

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

EFICIÊNCIA NO USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM DATACENTERS

Área de Engenharia Elétrica

por

Anderson Kiyoshi Yokota

Maurício José Bordon, Mestre
Orientador

Débora Meyhofer Ferreira, Mestre
Co-orientador

Itatiba (SP), dezembro de 2009

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

EFICIÊNCIA NO USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM DATACENTERS

Área de Engenharia Elétrica

por

Anderson Kiyoshi Yokota

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica para análise e aprovação.

Orientador: Maurício José Bordon, Mestre

Itatiba (SP), dezembro de 2009

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE EQUAÇÕES.....	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Estrutura do trabalho.....	2
1.2. Objetivo Geral	2
1.3. Objetivo Específico	3
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Divisão dos capítulos	3
2. O <i>Datacenter</i> na Sociedade.....	4
2.1. Características Gerais do <i>Datacenter</i>	4
2.1.1. Elétrica.	6
2.1.2. Condicionamento Ambiental.	8
2.1.3. Infraestrutura Física.	10
2.1.4. Servidores, Armazenamento e Comunicação.	11
2.1.4.1. Servidores.	11
2.1.4.2. Armazenamento:	13
2.1.4.3. Comunicação.....	15
2.2. Uso da Energia Elétrica em <i>Datacenters</i>	16
2.2.1. Métricas para apurar a eficiência.....	21
3. Estudo de caso.	22
3.1. Especificação técnicas dos equipamentos de estudo.....	22
3.2. Especificação técnicas do ambiente de testes.	23

3.3. Analise dos resultados.....	24
3.3.1. Estrutura física dos equipamentos.....	24
3.3.2. Armazenamento.....	24
3.3.3. Comunicação.....	25
3.3.4. Consumo de energia elétrica.....	26
4. Considerações Finais.	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
APÊNDICE A – Artigo para publicação.....	32
ANEXO I – Configuração Detalhada do IBM <i>BladeCenter E Chassis</i>	32
ANEXO II – Configuração Detalhada do IBM <i>BladeCenter HS22 Express</i>	32
ANEXO III – Configuração Detalhada do DELL <i>PowerEdge R610</i>	32

LISTA DE ABREVIATURAS

ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
Btu/h	<i>British thermal unit per hour</i>
CC-CC	Conversor de Corrente Contínua para Corrente Contínua
CETIC.br	Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação do Brasil
CRAC	<i>Computer Room Air Conditioner</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CTA	Chave de Transferência Automática
DCiE	<i>Data center Infrastructure Efficiency</i>
EIA	<i>Electronic Industries Alliance</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FC	<i>Fibre Channel</i>
FCoE	<i>Fibre Channel Over Ethernet</i>
GB	Giga Byte
Gbps	<i>Giga bits per second</i>
GHz	Giga Hertz
IBM	<i>International Business Machines</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LTD	<i>Limited</i>
Mbps	<i>Mega bits per second</i>
MW	<i>Mega watts</i>
MWh	<i>Mega watts hora</i>
NAS	<i>Network Attached Storage</i>
PCH	<i>Packet Clearing House</i>
PDU	<i>Power Distribution Units</i>
PTT	Ponto de Troca de Tráfego
PUE	<i>Power Utilization Effectiveness</i>
SAN	<i>Storage Array Network</i>
SAS	<i>Serial Attachment SCSI</i>
SATA	<i>Serial Advanced Technology Attachment</i>
SCSI	<i>Small Computer System Interface</i>
SIM-POM	<i>Infrastructure Power Overhead Multiplier</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama elétrico básico de um <i>Datacenter</i>	7
Figura 2 – Disposição (Layout) de um <i>Datacenter</i> , com a formação de Zonas Quentes e Frias	9
Figura 3 – IBM <i>Blade</i> Serie H. Neste caso um chassi e duas lâminas (ou <i>blades</i>) semi-instaladas no chassi, os demais são painéis de fechamento para futuras lâminas.....	12
Figura 4 – IBM System P550. Servidor típico para instalação em rack.....	13
Figura 5 – IBM System Serie X 3500. Servidor tipo torre, porém com a possibilidade de montagem em rack, mediante a compra de kit de conversão de chassis.	13
Figura 6 – Exemplo de <i>storage</i> . Neste caso um IBM <i>Storage System</i> DS4200 Express, com capacidade para 16 discos rígidos. Através de placas de expansão é possível conectar mais seis outros DS4200, totalizando 112 discos e até 56TB de espaço total, utilizando discos SAS.....	15
Figura 7 – Separação do uso da energia elétrica em um <i>Datacenter</i> , para cálculo da eficiência.	21
Figura 8 – <i>Racks</i> com os equipamentos instalados: (a) Dell <i>PowerEdge</i> R610; (b) IBM <i>BladeCenter</i> E, com 42 lâminas; (c) IBM <i>BladeCenter</i> E, com 84 lâminas.	24
Figura 9 – Potência máxima do servidor Dell <i>PowerEdge</i> R610. No caso, 717W.	26
Figura 10 – <i>Site Dell Server Power and Space Calculator</i> , e a potência estimada do servidor <i>PowerEdge</i> R610.	27
Figura 11 – Destaque das especificações do servidor <i>PowerEdge</i> R610.....	27
Figura 12 – Chassis do IBM <i>BladeCenter</i> E: (a) Parte traseira; (b) Destaque nas fontes de alimentação e a separação dos domínios (Verde – Domínio A; Vermelho – Domínio B).	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tráfego de alguns dos principais PTTs mundiais	1
Tabela 2 – Exemplos de classes (<i>tiers</i>) de <i>Datacenters</i>	6
Tabela 3 – Custo estimado de <i>Downtime</i>	12
Tabela 4 – Potência média de servidores em watts, por tipo, de 2000 a 2006	18
Tabela 5 – Potências mínimas e máximas de um IBM <i>BladeCenter E</i>	28

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	22
Equação 2	22
Equação 3	26
Equação 4	26
Equação 5	27
Equação 6	27
Equação 7	28
Equação 8	28

RESUMO

YOKOTA, Anderson K. **Eficiência no uso de energia elétrica em Datacenters**. Itatiba, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2009.

A progressiva troca do papel pelo meio digital, os *Datacenters* ganham cada vez mais destaque. Seja no envio de um simples *e-mail* ou no sequenciamento de DNA, o processamento digital de informações, armazenamento de dados e as redes de comunicação digitais tem um papel de suma importância na qualidade de vida da sociedade moderna. Os Datacenters em todas as áreas: indústrias, comércios, de comunicações, academias ou governamentais. Não é difícil imaginar que estes locais precisem funcionar 24 horas por dia, 7 dias por semana e que a sua principal "matéria prima" é a energia elétrica e, seja qual for o Datacenter, a energia elétrica é consumida em grande quantidade, com alguns casos atingindo números referentes ao consumo de pequenas cidades. É neste contexto que o presente trabalho tem fundamento, uma vez que, seria impossível atualmente deixar de usar recursos e possibilidades que um *Datacenter* traz, porém, no funcionamento destes locais, a energia elétrica deve ser utilizada de modo mais eficiente, pois é um recurso importante, caro e que a sociedade vem encontrando cada vez mais dificuldade em produzir, de forma segura e limpa.

Palavras-chave: *Datacenters*. Eficiência Energética. Energia Elétrica. Servidores *Blade*. *CRAC*. *EPA*.

ABSTRACT

The progressive change of the paper for the digital way, Datacenters win prominence more and more. Be in the sending of a simple e-mail or in the of DNA study, the digital processing of information, storage of data and the digital communication nets have a paper of addition importance in the quality of life of the modern society. Datacenters in all of the areas: industries, trades, communications, academics or government. It is not difficult to imagine that these places need to work 24 hours, 7 days a week and the primary source be the electric power and, Datacenter consume the electric power in great amount, with some reaching numbers of small cities. It is in this context that the present work has foundation, once, it would be impossible now to leave of using resources and possibilities that a Datacenter gives, they put the operation of these places should do a more efficient use of the electric power, that is a resource important, expensive and the society is having difficulty more and more in producing, in a safe and clean way.

Keywords: *Datacenters. Energy efficiency. Blade Server. CRAC. EPA.*

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna demanda cada vez mais necessita por processamento, armazenamento e comunicação de dados, em formato digital, sejam eles para uso profissional ou particular e, não obstante, por disponibilidade a qualquer hora e lugar. É crescente também a necessidade da sociedade moderna pela racionalização de recursos naturais como, por exemplo, os que são responsáveis pela geração de energia elétrica.

Considerando que a função de um *Datacenter* é processar, armazenar e, de um modo geral, disponibilizar as informações e que o principal insumo para o funcionamento é a energia elétrica, o tema que será abordado tem relevância no cenário atual e, possivelmente, durante os próximos tempos.

Uma grande prova desta necessidade digital pode ser conferida nos Pontos de Troca de Tráfego (PTT) ou *gateways* mundiais, que dobram a quantidade de tráfego por eles encaminhado a cada ano. De acordo com a *Packet Clearing House* (PCH), um instituto de pesquisa norte-americano sobre tráfego na *Internet*, alguns dos maiores entroncamentos mundiais, podem ser conferidos na Tabela 1. A velocidade descrita é a média, pois nem todos os participantes disponibilizaram os valores de pico de tráfego.

Tabela 1 – Tráfego de alguns dos principais PTTs mundiais

PAIS	NOME DO PONTO DE TROCA DE TRÁFEGO	TRÁFEGO
Alemanha	<i>Deutscher Commercial Internet Exchange</i>	2,27 Tbps
Holanda	<i>Amsterdam Internet Exchange</i>	790 Gbps
Reino Unido	<i>London Internet Exchange</i>	545 Gbps
Japão	<i>JPNAP Tokyo I, Otemachi</i>	180 Gbps
Rússia	<i>Moscow Internet Exchange</i>	162 Gbps
Suécia	<i>Netnod Stockholm</i>	147 Gbps
Japão	<i>Japan Internet Exchange</i>	139 Gbps
Hungria	<i>Budapest Internet Exchange</i>	122 Gbps
Espanha	<i>Espana Internet Exchange</i>	110 Gbps
Republica Checa	<i>Neutral Internet Exchange</i>	100 Gbps
China	<i>Hong Kong Internet Exchange</i>	92,5 Gbps
Brasil	NAP do Brasil - FAPESP	9,6 Gbps

Fonte: Adaptado de (PCH, 2009)

Apesar do tráfego brasileiro ser relativamente baixo em comparação aos demais apresentados, de acordo com o Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC.br), membro do Comitê Gestor da *Internet* no Brasil, a tendência

de crescimento do tráfego brasileiro também segue a tendência mundial de dobrar a cada ano.

Contudo de acordo com [FENG, 2003], baseado na, até então comprovada “Lei de Moore”: *the power consumption of compute nodes doubles every 18 months. This is a corollary to Moore’s law, which states that the number of transistors per square inch on a processor doubles every 18 months*, é possível visualizar este resultado no Gráfico 1.

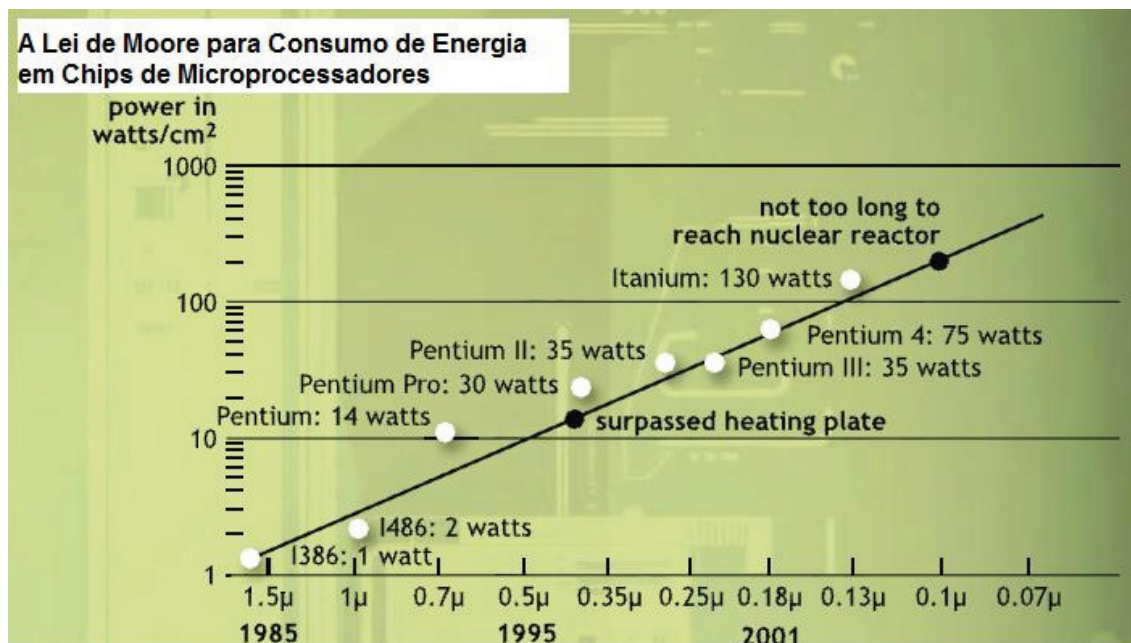


Gráfico 1 – Evolução do consumo e dissipação de energia de microprocessadores.

Fonte: Adaptado de (FENG, 2003)

Com essa constante digitalização e demanda por processamento digital, e a consequente necessidade por energia elétrica, o assunto de eficiência no uso da energia elétrica torna-se relevante.

1.1. Estrutura do trabalho

1.2. Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é condensar informações sobre a eficiência no uso da energia elétrica em *Datacenters*, de modo que, torne-se um documento introdutório sobre o assunto. Almeja-se também auxiliar os profissionais de Tecnologia da Informação, sem formação em Engenharia Elétrica, ou Engenheiros Eletricistas recém ingressos na área, a ter uma visão sobre o assunto e que estes conceitos possam influenciar positivamente, nas tomadas de decisões sobre os *Datacenters* que venham a administrar. Serão abordadas algumas práticas já utilizadas no mercado e serão feitos comparativos com possíveis soluções alternativas.

1.3. Objetivo Específico

De acordo com os conceitos adquiridos de eficiência energética em Datacenters, será proposta uma forma que, possivelmente, resultará em esforços positivos. Será apresentado um estudo de caso da substituição de servidores tradicionais montados em *racks*, para servidores da tecnologia *blade*. Neste estudo foram adotados os fabricantes IBM e Dell, para efeitos comparativos, por apresentarem mais agilmente respostas as dúvidas que apareceram no transcorrer do estudo.

1.4. Metodologia

O trabalho consiste em um estudo de caso sobre a economia de energia elétrica no uso de servidores *blade* no lugar de servidores de pequeno porte, para instalação em *racks*.

O estudo foi teórico, dado o custo dos equipamentos envolvidos, e abrange equipamentos da fabricante IBM e Dell, por motivos já expostos. As especificações técnicas utilizadas foram colhidas dos *sites* das fabricantes, de medições realizadas em campo, em equipamentos similares, e consultas a especialistas e distribuidores autorizados.

A análise dos dados consistiu em uma comparação direta dos valores de consumo dos equipamentos envolvidos, com posterior análise de custos, tanto dos servidores, como da estrutura diretamente necessária (armazenamento e comunicação). A infraestrutura necessária para os dois casos será exposta, porém não será analisada, neste trabalho.

Ao final será apresentada qual a solução melhor é mais adequada aos parâmetros descritos, sendo priorizado o menor consumo de energia elétrica.

1.5. Divisão dos capítulos

Os próximos capítulos estão estruturados da seguinte forma:

- a) Capítulo 2 – A importância e características de um *Datacenter*. Na primeira parte será explanado como os *Datacenters* estão presentes em atividades de simples, até outras extremamente complexas do cotidiano. Na segunda parte serão apresentadas as principais características físicas, de segurança e energéticas de um Datacenter, com enfoque na questão energética.
- b) Capítulo 2.2 – Neste capítulo serão mostrados alguns dos esforços mais significativos na redução e melhor aproveitamento da energia elétrica em

Datacenters. Serão focadas as iniciativas governamentais e de órgãos sem fins lucrativos.

- c) Capítulo 3 – Para finalização do trabalho será apresentada um estudo teórico sobre a redução no consumo de energia elétrica, em um *Datacenter*, as implicações, dificuldades, resultados possíveis e a consequente análise dos resultados obtidos. Para isso será mostrado um estudo para substituição desses servidores tradicionais, para servidores da tecnologia *blade*.

2. O *Datacenter* na Sociedade.

A palavra *Datacenter* (também chamado de *Data Center* ou *Server Farm*) de acordo com (TSCHUDI, XU, SARTOR, & STEIN, 2006), “é o local onde são feitas uma ou mais das seguintes funções: armazenagem, gerenciamento, processamento e troca de informações ou dados digitais” e, qualificando um pouco mais a definição, de acordo com (EPA, 2007), é o local suprido por energia elétrica de alta qualidade e disponibilidade, além de controle de ambiente com equipamentos que mantêm a temperatura e a umidade em condições ideais para o funcionamento de equipamentos de Tecnologia da Informação (TI), para que realizem as funções citadas anteriormente.

Impulsionados pela constante troca do papel pelo “meio digital”, os *Datacenters* estão presentes em diversas atividades do cotidiano moderno. Seja no ramo da indústria, acadêmico, do governo, financeiro e, até mesmo, na vida pessoal, tem-se um ou vários *Datacenters* em funcionamento a disposição de seus usuários.

Com a característica de troca de informação (que pode ocorrer entre *Datacenter* e usuários ou entre *Datacenters*) toda a informação e serviços disponíveis pelos *Datacenters* são acessíveis a qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo e, aliado ao conceito de disponibilidade, faz com que o tempo não seja mais um fator limitante e, caso necessário, a característica de segurança pode ser vista na seleção de quem pode consultar estas informações. Por exemplo, um *Datacenter* devidamente preparado, pode atender solicitações a qualquer horário do dia ou da noite, ideal para empresas que possuem diversas filiais pelo mundo, em fusos horários e distintos.

2.1. Características Gerais do *Datacenter*

Datacenters são feitos exclusivamente para computadores (EPA, 2007). Raramente pessoas ficam dentro destes locais por períodos prolongados, devido à

temperatura do ambiente que é desfavorável ao conforto humano, e que não pode ser alterada por causa das necessidades dos equipamentos. De acordo com alguns autores os *Datacenters* possuem as seguintes características:

- a) Guardam em seu interior diversos computadores e servidores (por exemplo: servidores de páginas *Web*, servidores de bancos de dados e servidores de aplicações), computadores de grande porte (*Mainframes*), ativos de rede (*switches*, roteadores e balanceadores de carga), equipamentos de armazenamentos de dados (*storages*), *racks* para instalação de equipamentos e outros equipamentos relacionados.
- b) Possuem grandes exigências de segurança e confiabilidade;
- c) Muitos possuem sistemas de piso-falso, para distribuição de cabos, estruturas e ar refrigerado.
- d) Possuem sistemas de refrigeração e, em muitos casos, com controle computadorizado.
- e) Possuem um sistema de energia elétrica ininterrupta.

Dentre as características citadas, são evidentes algumas necessidades básicas de um *Datacenter*: refrigeração e energia elétrica. A refrigeração para remover o calor gerado pelos equipamentos e acessórios, e energia elétrica para colocar tudo em funcionamento. Tendo em mente que, os mais usuais, sistemas de refrigeração para *Datacenters* necessitam de energia elétrica para funcionar, a extrapolação de que energia elétrica é a “fonte de vida” deste local torna-se pertinente. E *Datacenters* destacam-se pelo consumo de energia.

Essas características estabeleceram recomendações e, em alguns casos, determinações (podendo ser encaradas como norma) para se avaliar por quanto tempo o *Datacenter* está disponível para responder a solicitações.

Existem algumas classificações mais utilizadas pelos administradores de *Datacenters*, que levam em consideração a infraestrutura do *Datacenter* gerando um nível de disponibilidade dos sistemas que o *Datacenter* mantém. É possível destacar as seguintes classificações:

- a) *The Uptime Institute's Tier Performance Standard*
- b) *Telecommunications Industry Association - TIA 942*
- c) *Syska Hennessy Group's Criticality Levels*

Estes métodos são convergentes na quantidade de Classes (ou *Tiers*), que todas apresentam quatro níveis (1, 2, 3 e 4), sendo 1 o nível de menor disponibilidade e o 4 de maior disponibilidade. Nestes níveis estão contemplados por séries de requisitos, que

causam divergências entre as classificações citadas, sendo que a classificação TIA 942 é a mais detalhada das expostas.

Tabela 2 – Exemplos de classes (*tiers*) de *Datacenters*

TIER	Exemplo de Estrutura
1	Escritórios de pequeno porte, sem sistemas interligados com outros locais e que não rodam fora do expediente comercial.
2	Centros de suporte 24 horas, sistemas CRM e ERP, provedores de notícias locais.
3	Serviços de emergência (190, 193), Hospitais, empresas multinacionais.
4	Serviços essenciais (luz, telefone), grandes instituições financeiras.

Fonte: Adaptado de (AVELAR, 2007).

A seguir serão expostas as principais partes da infraestrutura (eletricidade, condicionamento ambiental e infraestrutura física) e alguns dos principais componentes (servidores, dispositivos de armazenamento e de comunicação) que os são abrigados em um *Datacenter*.

2.1.1. Elétrica.

Um diagrama elétrico básico de um Datacenter pode ser visto na Figura 1. É possível identificar todos os pontos principais de um sistema elétrico básico, sem redundância, de um *Datacenter*.

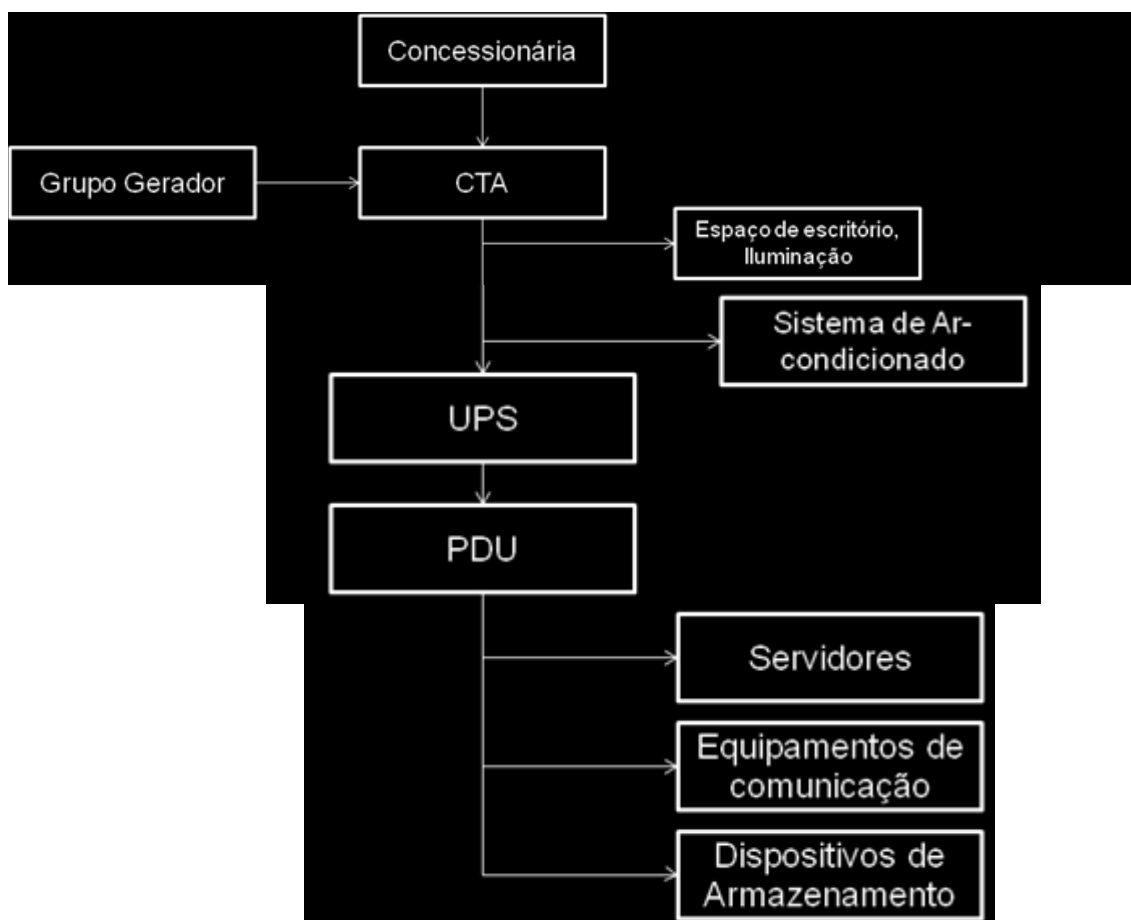


Figura 1 - Diagrama elétrico básico de um *Datacenter*

Fonte: Adaptado de (EPA, 2007)

A energia da Concessionária é entrada principal de energia elétrica do modelo, e sujeita a interrupções. A “CTA” ou “Chave de Transferência Automática” (*Automatic Transfer Switch - ATS*) que contém equipamentos e dispositivos capazes de comutar, manobrar ou mudar, de modo automático, a fonte de energia elétrica do *Datacenter* e sistemas auxiliares, da Concessionária para uma fonte de emergência (Grupo Gerador) ou outra fonte de energia elétrica, independente da fonte principal, por razões óbvias.

Na sequência é possível identificar a *UPS* (*Uninterruptible Power Supply*) comumente chamado de “*nobreak*”, responsável por filtrar e corrigir qualquer distúrbio no sinal de tensão e corrente, que possa causar danos aos equipamentos do *Datacenter*. O *UPS* consegue, por meio de bancos de baterias, sustentar breves faltas de energia elétrica, por tempo suficiente a “CTA” transferir a fonte de energia e, se for o caso, do Grupo Moto-Gerador partir e estabilizar. Existem *UPS* que trabalham com bancos de

bateria capazes de suportar a carga por tempos prolongados, que podem ocupar áreas consideráveis, que acabam sendo conhecidas por “Salas de Baterias”.

A *PDU* (Power Distribution Units – Unidades de Distribuição de Energia) é, na verdade, um conjunto de elementos, composto de: quadros de distribuição de energia elétrica, circuitos e tomadas de energia elétrica, todos montados e distribuídos, de forma que distribuam a energia elétrica proveniente do *UPS*, para os equipamentos do *Datacenter* (servidores, dispositivos de armazenamento e equipamentos de comunicação).

Comercialmente *PDU* é um equipamento semelhante as, popularmente conhecidas, “réguas de tomadas”. Porém existem diferenças grandes entre elas como, por exemplo, o preço; uma *PDU* pode custar de R\$ 600,00 a R\$ 4.000,00 dependendo das funcionalidades e potência de trabalho. Algumas contam com medidores de tensão, corrente e permitem, através de comunicação *Ethernet*, desligar ou ligar uma única ou conjuntos de tomadas, por exemplo.

2.1.2. Condicionamento Ambiental.

Como já descrito o ambiente de um *Datacenter* é feito para máquinas não para pessoas, portanto não tem janelas e aberturas que permitam a circulação natural de ar, para realizar troca de calor. Não são raros os casos de *Datacenter* que, com as portas de acesso fechadas, viram salas praticamente herméticas.

Sendo assim o local necessita de um sistema de refrigeração, muitas vezes, de capacidades e preços surpreendentes, para manter os equipamentos lá contidos em ambientes ideais de trabalho.

Normalmente um *Datacenter*, que trabalha com *racks*, tem a disposição ou *layout* interno conforme a Figura 2. Onde a colocação dos *racks* cria corredores ou zonas por onde o ar refrigerado é injetado ou espalhado (Zona Fria) ou de onde o ar exaustado pelos equipamentos é retirado (Zona Quente) para posterior refrigeração.

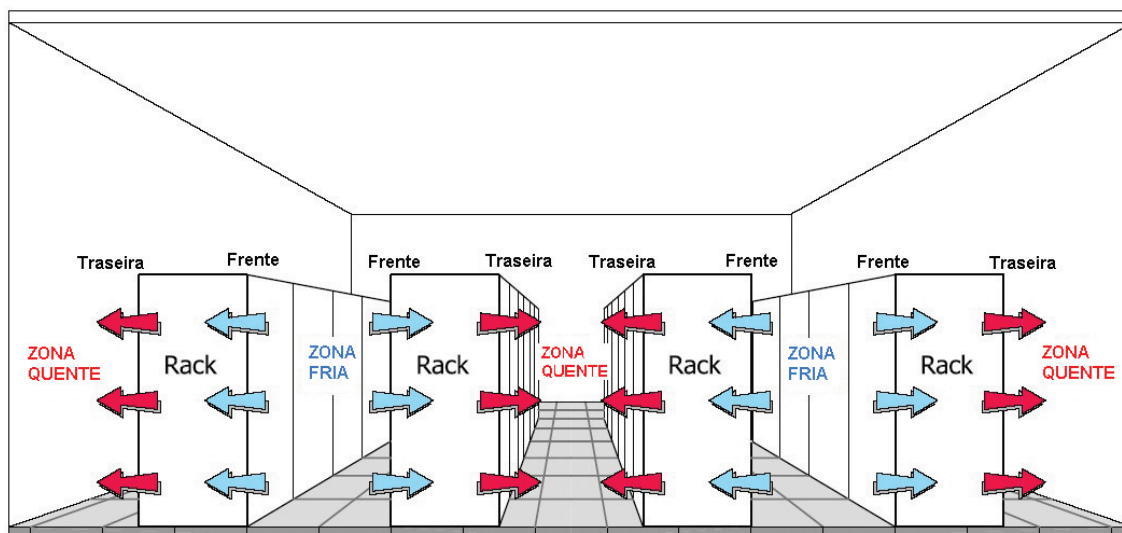


Figura 2 – Disposição (Layout) de um *Datacenter*, com a formação de Zonas Quentes e Frias

Fonte: Adaptado de (EPA, 2007, p. 22) apud (ASHRAE, 2004)

Com a formação desses corredores o gerenciamento tanto do ar frio como do ar aquecido torna-se mais prático, permitindo varias técnicas de contenção, remoção e pré-resfriamento do ar aquecido, antes de ser refrigerado.

Os CRAC (*Computer Room Air Conditioning*), como são conhecidos os equipamentos de condicionamento de ambiente específicos para *Datacenters* (muitas vezes conhecidos como ar condicionado de precisão), que como principais características:

- a) Controle e estabilização da temperatura em décimos de graus Celsius;
- b) Descarga de ar refrigerado (vazão) constante.

Comumente são utilizados equipamentos de uso comercial ou doméstico para refrigeração de computadores, chamados de ar condicionado de conforto. É uma atitude compreensível devido ao elevado custo de aquisição e manutenção de uma unidade CRAC, penalizando o controle de temperatura do *Datacenter* normalmente gerado por um algoritmo de controle computadorizado (da unidade CRAC), contra um simples controle *ON-OFF* das máquinas de conforto. A temperatura de trabalho de um *Datacenter*, de acordo com a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) a temperatura recomendada, do Corredor Frio, é de 20°C a 25°C.

Umidade também é uma preocupação em *Datacenters*, justamente pelo funcionamento dos condicionadores de ar, que retiram umidade do ambiente, durante o processo de refrigeração do ar, mas não se tem um valor correto. O valor recomendado pela ASHRAE é de 40% a 55% porém, valores entre 20% a 80% são classificados como “aceitáveis” pela mesma organização. Já a TIA 942 recomenda valores de 35% a 65%.

Se a umidade for muito baixa, o ar, em atrito com os microventiladores dos equipamentos, pode gerar eletricidade estática e causar descargas nocivas. Por outro lado um ambiente com alta umidade pode gerar condensações dentro dos equipamentos, e consequente oxidações e, em casos extremos, curtos-circuitos.

2.1.3. Infraestrutura Física.

Com uma infraestrutura muito peculiar, é comum, até esteticamente melhor, a utilização de armários (*racks*) para acomodar os equipamentos nele instalados, porém não obrigatório. A utilização de bancadas e mesas, devidamente desenhadas para *Datacenters*, é possível, porém faz-se necessário considerar os seguintes detalhes:

- c) Circulação do ar refrigerado e “exaustado” dos equipamentos;
- d) Fixação de cabeamento, tanto de comunicação como de energia elétrica;
- e) Suporte a carga estática e dinâmica dos equipamentos.

A disposição dos equipamentos e dos suportes é crucial a um *Datacenter* para o gerenciamento térmico já citado, e facilitar futuras ampliações da estrutura.

Outro recurso muito utilizado, também é o chamado “Piso Elevado” ou “piso falso”. Cria-se um espaço entre o piso do andar ou pavimento e o piso do *Datacenter*, onde é possível a passagem de cabos de comunicação, condutores de energia elétrica, leitos ou dutos, para interligação entre os *racks* e servidores, além de permitir também a circulação e distribuição de ar refrigerado das *CRACs* até os pontos necessários.

Racks são soluções para fixação de servidores que apresentam inúmeras vantagens, como organização, aumento da segurança de acesso físico e padronização além de, como efeito secundário, contribui para uma melhor estética do *Datacenter*. Estes *racks* são escolhidos entre abertos (sem laterais) ou fechados (com laterais de fechamento) e apresentam furações padrão EIA 310-D que permitem a fixação de diversos equipamentos

Também é possível a utilização de leitos ou “eletrocalhas” aéreos de modo que, se crie uma rede de infraestrutura acima dos *racks*, permitindo também a distribuição de cabos de comunicação e condutores de energia elétrica, diminuindo ou criando uma via secundária de infraestrutura no *Datacenter*.

As paredes e portas que revestem o *Datacenter* podem, de acordo com a necessidade, apenas restringir o acesso físico ou a proteção dos equipamentos até contra incêndios, explosivos e interferências eletromagnéticas, como as soluções apresentadas pela empresa ACECO TI brasileira.

Existem ainda aspectos de infraestrutura relacionadas a combate a incêndio, com a utilização de gases “**inertes**”, com capacidade de extinguir incêndios sem danificar os

demais equipamentos não atingidos pelo incêndio e, em alguns casos, permitem que o *Datacenter* continue operacional durante a aplicação do gás. É chamada a atenção que, apesar de não danificarem os equipamentos, podem danificar a Camada de Ozônio, contribuir para o Efeito Estufa ou, em casos específicos, formação (durante o contato com o fogo) de gases altamente tóxicos, corrosivos ou sufocantes. Contudo existem soluções que demonstram bons resultados, mas com um custo muito superior aos demais como, por exemplo, o InergenTM da *Ansul Corporation*, empresa do grupo *Tyco Internacional LTD.*, mas que não carregam efeitos colaterais como os demais.

Destaca-se também a utilização de iluminação projetada para o ambiente. Como o ambiente possui uma temperatura de trabalho inferior ao normalmente encontradas em escritórios, com isso a utilização de lâmpadas que precisam de uma temperatura mínima de trabalho pode causar falta de luminosidades, falhas e queimas precoces de lâmpadas e sistemas agregados (reatores). Uma escolha assertiva pode ser no investimento de iluminação com *LEDs*, que necessita de baixas temperaturas para um melhor funcionamento. Mas não será abordado este assunto neste documento.

Uma boa prática recomendada pela *TIA 942* é que o *Datacenter* não compartilhe infraestrutura com as demais áreas da empresa ou com de equipamentos estranhos ao local. Isso evita acessos não necessários à infraestrutura crítica e a perda de gerenciamento para planejamentos de capacidade.

Em se falando de gerenciamento e planejamento o *Datacenter* necessita de gerenciamento e planejamento constantes não só dos itens de infraestrutura, mas todos os demais itens já relatados. É muito comum que o time que gerencia a infraestrutura não ser o mesmo time que gerencia os servidores e isto é a causa de problemas constantes, pelo dinamismo e rotatividade de equipamentos, requisitados pelo time de gerencia de servidores.

2.1.4. Servidores, Armazenamento e Comunicação.

2.1.4.1. Servidores.

Os servidores apresentaram evoluções significativas nos últimos tempos, devido à evolução da microeletrônica. Maquinas com capacidades surpreendentes são disponíveis a todo o momento.

Servidores são computadores de alta tolerância a falhas e, normalmente, com os componentes mais críticos duplicados para que, na falha de um o outro assuma as funções até que o defeituoso seja substituído. Também são caracterizadas pela importância dos serviços e programas neles contidos.

Justamente pela resiliência destes equipamentos, neles são instalados diversos aplicativos ou programas que, se ficarem indisponíveis mesmo por breves momentos, podem significar grandes perdas, como visto na Tabela 3. A indisponibilidade de servidores e outros sistemas de um *Datacenter* também conhecido como *Downtime*.

Tabela 3 – Custo estimado de *Downtime*.

Serviço	Custo de uma hora parado (US\$)
Bolsa de Valores	\$6.450.000,00
Compras com Cartão de Credito	\$2.600.000,00
Comercio Eletrônico	\$225.000,00
Serviço de Postagem	\$150.000,00

Fonte: Adaptado de (FENG, 2003).

Em *Datacenters* existe a tendência da instalação de servidores em *racks* (seguindo a tendência das infraestruturas) que possuem vantagens em relação aos servidores (de mesa), como o menor espaço ocupado e melhor gerenciamento térmico, por exemplo. Como visto nas: Figura 3, Figura 4 e Figura 5 é possível visualizar servidores típicos utilizados em *Datacentes*. Apesar de existir um grande parque de servidores tipo torre, este trabalho irá se concentrar em servidores para *racks* e *Blades*.



Figura 3 – IBM *Blade* Serie H. Neste caso um chassi e duas lâminas (ou *blades*) semi-instaladas no chassi, os demais são painéis de fechamento para futuras lâminas.



Figura 4 – IBM System P550. Servidor típico para instalação em rack.



Figura 5 – IBM System Serie X 3500. Servidor tipo torre, porém com a possibilidade de montagem em rack, mediante a compra de kit de conversão de chassis.

Servidores para instalação em *Datacenters* já possuem um gabinete (ou chassi) projetado para que, receba o ar frio pela parte frontal e projete o ar quente pela parte traseira, aproveitando os corredores “quente-frio” já mencionados, formados pelos racks.

2.1.4.2. Armazenamento:

Dispositivos de armazenamento externo, ou *storages* como são normalmente conhecidos, possibilitam aos *Datacenters* terem quantidades volumes de dados guardados, prontos para serem consultados ou processados.

Em um *Datacenter* que armazena grande volumes de dados, pode ser inviável a utilização de discos rígidos locais, nos próprios servidores, para armazenamento. Não raro, podem ser encontradas situações onde um servidor está com os discos praticamente tomados de dados e necessitando de mais espaço, em contra partida, outro servidor com os discos vazios, apenas consumindo energia elétrica. Com isso surgiram as soluções de centralização das unidades de disco rígido em um único local (os *storages*) e os servidores, conectados nessas unidades. Para cada servidor é disponibilizado uma porção de espaço, via *software* de gerenciamento, e que pode ser realocado e redimensionado dinamicamente, sem a necessidade de interromper todo o sistema para executar estas tarefas. Também é uma solução escalar, ou seja, é possível a inclusão de novos discos (ou até de novos *storages*, trabalhando juntos, como uma única peça) e realizar a redistribuição de espaços, em pouco tempo e, muitas vezes, com todo o sistema em pleno funcionamento.

São unidades que se assemelham, fisicamente, aos servidores, porém contém unidades de discos rígidos e uma ou mais unidades controladoras.

As unidades de disco são as responsáveis pelo efetivo armazenamento das informações, podendo ter diversas capacidades de armazenamento (que chegam atualmente a um Terabyte de espaço), com diversas interfaces de comunicação, que influenciam diretamente na velocidade de comunicação com a controladora (consequentemente com o restante do sistema) e, também, no custo do disco. Atualmente são comuns as interfaces tipos SATA (*Serial Advanced Technology Attachment*), SAS (*Serial Attachment SCSI*), SCSI (*Small Computer System Interface*) e FC (*Fibre Channel*), sendo o último tipo exclusivo de ambientes de *Datacenters* devido ao alto custo tanto do disco, como das unidades que a utilizam.

As controladoras das *storages* não são simples interfaces dos discos com os demais servidores. A grande maioria dessas controladoras são verdadeiros “servidores”, possuindo microprocessadores, memórias e *softwares* embutidos que permitem o gerenciamento de espaços, acessos, rotinas de verificação e proteção dos dados, de todos os discos, além de outras funcionalidades.

Para comunicação com os demais servidores os *storages* pode-se utilizar uma rede própria, conhecida como rede SAN (*Storage Array Network*), que utiliza o protocolo *Fibre Channel* (FC), dentre outros, que possibilitam velocidades de comunicação de até 8Gbps ou, mais recentemente, o protocolo FC foi encapsulado em um *frame Ethernet*, dando origem ao FCoE (*Fibre Channel Over Ethernet*), possibilitando a formação de redes SANs

fazendo uso de redes *Gigabit Ethernet*, mais especificamente, as redes 10 *Gigabit Ethernet* para suportar o tráfego gerado pelo protocolo FC.



Figura 6 – Exemplo de *storage*. Neste caso um IBM *Storage System DS4200 Express*, com capacidade para 16 discos rígidos. Através de placas de expansão é possível conectar mais seis outros DS4200, totalizando 112 discos e até 56TB de espaço total, utilizando discos SAS.

É importante destacar que existe a chamada NAS (*Network Attached Storage*), que podem ser generalizadas como uma “rede para compartilhamento e guarda de arquivos”, onde se tem um ou mais servidores de arquivos e clientes acessando esses arquivos. A rede SAN, a figura do *storage* não é tido como um servidor de arquivos e sim como um “grande disco rígido gerenciável”, onde cada servidor controla o espaço disponibilizado não por arquivos, mas por blocos endereçáveis, como de um disco rígido instalado internamente no servidor.

2.1.4.3. Comunicação

Se o servidor pode ser comparado ao cérebro de uma pessoa, sem dúvida nenhuma, os equipamentos de comunicação e o cabeamento são os nervos. Responsáveis pela transmissão dos dados entre servidores, *storages*, clientes e, em muitos casos, sistemas de automação do Datacenter (como monitores de temperatura e câmeras de segurança, por exemplo).

Dada a grande diversidade de equipamentos de comunicação que um Datacenter pode possuir, serão destacados os equipamentos e cabeamento para comunicação de redes Ethernet/IP.

Os equipamentos para rede ethernet são basicamente *switches* e roteadores que interligam diversos servidores e, não raro, redes ou sub-redes inteiras, entre si. Estes equipamentos recebem o pacote (ou *Frame*) Ethernet e analisam o conteúdo que, na

maioria, contem um pacote IP. Até algum tempo atrás, era possível afirmar que: *switches* analisam exclusivamente o pacote Ethernet (camada 2 da pilha de protocolo IP) e os roteadores o pacote TCP/IP (camada 3 da pilha de protocolo IP). Porém, isso vem mudando progressivamente com a popularização (em ambientes de *Datacenters*) dos *switches* que operaram nas camadas 2 e 3, e alguns chegando até a camada de aplicação. Estes equipamentos são chamados de *Multilayers Switch*.

Já os roteadores são equipamentos que interligam redes que, muitas vezes, utilizam protocolos distintos, removendo ou adicionando camadas de protocolos, endereços e parâmetros aos pacotes que passam através dele. Normalmente estes equipamentos servem de interface com alguma rede externa, que permitem o *Datacenter* comunicar com a internet, através de uma operadora.

Existem esforços que utilizam servidores, com várias interfaces de rede, como roteadores. É uma solução de custo mais baixo a um roteador, mas querendo mais conhecimento do operador, pois, além de administrar o aplicativo de roteamento, este terá que administrar também o sistema operacional do servidor.

Quanto ao cabeamento é comum a utilização de fibra óptica e cabo metálico de pares trançados em *Datacenters*. O primeiro pela alta velocidade de transmissão, pequeno volume e alta confiabilidade, o segundo pelo baixo preço de implantação e robustez física.

Com velocidades que variam de 10Mbps a 10Gbps, para redes Ethernet, a fibra óptica é um versátil meio de condução de dados que, além de atingir velocidades extremas, pode cobrir distâncias que podem extrapolar o perímetro da maioria dos *Datacenters*. Essa vantagem pode ser notada principalmente se existe a necessidade de se ter mais de um *Datacenter*, para dividir a carga de solicitações e, caso um dos *Datacenters* fique indisponível, o outro assuma completamente as solicitações.

Porém todas essas vantagens têm um preço a ser pago, e é justamente o custo, não da fibra óptica em si (que é relativamente barato), mas dos equipamentos necessários como interfaces, placas e demais equipamentos que compõem e permitam que a rede óptica funcione adequadamente.

2.2. Uso da Energia Elétrica em *Datacenters*

Com a crescente demanda dos consumidores por maiores níveis de processamento, armazenamento e velocidade de comunicação, sempre a menores custos, as indústrias produzem servidores mais rápidos, dispositivos de armazenamento de custo mais baixo e equipamentos de rede mais flexíveis. Embora estes novos

componentes possam suportar cada vez mais carga por unidade de energia, eles podem demandar também cada vez mais energia direta e indiretamente. Diretamente devido ao próprio consumo de energia dos, não raros, múltiplos processadores, discos rígidos e demais componentes de um servidor, como indiretamente pelos, principalmente, sistemas de refrigeração do *Datacenter*. No Gráfico 2 é possível visualizar como é distribuído o consumo de energia elétrica em um *Datacenter*. Contudo esta distribuição não é uma regra, admitindo variações notáveis, se comparados *Datacenters* distintos, mas a idéia geral é mantida.

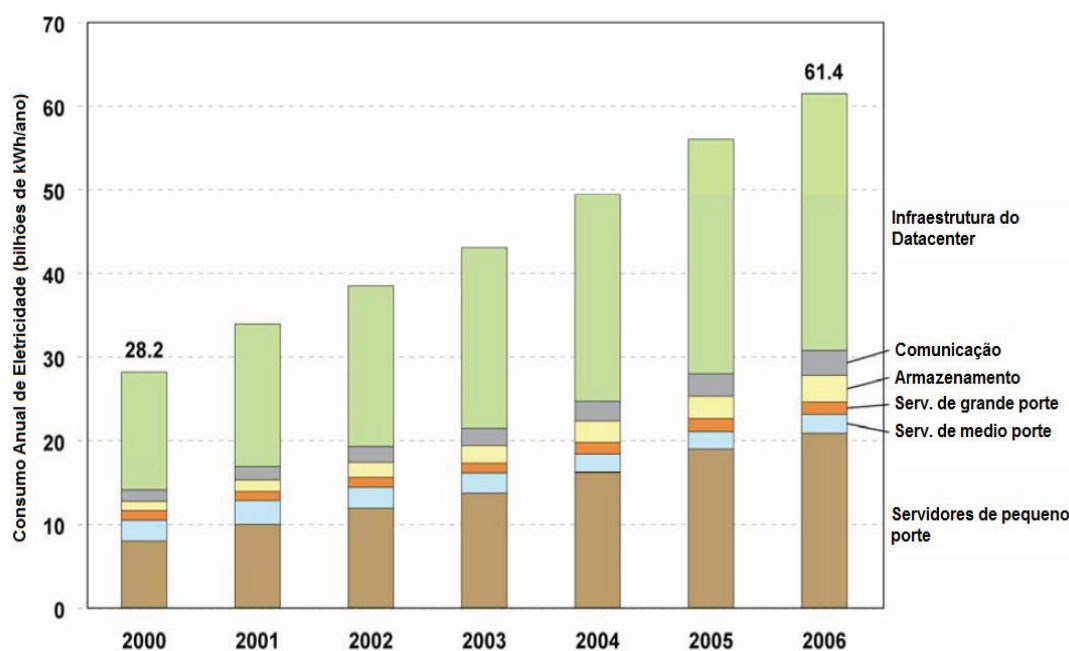


Gráfico 2 – Consumo de energia elétrica relativo aos *Datacenters* norte-americanos, apurado pelo EPA, onde é visto o consumo total e a proporção de quanto cada componente é responsável.

Fonte: Adaptado de (EPA, 2007).

Neste gráfico, entende-se por:

- a) Infraestrutura – condicionamento de ambiente (resfriamento e umidade), Condicionamento e distribuição de energia elétrica (*UPS*, *PUDs* e geradores) e iluminação;
- b) Serv. de grande porte – Ex.: *Mainframes* e Supercomputadores;
- c) Serv. de médio porte – Ex.: Servidores *Blade*;
- d) Servidores de pequeno porte – Ex.: Servidores de rack e de torre.

E potência dos servidores também aumentou de forma considerável, de acordo com a

Tabela 4.

Tabela 4 – Potência média de servidores em watts, por tipo, de 2000 a 2006

Tipo de Servidor	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Pequeno Porte	186	193	200	207	213	219	225
Médio Porte	424	457	491	524	574	625	675
Grande Porte	5.534	5.832	6.130	6.428	6.973	7.651	8.163

Fonte: Adaptado de (EPA, 2007).

Defrontados por alertas cada vez mais urgentes sobre as consequências do aumento previsto da demanda de energia e das emissões de gases de efeito estufa, governos e empresas estão agora, como nunca antes estiveram, dando maior atenção à necessidade de aumentar sua eficiência energética. Está ficando cada vez mais claro que tornar-se “verde” é uma necessidade para as empresas.

Se o *Datacenter* da empresa não consegue acomodar novos servidores ou dispositivos de armazenamento em função da indisponibilidade de energia ou de restrições de infraestrutura, a impossibilidade de novos serviços *online* podem se tornar sérios obstáculos para o crescimento, em termos de tempo e dinheiro.

O custo crescente da energia elétrica intensifica ainda mais o problema. De acordo com (BRILL, 2007), o custo da energia necessária para alimentar e resfriar um servidor, durante três anos, é igual a uma vez e meia o custo do servidor. E ainda, de acordo com (KATZ, 2009), daqui seis anos, as operadoras de *Datacenters* estarão gastando mais dinheiro com energia do que com servidores, durante o ano. A energia elétrica necessária já se torna um aspecto relevante, na compra de um novo equipamento.

Este problema não escapou à atenção das companhias energéticas, apesar de ser um aparente conflito. Segundo (KOOMEY, 2007), para atender a demanda crescente dos *Datacenters* serão necessários nos Estados Unidos, pelo menos, cinco usinas de energia elétrica com 1.000MW cada e, no mundo seriam necessário outras 14 de igual porte. Com o custo para construção de uma usina variando de um a quatro milhões de dólares por MW, não são raros os programas de incentivos a diminuição dos gastos de energia elétrica, que as empresas de geração, transmissão ou distribuição de energia e o próprio governo fazem para incentivar (até mesmo financeiramente) projetos que visem à racionalização no uso da energia elétrica.

Em uma iniciativa do Congresso dos Estados Unidos da America votou, em 2007, um projeto que autorizou a *United States Environmental Protection Agency* (EPA) a analisar o consumo de energia em *Datacenters* norte-americanos. O documento mostra uma visão geral da situação, faz previsões sobre o impacto dos *Datacenters* e trás

análises sobre os esforços que estão sendo adotados. O documento enfoca não somente *Datacenters* governamentais, mas de todos os setores, o que torna o documento base para muitos artigos e esforços, em eficiência no uso da energia elétrica em *Datacenters*.

Outros órgãos governamentais, como a União Européia, também realizam esforços, mas não restrito a *Datacenters*, como, por exemplo, o estabelecimento uma meta de redução em 20% na utilização de energia até 2020. Já a Austrália exige que qualquer empresa que consuma mais de 150 mil MWh de eletricidade por ano, prepare um plano de avaliação e de ação para redução de consumo.

Contudo a eficiência energética dos equipamentos de infraestrutura aumentou de maneira significativa nos últimos anos. Novos sistemas de UPS podem apresentar 70% a menos de perda do que equipamentos antigos (com mais de 10 anos), utilizando novos componentes, técnicas e sistemas de controle digitais. Novos sistemas de resfriamento podem aumentar em 50% a eficiência, com unidades de controle computadorizado e novos algoritmos de controle que, em muitos casos, utilizam até sistemas neurais, para determinar qual a necessidade de refrigeração do ambiente.

Com os novos avanços da eletrônica de potência e popularização dos motores controlados por inversores de frequência, os principais beneficiados foram os sistemas de condicionamento de ambiente. Utilizando ventiladores e compressores de velocidade variável, é possível a produção da quantidade exata de resfriamento que o *Datacenter* necessita, em detrimento ao controle Liga-Desliga de equipamentos antigos, contudo estes sistemas de refrigeração ainda têm valores proibitivos para alguns *Datacenters*. Ainda sobre a eletrônica de potência, também permitiu a construção de fontes de energia e conversores CC-CC, para servidores, mais eficientes. Atualmente a *Climate Savers Computing Initiative*, uma organização não governamental, classifica a eficiência de diversas peças e equipamentos utilizados em computação, dentre eles, fontes de alimentação. Ainda, de acordo com (EPA, 2007), em servidores de pequeno porte, fontes de alimentação, ventiladores (ventoinhas) e processadores, combinados, são responsáveis por 50% a 80% do desperdício de energia em um servidor.

Embora possa parecer financeiramente desaconselhável substituir equipamentos antes da total depreciação, as vantagens que um modelo novo pode trazer, combinadas com economias de espaço, energia e resfriamento, são mais que suficientes para compensar qualquer perda financeira. Os fabricantes têm apostado nesta idéia e, segundo (EPA, 2007), em servidores de pequeno porte aumentou-se o uso de processadores com múltiplos núcleos e de baixo consumo de energia, já em servidores de médio e grande porte a atenção está voltada nas fontes de energia mais eficientes.

Outras iniciativas que, apesar de não serem tecnologicamente avançadas, também surtem efeitos. É o caso da utilização de ar externo para refrigerar o *Datacenter*. Utilizando monitores de temperatura externos e internos ao *Datacenter*, um controlador pode determinar a abertura de canais para saída de ar aquecido, e entrada do ar frio externo (devidamente filtrado). Existem projetos de universidades norte-americanas para utilização do ar aquecido e não apenas dispensá-lo no ambiente.

Um problema comum dos servidores é o consumo de energia e emissão de calor, quer sejam utilizados em 100% do tempo ou em 10%, e a diferença real, em termos de consumo de eletricidade e de calor gerado, entre esses dois pontos é pouco expressiva, como pode ser visto no Gráfico 3. Isso quer dizer que a operação de um servidor que tem apenas 10% de utilização custa tanto quanto a de um que tem utilização plena. Isso poderia ser melhorado com a inclusão de mais serviços em um único servidor, mas não é uma atividade simples, como parece. Alguns aplicativos requerem necessidades muito específicas, que acabam por ser inviáveis ou totalmente incompatíveis com a execução concomitante de outros aplicativos, no mesmo sistema operacional. Não obstante os aplicativos que necessitam de sistemas operacionais distintos, ou até específicos para funcionarem.

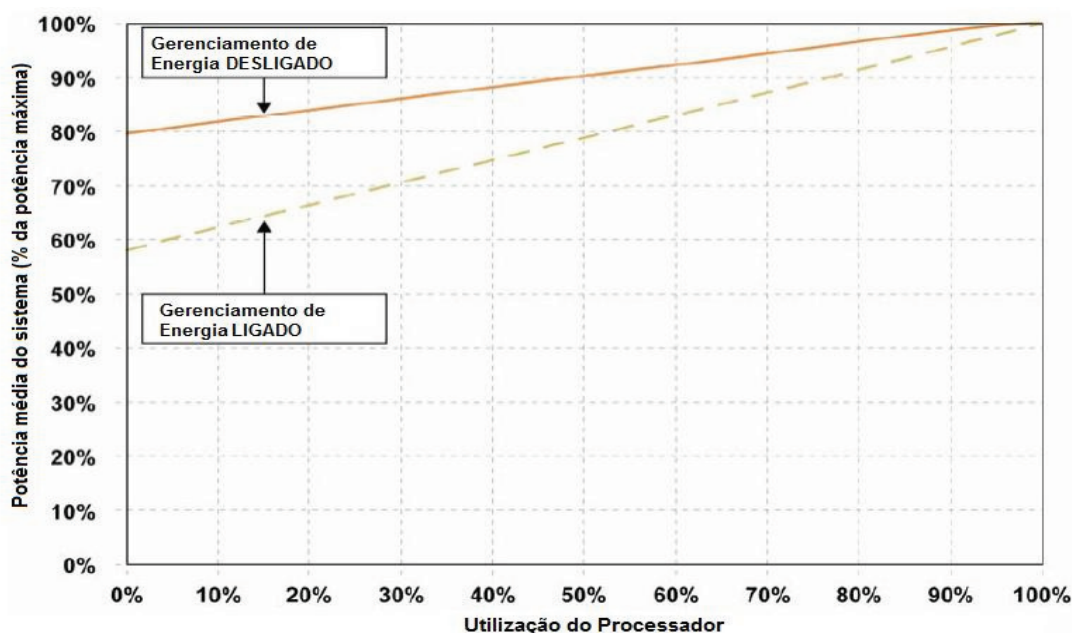


Gráfico 3 - Relação da energia elétrica requerida contra a carga do processador, de um servidor de pequeno porte.

Fonte: Adaptado de (EPA, 2007).

Este problema pode ser resolvido com a virtualização. Este recurso permite que uma ou mais servidores sejam instalados em um único servidor, gerando economia tanto na compra de servidores, como de infraestrutura. Isso porque, cada servidor é instalado

em um “servidor virtual” (com sistemas operacionais distintos ou não) em um aplicativo de virtualização, cuja limitação é o *hardware* do servidor real e o aplicativo de virtualização (compra de licenças). Com isso a virtualização combinada com novos servidores e dispositivos de armazenamento mais eficientes no uso da energia elétrica, oferecem mais uma opção no controle os gastos com energia e resfriamento.

2.2.1. Métricas para apurar a eficiência.

Apesar dos esforços para atingir a eficiência no uso da energia elétrica em *Datacenters*, ainda não se tem uma forma consensual para medir a perseguida eficiência.

Contudo existem alguns métodos disponíveis que são aceitos por uma parcela dos administradores, são eles:

- a) *Data center Infrastructure Efficiency* – DCiE
- b) *Power Utilization Effectiveness* – PUE.
- c) *Site Infrastructure Power Overhead Multiplier* – SI-POM.

Sendo o PUE um método citado no relatório da EPA.

São métodos semelhantes e todos levam em consideração a energia necessária para funcionamento de todo o *Datacenter* (iluminação, controle ambiental, UPS, automações e, inclusive para os servidores) E a energia necessária para os servidores, armazenamento e comunicação, como podem ser visto na Figura 7.

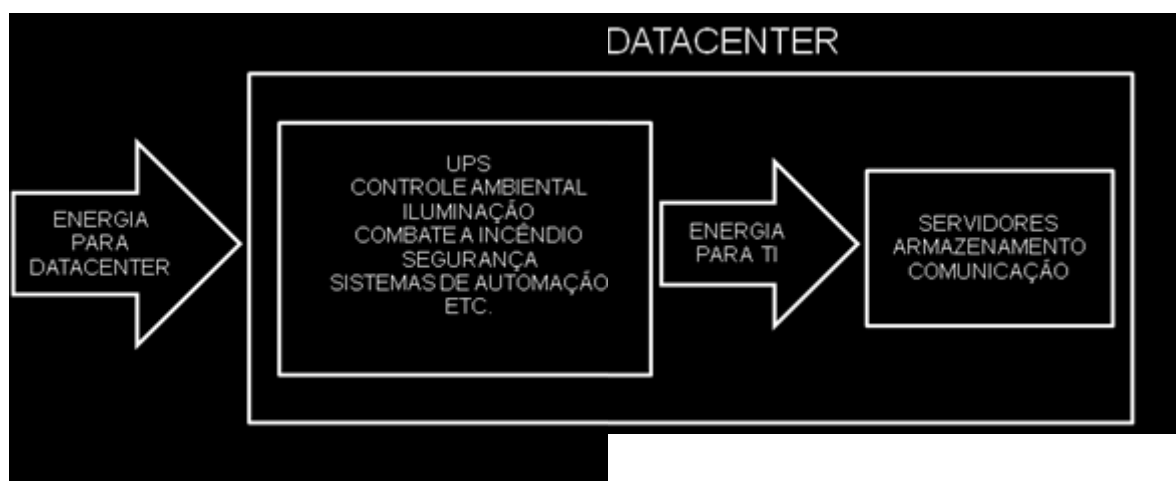


Figura 7 – Separação do uso da energia elétrica em um *Datacenter*, para cálculo da eficiência.

Uma vez distinta a finalidade e o quanto é consumido de energia elétrica, é realizado o seguinte cálculo:

Forma DCiE:

$$DCiE = \frac{ENERGIA PARA DATACENTER}{ENERGIA PARA TI} \quad \text{Equação 1}$$

Desta forma, quanto mais próximo de 1 (ou 100%), melhor a eficiência do *Datacenter*, neste caso, quanto maior o número, melhor a situação.

Forma PUE e SI-POM:

$$PUE \text{ ou } SIPOM = \frac{ENERGIA PARA TI}{ENERGIA PARA DATACENTER} \quad \text{Equação 2}$$

Da mesma forma, quanto mais próximo de 1, melhor a eficiência do *Datacenter* em estudo e, neste caso, quanto maior o número, pior é a situação.

Atualmente, de acordo com (EPA, 2007) e (KATZ, 2009), grande parte dos *Datacenters* está com o índice PUE acima de 2,0, ou seja, para cada watt consumido pelos servidores, armazenamento e equipamentos de comunicação, mais de um watt é gasto para manter a infraestrutura. Contudo os autores fazem previsões de que, até 2011 a maioria dos *Datacenters* atinja a marca de 1,7 e as melhores instalações até 1,2.

Segundo (KATZ, 2009) a empresa *Google* declarou que já conta com um índice PUE de 1,21 em seis de seus *Datacenters* e, em um destes, já conta com a marca de 1,15. Porém a empresa mantém em segredo como conseguiu tal feito.

3. Estudo de caso.

3.1. Especificação técnicas dos equipamentos de estudo.

Para realização deste estudo serão utilizados os seguintes parâmetros:

- a) 42 servidores ou lâminas/*blades*.
- b) 2 Processadores INTEL modelo E5530 de 2,40GHz;
- c) 48GB de memória RAM, expansível até 96GB;
- d) 2 discos rígido de 300GB tipo SAS, interno;
- e) 2 portas de comunicação 10Gb *Ethernet*;
- f) 1 porta de comunicação *Fibre Channel* 4Gbps;

Com estas configurações, foram separados os seguintes equipamentos:

- a) **IBM BladeCenter E Chassis** – configuração detalhada, vide Anexo I;
- b) **IBM BladeCenter HS22 Express** – configuração detalhada, vide Anexo II;
- c) **DELL PowerEdge R610** – configuração detalhada, vide Anexo III;

Sendo que os equipamentos dos itens A e B formam um conjunto, onde um equipamento do item A, comporta até 14 lâminas do item B. Neste estudo, por consequência, foram levados em consideração 42 equipamentos do item A e três equipamentos do item B

O equipamento do item C é independente, ou seja, é completo por si só. Para o estudo, foram considerados 42 equipamentos deste item.

Todos os equipamentos listados atendem as especificações exigidas.

3.2. Especificação técnicas do ambiente de testes.

Para este estudo teórico não será necessário estabelecer um ambiente de testes. Porém se fosse possível realizar os testes na prática, um ambiente para tal deveria ter:

- a) Sala fechada, sem janelas e sem incidência direta do Sol;
- b) Porta com altura mínima de 2,10m e largura de 0,90m, feita em material robusto e isolante térmico;
- c) Controle ambiental, ajustado para 22°C +/- 1 °C;
- d) Dois *racks* padrão EIA-310D fechados, em aço que suporte até 1.300kg de carga estática e 1.000kg de carga dinâmica;
- e) Sistemas de UPS, extinção de incêndio.
- f) Equipamentos para medição e registro de grandezas elétricas, devidamente calibrados em laboratórios certificados pela Rede Brasileira de Calibração.

Depois de montados os servidores nos *racks*, estes deverão ter a aparência da Figura 8.

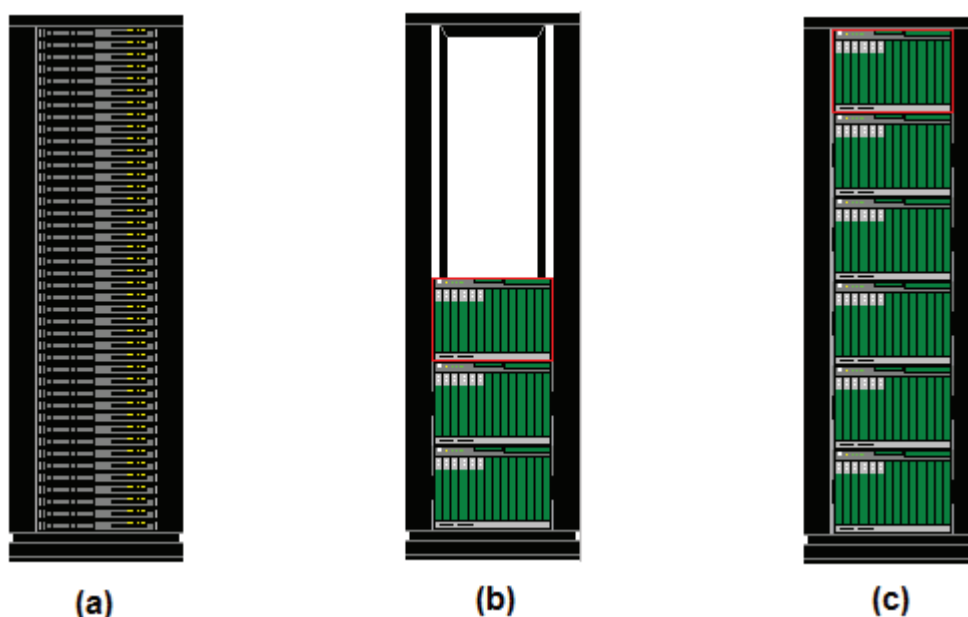


Figura 8 – Racks com os equipamentos instalados: (a) Dell *PowerEdge* R610; (b) IBM *BladeCenter* E, com 42 lâminas; (c) IBM *BladeCenter* E, com 84 lâminas.

3.3. Análise dos resultados.

3.3.1. Estrutura física dos equipamentos.

Conforme a Figura 8 já é notável a diferença entre as duas soluções, sendo a solução *Blade* já se destacando em economia de espaço. Em um ambiente de Datacenter o espaço é crítico, para que não haja limitações de crescimento por indisponibilidades físicas que, no caso do *Blade*, foi possível a instalação de 42 lâminas, em um único rack, restando espaço para mais 42 lâminas. Já no caso do servidor Dell *PowerEdge* R610, para instalação do servidor número 43, será necessária a compra de um segundo rack que, nas especificações utilizadas, pode custar aproximadamente cinco mil reais.

3.3.2. Armazenamento.

Neste quesito o Dell *PowerEdge* leva vantagem sobre o IBM *BladeCenter*, uma vez que cada servidor Dell conta com espaço para colocação de mais quatro (em um total de seis discos rígidos), contra apenas dois em cada lâmina.

Contudo, se o servidor Dell necessitar, o que não é raro, de espaço além do que os seis discos podem proporcionar, ou necessite de uma solução mais confiável e melhor gerenciável como um *Storage*, a solução da IBM volta a frente, na questão de quantidade de cabos e equipamentos necessários para interligar os servidores, ou chassis, com o *Storage*.

Todos os servidores Dell e os *Blades* IBM foram configurados com interfaces *Fibre Channel* de 4Gbps, em uma hipotética situação de todos os servidores ou *blades*

necessitarem de conexão com uma SAN. No caso dos servidores Dell, seriam necessários, no mínimo, 42 pontos de conexão (um para cada servidor) com a SAN, ou 84 pontos em caso de se desejar redundância de conexões.

No caso do IBM *BladeCenter* cada chassis necessita apenas de duas conexões com a SAN ou quatro se necessitar de redundância. Isso é proporcionado pelo tipo de conexão e comunicação das lâminas com o painel traseiro do chassi. Além disso, caso necessário que uma ou mais lâminas tenham um canal exclusivo com a SAN, isto é perfeitamente possível, bastando configurar o *software* de gerência do chassi para tal. Retomando, 42 lâminas do IBM *BladeCenter* necessitariam de, pelos menos, seis pontos de conexão com a SAN 12 pontos com redundância ou quantas mais os administradores do sistema acharem necessárias.

3.3.3. Comunicação.

Como na situação do *storage*, a comunicação com as demais redes também é favorecida com o uso dos *blades*. Cada servidor Dell e lâmina IBM foram especificadas com duas portas de comunicação padrão Ethernet.

É uma situação muito comum em *Datacenters* com servidores virtualizados onde se tem, pelo menos, uma porta de comunicação *Ethernet* para os servidores virtualizados comunicarem com clientes e demais servidores, e outra porta exclusiva para gerenciamento do sistema operacional base, dos servidores virtualizados e do aplicativo de virtualização. Normalmente por questões de segurança e praticidade, estas portas de comunicação são distintas entre si.

No caso dos servidores Dell, o *rack* teria que comportar 84 cabos de rede padrão *Ethernet* e mais 42 (ou 84) cabos *Fibre Channel*. Isto sem levar em consideração que será necessário, no mínimo, dois *switches* padrão *Ethernet* para *Datacenter*, com de 48 portas a 1Gbps (a um custo médio de R\$ 15.000,00 por unidade), mais três ou cinco *switches* *Fibre Channel* 4Gbps (aproximadamente o mesmo valor, por unidade, do anterior) se o administrador escolher entre 42 ou 84 ligações dos servidores com a SAN.

O IBM *BladeCenter* pode chegar aos números e valores apresentados, mas se for o desejo do administrador, não por ser requisito mínimo. Para que o IBM *BladeCenter* são necessários dois cabos por chassis, seis ao total e mais seis cabos *Fibre Channel*, um *switch* padrão *Ethernet* de 24 portas e um *switch* *Fibre Channel* de 8 portas (a R\$ 6.000,00, aproximadamente, cada) já atenderia a demanda.

3.3.4. Consumo de energia elétrica.

Por fim a análise do consumo de energia elétrica, da comparação dos dois sistemas.

Como visto na Figura 9, é possível ver a potência máxima do servidor Dell *PowerEdge* R610, declarada pelo fabricante. Vale lembrar que são duas fontes de alimentação, de 717W cada e, caso uma apresente problemas, a restante assume totalmente a carga, automaticamente.

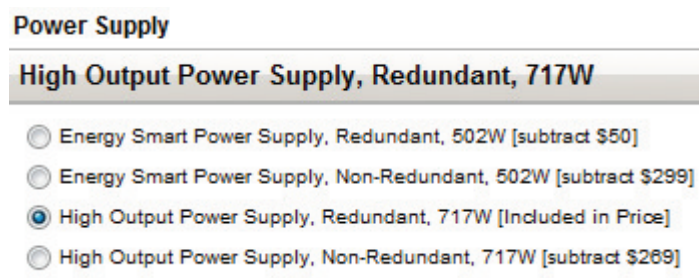


Figura 9 – Potência máxima do servidor Dell *PowerEdge* R610. No caso, 717W.

Em uma rápida análise, o servidor Dell já causa surpresa, no momento da especificação. Sendo P_t a Potência Total (em watts) de todos os 42 servidores, tem-se:

$$P_t = 42 \times 717W \quad \text{Equação 3}$$

$$P_t = 30.114 W \text{ ou } 30,114 kW \quad \text{Equação 4}$$

O valor de 30,114kW em um único rack (ou 717W por servidor) é uma densidade totalmente impossível, nos dias de hoje, com base nos estudos realizados por (KOOMEY, 2007), que levantou e estimou o consumo de diversos servidores e (HARRISON, 2009) que fez previsões sobre a densidade de potência nos *racks* de servidores. Então é necessária uma análise mais criteriosa dos dados do servidor.

Em outra sessão do *site* da Dell, denominado *Dell Server Power and Space Calculator*, foi possível coletar um valor mais próximo do que pode ser a potência real do *PowerEdge* R610, que pode ser visto na Figura 10.

Nesta página a Dell faz comparações com os servidores mais populares do mercado, com os servidores da própria, em termos de consumo e espaço físico.

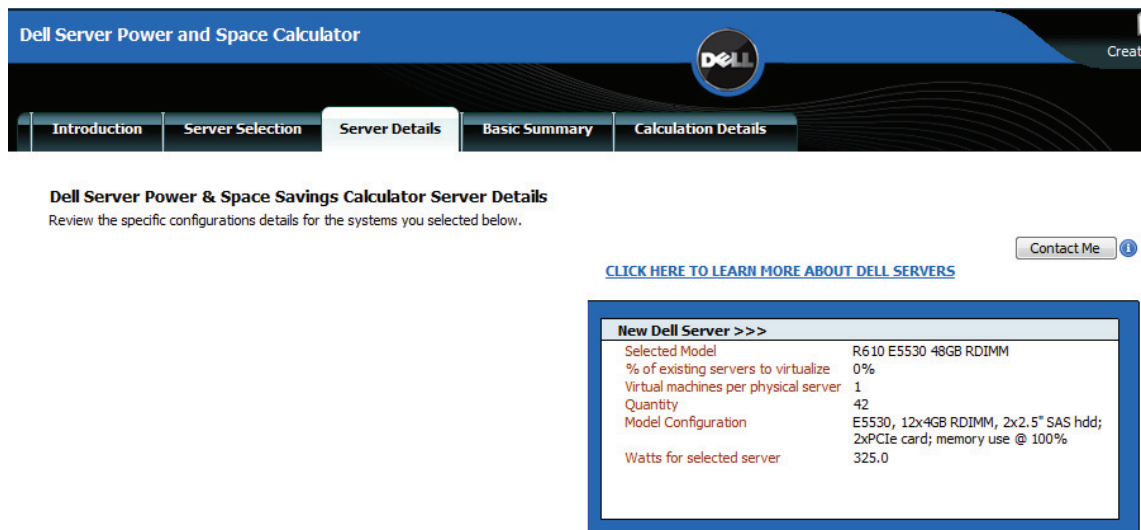


Figura 10 – Site Dell Server Power and Space Calculator, e a potência estimada do servidor PowerEdge R610.

Selected Model	R610 E5530 48GB RDIMM
% of existing servers to virtualize	0%
Virtual machines per physical server	1
Quantity	42
Model Configuration	E5530, 12x4GB RDIMM, 2x2.5" SAS hdd; 2xPCIe card; memory use @ 100%
Watts for selected server	325.0

Figura 11 – Destaque das especificações do servidor PowerEdge R610.

Retificando a Equação 3, é obtido o seguinte resultado:

$$P_t = 42 \times 325W \quad \text{Equação 5}$$

$$P_t = 13.650W \text{ ou } 13,65kW \quad \text{Equação 6}$$

Os valores já estão de acordo com as previsões de (HARRISON, 2009) e (KOOMEY, 2007).

Agora será analisado o consumo de potência do IBM *BladeCenter*. De acordo com as especificações do *site* da fabricante, o equipamento trabalha com chamados Domínios, conforme a Figura 12. Sendo uma no mínimo, e um domínio completo para começar o modo de redundância entre as fontes. Com os dois domínios completos (quatro fontes), a toda a carga seria dividida entre elas e, em plena carga, cada fonte seria responsável por, aproximadamente, 50% da carga total.

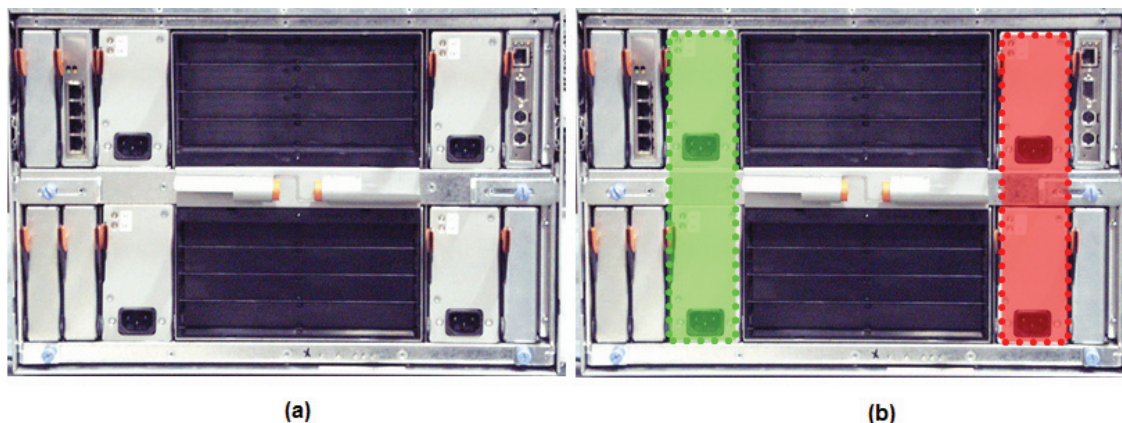


Figura 12 – Chassis do IBM BladeCenter E: (a) Parte traseira; (b) Destaque nas fontes de alimentação e a separação dos domínios (Verde – Domínio A; Vermelho – Domínio B).

De acordo com o *software BladeCenter & System x Power Configurator* - disponível em: <<http://www-03.ibm.com/systems/bladecenter/powerconfig/>>, um chassis totalmente completo, com as lâminas de acordo com as configurações já passadas, terá as seguintes potências:

Tabela 5 – Potências mínimas e máximas de um IBM BladeCenter E.

BladeCenter E	Potência Mínima	Potência Máxima
Domínio 1	1.105 W	1.962 W
Domínio 2	1.291 W	2.209 W
Total	2.396 W	4.171 W

Nota-se que os domínios dos chassis fornecerão quase a potência máxima permitida pela configuração redundante das fontes, em uma situação de potência máxima possível, tirando máximo proveito do equipamento.

Sendo assim, em uma situação hipotética em que, o chassi e as lâminas atinjam o nível máximo de utilização, e consequente consumo, a Equação 3 pode ser utilizada, neste caso, para três chassis (que comportam 42 lâminas), da seguinte forma:

$$Pt = 3 \times 4.171W \quad \text{Equação 7}$$

$$Pt = 12.513W \text{ ou } 12,513kW \quad \text{Equação 8}$$

A potência total encontrada na Equação 8 está em congruência aos relatos de (EPA, 2007) e as previsões de (HARRISON, 2009). Já (KOOMEY, 2007) não tem relatos sobre servidores tipo *blade*, porém, em extrapolação dos dados, é possível notar a convergência nos valores.

Assumindo que o servidor Dell *PowerEdge* R610 está utilizando um valor de potência abaixo do valor especificado na fonte, em detrimento ao IBM *BladeCenter* E, a pequena vantagem do equipamento da IBM neste quesito pode ser considerada a mínima que, dependendo do comportamento do equipamento da Dell, pode aumentar consideravelmente.

4. Considerações Finais.

Como foi possível visualizar, o estudo despontou alguns pontos, além dos de consumo de energia elétrica, que não são necessários testes práticos para comprovar as vantagens e desvantagens das tecnologias avaliadas, que já permitem a redução de custos e de materiais utilizados que, ao final da vida útil, aumentam os números do chamado Lixo Tecnológico. Com relação ao estudo de consumo de energia elétrica, a solução IBM *BladeCenter* demonstrou-se mais econômica que a solução Dell *PowerEdge* R610, com base nos dados das fabricantes e cruzamento destes com estimativas e previsões pesquisadores e profissionais atuantes na área, o que garante a qualidade dos teóricos dados obtidos.

Como conseguinte a comprovação prática, independente de testes de fabricantes e regrada com critérios científicos, deverá trazer maior esclarecimentos sobre eficiência no uso da energia elétrica, destes dois equipamentos.

Em uma esfera maior, este assunto tem que necessita de um esforço conjunto de fabricantes de equipamentos, órgãos governamentais e não-governamentais, para que seja estabelecida uma ou algumas formas de metrificar a eficiência energética e, se possível, intensificar as iniciativas do chamado *Green IT* ou “TI Verde”, não só durante o uso dos equipamentos de TI, mas durante todo o ciclo de vida. Como, por exemplo, a produção de equipamentos que ao chegarem ao fim da vida útil, possam ser totalmente reciclados, reduzindo o impacto ambiental mesmo depois que equipamento não for mais necessário.

A eficiência no uso da energia elétrica em *Datacenters* é um assunto que envolve diversas áreas do conhecimento, pode-se destacar:

- a) Engenharia Elétrica;
- b) Engenharia Mecânica;
- c) Engenharia da Computação;
- d) Química, entre outras.

Para todas as áreas, existem diversos temas a serem explorados e é uma área que necessita de atenção, principalmente no Brasil. Para que os *Datacenters* brasileiros não cometam os erros que outros *Datacenters* no mundo já cometeram, e que hoje pagam caro por isso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AVELAR, V.** (06 de Agosto de 2007). *APC White Paper #122*. Acesso em 30 de Outubro de 2009, disponível em APC: http://www.apcmedia.com/salestools/VAVR-6PHPBU_R0_EN.pdf
- BRILL, K. G.** (07 de Abril de 2007). *Uptime Institute*. Acesso em 23 de Novembro de 2009, disponível em [http://www.uptimeinstitute.org/symp_pdf/\(TUI3004C\)DataCenterEnergyEfficiency.pdf](http://www.uptimeinstitute.org/symp_pdf/(TUI3004C)DataCenterEnergyEfficiency.pdf)
- EPA.** (02 de Agosto de 2007). *EPA Report on Server and Data Center Energy Efficiency*. Acesso em 06 de Setembro de 2009, disponível em U.S. Environmental Protection Agency: http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency_study
- FENG, W.-c.** (05 de Dezembro de 2003). *Making a Case for Efficient Supercomputing*. Acesso em 20 de Novembro de 2009, disponível em Association for Computing Machinery: <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=957772>
- HARRISON, L.** (12 de Novembro de 2009). *Industry standards lead push toward energy-efficient computing*. Acesso em 04 de Dezembro de 2009, disponível em EDN: Information, News, & Business Strategy for Electronics Design Engineers: <http://www.edn.com/article/CA6705251.html>
- KATZ, R. H.** (Fevereiro de 2009). *Tech Titans Building Boom*. Acesso em 03 de Dezembro de 2009, disponível em IEEE Spectrum: <http://spectrum.ieee.org/green-tech/buildings/tech-titans-building-boom/0>
- KOOMEY, J. G.** (07 de Fevereiro de 2007). *ESTIMATING TOTAL POWER CONSUMPTION BY SERVERS IN THE U.S. AND THE WORLD*. Acesso em 27 de Novembro de 2009, disponível em [www.koomey.com: http://enterprise.amd.com/Downloads/svrpwrusecompletefinal.pdf](http://enterprise.amd.com/Downloads/svrpwrusecompletefinal.pdf)
- PCH.** (01 de Setembro de 2009). *Packet Clearing House*. Acesso em 20 de Novembro de 2009, disponível em Internet Exchange Directory: https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/index.php?show_active_only=1&sort=traffic&order=desc
- TSCHUDI, W., XU, T., SARTOR, D., & STEIN, J.** (25 de Julho de 2006). *High-performance data centers: A research roadmap*. Acesso em 06 de Julho de 2009, disponível em Lawrence Berkeley National Laboratory: http://hightech.lbl.gov/documents/datacenters_roadmap_final.pdf

APÊNDICE A – Artigo para publicação

ANEXO I – Configuração Detalhada do IBM *BladeCenter E Chassis*

ANEXO II – Configuração Detalhada do IBM *BladeCenter* HS22 Express

ANEXO III – Configuração Detalhada do DELL *PowerEdge* R610

Eficiência no uso de energia elétrica em Datacenters

Anderson Kiyoshi Yokota
Universidade São Francisco - Itatiba

Resumo — Com a progressiva troca do papel pelo meio digital, os Datacenters ganham cada vez mais destaque. Não é difícil imaginar que estas locais precisem funcionar 24 horas por dia, 7 dias por semana e que a sua principal "matéria prima" seja a energia elétrica. É neste contexto que o presente trabalho tem fundamento, uma vez que, seria impossível atualmente deixar de usar os recursos e possibilidades que o Datacenter trás, mas deve ser feito um uso mais eficiente da energia elétrica, pois é recurso importante, caro e que a sociedade vem encontrando cada vez mais dificuldade em produzir, de forma segura e limpa.

Palavras-chave — Datacenters, Eficiência energética, Energia Elétrica, Servidores Blade, EPA.

I. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna demanda cada vez mais por processamento, armazenamento e comunicação de dados, em formato digital, sejam eles para uso profissional ou particular e, não obstante, por disponibilidade a qualquer hora e lugar. É crescente também a necessidade da sociedade moderna na racionalização de recursos naturais como, por exemplo, os que são responsáveis pela geração de energia elétrica.

Considerando que a função de um Datacenter é processar, armazenar e, de um modo geral, disponibilizar as informações, e que o principal insumo para o funcionamento de um Datacenter é a energia elétrica, o tema que será abordado tem relevância no cenário atual e, possivelmente, durante os próximos tempos.

Uma grande prova desta necessidade digital pode ser conferida nos Ponto de Troca de Tráfego (PTT) ou gateways mundiais, que dobram a quantidade de tráfego por eles encaminhado a cada ano. É possível visualizar na Tabela I, a velocidade media dos principais PTTs do mundo.

TABELA I
Tráfego de alguns dos principais PTTs (Pontos de Troca de Tráfego) mundiais

PAIS	NOME DO PONTO DE TROCA DE TRAFEGO	TRAFEGO
Alemanha	Deutscher Commercial Internet Exchange	2,27 Tbps
Holanda	Amsterdam Internet Exchange	790 Gbps
Reino Unido	London Internet Exchange	545 Gbps
Japão	JPNAP Tokyo I, Otemachi	180 Gbps
Rússia	Moscow Internet Exchange	162 Gbps
Suécia	Netnod Stockholm	147 Gbps
Japão	Japan Internet Exchange	139 Gbps
Hungria	Budapest Internet Exchange	122 Gbps
Espanha	Espana Internet Exchange	110 Gbps
Republica Checa	Neutral Internet Exchange	100 Gbps
China	Hong Kong Internet Exchange	92,5 Gbps
Brasil	NAP do Brasil - FAPESP	9,6 Gbps

Fonte: Adaptado (1)

Com essa constante digitalização e demanda por processamento digital, e a conseqüente demanda por energia elétrica, o assunto de eficiência no uso da energia elétrica torna-se relevante.

A. Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho é condensar informações, sobre a eficiência no uso da energia elétrica em Datacenter, de modo que, torne-se um documento introdutório sobre o assunto, e almeja-se auxiliar os profissionais de Tecnologia da Informação, sem formação em engenharia elétrica, ou engenheiro eletricitas recém ingressos na área, a ter uma visão sobre o assunto, e que estes conceitos possam influenciar positivamente, em tomadas de decisões sobre os Datacenters que venham a administrar. Serão abordadas algumas práticas já utilizadas no mercado e serão feitos comparativos com possíveis soluções alternativas.

B. Objetivo Específico

De acordo com os conceitos adquiridos de eficiência energética em Datacenters, será proposta uma forma que, possivelmente, resultará em esforços positivos. Será apresentado um estudo de caso da substituição de servidores tradicionais montados em racks, para servidores da tecnologia Blade. Neste estudo foram adotados os fabricantes IBM e Dell, para efeitos comparativos, por apresentarem mais agilmente as respostas as duvidas que apareceram no transcorrer do estudo.

C. Metodologia

O trabalho consistiu em um estudo de caso sobre a economia de energia elétrica no uso de servidores Blade no lugar de servidores de pequeno porte, para instalação em rack.

O estudo foi teórico, dada o custo dos equipamentos envolvidos, e abrange equipamentos da fabricante IBM e Dell, por motivos já expostos. As especificações técnicas utilizadas foram colhidas do site da fabricante, de avaliações realizadas em campo, em equipamentos similares, e consultas de especialistas e distribuidores autorizados das fabricantes.

A análise dos dados consistiu em uma comparação direta dos valores de potência e consumo dos equipamentos envolvidos, com posterior analise de custos, tanto dos servidores, como da estrutura diretamente necessária (armazenamento e comunicação). A infraestrutura necessária para os dois casos será exposta, porem não será analisada, neste trabalho.

Ao final será mostrada qual a solução melhor é mais adequada aos parâmetros descritos, sendo priorizado o menor consumo de energia.

II. O DATACENTER NA SOCIEDADE

Datacenters são feitos exclusivamente para computadores (2). Raramente pessoas ficam dentro destes locais por períodos prolongados, devido a temperatura do ambiente que é desfavorável ao conforto humano, e que não pode ser alterada por causa das necessidades dos equipamentos. De acordo com alguns autores os Datacenters possuem as seguintes características:

- Guardam em seu interior diversos computadores e servidores (por exemplo: servidores de páginas *Web*, servidores de bancos de dados e servidores de aplicações), computadores de grande porte (*Mainframes*), ativos de rede (*switches*, roteadores e balanceadores de carga), equipamentos de discos de armazenamentos de dados (*storages*), *racks* para instalação de equipamentos e outros equipamentos relacionados.
- Possuem grandes exigências de segurança e confiabilidade;
- Muitos possuem sistemas de piso-falso, para distribuição de cabos, estruturas e ar refrigerado.
- Possuem sistemas de refrigeração e, e em muitos casos, com controle computadorizado.
- Possuem um sistema de energia elétrica ininterrupta.

Dentre as características citadas, são evidentes algumas necessidades básicas de um Datacenter: refrigeração e energia elétrica. A refrigeração para remover o calor gerado pelos equipamentos e acessórios, e energia elétrica para colocar tudo em funcionamento.

Existem algumas classificações mais utilizadas pelos administradores de Datacenters, que levam em consideração o tempo de disponibilidade dos sistemas que o Datacenter mantém. É possível destacar as seguintes classificações:

- The Uptime Institute's Tier Performance Standard*
- Telecommunications Industry Association - TIA 942*
- Syska Hennessy Group's Criticality Levels*

Estes métodos são convergentes na quantidade de Classes (ou *Tiers*), que todas apresentam 4 níveis (1, 2, 3 e 4), sendo 1 o nível de menor disponibilidade e o 4 de maior disponibilidade. Nestes níveis estão contemplados séries de requisitos, que causam divergências entre as classificações citadas, sendo a classificação TIA 942 é a mais detalhada das expostas.

Ainda é possível destacar as características elétricas do os Datacenter onde, não raro, são interconexões de barramentos, circuitos e quadros alimentadores, proporcionando assim uma

grande disponibilidade de energia elétrica aos servidores, equipamentos de armazenamento (*storages*) e de comunicações (*switches* e roteadores).

A escolha correta de equipamentos de condicionamento de energia elétrica e um projeto elétrico correto, devidamente feito por profissionais experientes em Datacenters, causam impacto direto na disponibilidade dos serviços, além de proporcionar economia direta na conta de energia elétrica da instalação. Como já mencionado, Datacenters são feitos para funcionar 24 horas por dia. Pequenos detalhes esquecidos ou relevados, podem se agravar muito rapidamente, gerando impactos nos serviços e confiabilidade do sistema, como pode ser visto na Tabela II.

TABELA II
Custo estimado de *Downtime*.

Serviço	Custo de uma hora parado (US\$)
Bolsa de Valores	\$6.450.000,00
Compras com Cartão de Crédito	\$2.600.000,00
Comércio Eletrônico	\$225.000,00
Serviço de Postagem	\$150.000,00

Fonte: Adaptado (3).

O Datacenter também conta com um sistema de condicionamento ambiental, para manter seu interior a temperatura em valores constantes e em alguns casos também conta com sistemas de controle que gerenciam a umidade do ambiente. Vale destacar que um projeto térmico realizado corretamente, diminui a carga nos equipamentos de condicionamento de ar e a incidência de *Hot Spots* (pontos quentes) dentro do Datacenter.

III. USO DA ENERGIA ELÉTRICA EM DATACENTERS

Com a crescente demanda dos consumidores por maiores níveis de processamento, armazenamento e velocidade de comunicação, sempre a menores custos, as indústrias produzem servidores mais rápidos, dispositivos de armazenamento de custo mais baixo e equipamentos de rede mais flexíveis. Embora estes novos componentes possam suportar cada vez mais carga por unidade de energia, eles podem demandar também cada vez mais energia direta e indiretamente. Diretamente devido ao próprio consumo de energia dos, não raros, múltiplos processadores, discos rígidos e demais componentes de um servidor, como indiretamente pelos, principalmente, sistemas de refrigeração do Datacenter.

TABELA III

Potência média de servidores em watts, por tipo, de 2000 a 2006

Tipo de Servidor	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Pequeno Porte	186	193	200	207	213	219	225
Médio Porte	424	457	491	524	574	625	675
Grande Porte	5.534	5.832	6.130	6.428	6.973	7.651	8.163

Fonte: Adaptado de (2).

Defrontados por alertas cada vez mais urgentes sobre as conseqüências do aumento previsto da demanda de energia e das emissões de gases de efeito estufa, governos e empresas estão agora, como nunca antes estiveram, dando maior atenção à necessidade de aumentar sua eficiência energética. Está ficando cada vez mais claro que tornar-se “verde” é uma necessidade para as empresas.

Se o Datacenter da empresa não consegue acomodar novos servidores ou dispositivos de armazenamento em função da indisponibilidade de energia ou de restrições de infraestrutura, a não implementação de novos serviços *online* podem se tornar sérios obstáculos para o crescimento, em termos de tempo e dinheiro.

O custo crescente da energia elétrica intensifica ainda mais o problema.

Em uma iniciativa do Congresso dos Estados Unidos da América votou, em 2007, um projeto que autorizou a *United States Environmental Protection Agency* (EPA) a analisar o consumo de energia em Datacenters norte-americanos. O documento mostra uma visão geral da situação, faz previsões sobre o impacto dos Datacenters e trás análises sobre os esforços que estão sendo adotados. O documento enfoca não somente Datacenters governamentais, mas de todos os setores, o que torna o documento base para muitos artigos e esforços, em eficiência no uso da energia elétrica em Datacenters. Demais órgãos governamentais também mostram iniciativas semelhantes, alguns até mais abrangentes, preocupados não só com o consumo de energia em Datacenters mas, também, nos demais setores da economia do país.

Embora possa parecer financeiramente desaconselhável substituir equipamentos antes da total depreciação, as vantagens que um modelo novo pode trazer, combinadas com economias de espaço, energia e resfriamento, são mais que suficientes para compensar qualquer perda financeira.

Um problema comum dos servidores é o consumo de energia e emissão de calor, quer sejam utilizados em 100% do tempo ou em 10%, e a diferença real, em termos de consumo de eletricidade e de calor gerado, entre esses dois pontos é pouco expressiva.

Apesar dos esforços para atingir a eficiência no uso da energia elétrica em *Datacenters*, ainda não se tem uma forma consensual para medir a perseguida eficiência. Contudo existem alguns métodos disponíveis que são aceitos por uma parcela dos administradores, são eles:

- Data Center Infrastructure Efficiency* – DCiE
- Power Utilization Effectiveness* – PUE.
- Site Infrastructure Power Overhead Multiplier* – SI-POM.

Sendo o PUE um método citado no relatório da EPA.

Atualmente, de acordo com (2) e (4), grande parte dos Datacenters está com o índice PUE acima de 2,0, ou seja, para cada watt consumido pelos servidores, armazenamento e equipamentos de comunicação, mais de um watt é gasto para manter a infraestrutura. Contudo os autores fazem previsões de que, até 2011 a maioria dos Datacenters atinja a marca de 1,7 e as melhores instalações até 1,2.

Segundo (4) a empresa *Google* declarou que já conta com um índice PUE de 1,21 em seis de seus Datacenters e, em um destes, já conta com a marca de 1,15. Porém a empresa mantém em segredo como conseguiu tal feito.

IV. RESULTADOS OBTIDOS

Na análise feita entre duas tecnologias de servidores hoje existente em Datacenters, foi possível constatar vantagens na utilização na tecnologia *Blade* da IBM, tanto em termos de consumo de energia e recursos de infraestrutura do Datacenter. O que pode compensar o custo de aquisição e de instalação da tecnologia. Os dados estão congruentes com os relatos de (2) e as previsões de (5).

REFERÊNCIAS

- PCH.** Packet Clearing House. *Internet Exchange Directory*. [Online] 01 de Setembro de 2009. [Citado em: 20 de Novembro de 2009.] https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/index.php?show_active_only=1&sort=traffic&order=desc.
- EPA.** EPA Report on Server and Data Center Energy Efficiency. *U.S. Environmental Protection Agency*. [Online] 02 de Agosto de 2007. [Citado em: 06 de Setembro de 2009.] http://www.energystar.gov/index.cfm?c=prod_development.server_efficiency_study.
- FENG, Wu-chun.** Making a Case for Efficient Supercomputing. *Association for Computing Machinery*. [Online] 05 de Dezembro de 2003. [Citado em: 20 de Novembro de 2009.] <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=957772>.
- KATZ, Randy H.** Tech Titans Building Boom. *IEEE Spectrum*. [Online] Fevereiro de 2009. [Citado em: 03 de Dezembro de 2009.] <http://spectrum.ieee.org/green-tech/buildings/tech-titans-building-boom/0>.
- HARRISON, Lee.** Industry standards lead push toward energy-efficient computing. *EDN: Information, News, & Business Strategy for Electronics Design Engineers*. [Online] 12 de Novembro de 2009. [Citado em: 04 de Dezembro de 2009.] <http://www.edn.com/article/CA6705251.html>.

YOKOTA, Anderson K., anderson.yokota@gmail.com. Tel +55-19-88488104, Res. +55-19-32533441.



View summary of your configuration



IBM BladeCenter E

Model **86774SU**

Total price **\$36,830.00 ***



Get help

To create more complex multi-product systems, contact an IBM Support Representative.

Sunday, December 6, 2009 2:04:44 PM GMT

[Need help with this page?](#)

Messages

A product Name can only contain letters, numbers, and spaces. The previous name has been restored.

The accessories and options shown on this page will be packaged separately and will not be installed. This page is intended as a convenience to assist in the purchase of compatible options. It is possible to purchase more options than one machine can use. Certain types of additional options, such as processors and storage, require knowledge of what is already installed in the system to insure that additional devices of the correct type are selected.

Chassis1

Description	Part number/ Feature code	Unit price*	Quantity	Price*
IBM BladeCenter E 86774SU Customize	86774SU	\$36,830.00	1	\$36,830.00
IBM BladeCenter Open Fabric Manager	2019B1X	\$1,499.00	1	\$1,499.00
Cisco Catalyst Switch Module 3012 for IBM BladeCenter	43W4395	\$3,259.00	1	\$3,259.00
Cisco Catalyst Switch 3110X for IBM BladeCenter	41Y8522	\$10,289.00	1	\$10,289.00
QLogic 20-port 8Gb SAN Switch Module for IBM BladeCenter	44X1905	\$8,999.00	1	\$8,999.00
IBM BladeCenter Advanced Management Module	25R5778	\$849.00	1	\$849.00
IBM BladeCenter E 2,320W AC Power Supply Option	46M0508	\$809.00	4	\$3,236.00
C19 4.3 meter Line Cord - NEMA L6-20P	40K9772	\$49.00	1	\$49.00
3 Year Onsite Repair 9x5 4 Hour Response	41L2736	\$600.00	1	\$600.00
IBM Remote Deployment Manager Workstation - Subscription Renewal - 2 Year	24R9421	\$9.00	1	\$9.00
BladeCenter Open Fabric Manager - Adv Upgrade for IBM Director	46C3552	\$1,999.00	1	\$1,999.00
IBM Remote Deployment Manager Server - Subscription Renewal - 2 Year	24R9418	\$35.00	1	\$35.00
IBM Director Software Distribution Premium Edition - Subscription Renewal - 2 Year	25K8641	\$9.00	1	\$9.00
BladeCenter Open Fabric Manager - Advanced Upgrade	46C3551	\$1,999.00	1	\$1,999.00

A product Name can only contain letters, numbers, and spaces. The previous name has been restored.

[Need help with this page?](#)



IBM BladeCenter E

Model **86774SU**

Total price **\$36,830.00 ***



Get help

To create more complex multi-product systems, contact an IBM Support Representative.

Availability: All offers subject to availability. IBM reserves the right to alter product offerings and specifications at any time, without notice. IBM is not responsible for photographic or typographic errors. Depending on the location from which a product is shipped, compatible options and/or configured parts may not be assembled in the system and may be shipped separately. Customizations to Base Model Features will take up to approximately 5 days to configure and test once all parts are in stock. Delivery days, determined by the shipping method you select at checkout, are in addition to this time and are measured from the day IBM ships your order. Actual delivery time will vary.

Warranty: IBM hardware products are manufactured from new parts, or new and serviceable used parts. Regardless, our warranty terms apply. For a copy of applicable product warranties, write to: Warranty Information, P.O. Box 12195, RTP, NC 27709, Attn: Dept. JDJA/B203. IBM makes no representation or warranty regarding third party products or services including those designated as ServerProven or ClusterProven.

Footnotes:

(1) Hard drive: MB, GB, and TB = 1,000,000, 1,000,000,000 and 1,000,000,000,000 bytes, respectively, when referring to storage capacity. Accessible capacity is less; up to 3GB is used in service partition. Actual storage capacity will vary based upon many factors and may be less than stated. Some numbers given for storage capacities give capacity in native mode followed by capacity using data compression technology. Maximum internal hard disk and memory capacities may require the replacement of any standard hard drives and/or memory and the population of all hard disk bays and memory slots with the largest currently supported drives available.

(2) Maximum capacity: May require the replacement of standard component with largest supported component available.

(3) Tape drive storage capacity: Will vary based upon many factors and may be less than stated maximum capacity. Numbers given for storage capacities give capacity in native mode followed by capacity using data compression technology.

(4)Memory:Maximum memory varies depending on model and may require replacement of standard memory with optional maximum memory module.

(5) Processor: Processor speeds are expressed in terms of MHz/GHz. This only measures microprocessor internal clock speed; many factors affect application performance.

(6) CD-ROM and DVD-ROM drive speeds: List maximum rates; rates are variable and are often less than the maximum. For combination drives, maximum speeds are given in the following order: CD read, CD write, CD re-write, DVD read.

(7) Modem speeds: 56K v.90 modem: Public network download speeds are limited to 53 Kbps. Upload speeds are limited to 31.2 Kbps. Compatible phone line and server equipment required. Actual speeds depend on many factors and are often less than the maximum possible.

(8)ADSL modems: Actual modem speeds depend on many factors, including the plan you sign up for with your ADSL provider, and are often less than the maximum possible.

(9)56K v.92 modems: Public network download speeds are limited to 53 Kbps. Upload speeds are limited to 48 Kbps for v.92 modems. Actual speeds depend on many factors and are often less than the maximum possible. V.92 functions and speeds require compatible phone line and server equipment. May require download of v.92 microcode, when available, and country approval. Check with your telephone and ISP service providers for availability.

(10) Wireless upgradeable models: Can be wireless enabled with the addition of optional wireless LAN Mini-PCI Card. Designed to operate only with IBM options.

(11)Wireless 11a, 11b and 11g wireless: Based on IEEE 802.11a, 802.11b and 802.11g, respectively. An adapter with 11a/b, 11 b/g or 11a/b/g can communicate on either/any or any of these listed formats respectively; the actual connection will be based on the access point to which it connects.

(12) Wireless range/speed: Actual device range and data transfer speed depend upon many factors and are often less than the maximum possible.

(13)Included software: May differ from its retail version (if available), and may not include user manuals or all program functionality. License agreements may apply.

(14) ISP service: Telephone charges may apply depending on customer location and calling plan. To determine whether telephone charges may apply, contact your telephone provider.

(15) Limited warranty: Support unrelated to a warranty issue may be subject to additional charges.

(16) International Warranty Service: Available in any country in which this product is sold and serviced. Service delivery methods and parts availability vary by country, may be different from that in the country of purchase, and are subject to change without notice. Fees and restrictions may apply in some countries.

(17) ServicePac services: (Applies to United States only) Available for machines normally used for business, professional or trade purposes, rather than personal, family or household purposes. Service levels are response time objectives and are not guarantees. If the machine problem turns out to be a Customer Replaceable Unit (CRU), IBM will express ship the part to you for quick replacement. Onsite 24x7x2-hour service is not available in all locations. External peripherals, such as racks, tape drives, and channel controllers, require their own, separate service coverage, they are not covered under the attached machine.

(20) Recycling: Monitors that have been disassembled, or have shattered or broken glass or loose batteries cannot be sent through the program. Intact, nonfunctioning monitors, and batteries contained inside equipment are acceptable. IBM does not represent that you may be eligible for a charitable tax donation as a result of this program. You may wish to consult a tax advisor.

(21) Certain IBM logo products: Not manufactured, warranted or supported by IBM. IBM logos and trademarks used under license. Contact IBM for details.

(22) Microsoft Office products: Certain Microsoft® software product(s) included with this computer may use technological measures for copy protection. IN SUCH EVENT, YOU WILL NOT BE ABLE TO USE THE PRODUCT IF YOU DO NOT FULLY COMPLY WITH THE PRODUCT ACTIVATION PROCEDURES. Product activation procedures and Microsoft's privacy policy will be detailed during initial launch of the product, or upon certain reinstallations of the software product(s) or reconfigurations of the computer, and may be completed by Internet or telephone (toll charges may apply).

(23) Embedded Security Subsystem: Requires software download.

(24) Full-size keyboard: As defined by ISO/IEC 15412.

Trademarks: The following are trademarks or registered trademarks of IBM Corporation: IBM, Lotus, and SmartSuite. For a complete list of IBM Trademarks, see www.ibm.com/legal/copytrade.shtml. Microsoft and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation. Intel, Celeron and Pentium are trademarks of Intel Corporation. Other company, product and service names may be trademarks or service marks of other companies. © 2007 IBM Corporation. All rights reserved.



View summary of your configuration



IBM BladeCenter HS22 Express

Model **7870EBU**

Total price **\$13,499.00 ***



Get help

To create more complex multi-product systems, contact an IBM Support Representative.

Sunday, December 6, 2009 2:57:24 PM GMT

[Need help with this page?](#)

Messages

The accessories and options shown on this page will be packaged separately and will not be installed. This page is intended as a convenience to assist in the purchase of compatible options. It is possible to purchase more options than one machine can use. Certain types of additional options, such as processors and storage, require knowledge of what is already installed in the system to insure that additional devices of the correct type are selected.

B01

Description	Part number/ Feature code	Unit price*	Quantity	Price*
IBM BladeCenter HS22 Express 7870EBU Customize	7870EBU	\$13,499.00	1	\$13,499.00
Intel Xeon Processor L5530 4C 2.40GHz 8MB Cache 1066MHz 60W	59Y5575	\$1,219.00	2	\$2,438.00
8GB (1X8GB) Dual Rank PC3-8500 CL7 ECC DDR3-1066 VLP RDIMM	44T1579	\$1,049.00	6	\$6,294.00
IBM 300GB 10K 6Gbps SAS 2.5" SFF Slim-HS HDD	42D0637	\$629.00	2	\$1,258.00
3 Year Onsite Repair 24x7 4 Hour Response	40Y5981	\$400.00	1	\$400.00

[Need help with this page?](#)



IBM BladeCenter HS22 Express

Model **7870EBU**

Total price **\$13,499.00 ***



Get help

To create more complex multi-product systems, contact an IBM Support Representative.

Availability: All offers subject to availability. IBM reserves the right to alter product offerings and specifications at any time, without notice.

IBM is not responsible for photographic or typographic errors. Depending on the location from which a product is shipped, compatible options and/or configured parts may not be assembled in the system and may be shipped separately. Customizations to Base Model Features will take up to approximately 5 days to configure and test once all parts are in stock. Delivery days, determined by the shipping method you select at checkout, are in addition to this time and are measured from the day IBM ships your order. Actual delivery time will vary.

Warranty: IBM hardware products are manufactured from new parts, or new and serviceable used parts. Regardless, our warranty terms apply. For a copy of applicable product warranties, write to: Warranty Information, P.O. Box 12195, RTP, NC 27709, Attn: Dept. JDJA/B203. IBM makes no representation or warranty regarding third party products or services including those designated as ServerProven or ClusterProven.

Footnotes:

(1) Hard drive: MB, GB, and TB = 1,000,000, 1,000,000,000 and 1,000,000,000,000 bytes, respectively, when referring to storage capacity. Accessible capacity is less; up to 3GB is used in service partition. Actual storage capacity will vary based upon many factors and may be less than stated. Some numbers given for storage capacities give capacity in native mode followed by capacity using data compression technology. Maximum internal hard disk and memory capacities may require the replacement of any standard hard drives and/or memory and the population of all hard disk bays and memory slots with the largest currently supported drives available.

(2) Maximum capacity: May require the replacement of standard component with largest supported component available.

(3) Tape drive storage capacity: Will vary based upon many factors and may be less than stated maximum capacity. Numbers given for storage capacities give capacity in native mode followed by capacity using data compression technology.

(4)Memory:Maximum memory varies depending on model and may require replacement of standard memory with optional maximum memory module.

(5) Processor: Processor speeds are expressed in terms of MHz/GHz. This only measures microprocessor internal clock speed; many factors affect application performance.

(6) CD-ROM and DVD-ROM drive speeds: List maximum rates; rates are variable and are often less than the maximum. For combination drives, maximum speeds are given in the following order: CD read, CD write, CD re-write, DVD read.

(7) Modem speeds: 56K v.90 modem: Public network download speeds are limited to 53 Kbps. Upload speeds are limited to 31.2 Kbps. Compatible phone line and server equipment required. Actual speeds depend on many factors and are often less than the maximum possible.

(8) ADSL modems: Actual modem speeds depend on many factors, including the plan you sign up for with your ADSL provider, and are often less than the maximum possible.

(9) 56K v.92 modems: Public network download speeds are limited to 53 Kbps. Upload speeds are limited to 48 Kbps for v.92 modems. Actual speeds depend on many factors and are often less than the maximum possible. V.92 functions and speeds require compatible phone line and server equipment. May require download of v.92 microcode, when available, and country approval. Check with your telephone and ISP service providers for availability.

(10) Wireless upgradeable models: Can be wireless enabled with the addition of optional wireless LAN Mini-PCI Card. Designed to operate only with IBM options.

(11) Wireless 11a, 11b and 11g wireless: Based on IEEE 802.11a, 802.11b and 802.11g, respectively. An adapter with 11a/b, 11 b/g or 11a/b/g can communicate on either/any or any of these listed formats respectively; the actual connection will be based on the access point to which it connects.

(12) Wireless range/speed: Actual device range and data transfer speed depend upon many factors and are often less than the maximum possible.

(13) Included software: May differ from its retail version (if available), and may not include user manuals or all program functionality. License agreements may apply.

(14) ISP service: Telephone charges may apply depending on customer location and calling plan. To determine whether telephone charges may apply, contact your telephone provider.

(15) Limited warranty: Support unrelated to a warranty issue may be subject to additional charges.

(16) International Warranty Service: Available in any country in which this product is sold and serviced. Service delivery methods and parts availability vary by country, may be different from that in the country of purchase, and are subject to change without notice. Fees and restrictions may apply in some countries.

(17) ServicePac services: (Applies to United States only) Available for machines normally used for business, professional or trade purposes, rather than personal, family or household purposes. Service levels are response time objectives and are not guarantees. If the machine problem turns out to be a Customer Replaceable Unit (CRU), IBM will express ship the part to you for quick replacement. Onsite 24x7x2-hour service is not available in all locations. External peripherals, such as racks, tape drives, and channel controllers, require their own, separate service coverage, they are not covered under the attached machine.

(20) Recycling: Monitors that have been disassembled, or have shattered or broken glass or loose batteries cannot be sent through the program. Intact, nonfunctioning monitors, and batteries contained inside equipment are acceptable. IBM does not represent that you may be eligible for a charitable tax donation as a result of this program. You may wish to consult a tax advisor.

(21) Certain IBM logo products: Not manufactured, warranted or supported by IBM. IBM logos and trademarks used under license. Contact IBM for details.

(22) Microsoft Office products: Certain Microsoft® software product(s) included with this computer may use technological measures for copy protection. IN SUCH EVENT, YOU WILL NOT BE ABLE TO USE THE PRODUCT IF YOU DO NOT FULLY COMPLY WITH THE PRODUCT ACTIVATION PROCEDURES. Product activation procedures and Microsoft's privacy policy will be detailed during initial launch of the product, or upon certain reinstallations of the software product(s) or reconfigurations of the computer, and may be completed by Internet or telephone (toll charges may apply).

(23) Embedded Security Subsystem: Requires software download.

(24) Full-size keyboard: As defined by ISO/IEC 15412.

Trademarks: The following are trademarks or registered trademarks of IBM Corporation: IBM, Lotus, and SmartSuite. For a complete list of IBM Trademarks, see www.ibm.com/legal/copytrade.shtml. Microsoft and Windows are registered trademarks of Microsoft Corporation. Intel, Celeron and Pentium are trademarks of Intel Corporation. Other company, product and service names may be trademarks or service marks of other companies. © 2007 IBM Corporation. All rights reserved.

Print Summary

PowerEdge R610

Starting Price

\$13,495

My Selections All Options

• PowerEdge R610

Date	12/6/2009 9:06:05 AM Central Standard Time				
Catalog Number	5 Retail 555				
Catalog Number / Description	Product Code	Qty	SKU	Id	
PowerEdge R610: Chassis for Up to Six 2.5-Inch Hard Drives	R6106	1	[224-4848]	1	
Primary Processor: Intel® Xeon® E5530, 2.4Ghz, 8M Cache, Turbo, HT, 1066MHz Max Mem	E5530	1	[317-0204]	6	
Additional Processor: Intel® Xeon® E5530, 2.4Ghz, 8M Cache, Turbo, HT, 1066MHz Max Mem	2E5530	1	[317-0211][317-1217]	7	
BIOS Setting: Power Saving BIOS Setting	ESBIOS	1	[330-3491]	10	
Memory: 48GB Memory (6x8GB), 1066MHz Dual Ranked RDIMMs for 2 Processors, Optimized	48GBD2P	1	[317-1291]	3	
Operating System: No Operating System	NOOS	1	[420-6320]	11	
Primary Controller: SAS 6/iR Integrated	SAS6iR	1	[341-9145]	9	
Hard Drive Configuration: No RAID for SAS 6/iR Controllers	MSN	1	[341-8753]	27	
Hard Drives: 300GB 10K RPM Serial-Attach SCSI 2.5" Hot Plug Hard Drive	300A102	2	[341-9158]	1209	
Power Supply: High Output Power Supply, Redundant, 717W	RDPSUHO	1	[330-3518]	36	
Power Cords: NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord	125V10F	1	[310-8509]	106	
Power Cords: No Additional Power Cord	NOPWRCD	1	[310-9057]	38	
Shipping: PowerEdge R610 Shipping	SHIPGRP	1	[330-4122]	2	
1st Hard Drive: HD Multi-Select	HDMULTI	1	[341-4158]	8	
Embedded Management: iDRAC6 Enterprise	IDRCENT	1	[467-8648]	14	
Network Adapter: Intel® Gigabit ET NIC, Quad Port, Copper, PCIe-4	IGBQP	1	[430-0657]	13	
Feature Upgrades for Embedded NIC Ports: Embedded NICs are TOE Ready with iSCSI	ISCSI	1	[430-1764][430-	5	

Offload Enabled			2970]	
Host Bus Adapters:				
QLogic QLE2460, Single Channel, 4 Gbps, Optical, QLE2460 Fibre Channel HBA, PCIe		1	[341-9093]	123
Rails:				
Sliding Ready Rails With Cable Management Arm	RRCMA	1	[330-3520]	28
Bezel:				
Bezel	BEZEL	1	[313-7534]	17
Internal Optical Drive:				
DVD ROM, SATA, Internal	DVD	1	[313-9092]	16
System Documentation:				
Electronic System Documentation, OpenManage DVD Kit with DMC	EDOCSD	1	[330-3523][330-5280]	21
Optional Documentation:				
QLE220 Documentation Kit	Q220DOC	1	[341-3980]	132
Optional Documentation:				
QLE2460/62 Documentation Kit	Q246DOC	1	[310-8959]	132
Optional Documentation:				
LPE11002, Documentation Kit	DL11002	1	[330-0396]	132
Optional Documentation:				
LPE1150 Documentation Kit	LP11DOC	1	[310-8960]	132
Optional Documentation:				
LPE12002, Documentation Kit	DL12002	1	[330-0398]	132
Optional Documentation:				
LPE12000, Documentation Kit	DL12000	1	[330-0397]	132
Optional Documentation:				
QLE2560/62, Documentation Kit	DQ2560	1	[330-0399]	132
Hardware Support Services:				
3 Year ProSupport for IT and Mission Critical 4HR 7x24 Onsite Pack	U3IPME4	1	[989-3439][992-9972][993-0162][993-3670][993-9408][993-9457][993-9458]	29
Installation Services:				
No Installation	NOINSTL	1	[900-9997]	32
Keep Your Hard Drive:				
Keep Your Hard Drive, 3 Years	KYHD3Y	1	[983-6402]	159

