

OTIMIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE DATA CENTER PARA ATENDER A DEMANDA DE ALTA DENSIDADE DE EQUIPAMENTOS E VIRTUALIZAÇÃO

Samuel de Barros Moraes¹, Daniel de Souza Carvalho²

Abstract — The high availability information technology (IT) infrastructure that works 24 hours per day, 7 days per week, 365 days per year of continuous operation, and guarantees SLA (Service Level Agreement) over 99,95% supplied by data centers, needs to be adjusted and optimized to support the new virtualization and high density equipment demand, such as blade servers. This infrastructure consists of air conditioned and ventilation, redundant electric energy, physical and logical security, Internet access and telecommunications services, racks, backup services, storage, networking appliances, and so on. It requires additional energy sources and cooling, in less physical space or small areas (by square meters). This article demonstrates some ways to address these issues and to provide better usage of the existing equipment; the aim of this paper is to put this subject in discussion for new challenges and possibilities.

Index Terms — data center, infrastructure, optimization, virtualization.

INTRODUÇÃO

Data centers (DC) consistem em infra-estrutura de alta disponibilidade, que deve garantir funcionamento 24 horas por dia, 7 dias por semana e 365 dias por ano de equipamentos e sistemas de Tecnologia da Informação (TI). Os DC também devem garantir Service Level Agreement (SLA) em torno de 99,95%, conforme a classificação do DC [3], o qual requer sistemas redundantes de ar condicionado e ventilação, energia elétrica, segurança física e lógica, saída Internet e telecomunicações, racks, backup, storage e rede, entre outros. Estes ambientes precisam ser ajustados e otimizados para atender a nova demanda de virtualização e equipamentos de alta densidade como servidores *Blade*. Os quais, em conjunto, consomem mais energia em relação aos servidores individuais e conseqüentemente geram mais calor, em espaço/área menor. Este artigo demonstra algumas abordagens para endereçar estes pontos e proporcionar melhor utilização dos equipamentos existentes, no entanto não tem como objetivo esgotar o assunto, mas sim trazer em pauta a discussão para os novos desafios.

SERVIDORES

Como parâmetro principal da necessidade de ampliação de área ocupada em um DC, temos a utilização de servidores. Dentre a diversidade de equipamentos, são considerados nesta pesquisa apenas os servidores mais populares, da família de processadores Intel preparados (com kit) para rack. Com o objetivo de garantir alta disponibilidade, estes servidores contêm fonte de alimentação redundante, e podem ocupar 1U ou mais de altura em um rack padrão 19” (“U” – Rack Unity – 44.45 mm ou 1.75 polegadas). Na maioria dos DC, em operação no Brasil, a altura do Rack é de 42Us. Devido à demanda de alta densidade nos DC, servidores do tipo *Blade* são

considerados para montar ambiente de *Server Farm*, onde os servidores trabalham em conjunto como um sistema único para garantir maior capacidade de processamento e tolerância a falhas. Os servidores *Blade* consistem em chassis de 7Us em que os servidores (Lâminas) são adicionados de forma vertical e interconectados pelo barramento do próprio chassi que suporta até 10/14 *Blades*, conforme modelo de cada fabricante, ver figura 1. Em um rack de 42Us é possível acomodar 42 servidores de 1U, ou 84 servidores *Blade* (em chassis de 14 lâminas) ou 60 servidores *Blade* (em chassis de 10 lâminas). Desta forma as áreas de DC com alta densidade estão sujeitas a maior consumo de energia e geração de calor em relação às áreas de menor densidade.

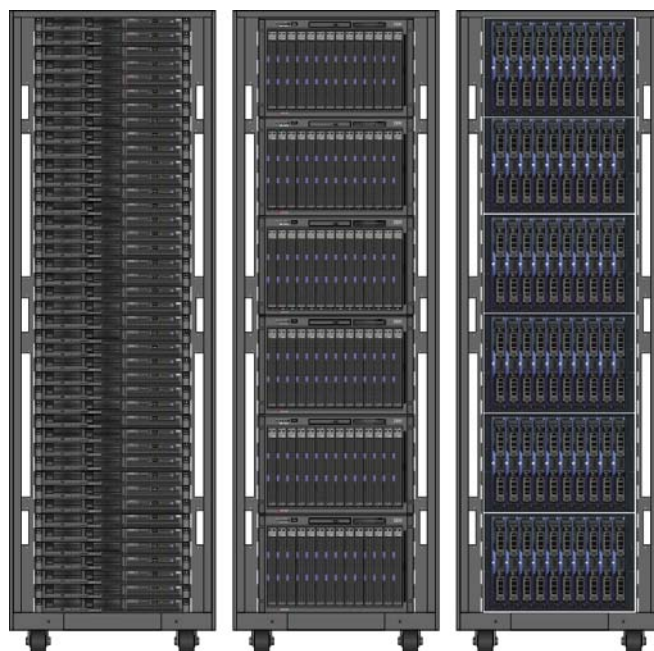


FIGURA. 1

3 FORMAS DIFERENTES DE MONTAR UM SERVER FARM COM 42 EQUIPAMENTOS: RACK COM 42 SERVIDORES DE 1U, 6 BLADES DE 14 SERVIDORES E 6 BLADES DE 10 SERVIDORES

A demanda pelo aumento de capacidade de processamento pode ser atendida não apenas pelo maior número de servidores em *Server Farms*, mas também, ou alternativamente, pelo aumento da capacidade de processamento das CPUs individualmente, bem como pela otimização e melhor utilização dos sistemas (softwares) e equipamentos já existentes.

Unidade	6 Chasis 10 <i>Blades</i>	6 Chasis 14 <i>Blades</i>	42 Servidores A de 1U	42 Servidores B de 1U
Potência Elétrica (Watts)	13.500	17.500	13.500	14.600
Corrente (Amperes)	64	84	64	71
Dissipação de Calor (BTU/h)	44.500	59.500	44.500	49.900

¹ Eng. Samuel de Barros Moraes, Professor de pós-graduação da FASP – Faculdades Associadas de São Paulo, em São Paulo, Brasil, samuel.barros@gmail.com

² Eng. Daniel de Souza Carvalho, Aluno de mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brazil, danielscarvalho@gmail.com

TABELA 1

COMPARAÇÃO DE CENÁRIO HIPOTÉTICO ENTRE BLADE E SERVIDOR

Em um cenário hipotético, um rack com 42Us de altura e um metro de profundidade, é possível instalar 42 servidores individuais de 1U ou 84/60 servidores *Blades*.

O cenário desta pesquisa consiste na seguinte configuração de servidores, tanto *Blades* quanto individuais:

- 2 Processadores Dual Core de ~2.8Ghz;
- 4 GB de memória RAM;
- 2 HDs de 146GB em RAID 1;

Para servidores individuais:

- 4 Portas ethernet 10/100/1000 – UTP;
- 1 Fibre Channel HBA Dual de 4Gbps.

Devido a maior concentração de processamento, o consumo de energia e calor resultante com servidores *Blade* tende a ser superior ao consumo dos servidores individuais, conforme tabela 1. O consumo e geração de calor variam entre os modelos de equipamentos, bem como diferentes fabricantes, e até mesmo a configuração dos equipamentos influenciam nestes dois pontos tais como: quantidade de processadores, quantidade de HDs, entre outros. Além disto, a própria utilização, ou tipo processamento executado diariamente no servidor, interfere no consumo de energia.

AUMENTO DA CAPACIDADE DE PROCESSAMENTO

O co-fundador da Intel, Gordon Moore, afirmou que a cada 24 meses a capacidade de processamento dos computadores dobra, enquanto os custos permanecem constantes. Desta forma, daqui a dois anos será possível comprar um computador com um chip com o dobro da capacidade de processamento, pelo mesmo preço pago atualmente pelos chips existentes [1, 2, 21].

A queda constante nos preços dos produtos de tecnologia digital exige uma mudança no modo de pensar. Basta imaginar a Lei de Moore aplicada ao setor automobilístico, por exemplo: As grandes montadoras lançariam carros com o dobro do desempenho pelo mesmo preço do modelo lançado dois anos antes.

A Lei de Moore tem mais de 40 anos e a maioria dos especialistas acredita que deva durar pelo menos mais cinco gerações de processadores. O princípio pode ser aplicado também a outros aspectos da tecnologia digital, como chips de memória, discos rígidos e até a velocidade das conexões da Internet.

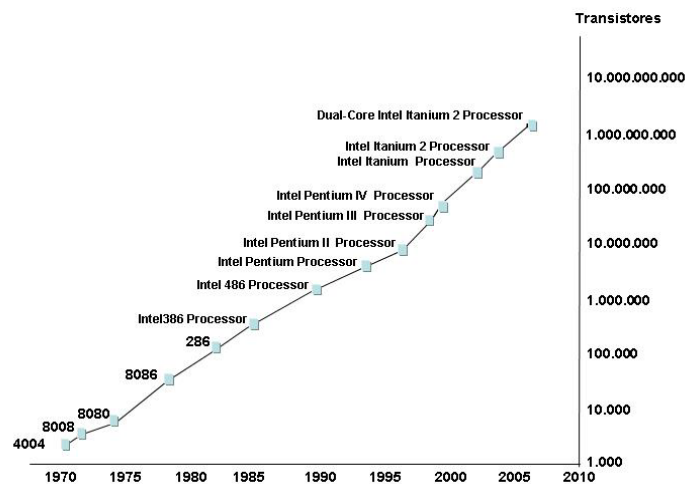
O gráfico da figura 2, extraído do documento “Intel is Leading the Way in Designing Energy-Efficient Platforms” [21], nos mostra, como uma comprovação da Lei de Moore, o aumento da quantidade de transistores e conseqüente aumento da capacidade de processamento nos chips da Intel.

FIGURA. 2

QUANTIDADE DE TRANSISTORES NOS PROCESSADORES INTEL, COMPROVANDO A LEI DE MOORE [21, 20]

Transistores são dispositivos que funcionam como interruptores, deixando ou não passar um pulso elétrico. Por conta dessa natureza binária (ligado ou desligado), são ideais para o uso na computação. Os primeiros transistores substituíram as válvulas em equipamentos eletrônicos, permitindo a fabricação de dispositivos menores na década de oitenta, como os computadores pessoais. O primeiro computador pessoal continha aproximadamente 1.200 transistores ocupando o mesmo espaço físico que os servidores atuais com mais de 100.000 vezes a quantidade de transistores. que ocupavam quase todo o espaço de seu gabinete. Os novos processadores da Intel com processadores quad-core podem conter mais de 800 milhões de transistores.

Para atender a demanda de mais processamento, uma alternativa a adição de equipamentos em *Server Farms* é a virtualização dos servidores, pelo qual é possível utilizar todo o potencial dos servidores (processamento) para acomodar diferentes aplicações em um único equipamento físico, aproveitando assim o tempo ocioso dos processadores.



¹ Eng. Samuel de Barros Moraes, Professor de pós-graduação da FASP – Faculdades Associadas de São Paulo, em São Paulo, Brasil, samuel.barros@gmail.com

² Eng. Daniel de Souza Carvalho, Aluno de mestrado em Engenharia Elétrica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brazil, danielscarvalho@gmail.com

MELHOR UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES

Virtualização é o novo caminho para redução de custos e consumo de energia em ambiente de DC. Virtualização significa fazer melhor aproveitamento dos equipamentos através do uso de softwares específicos, que permitem o compartilhamento de um servidor por diversas aplicações sem perda de desempenho e interferência entre elas, criando via software “maquinas virtuais”, ou seja, diversos servidores são hospedados em um único equipamento físico.

O gráfico da figura 3 apresenta uma idéia desta operação, considerando um caso hipotético baseado em experiências reais, seria possível a seguinte consolidação [22]:

Reduções proporcionadas pela operação de consolidação:

Servidores: de 1.000 para 50;

Rede: de 3.000 cabos/portas para 300 cabos/portas;

Racks: de 200 para 20;

Réguas elétricas: de 400 para 20.



FIGURA. 3

CONSOLIDAÇÃO DE SERVIDORES

Dois são os principais benefícios da virtualização, a redução de consumo de eletricidade e a redução de investimento em novos servidores. O documento “VMWare TCO Methodology” [22] discute as possibilidades de redução de espaço e de consumo de energia, com aplicação da tecnologia de virtualização de servidores.

A maioria dos servidores unitários de 1U bem como *Blades*, suportam apenas 2 discos rígidos (HDs), para atender ao grande volume de dados que é processado e IO (*input-output*) adequado para as aplicações no *Server Farm*, são utilizados sistemas de Storage (armazenamento em disco externo) e os servidores se conectam ao Storage via rede de fibra óptica SAN (*Storage Area Network*) de 4Gbps.

STORAGE

Em 1980, um equipamento capaz de armazenar um gigabyte custava milhares de dólares e ocupava o espaço equivalente a um armário comum. Hoje, a mesma quantidade de dados pode ser guardada em um dispositivo do tamanho de um cartão de crédito que custa cerca de US\$ 200.

É possível verificar que a capacidade de armazenamento tem uma projeção de crescimento bastante acentuada. Representada, muito apropriadamente pela densidade de megabits em relação à área do disco.

Conforme documento, “Deliverable D12.5 Storage Forecast - STORAGE : Ten-year Forecast of Storage Evolution” [20], fonte do gráfico (figura 4) a seguir:

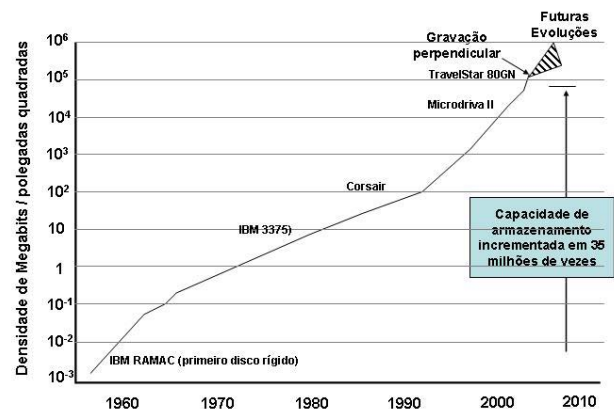


FIGURA. 4

EVOLUÇÃO DO STORAGE [20]

O gráfico (figura. 4) mostra que até 2010, teremos um aumento da ordem de 1000 vezes na compressão do espaço de armazenamento. Sendo assim, mesmo que a necessidade de capacidade de armazenamento venha a aumentar, não haverá impacto na área ocupada por estes equipamentos.

É possível visualizar o crescimento que a tecnologia proporcionará, um aumento da capacidade de armazenamento em 9 vezes. Ou seja, trocando os discos em um storage atual para aumentar a capacidade de armazenamento sem aumentar a área ocupada pelos equipamentos no DC.

	2003	2005	2007	2009	2015
Capacidade (GB)	320	500	1.400	1.600	4.600
Custo/MB (dólares por MB)	0,01	<0,03	<0,002	<0,002	<0,001
Densidade (Gbits por polegada quadrada)	70	>100	>200	>400	>1000

TABELA. 2

STORAGE: CUSTO POR MEGABYTE AO LONGO DO TEMPO [20]

Outro fator, a ser considerado, é que o preço relativo ao aumento da capacidade será acompanhado de uma significativa redução de custo por MB armazenado. Está redução será de 10 vezes, conforme a linha Custo/MB na tabela 2.

Para garantir segurança dos dados em Storage, é necessário um sistema de backup (cópia de segurança) conectado a rede SAN, que atenda ao volume de dados em

tempo adequado (janela de backup), ou seja, sem causar impacto no desempenho das aplicações.

BACKUP

Da mesma forma, os equipamentos de backup, com destaque para as mídias de armazenamento, têm uma projeção crescente de capacidade de armazenamento da ordem de 1000 vezes. Esta informação está apresentada na linha “Capacidade da fita”, na tabela 3 [20].

	2003	2005	2007	2009	2015
Capacidade da fita (GB/TB)	200 GB	300-500GB	1-2TB	1,75-4TB	4-10TB
Densidade (Gbits por polegada quadrada)	0,12	0,7	2-3	3,5-5,25	8-12
Tipo de filme magnético	Dual layer MP	Dual layer MP Metal Film	Dual layer MP Metal Film	Dual layer MP Metal Film	Dual layer MP Metal Film

TABELA. 3

EVOLUÇÃO DO BACKUP [20]

Com a constatação, pode-se concluir que o aumento do volume de dados para backup não resultará em aumento de espaço físico para alocação destes equipamentos/dados.

Ocupando a mesma área de DC ao longo do tempo, os equipamentos vão prover mais processamento e capacidade de armazenamento, no entanto este crescimento não é linear com relação ao consumo elétrico e geração de calor, pois os novos equipamentos são projetados e construídos com preocupação ambiental. Mas com a minimização dos equipamentos há um aumento no número de equipamentos por metro quadrado. A infra-estrutura elétrica e refrigeração de alta disponibilidade base para o *Server Farm*, devem ser estudadas conforme a arquitetura particular de cada DC, a fim de garantir atendimento à demanda adicional do ambiente de alta densidade.

ENERGIA ELÉTRICA

O gráfico abaixo (figura 5), mostra o consumo de energia durante o ano de 2006 em um DC padrão. Em valores absolutos, há um crescimento no consumo de energia na ordem de 79%, porém a relação despesas com energia elétrica e metros quadrados em utilização, se mantém estável ao longo do ano.

O padrão de consumo de energia elétrica em DC se mostra constante ao longo do tempo. Em um DC comercial padrão cada novo cliente implantado requer ou traz equipamentos mais recentes, com poder de processamento superior às tecnologias passadas e consumo de energia relativamente igual à geração anterior de processadores.

Não podemos concluir que o consumo tem caído com a evolução da capacidade de processamento, na literatura e referências dos fabricantes de hardware temos informações claras de que o aumento da capacidade de processamento dos chips traz um consumo maior de energia, porém inferior

ao aumento proporcionado a capacidade de processamento e ao desempenho dos servidores.

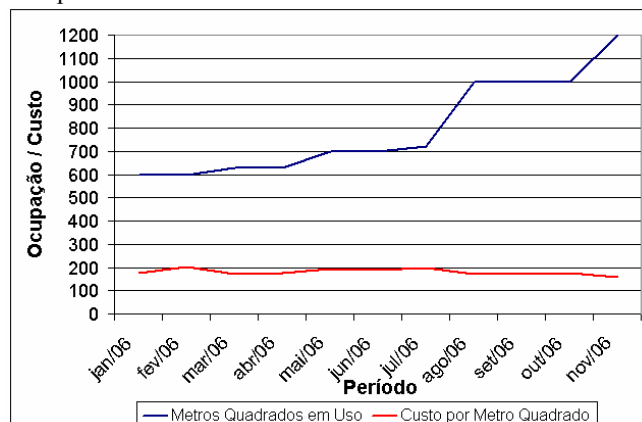


FIGURA. 5

RELAÇÃO ESPAÇO DE DATA CENTER E CUSTO

A partir da análise do gráfico de consumo de DC, é possível afirmar que o aumento do consumo não é diretamente proporcional a quantidade de equipamentos instalados, nem mesmo a capacidade de processamento dos mesmos. Isto talvez se deva ao fato de DC se tratar de um ambiente não homogêneo, composto por uma gama variada de equipamentos, tanto em modelos como fabricantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os parâmetros, que podem indicar a necessidade de crescimento da infra-estrutura de DC descritos e referenciados neste *paper*, indicam que não há expectativas de necessidade de expansão de área física, quando se aumenta a capacidade de processamento, storage ou backup em uma instalação.

O que é um ponto de preocupação trazido pelas novas tecnologias é o aumento expressivo da densidade de processamento, principalmente apresentada pela tecnologia *Blade*. Isto aumenta a concentração do consumo elétrico, bem como, a temperatura ambiente no DC.

Os únicos parâmetros que parecem ser afetados são o consumo de energia e necessidade de dissipação de calor, mas mesmo estes tem sido alvo de preocupação da indústria, no sentido de sua minimização. Estas ações são realmente importantes para que a evolução da capacidade de processamento possa ser utilizada de forma contínua pelos usuários. Já que, o crescimento da demanda por energia e refrigeração são os únicos componentes significativos na formação de custos de um ambiente de DC. Inviabilizando ampliações nos DC existentes.

Descrição	Atualmente	2009
Watts por metro quadrado	40	500
Custo por metro quadrado	US\$ 400	US\$ 5.000
Custo para 10.000 metros quadrados	US\$ 4M	US\$ 50M

TABELA 4

CUSTO PARA CONSTRUIR E EQUIPAR UM DATA CENTER [19]

Esta mudança tecnológica tem como principal efeito o aumento do custo de construção de um DC, conforme já apresentado ainda em 2004 no artigo “Data Centers Get a Makeover de Gary Anthes”, publicado pela Computer World em novembro de 2004 [19], conforme dados da tabela 4.

Toda esta discussão a respeito de evolução tecnológica na área de servidores e acréscimo no consumo de energia, traz a tona o impacto que a utilização de sistemas de processamento de dados pode causar no meio ambiente, discussão esta que já acontece em países mais desenvolvidos, conforme “Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency” [23], mas que ainda não chegou com a devida urgência aos nossos meios empresariais e acadêmicos. Esta questão deve ser alvo de trabalhos de pesquisa e estudos, para que os cuidados com o meio ambiente possam ser tomados e o suporte que a tecnologia fornece as empresas e pessoas possam continuamente ser ampliadas.

REFERENCES

- [1] Moore, G, E, “Cramming More Components Onto Integrated Circuits”, Electronics, Abril, 1965.
- [2] Moore, G, E, “No Exponential is Forever...But We Can Delay 'Forever'”, ISSCC, Fevereiro, 2003.
- [3] Tuerner, W, P, Seader, J, H, Brill, K, G, "Tier Classification Define Site Infrastructure Performance", The Uptime Institute, 1996.
- [4] HP, “Control Power and Cooling for Data Center Efficiency”, Hewlett-Packard Development Company, 4AA0-5820ENW, Junho, 2006.
- [5] IBM, “IBM eServer xSeries and BladeCenter Server Management”, IBM International Technical Support Organization, Redpaper, Março 2005.
- [6] Pflueger, J Hanson, S, “Power and Cooling the Data Center, Data Center Efficiency in the Scalable Enterprise”, DELL Power Solutions, Fevereiro, 2007.
- [7] HP, “Armazenamento em Duplicado HP StorageWorks, Ficha técnica”, Hewlett-Packard Development Company, 4AA0-8763PTE, Rev. 2, Junho de 2007.
- [8] Fishman, M, EMC, “Disk and Tape Backup Mechanisms”, SNIA – Storage Networking Industry Association, 2007.
- [9] Pratt, A, Kumar, P, Bross, K, Aldridge, T, “Powering Compute Platforms in High Efficiency Data Centers”, Intel Developer Forum, Setembro, 2006.
- [10] Schmidt, R, R Cruz, E, E, Iyengar, M, K, “Challenges of data center thermal management”, IBM J. Res. & Dev. Vol. 49 No. 4/5 Julho 2005.
- [11] Cisco Systems, “Data Center Infrastructure Architecture Overview”, USA, Março, 2004.
- [12] Cisco Systems, “The Cisco Enterprise Data Center Architecture – Data Center Security Solutions”, 2005.
- [13] Corso, D, Reddy, I, “Cisco IT Data Center and Operations Control Center Tour”, Cisco Systems, 2004.
- [14] Sienon, “Sienon 10G ip Data Center Solution”, 2007.
- [15] HP, “Building a disaster-proof data center with HP Extended Cluster for RAC”, Hewlett-Packard Development Company, 5982-3575EN, Rev. 3, Junho, 2007.
- [16] ADC Telecommunication, “TIA-942 Data Center Standards Overview”, White Paper, 2006.
- [17] Cisco Systems, “Data Center Blade Server Integration Guide”, 2006.
- [18] Newman, M, Wiberg, C, M, Braswell, B, “Server Consolidation with VMware ESX Server”, IBM International Technical Support Organization, Redpaper, Janeiro, 2005.
- [19] Anthes, G, “Data Centers Get a Makeover”, Computer World, Novembro, 2004.
- [20] Moreira, F, “Deliverable D12.5 Storage Forecast STORAGE: Ten-year Forecast of Storage Evolution”, Fevereiro, 2006.
- [21] Intel, “Intel is Leading the Way in Designing Energy-Efficient Platforms”, White Paper, 2006.
- [22] VMWare, “VMware Infrastructure 3 TCO Methodology”, Novembro, 2006.
- [23] U.S. Environmental Protection Agency, “Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency”, Agosto, 2007.