

Eficiência Energética em data centers (Junho 2011)

Vitor Souza Villela, villela.bcc@gmail.com, UFSCar – Campus Sorocaba

Resumo: O conceito de eficiência energética nos data centers tem se tornado cada vez mais evidente na área de tecnologia da informação e na área de infraestrutura. Muitas empresas têm investido pesado para obter melhorias em relação e eficiência energética em seus data centers, pois além da redução de emissão de gases nocivos ao meio ambiente, ocorre uma redução de custo considerável para essas empresas, e torna-as mais competitivas no mercado. Muitas tecnologias estão sendo adotadas para procurar melhorar o consumo de energia nos data centers, e mudar o paradigma de que esses são os vilões no consumo de energia nos dias de hoje.

Palavras chave: Eficiência energética, data center.

I. INTRODUÇÃO

O aumento previsto da demanda de energia e das emissões de gases nocivos ao meio ambiente tem feito com que governos e empresas foquem com maior atenção a necessidade de se alcançar uma melhor eficiência energética.

Um data center é uma modalidade de serviço de valor agregado que oferece recursos de processamento e armazenamento de dados em larga escala para que organizações de qualquer porte e mesmo profissionais liberais possam ter ao seu alcance uma estrutura de grande capacidade e flexibilidade, alta segurança, e igualmente capacitada do ponto de vista de hardware e software para processar e armazenar informações [1].

Sabe-se atualmente que os data centers têm se tornado os grandes vilões no consumo de energia, uma vez que este necessita de muitos megawatts de eletricidade, equivalente a energia consumida de milhares de residências.

Para a alimentação de energia de um sistema desse tipo necessita-se de um investimento de milhões de dólares por ano, além do que esses sistemas estão se expandindo de uma maneira muito rápida, ultrapassando o ganho de eficiência energética de um data Center, ocasionando com isso um aumento do preço da eletricidade [2].

Company	Servers	Electricity	Cost
eBay	16K	$\sim 0.6 \times 10^9$ MWh	$\sim \$3.7$ M
Akamai	40K	$\sim 1.7 \times 10^9$ MWh	$\sim \$10$ M
Rackspace	50K	$\sim 2 \times 10^9$ MWh	$\sim \$12$ M
Microsoft	>200K	$> 6 \times 10^9$ MWh	$> \$36$ M
Google	>500K	$> 6.3 \times 10^9$ MWh	$> \$38$ M
USA (2006)	10.9M	610×10^9 MWh	$\$4.5$ B
MIT campus		2.7×10^9 MWh	$\$62$ M

Fig 1 : Estimativa do custo anual de grandes companhias, incluindo servidores e infra-estrutura.

As grandes companhias como Google, Yahoo!, Microsoft, Amazon entre outras, estão tratando este assunto com grande relevância. Um estudo desenvolvido pela Google mostra que ela consome mais de \$38M com eletricidade anualmente, como se pode verificar na figura 1. Uma pequena redução em 3% resultaria numa economia de um milhão de dólares por ano para a empresa. Mesmo em sistemas menores como a rede Akamai, que consome anualmente \$10M vem se preocupando quanto a isto, e tentando procurar melhorias para o combate do consumo excessivo de energia.

A abordagem convencional para redução dos custos de energia está diretamente relacionada com uma redução da quantidade de energia consumida. Muitas tecnologias estão sendo desenvolvidas com este intuito, dentre elas temos: virtualização e balanceamento de energia consciente, tecnologias de arrefecimento, servidores com processadores multicore [2,7]. Essas tecnologias serão descritas com o intuito de mostrar como melhorar a eficiência energética dos data centers que existem atualmente.

Nas seções seguintes desse artigo será tratado sobre a distribuição física de um data center e algumas métricas criadas para auxiliar as empresas na busca por uma melhor eficiência energética (seção II), posteriormente será abordado as tecnologias utilizadas para a redução de quantidade de energia de um data center seção III e IV. Na seção V será ilustrado algumas idéias do futuro dos data centers.

II. DATA CENTER E MÉTRICAS

1. Data center: entendendo o espaço físico

Um data center é um local que abriga milhares de equipamentos de processamento e de armazenamento,

que processam grande quantidade de dados e informações.

A distribuição física de um data center deve cumprir a rigorosos padrões internacionais. Essa distribuição normalmente tem piso elevado para possibilitar a passagem de cabos elétricos e de dados, armários metálicos, também conhecidos como racks. Nestes racks que são montados os equipamentos. O ambiente onde se encontra esses equipamentos é totalmente controlado.

Um data center é construído em um lugar protegido contra acesso de pessoas não autorizadas, sendo que este acesso é controlado através de diversas tecnologias seguras, entre elas temos: controle por cartões eletrônicos, por biometria ou por verificação da íris da pessoa. Um data center conta também com um sistema eficiente no combate de incêndios, sistema inteligente de detecção de fumaça, e um combate à incêndios com gás inerte, para em caso de incêndios, não haver perda dos equipamentos com os produtos utilizados para combater o mesmo.

Para fornecimento de energia utilizada nesse local, geradores de energia de grande capacidade e uma fonte de alimentação ininterrupta de grande porte, conhecidas como no-breaks, ou UPS, são montados em salas anexas para manter sempre os equipamentos ligados, mesmo nos casos que ocorrer queda de fornecimento de energia.



Fig 2: Distribuição física de um Data center

Pode-se perceber que a infraestrutura de um data center exige alta segurança tanto lógica quanto física, e por mais que seja utilizado as mais modernas tecnologias, em muitos dos casos, a eficiência energética não é alcançada. Com isso novas tecnologias como a redistribuição dos equipamentos nesses locais, para que não haja encontro dos diferentes tipos de ar, quente e frio, técnicas de refrigeração, utilização de energia renováveis para a alimentação nesse local estão sendo estudadas, para tornar este lugar menos prejudicial para o meio ambiente, reduzindo dessa forma o consumo de energia nesse local.

2. Métricas

Métricas foram desenvolvidas para identificar as oportunidades de melhora na eficiência operacional, prover estatísticas para comparar data centers e determinar se a criação de novos designs estão melhorando de fato a eficiência no consumo de energia. Logo os principais objetivos na construção dessas métricas é reduzir o consumo de energia elétrica nesse ambiente e direcionar a expansão da eficiência sem que seja preciso expandir a infraestrutura.

Inúmeras métricas foram criadas, tais como o ERE, Airflow Efficiency, Cooling System Efficiency. Porém neste artigo será mostrado duas métricas que se tornaram referências no mercado, que são o PUE e o DCiE. Ambas as métricas foram desenvolvidas pela organização industrial não lucrativa, o Green Grid[3].

A. *Data center PUE – Power Usage Effectiveness*

O Power Usage Effectiveness também conhecido como PUE, é uma métrica que compara a energia total utilizada numa determinada instalação com a energia consagrada especificamente com aos equipamentos de TI[2].

O PUE é calculado através da seguinte fórmula:

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$

A partir dessa métrica foi feito um estudo e concluiu-se que os data centers apresentam em média um PUE de 2. Porém percebeu-se também que alguns data centers apresentaram um PUE excelente com um PUE próximo de 1.1, que é o caso dos data centers da Google. O PUE pode ser caracterizado através dos seguintes valores :

Standard	Good	Better
2.0	1.4	1.1

O PUE mede a quantidade de watts necessários para alimentar e esfriar os equipamentos de TI, tendo em conta toda a energia unicamente utilizada ao data center.

Segundo um estudo, percebeu-se que um PUE de 2 indica que por cada watt de energia para os equipamentos de TI, um watt adicional é consumido para esfriar e distribuir energia aos equipamentos de TI [4].

B. *DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency*

O Data Center Infrastructure Efficiency, também conhecido como DCiE, é uma métrica, expressada em porcentagem, e é calculada dividindo-se a energia dos equipamentos em TI pela instalação de energia total. A fórmula é ilustrada a seguir:

$$DCiE = \frac{1}{PUE} = \frac{IT\ Equipment\ Power}{Total\ Facility\ Power}$$

A partir desta métrica, alguns data centers foram analisados e verificou-se que o melhor data center apresentou um DCiE de 90%, enquanto que a média ficou em torno de 50%. A partir dessa análise, um DCiE pode ser caracterizado através dos seguintes valores:

Standard	Good	Better
0.5	0.7	0.9

É importante notar que estas duas métricas não definem todas as formas de um data center obter melhorias em sua eficiência energética, e sim abrangem como obter eficiência a partir dos equipamentos de TI utilizados para o processamento e armazenamento das informações.

Com essas métricas as companhias passaram a ter uma referência melhor sobre obter uma boa eficiência energética, e auxiliou na criação ou melhorias das tecnologias já existentes. Na próxima seção será mostrado algumas dessas tecnologias.

III. TECNOLOGIAS APLICADAS NOS EQUIPAMENTOS DE TI

Algumas técnicas e tecnologias são aperfeiçoadas nos equipamentos de TI com o intuito de aproveitar ao máximo a utilização de energia. A seguir será mostrada como pode-se obter uma melhor eficiência energética nos data centers, a partir de melhorias nos equipamentos relacionadas a TI, e na seção seguinte será mostrado como obter melhorias na eficiência energética dos data centers a partir de melhorias relacionada ao espaço físico.

Servidores Eficientes

Os servidores alocados em racks tendem a ser os principais responsáveis pelo desperdício de energia em um data center. A maioria dos servidores roda somente cerca de 20% apenas de sua capacidade. Recentemente, tem-se estudado melhorias nos sistemas de refrigeração e dispositivos de processadores mais eficientes têm sido desenvolvidos para combater essa perda de energia.

As empresas têm buscado servidores com velocidade variável em vez de ventiladores constantes, pois foi detectado que os primeiros conseguem garantir o resfriamento dos equipamentos, mesmo com uma

execução mais lenta, porém economizando uma maior quantidade de energia [5].

Uma tecnologia que colaborou com a redução no consumo de energia, foi o advento de processadores multi-core. Isto porque esses processadores permitem o processamento simultâneo de múltiplas tarefas, garantindo a eficiência em dois aspectos:

- i. oferecem um maior desempenho com uma mesma quantidade de energia gasta por um processador de um único núcleo; e
- ii. consolidam dispositivos compartilhados em um processador de núcleo único [5].

Dispositivos de Armazenamento

Nos dispositivos de armazenamento, o consumo é praticamente linear de acordo com o número de dispositivos utilizados para armazenamento. Com isso, para obter uma melhor eficiência energética nos data centers, dados replicados devem ser racionalizados.

Consolidando dispositivos de armazenamento em uma Network Attached Storage (NAS) é uma opção para dados que não precisam ser constantemente acessados, realizando o transporte offline. Isto ocorre porque uma unidade NAS é essencialmente um servidor conectado a rede. O NAS centraliza a responsabilidade de servir os arquivos em uma rede, liberando assim recursos de outros servidores da rede. Por causa disto, evita a captura de dados supérfluos e reduz a taxa de dados produzidos com um menor número de cópias. Uma menor quantidade de energia é utilizada para resfriamento, uma vez que ocorre uma redução quanto aos requisitos de armazenamento e uma menor utilização de processamento.

Porém para métodos que não é possível o armazenamento NAS, recomenda-se aperfeiçoar o sistema de armazenamento através do método thin provisioning. Contrário dos sistemas tradicionais que aloca uma determinada taxa de armazenamento para o usuário, podendo ocorrer um desperdício quanto ao armazenamento, o método thin provisioning, propicia que o usuário adquira armazenamento a medida que sua aplicação necessita, proporcionando uma máxima utilização dos equipamentos de armazenamento. Este método é constantemente utilizada nos dias de hoje, com o advento da Cloud Computing.

Equipamentos de rede

Com a evolução dos equipamentos de redes, pacotes são enviados com maior throughput por unidade de energia. Existem medidas de gestão de energia ativas que estão sendo utilizadas para reduzir o consumo de

energia de acordo com a demanda da rede. Tais medidas incluem: a lógica do estado ocioso, otimização de contagem de portas utilizadas, entre outros.

Como o aumento do pico nas transmissões dos dados continua crescendo de uma maneira muito rápida, exige-se com isso cada vez mais energia elétrica, para a transmissão dos pacotes. A eficiência energética da rede Ethernet pode ser substancialmente melhorada através de uma mudança de links da rede para a quantidade de dados que é atualmente transmitida. Atualmente encontra-se disponível no mercado o Green Ethernet, que detecta qual a porta do switch que necessita de menos potência e que pode permanecer em stand by ou no modo “sleep” quando um sistema de end-station é ligado, ou quando um computador não está ativo. E também detecta a extensão do cabo e ajusta, em conformidade com a utilização da potência

Virtualização de um data center

A virtualização permite o processamento em uma única máquina, de cargas de trabalho múltiplas. Com isto, acaba com o enfoque de dedicar uma única carga de trabalho a um único servidor e permite que servidores virtualizados operem próximos de sua capacidade máxima [6].

Os recursos em um ambiente virtualizado podem ser gerenciados a partir de um único ponto de controle, melhorando com isso a operação como um todo.

Inúmeras são as vantagens da virtualização, não se limitando somente aos servidores. A virtualização do armazenamento pode ser utilizada para combinar a capacidade, de armazenamento de diferentes servidores em um único reservatório de capacidade que pode ser gerenciado a partir de um ponto central. Outra vantagem da virtualização de armazenamento é a possibilidade de um aumento da disponibilidade das aplicações host, de mudanças na infra-estrutura física de armazenamento [6].

Quando ocorre uma combinação da virtualização como novos itens de hardware de servidores e armazenamento, soluções eficazes são encontradas para controlar os custos de energia e os problemas de resfriamento.

Logo com a virtualização, é possível consolidar cargas de trabalho em número menor e mais eficiente de itens de equipamentos.

IV. TECNOLOGIAS E TÉCNICAS APLICADAS PARA MELHORIAS NO AMBIENTE FÍSICO DE UM DATA CENTER

Devido ao aumento de demanda dos consumidores por um melhor desempenho a custos baixos, os

equipamentos da área de TI foram aperfeiçoados, com armazenamento de dados a um custo menor que antigamente, servidores mais rápidos e equipamentos de redes mais flexíveis. Além disso, a evolução dos servidores de alta densidade, montados em racks, como foi abordado na seção I, aumentou relativamente a densidade térmica criando pontos de calor e sobrecarregando os sistemas de resfriamento. Para ocorrer a transição para os chamados data centers verdes, que conseguem obter um boa eficiência energética, muitas soluções e tecnologias estão sendo criadas para isto. Nesta seção será mostrada algumas dessas tecnologias e técnicas que vem sendo desenvolvidas por algumas companhias para conter a redução do consumo de energia nos data centers.

Refrigeração de um data center

Gabinetes consumindo uma quantidade maior de energia, e com um elevado aumento dos custos de energia têm levado as empresas a estabelecer como foco um sistema inteligente de controle e distribuição. A potência e a refrigeração estão no topo de prioridades das grandes companhias. Devido a potência de um data center estar crescendo numa velocidade muito rápida, os sistemas de refrigeração tem sido aperfeiçoados com frequência. Atualmente um sistema considerado eficiente de refrigeração é baseado na criação de um sistema inteligente que detecte os pontos quentes e equilibre a carga deslocando refrigeração de um ponto a outro, sendo que esse processo é feito a partir da monitoração de todos os pontos que compõem um data center.

Além do fator citado acima, há uma série de componentes a ser considerado para obter melhoria da eficiência energética e de resfriamento por meio da redução do calor gerado. Realizar uma melhor distribuição de racks e salas pode alcançar uma melhoria na eficiência energética com um investimento relativamente baixo. Dentre esses componentes deve-se:

- i. Organizar os equipamentos de forma que exista uma ala quente e outra ala fria, como pode-se perceber na figura 3;
- ii. Distribuir os equipamentos de forma a ter controle do fluxo de ar entre a ala quente e fria, impedindo que o ar quente circule novamente pelas entradas de resfriamento do equipamento de TI;
- iii. Utilizar outras opções de resfriamento de baixo custo, tais como água. Sendo que água utilizada para esse resfriamento pode ser obtida por tecnologia que capte a água do mar e resfrie-a; e
- iv. Aumentar a eficiência de resfriamento dos racks utilizando um trocador de calor de porta traseira ou um sistema de racks embutidos para dissipar o calor

de sistemas de computação de alta densidade, antes que ele ingresse na sala [6].

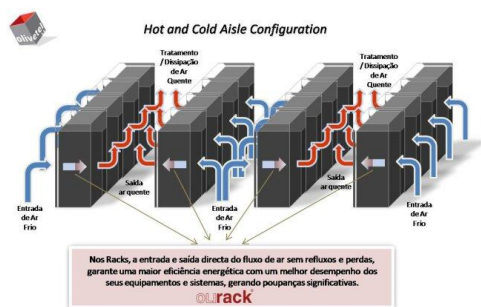


Fig 3- Separação de alas quentes e frias

Essas técnicas, algumas consideradas relativamente simples, e sem necessidade de um investimento pesado, pode proporcionar melhorias consideráveis no consumo de energia.

Gerenciamento de fluxos de ar

Melhorias do gerenciamento de fluxos de ar podem aumentar a eficiência energética em um data center. Tal gerenciamento pode ser feito das seguintes formas:

- i. Desfazer bloqueios sob o piso para aproveitar da capacidade atual e implantar um gerenciamento efetivo de cabeamento;
- ii. Assegurar que as aberturas no piso sejam compatíveis com a carga térmica do equipamento, adicionando ou removendo azulejos perfurados nas entradas de ar dos equipamentos; e
- iii. Considerar a inclusão de retornos por dutos [6].

Eficiência crescente do sistema de instalações

A substituição de sistemas de resfriamento ou UPS com mais de 15 anos, por equipamentos mais modernos pode resultar em economias consideráveis. Novos sistemas de UPS podem apresentar 70% a menos de perda do que equipamentos de UPS legados. Redutores de água auxiliares, que utilizam o ar externo para refrigerar a água fria, podem ocasionar uma redução ainda maior de energia que seria utilizada para o resfriamento.

Pode-se alcançar uma melhoria do armazenamento de água gelada utilizada para o resfriamento, utilizando a capacidade desses sistemas com sistemas de armazenamento térmico. Estes armazenam a energia gelada durante a noite, no período que os resfriadores operam menos, utilizando essa energia quando os custos de energia estão mais elevados [6].

Recurso a soluções para produção de energia limpas e eficientes (eólica, solar, geotérmica).

Integrar alguma energia renovável ao suprimento de energia é uma boa maneira de reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

Construção de Data centers em regiões que ventam bastante tem sido estudada, para haver um reaproveitamento dessa energia, convertendo energia eólica em energia elétrica. Outra forma é a utilização de energia solar através de painéis inteligentes. Por fim a construção de um data center em alto mar, que será abordado na seção V.

As companhias estão aplicando algumas dessas tecnologias, ou uma combinação delas, de acordo com a região que seus data centers se encontram, buscando alcançar uma ótima eficiência energética. Vale ressaltar que um controle térmico eficiente proporciona uma maior confiabilidade ao sistema, uma vez que evita falhas no hardware.

V. FUTURO DOS DATA CENTERS

Construção de um data center em alto mar

A Google uma das maiores empresas responsáveis pelo armazenamento de dados, tem recebido críticas de ambientalistas, devido ao elevado consumo de energia que seus data centers consomem.

A companhia registrou no Trademark Office, órgão responsável por patentes nos Estados Unidos, a criação de Data centers em alto mar. Com isto a empresa, procura a utilização de energia limpa, captando através das hélices do navio, o vento marítimo e convertendo em energia elétrica. Outra ideia é um sistema de bóias lançadas ao mar, que será capaz de transformar os movimentos das ondas do oceano em energia. Este tipo de geração de eletricidade já é viável, uma vez que já é utilizada comercialmente na costa de Portugal.

Além dessas características, a refrigeração ocorrerá através da utilização da água do mar, que circulará entre os servidores, esfriando-os.

O projeto prevê ainda instalação de baterias no navio, de modo que permita o funcionamento dos servidores do data center por até 30 dias, mesmo que este encontra-se inacessível. Caso ocorra a situação inusitada de ausência de ventos, um gerador elétrico movido a diesel também será instalado [8].

VI. CONCLUSÃO

O aumento da demanda por processamento e armazenamento após o surgimento da Cloud Computing, aliada aos problemas ambientais, fez com que as empresas procurem tornar-se cada vez mais “verdes” para continuarem competitivas no mercado e prestar serviços aos seus clientes com qualidade.

Como a média dos data centers atuais não está alta, quando analisa-se a eficiência energética, percebeu-se que este ambiente precisa ser remodelado.

Uma combinação de algumas tecnologias e técnicas existentes estão sendo colocadas em prática, e melhorias significativas já foram alcançadas. Além disso, com o pesado investimento que as grandes companhias, como a Google, Amazon, IBM; estão realizando, e com pesquisas desenvolvidas pelo Green Grid na área de eficiência energética nos data centers, técnicas e/ou tecnologias serão aperfeiçoadas, garantindo cada vez mais uma redução do consumo de energia neste setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] José M S Pinheiro,2004 “O que é um Data Center “. Disponível em http://www.projotoderedes.com.br/artigos/artigo_data_center.php
- [2] Asfandyar Qureshi, John Gutttag, Rick Weber, Bruce Maggs, Hari Balakrishnan - **Cutting the Electric Bill for Internet-Scale Systems**
- [3] Disponível em: <http://amaluli.com/2010/05/16/principais-metricas-de-gerenciamento-de-energia/>
- [4] Jonhaas, Jamie Froedge,2009.” USAGE AND PUBLIC REPORTING GUIDELINES FOR THE GREEN GRID’S INFRASTRUCTURE METRICS (PUE/DCiE)” Disponível em: <http://thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/Usage%20and%20Public%20Reporting%20Guidelines%20for%20PUE%20DCiE>
- [5] US. Department od Energy, 2011 – “Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design”
- [6] Jay Dietrich, Roger Schmidt - “O datacenter verde - IBM”
- [7] Joe Lopper,SarahParr Energy,2007 - “ Efficiency in Data Centers: A New Policy Frontier.”
- [8] Disponível em “<http://info.abril.com.br/ti-verde/google-prepara-data-center-em.shtml>”