cooling and electrical costs currently represent up to 44 percent of a data center's total cost of ownership. According to The Uptime Institute, the three-year cost of powering and cooling servers is currently one-and-a-half times the cost of purchasing server hardware.¹ As a high-level university administrator recently discovered, "With the growing demand for cheaper and ever-more-powerful high-performance computer clusters, the problem is not just paying for the computers, but determining whether we have the budget to pay for power and cooling."

Meanwhile, some companies can't even deploy more servers because extra electricity isn't available at any price. Many utilities, especially those in crowded urban areas, are telling customers that power feeds are at capacity and they simply have no more power to sell.

A study by Jonathan Koomey, Lawrence Berkeley National Laboratory and Stanford University, has indicated that server energy demand has doubled from 2000 to 2005. The study estimates that power used by servers, cooling and ancillary infrastructure in 2005 accounted for about 1.2 percent of the United States' electrical usage—the equivalent in capacity terms of about five 1,000 MW power plants.²

Highlights

This issue hasn't escaped the attention of power companies or government organizations. In the U.S., over 80 local utility and state energy efficiency programs are offering rebates for increasing energy efficiency. One of the first utilities to offer such a program is Pacific Gas and Electric (PG&E) of California. The company has approved a plan to reimburse part of the costs of server and storage consolidation projects, including software, hardware and consulting, up to a maximum of US\$4 million per customer. Marc Bramfitt of PG&E said, "We don't want to build any more power plants. We want our customers to save energy and we'll pay them to do so."³

In addition, governments at both the country and regional levels are initiating energy efficiency programs. For example, in the U.S., a recently passed bill authorizes the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) to analyze the growth of energy consumption in data centers. The European Union has established a directive to drive a 20 percent reduction in energy usage by 2020. And Australia requires all companies using more than 150,000 MWH of electricity per year to prepare an assessment and action plan.

Energy costs are rising, supply is limited, the data center infrastructure is being taxed, and its ability to meet business demands is at stake.

The message is clear: Energy costs are rising, supply is limited, the data center infrastructure is being taxed, and its ability to meet business demands is at stake. CIOs who want to solve these problems will need to focus on data center

Highlights

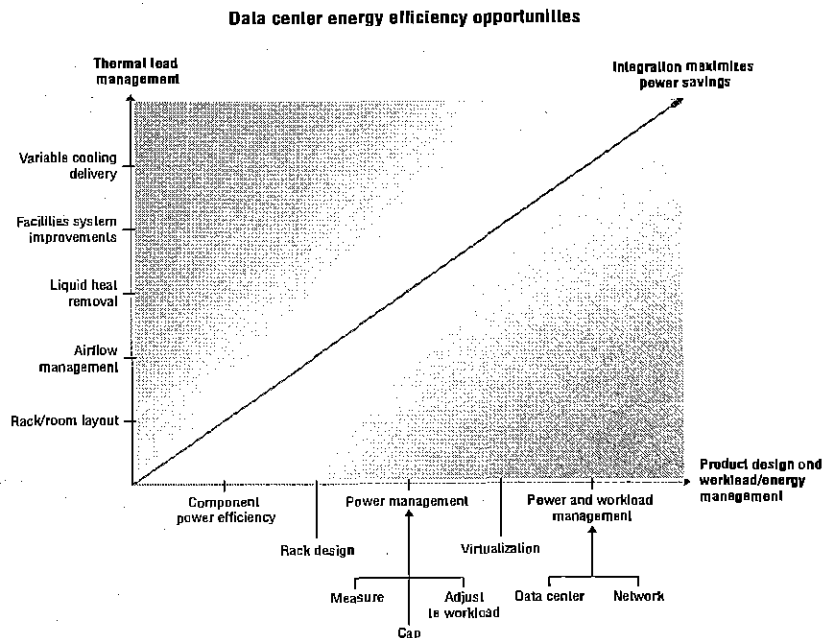
The technologies and strategies for improving data center energy efficiency span the data center ecosystem.

innovation. Fortunately, green strategies and technologies exist today to help optimize space, power, cooling and resiliency while improving operational management and reducing costs – at the same time, helping to position companies for growth and enabling CIOs to meet expanding business needs.

Transitioning to a green data center

How do you go about creating an energy-efficient green data center? IBM's 30-plus years of extensive, hands-on experience in designing, supporting and operating data centers has allowed it countless opportunities to learn what works and what doesn't. It's also provided us with a unique perspective on how to apply that learning to help create workable strategies for improving energy efficiency.

As the following graphic shows, the technologies and strategies for improving data center energy efficiency span the data center ecosystem. Companies typically achieve the best results by integrating power and cooling changes with advanced technologies such as virtualization, energy efficient hardware and software, and power and workload management initiatives.



Highlights

A best practices assessment and energy audit make it possible to pinpoint areas of high energy use, while establishing a baseline for further planning.

Although there is clearly no single “right way” to create a green data center, experts believe that the most productive first step for CIOs is to conduct a best practices assessment and energy audit. This systematic checkup offers a real-time profile and model of the data center’s energy use conditions and makes it possible to pinpoint areas of high energy use, while establishing a baseline for further planning.

At the same time, CIOs should develop a holistic view of the environment, taking the following factors into account:

- *An inventory of your current systems, their power usage and locations*
- *Your company’s business and growth plans—to help forecast future needs*
- *Current or planned governmental energy efficiency regulations in your area*
- *Available energy efficiency rebates or economic incentives from government sources or your energy provider*
- *Any already established goals for reducing your company’s carbon footprint—and the timeframe set for achieving those goals*

Highlights

Opportunities to improve energy efficiency can range from major infrastructure upgrade projects to a number of simple and inexpensive measures.

A careful review of the assessment and profile will allow a CIO to build a list of opportunities to drive maximum energy efficiency in the data center. If the team hasn't yet looked closely at the thermal characteristics of the company's data center, it's likely that they'll find many opportunities to improve energy efficiency. They can range from major infrastructure upgrade projects such as upgrading chillers or uninterruptible power supplies (UPS) to simple and inexpensive measures, including:

- *Blocking cable openings to prevent cold air waste in the hot aisle*
- *Removing under-floor cable blockages that impede airflow*
- *Turning off servers that are not doing any work*
- *Turning off computer room air conditioning (CRAC) units in areas that are overprovisioned for cooling.*

Of course, any analysis of your current situation needs to recognize the likelihood that business needs will change. For example, it would be wise to employ a modular approach to the design of future power and cooling capacity, allowing for easy expansion or modification. Factoring in local conditions and time periods can also be important. While IT equipment and UPS usage probably

Highlights

Facilities and IT departments need to collaborate—sometimes with the addition of outside help—in finding ways to meet environmental and energy challenges.

will be fairly constant, chiller or heating, ventilation and air conditioning (HVAC) energy usage will vary with outdoor temperature and humidity conditions. In addition, it's important to ensure that power and cooling scenarios are designed for recovery, and not just for steady-state operation.

Whose job is it?

Until recently, environmental management and energy expenditures were typically the responsibility of facilities departments. But rising energy costs and evolving IT demands are changing all that. It's becoming critical that the facilities and IT departments form a partnership and collaborate in this area. Even then, many companies will not have the skills or the tools to profile and model thermal conditions and appropriately apply the information to data center planning or upgrades. Because these are highly specialized skills, obtaining outside help during this part of the process may be well worth the investment.

Reducing cooling requirements

There are a number of factors that should be considered in developing a plan for improving power and cooling efficiency by reducing the heat generated in the data center. Improvements in rack and room layout can increase energy efficiency with relatively low upfront investment. The opportunities include:

- *Organizing IT equipment into a hot aisle and cold aisle configuration*
- *Positioning the equipment so that you can control the airflow between the hot and cold aisles and prevent hot air from recirculating back to the IT equipment cooling intakes*

Highlights

- *Leveraging low-cost supplemental cooling options—such as water or refrigerant heat exchangers*
- *Improving rack cooling efficiency by employing a rear door heat exchanger or an enclosed racking system to dissipate heat from high-density computer systems before it enters the room.*

Similarly, relatively simple airflow management improvements can boost energy efficiency. For example, you can:

- *Take advantage of the current capacity by clearing under-floor blockages and implementing effective cable management*
- *Ensure that floor openings match the equipment thermal load by adding or removing perforated tiles at the equipment air intakes*
- *Consider adding ducted returns.*

Organizing data centers into thermal zones can eliminate hot spots that challenge cooling systems and enhance system reliability by helping to avoid heat-related hardware failures.

Ultimately, companies should consider organizing their data centers into thermal zones—assigning a defined set of IT equipment and floor space to specific HVAC or CRAC units. This type of space and thermal planning will eliminate hot spots that challenge cooling systems and will enhance system reliability by helping to avoid heat-related hardware failures.

Increasing facilities system efficiency

Energy efficiency for infrastructure equipment has significantly improved in recent years. Replacing chiller or UPS systems that have been in service for 15 years or more can result in substantial savings. New best-in-class UPS systems

Highlights

New chiller systems, thermal storage systems and air delivery systems can help reduce both energy requirements and costs.

can experience as much as 70 percent less loss than legacy UPS equipment. New chiller systems can improve efficiency by up to 50 percent. New chiller plants also can be installed with variable-speed drives, reducing pumping system energy usage and allowing better integration of the liquid cooling system into the chilled water infrastructure. Water-side economizers, which utilize outside air to directly cool the chilled water, can further reduce the energy required to run the chillers.

The capacity and efficiency of chilled water systems can be augmented with thermal storage systems that store energy generated at night, when chillers typically operate more efficiently, and then release this energy during the day, when energy costs are higher.

Air delivery to the data center also can be made more efficient, either through central HVAC systems or through CRAC units with variable speed drives. Central HVAC tends to be more efficient, as the systems are larger and more amenable to taking advantage of no-cost cooling when outside air temperatures are sufficiently low to provide some or all of the cooling requirements. CRAC units, on the other hand, provide greater flexibility in managing the data center.

Highlights

Even without upgrading facilities equipment, companies can save energy and gain cooling capacity by relaxing stringent relative humidity and temperature requirements for their data centers. Since these specifications are usually driven by the presence of hot spots, removing those hot spots will allow temperature and relative humidity requirements to be relaxed, helping to reduce the energy required to operate the data center.

In addition to cutting back on power usage inside its data center, a company can also reduce its carbon footprint by taking advantage of options for more eco-friendly sources of power. Integrating renewable energy into the power supply—including solar, wind, hydro and bio-mass generated energy—is a good way to reduce dependency on fossil fuels. Companies with the flexibility to relocate or open new data centers are even choosing locations that are rich in renewable energy sources as part of their corporate environmental strategy.

Reducing power consumption with innovative technologies

Applying innovative technologies within the data center can yield more computing power per kilowatt. IT equipment is becoming more energy efficient and greener all the time. With technology evolution and innovation outpacing the life expectancy of data center equipment, many companies are finding that replacing older IT equipment with newer models can significantly reduce overall power and cooling requirements and free up valuable floor space. For example, IBM studies have demonstrated that blade servers reduce power and

With IT equipment becoming more energy efficient and greener all the time, replacing older IT equipment with newer models can reduce overall power and cooling requirements.

Highlights

A server that's only 15 percent utilized may cost as much to run as a server that's fully utilized, making virtualization an energy efficient and cost-effective option.

cooling requirements by 25 to 40 percent over IU technologies. While it may seem financially unwise to replace equipment before it is fully depreciated, the advantages that new models can offer—lower energy consumption, plus two to three times more computing power than older models—combined with potential space, power and cooling recoveries are enough to offset any lost asset value.

Virtualization

Virtualization can be a tremendous ally in reducing heat and expense—simply because it means that you'll need fewer servers. Servers use energy and give off heat whether they're in use 100 percent of the time or 15 percent of the time, and the actual difference in electrical consumption and heat generated between those two points is not significant. This means a server that is only 15 percent utilized will cost as much to run as a server that is fully utilized.

Virtualization is a technology designed to enable multiple application workloads—each having an independent computing environment and service level objectives—to run on a single machine. This eliminates the approach of dedicating a single workload to a single server—a practice that yields low utilization rates—and allows virtualized servers to function near maximum

Highlights

Just as server virtualization reduces the number of servers needed, storage virtualization reduces the number of spindles required.

capacity. A virtualized environment also is typically more resilient than a dedicated server environment. Component failures can be automatically managed, and the workload restarted. What's more, resources in a virtualized environment can be managed from a single point of control, improving operations.

The advantages of virtualization are not limited to servers. Storage virtualization can be used to combine storage capacity from multiple vendors into a single reservoir of capacity that can be managed from a central point. Just as server virtualization reduces the number of servers needed, storage virtualization reduces the number of spindles required, increasing the total amount of available disk space and optimizing utilization rates. Storage virtualization can also improve application availability by insulating host applications from changes to the physical storage infrastructure.

Virtualization, especially when coupled with the green design of new server and storage hardware, offers an effective solution for keeping power and cooling costs in check. The most energy efficient equipment is equipment that's no longer in use — whether it's a server, a router or a storage device.

Highlights

New power management technology makes it possible to meter actual power usage and cap the amount of power used by a single server or group of servers.

With virtualization, you can consolidate the workloads currently on a multitude of underutilized devices onto fewer, more efficient pieces of equipment – and begin to realize possible savings and efficiencies that have been difficult to achieve through the design of even the greenest systems or buildings alone.

Power management in IT systems

Ideally, power usage in a data center should be proportional to the workload. One way to achieve this balance is to idle unneeded equipment. It's a technique that's effective but difficult to manage. New power management technology, however, gives data center managers full control over optimizing power consumption – thanks to workload management software and hardware capabilities.

This technology makes it possible to meter actual power usage and produce trend data for any single physical system or group of systems. The amount of power used by a single server or groups of servers can be capped – based on workloads and business trends – to optimize energy use and application performance without sacrificing productivity.

Going green at IBM

Like many companies, IBM has found that supporting environment-friendly initiatives can be a smart business move. A significant area of focus is reducing a company's carbon footprint, or the amount of carbon dioxide (CO₂) emissions a company is directly or indirectly responsible for producing. Power consumption is considered an indirect contributor to a company's carbon footprint because power companies produce CO₂ emissions in the generation of electricity.

"While some assume that cutting CO₂ emissions costs businesses money, we have found just the opposite," said Wayne Balla, vice president, Corporate Environmental Affairs and Product Safety. "Energy efficiency solutions have saved IBM an annual average of US\$15.8 million and achieved an enviable 4.9 percent annual average energy savings rate against its annual energy usage since 1998. In CO₂ emission avoidance, that's equal to removing 51,600 cars, each traveling 10,000 miles annually."

Eco-friendly disposal

To help accelerate the movement to greener equipment, environmentally responsible disposal offerings are available. These services dispose of systems in an eco-friendly manner, typically ensuring compliance with regulations and removing data before disposal. Best of all, some programs will pay market value for the old equipment.

Do you have a game plan?

Most companies expect that their CIOs will supply a reliable, high-performance infrastructure to support the business within their allocated budgets. Are you prepared to continue meeting this expectation in the changing environment? Do you know for sure that your data center can meet growing power and cooling demands? Do you have a plan to manage the impact of rising energy costs? Are you taking advantage of financial incentives or rebates? Are you prepared to contribute to corporate initiatives to reduce greenhouse gas emissions? Do you have a strategy for your data center to ensure that you can continue to meet your company's expectations? If your answer is not a resounding "yes" to most of these questions, perhaps the time has come to evaluate your strategy.

Highlights

CIOs' ongoing efforts to think green will help keep their companies operating in the black.

Conclusion

As governments and corporations intensify their focus on reducing energy demands and greenhouse gas emissions, pressure to improve data center energy efficiency will continue to grow. We believe that the following "four Rs" must play an essential role in the development of any initiative to create a green data center:

- *Regain power and cooling capacity*
- *Recapture resiliency*
- *Reduce energy costs*
- *Recycle end-of-life equipment*

Successful CIOs will make these four Rs their mantra. And in doing so, their ongoing efforts to think green will help keep their companies operating in the black.

For more information

For more information about creating a green data center, please call your IBM representative or visit:

ibm.com/cio

Contributors

Jay Dietrich, professional engineer and senior technical staff member, corporate environmental affairs. Jay is responsible for corporate environmental policy for climate stewardship and energy and represents IBM on these issues with clients, U.S. EPA, and other governmental and nongovernmental groups that are active on energy efficiency issues. Jay can be reached at jdietric@us.ibm.com.

Roger Schmidt, distinguished engineer (thermal engineering), IBM Systems and Technology Group. Roger has more than 25 years of experience in the thermal design of IBM's large-scale computers and is named on more than 25 patents for IBM thermal technology. His professional memberships and titles include ASHRAE TC 9.9 Mission Critical Facilities, IBM Chief Thermal Architect, IBM Academy of Technology member, National Academy of Engineering member and ASME Fellow. Roger can be reached at c28rrs@us.ibm.com.



© Copyright IBM Corporation 2007

IBM Global Services
Route 100
Somers, NY 10589
U.S.A.

Produced in the United States of America
05-07
All Rights Reserved

IBM and the IBM logo are trademarks or registered trademarks of International Business Machines Corporation in the United States, other countries, or both.

Other company, product, or service names may be trademarks or service marks of others.

References in this publication to IBM products or services do not imply that IBM intends to make them available in all countries in which IBM operates.

-
- 1 Kenneth G. Brill, "Data Center Energy Efficiency and Productivity," The Uptime Institute, 2007.
 - 2 Jonathan G. Koomey Ph.D, Staff Scientist, Lawrence Berkeley National Laboratory and Consulting Professor, Stanford University, "Estimating total power consumption by servers in the U.S. and the world," February 15, 2007.
 - 3 Alex Barrett, "For PG&E customers, it pays to virtualize," SearchServerVirtualization.com, October 26, 2006. http://searchservervirtualization.techtarget.com/originalContent/0,289142,sid94_gci1226458,00.html.