

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO
GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

NEWTON ROCHA DA SILVA

**TI VERDE – O ARMAZENAMENTO DE DADOS E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NO DATA CENTER DE UM BANCO BRASILEIRO**

São Paulo

2015

Newton Rocha da Silva

**TI VERDE – O ARMAZENAMENTO DE DADOS E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NO DATA CENTER DE UM BANCO BRASILEIRO**

**GREEN IT – THE DATA STORAGE AND THE ENERGY EFFICIENCY IN A
BRAZILIAN BANK DATA CENTER**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Hourneaux Junior

São Paulo

2015

Silva, Newton Rocha da.

TI- verde o armazenamento de dados e a eficiência energética no data center de um banco brasileiro. / Newton Rocha da Silva. 2015.

141 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.

Orientador (a): Prof. Dr. Flávio Hourneaux Junior.

1. TI verde. 2. Data center. 3. Armazenamento de dados. 4. Eficiência energética.

I. Hourneaux Junior, Flávio.

II. Título

CDU 658:504.6

**TI VERDE – O ARMAZENAMENTO DE DADOS E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NO DATA CENTER DE UM BANCO BRASILEIRO**

Newton Rocha da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, apresentada à Banca Examinadora formada por:

Prof. Dr. Cesar Alexandre de Souza – FEA-USP

Prof. Dr. Flávio Hourneaux Junior – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Prof. Dr. Mauro Silva Ruiz – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

São Paulo, 04 de março de 2015.

Ao único que é digno de receber a honra e a glória, a força e o poder. Ao Rei eterno e imortal, invisível, mas real, a Ele dedico todo o louvor.

À minha esposa Nilza, pelo incentivo e carinho.

Aos meus filhos Rafael e Gustavo.

Aos meus pais Miguel e Judite.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, registro aqui a minha eterna gratidão, especialmente:

Ao Professor Dr. Flávio Hourneaux Junior, pela orientação, pelo aprendizado e apoio em todos os momentos necessários. Aos demais professores, em especial ao Professor Dr. Mauro Ruiz e à Professora Dra. Amarilis Gallardo pela receptividade, apoio e incentivo.

Aos meus colegas de turma, pela rica troca de experiências. Em especial aqueles com os quais mais me relacionei durante o curso: Richard, Fernanda, Juliana, Kelly, Giselle. Ao Sacha e Aldo, representando a turma 3.

A toda equipe do Programa de Mestrado Profissional em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade (MPA-GeAS) da Universidade Nove de Julho.

Aos colegas representantes das empresas fornecedoras (IBM, Fujitsu, EMC e Brocade) e também aos colegas do Departamento de Processamento e Comunicação de Dados do Banco Bradesco S.A. pela colaboração, apoio e incentivo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para enriquecer este importante trabalho.

“E não vos conformeis com este mundo, mas transformai-vos pela renovação da vossa mente, para que experimenteis qual seja a boa, agradável e perfeita vontade de Deus”. São Paulo

RESUMO

A TI Verde concentra-se em estudo e prática de projeto, fabricação, utilização e descarte de computadores, servidores e subsistemas associados, de forma eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto ao meio ambiente. Seu objetivo é melhorar o desempenho da computação e reduzir o consumo de energia e a pegada de carbono. Nesse sentido, a tecnologia da informação verde é a prática da computação ambientalmente sustentável e tem como objetivo minimizar o impacto negativo das operações de TI no meio ambiente. Por outro lado, o crescimento exponencial de dados digitais é uma realidade para a maioria das empresas, tornando-as cada vez mais dependentes da TI para disponibilizar informações em tempo real e suficiente para dar suporte aos negócios. Essa tendência de crescimento provoca mudanças na infraestrutura dos *Data Centers* dando foco na questão da capacidade das instalações devido à demanda de energia, espaço e refrigeração para as atividades de TI. Nesse cenário, esta pesquisa objetiva analisar se as principais soluções de armazenamento de dados, como a consolidação, a virtualização, a deduplicação e a compactação, somadas às tecnologias de discos de estado sólido do tipo SSD ou *Flash* são capazes de colaborar para um uso eficiente de energia elétrica no principal *Data Center* da organização. A metodologia de pesquisa foi qualitativa, de caráter exploratório, fundamentada em estudo de caso, levantamento de dados baseado na técnica de pesquisa bibliográfica e documental, além de entrevista com os principais fornecedores de soluções de TI. O estudo de caso foi o *Data Center* de um grande banco brasileiro. Como resultado, foi possível verificar que a eficiência energética é sensibilizada pelas soluções tecnológicas apresentadas. A preocupação ambiental ficou evidenciada e mostrou um caminho compartilhado entre parceiros e organização estudada. A manutenção do PUE - *Power Usage Effectiveness* (eficiência de uso de energia) como métrica de eficiência energética mantida em um nível de excelência é reflexo da implementação combinada de soluções, tecnologias e melhores práticas. Conclui-se que, além de reduzir o consumo de energia elétrica, as soluções e tecnologias de armazenamento de dados favorecem melhorias de eficiência no *Data Center*, viabilizando mais densidade de potência para a instalação de novos equipamentos. Portanto, diante do crescimento da demanda de dados digitais é crucial que a escolha das soluções, tecnologias e estratégias sejam adequadas, não só pela criticidade da informação, mas pela eficiência no uso dos recursos, contribuindo para um entendimento mais evidente sobre a importância da TI e suas consequências para o meio ambiente.

Palavras-chave: TI Verde. *Data Center*. Armazenamento de Dados. Eficiência Energética.

ABSTRACT

The Green IT focuses on the study and design practice, manufacturing, use and disposal of computers, servers, and associated subsystems, efficiently and effectively, with less impact to the environment. It's major goal is to improve performance computing and reduce energy consumption and carbon footprint. Thus, the green information technology is the practice of environmentally sustainable computing and aims to minimize the negative impact of IT operations to the environment. On the other hand, the exponential growth of digital data is a reality for most companies, making them increasingly dependent on IT to provide sufficient and real-time information to support the business. This growth trend causes changes in the infrastructure of data centers giving focus on the capacity of the facilities issues due to energy, space and cooling for IT activities demands. In this scenario, this research aims to analyze whether the main data storage solutions such as consolidation, virtualization, deduplication and compression, together with the solid state technologies SSD or Flash Systems are able to contribute to an efficient use of energy in the main data center organization. The theme was treated using qualitative and exploratory research method, based on the case study, empirical and documentary research such as technique to data collect, and interviews with IT key suppliers solutions. The case study occurred in the main Data Center of a large Brazilian bank. As a result, we found that energy efficiency is sensitized by technological solutions presented. Environmental concern was evident and showed a shared way between partners and organization studied. The maintaining of PUE - Power Usage Effectiveness, as energy efficiency metric, at a level of excellence reflects the combined implementation of solutions, technologies and best practices. We conclude that, in addition to reducing the consumption of energy, solutions and data storage technologies promote efficiency improvements in the Data Center, enabling more power density for the new equipment installation. Therefore, facing the digital data demand growth is crucial that the choice of solutions, technologies and strategies must be appropriate not only by the criticality of information, but by the efficient use of resources, contributing to a better understanding of IT importance and its consequences for the environment.

Keywords: Green IT. Data Center. Data Storage. Energy Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Abordagem holística da TI Verde.....	11
Figura 2: Fluxo da informação nas organizações	14
Figura 3: Ciclo informacional.....	15
Figura 4: Estratégia de armazenamento hierárquico comum.	17
Figura 5: Ciclo de vida da informação	21
Figura 6: Alterações de valor dos dados ao longo do tempo.....	22
Figura 7: Valor da informação e gestão de arquivamento/recuperação	23
Figura 8: IBM <i>Easy Tier 3</i> - Armazenamento em camadas	32
Figura 9: Movendo dados em uma solução TSM <i>Storage Manager HSM</i>	32
Figura 10: Energia requerida para armazenar 1 TB em discos de capacidades diferentes.....	45
Figura 11: Cálculo do PUE no <i>Data Center</i>	48
Figura 12: Eficiência energética do DC: Calculadora <i>Online</i>	52
Figura 13: Modelo teórico	59
Gráfico 1: Custo da energia elétrica para a indústria em países selecionados	47
Gráfico 2: PUE - Média mensal	77
Gráfico 3: Capacidade de Armazenamento em <i>Petabyte</i>	78
Gráfico 4: Quantidade de dispositivos de armazenamento em disco	79
Gráfico 5: Quantidade de dispositivos de armazenamento em fita magnética.....	79
Gráfico 6: Consumo de energia elétrica em MWh.....	80
Gráfico 7: Capacidade e consumo de refrigeração	81
Gráfico 8: Monitoração do espaço físico – Área útil utilizada.....	82
Quadro 1: Principais definições extraídas da pesquisa bibliográfica.....	54
Quadro 2: Constructo da pesquisa	61
Quadro 3: Informações sobre os entrevistados.....	68
Quadro 4: Síntese da entrevista com o fornecedor IBM à luz das proposições	70
Quadro 5: Síntese da entrevista com o fornecedor Fujitsu à luz das proposições.....	72
Quadro 6: Síntese da entrevista com o fornecedor Brocade à luz das proposições.....	74
Quadro 7: Síntese da entrevista com o fornecedor EMC à luz das proposições	76
Quadro 8: Estratégias práticas para reduzir o consumo de energia elétrica no <i>Data Center</i> ..	84
Quadro 9: Síntese da entrevista com fornecedores	113
Quadro 10: Resultado prático de iniciativas de melhoria contínua	115
Tabela 1: Energia elétrica: Custo médio Brasil	46
Tabela 2: Exemplo de dados para cálculo do PUE.....	50
Tabela 3: PUE - Níveis do índice de eficiência.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	<i>Automated Intelligence System</i>
AST	<i>Automated Storage Tiering</i>
ATM	<i>Automatic Teller Machines</i>
CFO	<i>Chief Financial Officer</i>
CIO	<i>Chief Information Officer</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CRAC	<i>Computer Room Air Conditioning</i>
CTI	<i>Centro de Tecnologia da Informação</i>
DJSI	<i>Dow Jones Sustainability Indexes</i>
DC	<i>Data Center</i>
DRAM	<i>Dynamic Random Access Memory</i>
EFD	<i>Enterprise Flash Drive</i>
EIA	<i>Electronic Industries Alliance</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FAST	<i>Fully Automated Storage Tiering</i>
FC	<i>Fibre Channel</i>
FIRJAN	<i>Federação de Indústrias do Estado do Rio de Janeiro</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
HDD	<i>Hard Disk Drive</i>
HSM	<i>Hierarchical Storage Management</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
ICL	<i>Inter Chassis Link</i>
ICRA	<i>Investment Information and Credit Rating Agency</i>
IDC	<i>International Data Corporation</i>
ILM	<i>Information Lifecycle Management</i>
IO	<i>Input/Output</i>
IOPS	<i>Input/Output Operation Per Second</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	<i>Information Technology</i>
KVA	<i>Quilovolt-Ampere</i>
KWh	<i>Quilowatt-hora</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MAID	<i>Massive Array of Idle Disks</i>
MWh	<i>Megawatt-hora</i>
NAS	<i>Network Attached Storage</i>
PDU	<i>Power Distribution Unit</i>
PG&E	<i>Pacific Gas and Electric Company</i>
PUE	<i>Power Usage Effectiveness</i>
QoS	<i>Quality of Services</i>
RAID	<i>Redundant Array of Independent Disks</i>
REMCS	<i>Remote Customer Support</i>
RoHS	<i>Restriction of Hazardous Substances</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
RPM	<i>Rotações Por Minuto</i>

SAN	<i>Storage Area Network</i>
SAS	<i>Serial Attached SCSI</i>
SATA	<i>Serial Advanced Technology Attachment</i>
SCSI	<i>Small Computer System Interface</i>
SE	<i>Sustentabilidade Empresarial</i>
SNIA	<i>Storage Networking Industry Association</i>
SSD	<i>Solid-State Drive</i>
SVC	<i>SAN Volume Controller</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TI	<i>Tecnologia da Informação</i>
TIA	<i>Telecommunication Industry Association</i>
TIC	<i>Tecnologia da Informação e Comunicação</i>
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
WAN	<i>World Area Network</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de pesquisa.....	5
1.2. Enquadramento	6
1.3. Objetivos	8
1.4. Organização do documento.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1. TI Verde	10
2.2. Gestão da informação.....	13
2.3. Aspectos tecnológicos do armazenamento de dados	26
2.4. Infraestrutura de TI	40
2.5. Eficiência energética.....	43
3. METODOLOGIA	55
3.1. Pesquisa bibliográfica e documental	56
3.2. Entrevistas	57
3.3. Constructos da pesquisa	58
4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS	65
4.1. Estudo de Caso.....	65
4.2. Fornecedores.....	68
5. RESULTADOS E ANÁLISES	77
5.1. Resultado da pesquisa documental.....	77
5.2. Resultado da entrevista com fornecedor	85
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
6.1. Limitações e pesquisas futuras	117
6.2. Contribuições práticas do estudo	117
REFERÊNCIAS	119
APÊNDICE.....	127

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade empresarial (SE) vem sendo considerada um investimento ou uma estratégia de negócio que compreende a adoção de melhores práticas de gestão que vão ao encontro das necessidades atuais e futuras dos *stakeholders*. Os investimentos em SE vêm sendo cada vez mais debatidos entre acadêmicos, administradores e demais interessados na empresa, originando questões que ainda não foram respondidas de forma conclusiva (Andrade, Bressan, Iquiapaza & Moreira, 2013).

Vivemos em uma sociedade em que questões como falta de energia, aquecimento global e os efeitos dos gases de efeito estufa tornaram o cuidado com o meio ambiente uma prioridade tanto para o governo e as empresas e para a sociedade como um todo. A tecnologia da informação (TI) não pode ficar alheia a este desafio e todos os agentes envolvidos no seu desenvolvimento, implantação ou utilização já começaram a considerar todos os esforços possíveis para mitigar o impacto da TI no meio ambiente. Hoje, o consumo de energia é uma questão crítica para a organização da TI, tanto para reduzir custos como para preservar o meio ambiente (Uddin *et al.*, 2012).

O desafio passa, então, por um melhor entendimento de como as questões ambientais e sociais devem ser tratadas nas estratégias empresariais a fim de criar valor no longo prazo. Portanto, de acordo com Hart e Milstein (2004), uma empresa sustentável é aquela que contribui para o desenvolvimento sustentável ao gerar, simultaneamente, benefícios econômicos, sociais e ambientais, conhecidos como os três pilares do desenvolvimento sustentável.

Inserido nas estratégias empresariais está o conceito de sustentabilidade em TI ou TI Verde. Segundo Gonçalves (2010), pode ser representado pela forma e capacidade da empresa em praticar a gestão do seu parque tecnológico de forma mais eficiente.

Nesse sentido, uma visão abrangente das definições de TI Verde é fornecida por Molla (2009). A partir de vários conceitos, o autor sugere que TI Verde é a aplicação sistemática de critérios ecológico-sustentáveis (como a prevenção da poluição, gestão de produtos, utilização de tecnologias limpas) para a criação, obtenção, uso e descarte de infraestrutura técnica de TI, bem como, os componentes humanos e gerenciáveis de sua infraestrutura, a fim de reduzir as emissões relacionadas à tecnologia da informação,

processos de negócios e cadeia de fornecimento, resíduos e uso da água, melhorar a eficiência energética e gerar renda economicamente verde (Molla, 2009, p. 757).

Dessa forma, de acordo com Kalsheim (2012), TI verde incorpora a gestão da sustentabilidade ambiental, a ecoeficiência e a utilização de serviços de TI para atender às metas de sustentabilidade ambiental de uma organização, visto que, segundo Khan (2013), as preocupações com os impactos ambientais, o custo de energia elétrica e as necessidades de energia nos *Data Centers* são crescentes. Estas preocupações deram impulso significativo em considerar a eficiência energética como um dos principais parâmetros de projeto de *Data Center* para pesquisadores e executivos de TI.

Para Mishra (2013), nos últimos dez anos os *Data Centers* corporativos têm crescido significativamente devido à crescente demanda de sistemas de computadores. Não só a energia utilizada por estes sistemas praticamente dobrou ao longo deste período, como também, a energia requerida pela infraestrutura de refrigeração para mantê-los também aumentou significativamente. Assim, o aumento dos custos de energia elétrica e seu efeito sobre o meio ambiente é agora uma grande preocupação para os cientistas que pensam sobre a TI Verde ou TI ambientalmente sustentável.

Murugesan e Gangadharan (2012) definem o campo da computação verde como "o estudo e prática de projeto, fabricação, uso e descarte de computadores, servidores e subsistemas associados, tais como, monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e sistemas de rede e comunicações, eficientes e eficazes, com o mínimo ou nenhum impacto sobre o meio ambiente". Para Mishra (2013), as práticas da computação verde, considerando o uso ambientalmente responsável de sistemas de computadores e demais componentes, incluem desde a utilização de unidades de processamento (CPU) energeticamente eficientes, a reduzido consumo de recursos e descarte adequado do lixo eletrônico. Portanto, os objetivos da computação verde são semelhantes aos da química verde, ou seja, reduzir o uso de materiais perigosos, maximizar a eficiência energética durante a vida útil do produto e promover a reciclabilidade ou a biodegradabilidade de produtos em desuso e resíduos de fábrica. As pesquisas continuam em áreas-chave com o objetivo de produzir tecnologia de computadores com a maior eficiência energética possível.

Por outro lado, a eficiência do *Data Center*, há bem pouco tempo, era medida unicamente em termos de indicadores vinculados à disponibilidade e ao desempenho. Com os

aspectos ambientais sendo cada vez mais considerados, o aumento dos custos de energia e a limitação no fornecimento de energia por parte de alguns provedores, é natural que os gerentes de infraestrutura de TI repensem a estratégia para o *Data Center* e considerem o aspecto do verde nas diversas escolhas que precisam fazer, incluindo equipamentos e a própria operação (Veras, 2009, p. 61).

De acordo com Buyya, Beloglazov e Abawajy (2010), os altos custos de energia e grandes pegadas de carbono são incorridos devido a enormes quantidades de eletricidade necessária para alimentar vários sistemas hospedados nestes centros de dados.

Lamb (2009) afirma que a demanda de serviços das empresas aumenta a necessidade de capacitar as instalações de TI e, na medida em que as atividades das empresas e da sociedade em geral passam a depender em escala crescente dos sistemas de informação (Veras, 2009), as questões de seu desempenho e continuidade se tornam sinônimos de sobrevivência organizacional. Para Somasundaran e Shrivastava (2011), o armazenamento de informações é visto hoje nos *Data Centers* como um dos elementos principais, junto aos aplicativos, banco de dados, sistemas operacionais e redes. As soluções para a camada de armazenamento continuam a evoluir com avanços tecnológicos capazes de oferecer níveis cada vez mais altos de disponibilidade, segurança, escalabilidade, desempenho, integridade, capacidade e gerenciabilidade.

Esses benefícios trazidos pela TI podem gerar impactos visíveis para o desempenho das organizações, tanto do ponto de vista da eficiência operacional para redução de custos, aumento da produtividade das pessoas, maior qualidade dos produtos e serviços, processos produtivos aprimorados pela troca mais eficiente de informações entre as diversas áreas, quanto para a obtenção de vantagem estratégica representada por melhores canais de troca de informação com os públicos externos, redução dos níveis de incerteza para a tomada de decisão, entre outros (Beal, 2008).

De acordo com a EMC (2014), não estamos apenas na era da informação, estamos na era da explosão do volume de informações e tecnologias de geração de dados que se multiplicam em nossos dias. O grande problema a administrar não é mais a falta de informação e sim, o excesso dela. A expressão dada a esse fenômeno é *Big Data*. É um termo que descreve a quantidade volumosa de dados estruturados, semiestruturados e não estruturados que tem o potencial para ser explorado e obter deles informações (Rouse, 2014).

O *Big Data* pode ser caracterizado pelo volume extremo de dados, a variedade de tipos de dados e a velocidade que os dados devem ser processados, o chamado 3 “v”. Apesar de não se referir a uma quantidade específica, o termo é mais usado para *Petabytes*¹ ou *Hexabytes* de dados, muito dos quais não podem ser integrados facilmente.

Na era do *Big Data*, os dados tornaram-se o ativo mais importante do *Data Center* da empresa. De acordo com Reine (2014), os centros de dados estão hoje coletando grandes quantidades de informação, em sua maioria criada por uma variedade de fontes externas, como câmeras de vídeo, sensores, mídias sociais, muitas vezes com grande parte destes dados capturados na nuvem. Na verdade, a exigência de armazenamento de dados estruturados e não estruturados para muitas empresas pode dobrar a cada 12 a 18 meses. Há uma tremenda urgência dentro da empresa dependente do *Big Data* em ter a flexibilidade para atender às necessidades de negócios em constante mudança, com armazenamento de dados virtualizado e eficiente e, ao mesmo tempo, há uma grande pressão para reduzir o custo total de propriedade (TCO) da infraestrutura de armazenamento.

Portanto, à luz dos processos organizacionais cada vez mais dependentes de informações, um componente específico da infraestrutura ganha visibilidade: o armazenamento de dados. De acordo com Veras (2011) e Somasundaran e Shrivastava (2011), o armazenamento é um dos principais elementos de um *Data Center* moderno e uma das atividades-chave, pois as empresas usam dados para obter informações cruciais para as suas operações de missão crítica. É um repositório que permite a guarda e a busca de dados, ou seja, os dados criados por indivíduos ou empresas devem ser armazenados a fim de que sejam facilmente acessados (Somasundaran & Shrivastava, 2011).

Nesse cenário se destacam os elementos que compõem a guarda de dados, são os elementos responsáveis pela camada de armazenamento e acesso às informações. A qualidade na escolha, aquisição e melhores práticas de uso dos dispositivos é o que garante a eficiência da camada de armazenamento. Para Veras (2011), o *Storage* é o dispositivo principal da camada de armazenamento. Utiliza um meio magnético ou de estado sólido, como o *Enterprise Flash Drive* (EFD), última novidade em discos para armazenamento nos servidores e *Storages*. Segundo a EMC, o desempenho de um único disco do tipo *Flash* em termos de I/O por segundo (IOPS) é equivalente ao IOPS de aproximadamente 30 discos do

¹ São unidades de informação, medidas de memória ou capacidade de armazenamento que correspondem a 2⁵⁰ ou 2⁶⁰ Bytes respectivamente.

tipo *Fibre Channel*, ou seja, discos mecânicos de 15.000 rotações por minuto. Isso significa um número menor de eixos de disco para atender a intensas cargas de trabalho de armazenamento. E menos eixos para atender a carga de armazenamento proporcionam benefícios como a redução em 38% de energia gasta por *terabyte*, 98% menos energia por I/O, 58% menos peso (físico) por *terabyte* e mais IOPS em uma área menor. Os discos magnéticos dominam a camada de armazenamento não volátil desde 1965 (Veras, 2011).

Para Somasundaran e Shrivastava (2011), outro importante dispositivo da camada de armazenamento são as fitas magnéticas, usadas para guarda de dados em cópias de segurança devido a seu custo relativamente baixo. Apesar das suas limitações, as fitas são amplamente usadas pela sua capacidade de economizar energia em mídia estática e sua mobilidade. O contínuo desenvolvimento da tecnologia de fitas está resultando em mídias de alta capacidade e *Drives* com altas velocidades. As fitas magnéticas, de acordo com Veras (2011), utilizam tecnologias semelhantes aos discos quanto à gravação e leitura e seu uso é ampliado por robôs de baixo custo que carregam e armazenam as fitas de forma automática. Ainda Somasundaran e Shrivastava (2011), com todos esses recursos e mais a inteligência aprimorada, as fitas magnéticas atuais são parte de uma solução de gerenciamento de dados completa na camada de armazenamento, especialmente como uma solução de baixo custo para armazenar dados acessados com menos frequência e como armazenamento de longo prazo.

1.1. Problema de pesquisa

Em termos gerais, Garcia e Nelson (2003) explicam que a formulação ampla da questão de pesquisa a ser respondida ajuda a entender a estrutura, os componentes e suas relações, a história e o valor potencial do estudo.

Assim, o problema a ser investigado é decorrente das implicações da crescente demanda para processar e gerenciar volumes cada vez mais elevados de dados, pois, as organizações precisam de desempenho para as aplicações de missão crítica, além de atender às demandas crescentes de capacidade. Soluções eficientes de armazenamento são a chave para entregar requisitos de desempenho para as aplicações empresariais de última geração e eficiência para as instalações de TI.

Em um ambiente computacional, dispositivos projetados para armazenar dados são chamados de dispositivos de armazenamento. O tipo de armazenamento usado varia de

acordo com os tipos de dados e a velocidade em que são criados e usados. Para Veras (2009), o crescimento da demanda por armazenamento de dados no *Data Center* é devido à rápida absorção de processos organizacionais cada vez mais dependentes de dados e informações, o que fez com que a forma de armazenar passasse a ser uma prioridade das organizações, as quais mantêm centrais de dados a fim de fornecer processamento centralizado dos dados para toda a empresa. Essas centrais de dados armazenam e gerenciam grandes quantidades de dados de missão crítica (Somasundaran & Shrivastava, 2011).

Portanto, uma vez definido o tópico de pesquisa, é vital encontrar uma pergunta que será respondida (Garcia & Nelson, 2003). Dessa forma, tendo em vista o cenário anteriormente apresentado, a seguinte questão foi levantada a fim de orientar o desenvolvimento desta pesquisa, a saber:

Como as soluções de armazenamento de dados podem colaborar para um uso eficiente de energia elétrica no *Data Center*?

Dessa forma, destacou-se a guarda de dados, pois, à medida que as informações têm uma importância cada vez maior para as empresas, aumentam os desafios relacionados à proteção e ao gerenciamento dos dados. Isso determina as soluções empregadas na camada de armazenamento empregadas. O armazenamento eficiente pode melhorar a eficiência de energia reduzindo o número de sistemas de armazenamento. A habilidade de fornecer mais capacidade e desempenho e, ao mesmo tempo, reduzir o consumo de energia, o resfriamento e o espaço físico ajudam a reduzir significativamente os custos e dar suporte às necessidades de crescimento com maior eficiência.

1.2. Enquadramento

O problema que se propõe investigar são as implicações da crescente demanda de armazenamento de dados e como a TI Verde pode contribuir para a redução do impacto ambiental num centro de processamento dados. Por meio de um estudo de caso, este trabalho observará o cenário atual de um grande banco brasileiro onde as melhores práticas de gestão abrangem a racionalização dos recursos organizacionais objetivando contribuir com o uso eficiente de energia, ar condicionado e espaço no *Data Center*, elemento chave da infraestrutura corporativa e alvo de boa parte dos investimentos.

O Brasil é o sexto maior mercado de TI do mundo, com um mercado interno que movimentou no ano passado US\$ 81 bilhões, de acordo com a empresa de consultoria IDC - *International Data Corporation*, líder nos segmentos de tecnologia da informação e telecomunicações. O resultado equivale a cerca de 4% do PIB - Produto Interno Bruto, soma de tudo o que é produzido no país (Sucesuba, 2014). No mundo empresarial de hoje, com a crescente importância da *Internet*, mais e mais aplicativos precisam estar disponíveis *on line* o tempo todo. Um exemplo óbvio são os aplicativos de armazenamento e acesso *online*. Muitas empresas querem manter suas lojas abertas todos os dias, o ano inteiro, para que os clientes de todos os lugares, em diferentes fusos horários, possam a qualquer momento pesquisar produtos e fazer pedidos (Hussain, Farooq, Shamsudeen & Yu, 2013).

O exponencial aumento da quantidade de informação e a crescente demanda por serviços e sistemas de TI têm exigido cada vez mais investimentos em soluções tecnológicas e complexos centros de processamento de dados. Nesse contexto, traduzir as necessidades em elementos de TI e atender as unidades de negócio em função da demanda por mais desempenho, alta escalabilidade e disponibilidade, com controle de custos e projetos de eficiência, têm sido o grande desafio dos CIOs (*Chief Information Officers*). Assim, as respostas tecnológicas devem alinhar redução do consumo de energia, redução do espaço físico, redução no tempo de atendimento, ou seja, eficiência no plano estratégico da TI (Silva & Hourneaux, 2013).

As organizações precisam de desempenho para as aplicações de missão crítica, além de atender às demandas crescentes de capacidade. Soluções eficientes de armazenamento é a chave para entregar requisitos de desempenho para as aplicações empresariais de última geração e para as instalações de TI. Neste momento, é preciso considerar as questões de energia, espaço físico e capacidade de refrigeração das instalações, tonando-se um obstáculo devido às restrições de infraestrutura nos *Data Centers* (Lamb, 2009).

Nesse contexto, a sustentabilidade é uma obrigação – e não mais uma alternativa – para quem pretende ter espaço em um mundo cada vez mais vulnerável aos sintomas do efeito estufa, salientando que as empresas se alinham aos conceitos de sustentabilidade, nem sempre por idealismo, mas para vender mais, obter mais lucros, ser mais competitivas (Peruzzo, 2010).

Diante desse cenário, as questões ambientais estão ganhando impulso, alimentadas pelo crescente número de iniciativas ecológicas locais e globais, ganhando cada vez mais espaço na agenda corporativa. Dessa forma, as empresas estão percebendo que a adoção da TI Verde propicia um passo significativo em direção à conservação ambiental ao mesmo tempo em que ajuda na sua imagem (Wanders, 2011).

Portanto, o presente estudo pode trazer contribuições aos estudos acadêmicos, pois a TI é considerada um dos maiores campos de pesquisa atualmente. É considerada hoje essencial no dia a dia de pessoas e indispensável na gestão crítica dos mais variados processos da economia, governamental ou empresarial. Assim, a motivação para essa pesquisa justificase em razão da necessidade de suportar o crescimento da massa de dados digital gerada pelas mais variadas aplicações de negócios de um grande banco brasileiro, considerando que o aspecto ambiental está na eficiência do consumo de energia, a qual pode ser favorecida através das soluções, estratégias e melhores práticas empregadas para a gestão do armazenamento, *backup* e ciclo de vida da informação.

1.3. Objetivos

Uma vez definida a questão de pesquisa, o objetivo geral do presente trabalho é assim definido:

Analisar as soluções empregadas na camada de armazenamento de dados que propiciem o uso eficiente de energia elétrica no principal *Data Center* de um grande banco brasileiro.

O objetivo geral apresentado permite ainda que seja desdobrado em objetivos específicos:

1. Identificar com base na literatura as especificidades das soluções empregadas na camada de armazenamento que favorecem ganhos de eficiência de energia elétrica no *Data Center*;

2. Analisar melhorias no identificador de eficiência energética, o PUE² - *Power Usage Effectiveness*, quando da renovação tecnológica em soluções aplicadas na camada de armazenamento de dados;

3. Identificar fatores determinantes de eficiência no processo de aquisição de soluções para a camada de armazenamento;

4. Identificar oportunidades de melhorias que permitem a correção ou mitigação das ineficiências nas soluções utilizadas na camada de armazenamento atualmente em uso.

Ao fazer cumprir tais objetivos, espera-se que esta pesquisa contribua tanto para o conhecimento acadêmico como para o mercado e a organização alvo desse estudo de caso, pois, não foi encontrado nenhum outro estudo que relacione a gestão do armazenamento de dados com a eficiência no uso de energia elétrica em um *Data Center*.

1.4. Organização do documento

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. O primeiro, já apresentado, trará uma revisão geral do assunto, o problema de pesquisa, o objetivo geral e o respectivo desdobramento nos objetivos específicos. O segundo capítulo, revisão de literatura, trará a fundamentação teórica. O terceiro capítulo apresentará os procedimentos metodológicos propostos e empregados no presente trabalho. O quarto capítulo diz respeito à apresentação dos dados obtidos, tanto das entrevistas como da pesquisa em documentos de acompanhamento da infra de TI da organização. O quinto capítulo traz, especificamente, o resultado da pesquisa documental e a síntese dos principais tópicos abordados na entrevista com os fornecedores de tecnologia e soluções de armazenamento de dados para o banco em estudo. Finalizando com as considerações finais, limitações e contribuições práticas no sexto capítulo.

² *Power Usage Effectiveness* é um padrão ou métrica de gerenciamento eficaz de energia desenvolvida pela *The Green Grid Association*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo trará as concepções teóricas que compreendem o tema de pesquisa e os objetivos desse estudo. Para Vergara (2009, p. 29), denomina-se referencial teórico o capítulo que apresenta os estudos sobre o tema, ou especificamente sobre o problema, já realizado por outros autores. É uma revisão da literatura existente, oferecendo tanto ao autor quanto ao leitor, conhecimento do que já existe sobre o assunto, oferecendo contextualização e consistência à investigação. No presente capítulo, uma revisão bibliográfica abordará os principais constructos. Primeiramente, a TI Verde, a gestão da informação e o armazenamento de dados, componente crítico da infraestrutura de TI. Em seguida, a eficiência energética do *Data Center*, os quais cada vez mais crescem e requerem níveis significativos de energia elétrica, caracterizando uma das principais preocupações dos executivos de TI atualmente.

2.1. TI Verde

A TI Verde ou *Green IT* é um novo campo de pesquisa na disciplina de sistemas de informação (Chou, 2013). Nesse sentido, uma visão abrangente das definições de TI Verde é fornecida por Molla (2009). A partir de vários conceitos, o autor sugere que TI Verde é a aplicação sistemática de critérios ecológico-sustentáveis (como a prevenção da poluição, gestão de produtos, utilização de tecnologias limpas) para a criação, obtenção, uso e descarte de infraestrutura técnica de TI, bem como, os componentes humanos e gerenciáveis de sua infraestrutura, a fim de reduzir as emissões relacionadas à tecnologia da informação, processos de negócios e cadeia de fornecimento, resíduos e uso da água, melhorar a eficiência energética e gerar renda economicamente verde (Molla, 2009, p. 757).

Murugesan (2008); Dedrick (2010); Bose e Luo (2011) em meio a uma variedade de conceitos, esses autores utilizam os mesmos termos para conceituar a TI Verde. Em geral, TI verde concentra-se em estudo e prática de projeto, fabricação, utilização e descarte de computadores, servidores e subsistemas associados, de forma eficiente e eficaz, com o mínimo ou nenhum impacto ao meio ambiente. Para Maan e Dhillon (2013), um dos principais objetivos da TI Verde é como melhorar o desempenho da computação e reduzir o consumo de energia e a pegada de carbono. E ainda, conforme Lorusso (2008), é o que as

soluções de TI podem fazer para reduzir os impactos ambientais nas empresas ou usuários finais por meio de uma determinada série de aplicações.

De acordo com Ferreira (2014, p.17), para um maior entendimento, a análise do tema TI Verde tem que ser feita de forma ampla, levando em consideração não somente o fator predominante, consumo eficiente de energia, e sim, diversos outros importantes aspectos como:

- Consequências diretas na cadeia produtiva.
- Utilização e reutilização de recursos naturais e tecnológicos.
- Reciclagem de material e equipamentos.
- Descarte inteligente de equipamentos e do *e-waste* (lixo eletrônico).
- Políticas e processos para aumento da vida útil de infraestruturas.

Para Murugesan (2008), para abordar os impactos ambientais da TI de forma abrangente e eficaz, deve-se adotar uma abordagem holística, conforme Figura 1, que endereça os problemas ao longo de quatro caminhos complementares:

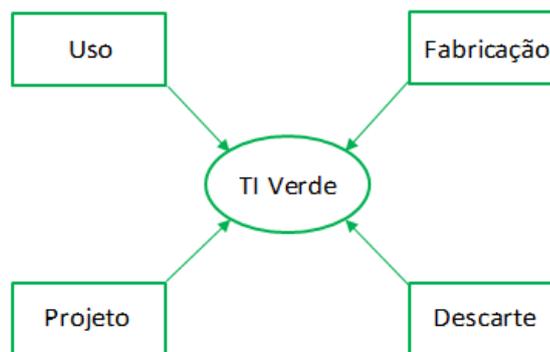


Figura 1 - Abordagem holística da TI Verde
Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Murugesan (2008)

- Utilização verde: Redução do consumo de energia em computadores e outros sistemas de informação aplicando práticas ambientalmente corretas.
- Descarte verde: Reformar e reutilizar velhos computadores. Reciclar corretamente computadores e demais dispositivos eletrônicos descartados.

- Projeto verde: Projeto eficiente de energia utilizando componentes compatíveis com o meio ambiente, computadores, servidores e equipamentos de refrigeração.
- Fabricação verde: Fabricação de componentes eletrônicos, computadores e outros subsistemas com o mínimo ou nenhum impacto no meio ambiente.

Para Chou e Chou (2012), desde que a indústria de TI passou a utilizar recursos como a energia, água e materiais perigosos para a produção de *hardware*, seu processo de produção passou a gerar resíduos que danificam o meio ambiente. De acordo com McLaughlin e Rouse (2013), o conceito de TI verde surgiu em 1992 quando a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) lançou o *Energy Star*, um programa voluntário de rotulagem que ajuda as organizações a economizar dinheiro e reduzir as emissões de gases de efeito estufa identificando os produtos que oferecem maior eficiência energética. Outros componentes de TI verde incluem o redesenho dos *Data Centers* e a crescente popularidade da virtualização, redes e computação em nuvem.

Nesse sentido, a tecnologia da informação verde é a prática da computação ambientalmente sustentável. Os motivos por trás das práticas de TI verde incluem a redução do uso de materiais perigosos e a maximização da eficiência energética durante a vida do produto, como também, promover a biodegradabilidade dos produtos não utilizados e desatualizados (McLaughlin & Rouse, 2013).

Concentrar esforços nessas quatro iniciativas é o caminho para alcançar a sustentabilidade ambiental total e fazer uma TI mais verde ao longo de todo o seu ciclo de vida. Essas iniciativas indicam que todas as partes interessadas de TI, como usuários, projetistas e fabricantes de *software* e *hardware*, devem reconhecer e seguir a TI ambientalmente sustentável. Murugesan (2008) especifica as seguintes iniciativas:

- Projeto de sustentabilidade ambiental.
- Computação energeticamente eficiente.
- Gerenciamento de energia.
- Projeto de *Data Center* considerando *layout* e localização.
- Virtualização de servidores.

- Descarte e reciclagem responsáveis.
- Conformidade regulatória.
- Métricas verdes, ferramentas de avaliação e metodologia.
- Mitigação de riscos relacionados ao meio ambiente.
- Uso de fontes de energia renováveis.
- Eco-rotulagem de produtos de TI.

A evolução da TI está atrelada aos avanços científicos e tecnológicos, às pressões de um ambiente cada vez mais competitivo e às mudanças na própria concepção das estratégias de gestão de negócios (Pereira, 2009). CIOs reconhecem que o mundo está mudando a TI corporativa, tornando-a mais focada nos clientes, no mercado e na disponibilização da informação fazendo com que a organização fique cada vez mais dependente da infraestrutura de TI (Veras, 2009). Esse cenário vem conduzindo as empresas para um entendimento mais evidente sobre a importância da TI e suas consequências para o meio ambiente.

2.2. Gestão da informação

As empresas usam dados para obter informações cruciais para as suas operações diárias. Alguns autores (Veras, 2011; Somasundaran & Shrivastava, 2011; Patrão, 2011; Reine, 2014) consideram o *Storage* ou armazenamento de dados um componente crítico da infraestrutura e pilar central da TI. O armazenamento de dados é um repositório que permite aos usuários guardar e buscar esses dados digitais. Encontramos na literatura muitas definições a respeito de dados, informação e conhecimento, das quais, apesar das diferenças de conceituação, pode-se extrair um entendimento comum: um conjunto de dados não produz necessariamente uma informação, nem um conjunto de informações representa necessariamente um conhecimento. Assim, Beal (2008) argumenta que dados podem ser entendidos como registros ou fatos em sua forma primária, não necessariamente físicos, uma imagem guardada na memória também é um dado. Quando esses registros ou fatos são organizados ou combinados de forma significativa, eles se transformam numa informação.

Para Monteiro e Falsarella (2007, p. 86), a gestão da informação consiste num conjunto de atividades voltadas à informação como busca, obtenção, tratamento, agregação de valor, armazenamento, disponibilização, uso e retroalimentação, caracterizando assim um

processo cíclico. Com também explicam Somasundaran e Shrivastava (2011), dados são um conjunto de fatos em estado bruto a partir dos quais conclusões podem ser tiradas e McGee e Prusak (1994), informação consiste em dados coletados, organizados, orientados, aos quais são atribuídos significados e contexto.

De acordo com Beal (2008, p. 27), "embora para grande parte dos outros ativos organizacionais quanto maior a quantidade dos recursos, como por exemplo, os recursos financeiros de que se dispõe, melhor para a organização, no caso da informação a quantidade excessiva reduz seu valor". Principalmente com o crescente uso da tecnologia para criar, processar e distribuir, a informação passou a ser um bem superabundante, e o principal problema na maioria das organizações contemporâneas não é a falta, mas sim o excesso de informação, que ultrapassa a capacidade humana de processamento. Entretanto, segundo Beal (2008), mesmo que não estruturada ou estruturada em computadores, a informação percorre um fluxo dentro das organizações, representado genericamente pelo modelo da Figura 2.

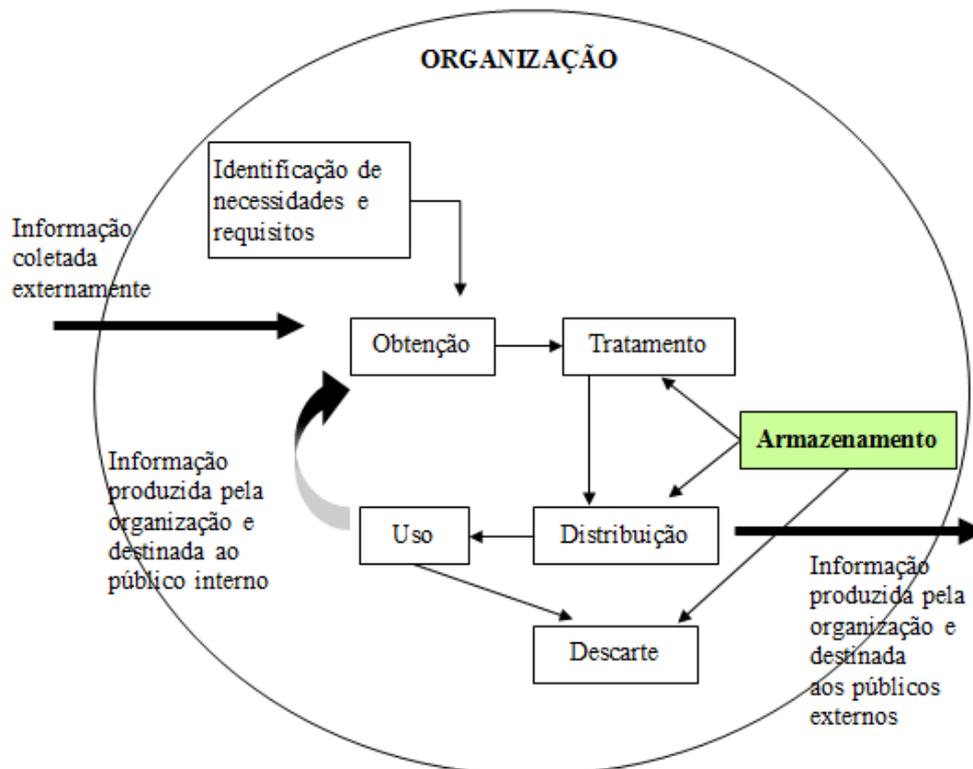


Figura 2 - Fluxo da informação nas organizações
Fonte: Beal (2008)

Dessa forma, o processo de gestão da informação inclui várias fases ou etapas o qual, segundo Davenport (1997), inicia-se com a determinação dos requisitos ou necessidades de

informação, a captura, distribuição e uso das informações. E é na fase final do processo de gestão, ou seja, na fase de uso da informação que se estabelecem várias formas de melhorias, como medições, contextualização e incorporação de medidas de uso na avaliação de resultado.

A etapa de armazenamento, em especial, “é necessária para assegurar a conservação dos dados e informações, permitindo seu uso e reuso dentro da organização. A preservação das informações organizacionais exige uma série de atividades e cuidados visando manter a integridade e disponibilidade dos dados e informações existentes. A complexidade dessa conservação obviamente aumenta à medida que cresce a variedade de mídias usadas para se armazenar essas informações: bases de dados informatizadas, arquivos em meio magnético ou óptico, documentos em papel, entre outros.” (Beal, 2008, p.31).

Entretanto, é na fase de distribuição onde se define qual a mídia mais apropriada, quais os usuários para cada tipo de informação e qual a estratégia mais adequada para prover a informação ao usuário (Miranda, 2010).

De acordo com Miranda (2010), fazer gestão da informação significa dirigir e dar suporte efetivo e eficiente ao ciclo informacional de uma organização, desde o planejamento e desenvolvimento de sistemas para receber as informações à sua distribuição e uso, e também, sua preservação e segurança, conforme representa na Figura 3. Para a autora, a informação é um recurso estratégico alinhado a requisitos legais e políticos do negócio e, dessa forma, sua produção e uso deve ser gerenciado adequadamente.

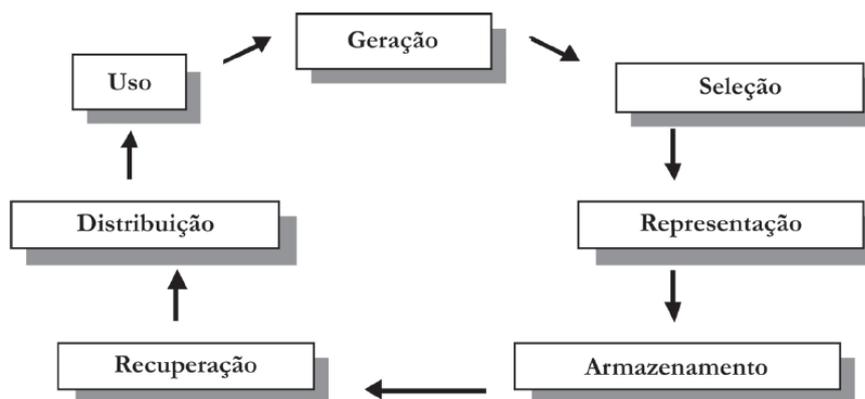


Figura 3 - Ciclo informacional
Fonte: Dante (1998)

Dessa forma, é percebido o ciclo da gestão da informação o qual parte de uma demanda por informação que conduz a uma busca. Por sua vez a busca gera uma obtenção (informação recuperada). A informação obtida é armazenada ou tratada, ou seja, contextualizada e agregado valor para em seguida ser armazenada. Esta informação tratada e/ou armazenada fica disponibilizada para uso. O uso pode produzir novas informações ou gerar a necessidade de mais informações, recomeçando o ciclo.

Administrar adequadamente os recursos informacionais e seus fluxos na organização representa, hoje, uma necessidade premente em qualquer tipo de negócio (Beal, 2008). Segundo a autora, informação e conhecimento representam patrimônios cada vez mais valiosos e necessários para que se possa prever, compreender e responder às mudanças ambientais e alcançar ou manter uma posição favorável no mercado.

2.2.1. Gestão estratégica do armazenamento de dados

De acordo com Miranda (2010), a estratégia direciona a construção da arquitetura operacional e a integração da cadeia de valores dos processos informacionais, com base nas competências existentes e desejáveis para atingir os objetivos traçados. A gestão da informação deve ser realizada com base em políticas bem traçadas, arquitetura bem desenhada e gestão do ciclo de vida da informação, de maneira que os serviços e produtos possam servir adequadamente aos clientes.

Para Beal (2008), além da necessidade de se equilibrar prioridades e recursos e gerenciar as mudanças no ambiente informacional, outros processos relacionados à gestão da TI são necessários para dar suporte à execução da estratégia de TI, permitindo que as ações a serem implementadas o sejam dentro de condições controladas. O planejamento organizacional deve prever esses aspectos ligados à gestão da informação do ponto de vista do ambiente como um todo, compreendendo arquitetura e TI, estratégias, políticas e comportamento ligados à informação, processos de trabalho e pessoas, devendo considerar a integração de diversos tipos de informação, envolvendo aspectos bem planejados da infraestrutura de gestão, da tecnologia de informação e recursos humanos. Isso envolve estratégia (visão, orientação, planos, políticas e financiamento), arquitetura operacional (modelo operacional, segurança, dados, aplicativos, tecnologias e redes, ou seja, infraestrutura para a gestão) e capacidade organizacional (competências, metodologias, aprendizagem).

Novos produtos e soluções que podem direcionar as ineficiências dos sistemas de armazenamento são lançados constantemente no mercado e é também um tema presente em qualquer evento de TI atualmente. Toigo (2014) enfatiza que a ineficiência de armazenamento é causada principalmente pela implantação de ilhas isoladas de armazenamento subutilizadas e super provisionadas que, por sua vez, produzem altos custos e desempenho reduzido. De acordo com Toigo (2014), para lidar com a baixa eficiência de armazenamento de dados, os administradores precisam resolver suas causas profundas. Assim, esse autor estabelece três considerações importantes para garantir a eficiência do armazenamento de dados hoje no *Data Center*.

Em primeiro lugar, Toigo (2014) enfatiza que conhecer os dados e como eles estão hospedados é o passo mais importante na remediação da ineficiência. O desejo natural de todos os operadores de TI de acelerar suas aplicações fazem com que muitos dados sejam hospedados no nível 1, ou seja, na camada de discos de alto desempenho, com ou sem SSD, ou seja, discos de estado sólido. A intenção é boa, entretanto, tende a resultar na atribuição de armazenamento caro para dados menos importantes e introduzir ineficiência. Se os aplicativos já estão armazenados no nível 1, é preciso implementar alguma solução capaz de migrar os dados mais antigos, pouco acessados ou atualizados, de discos caros para discos mais baratos, geralmente nos níveis 2 e 3 conforme ilustra a Figura 4. Então, os discos de tecnologias mais nobres poderão armazenar o tipo de dados que exigem melhor desempenho.

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Exemplos Missão crítica high-end	Exemplos Replicação local high-end/midrange com disco Fibre Channel	Exemplos ATA, Fibre Channel de baixo custo	Exemplos Armazenamento endereçado ao conteúdo	Exemplos Fita
Disponibilidade				
• Segundos a minutos	• Minutos a horas	• Horas	• Horas	• Horas a dias
		Desempenho		
• Carga de trabalho dinâmica • Maior volume de transações	• Alto desempenho para cargas de trabalho constantes	• Desempenho moderado • Principalmente acesso de leitura	• Desempenho da Internet • Principalmente acesso de leitura	• N/D
		Ponto de recuperação		
• Segundos	• Segundos a minutos	• Minutos a horas	• Até 24 horas	• Até 72 horas

Figura 4 - Estratégia de armazenamento hierárquico comum
Fonte: EMC (2011)

Em segundo lugar, Toigo (2014) explica que é preciso decidir se realmente é necessário o gerenciamento unificado à medida que se avança em direção à eficiência do

armazenamento de dados. Se no ambiente existem *Storages* de apenas um fornecedor, o *software* de gerenciamento que acompanha o equipamento é suficiente para o gerenciamento das configurações e monitoramento ao longo do tempo. No entanto, se o ambiente possui vários fornecedores, exigirá uma capacidade de gerenciamento unificado que possa integrar os detalhes de configuração e informações operacionais de um único sistema de monitoramento e gestão.

Na terceira e última consideração em relação ao armazenamento baseado em *software* ou virtualização, Toigo (2014) afirma que é preciso trabalhar em direção à escala de serviços de armazenamento além da distribuição individual de unidades de discos. Desde os primórdios da computação distribuída, os fornecedores têm alavancado a revolução dos sistemas abertos para oferecer dispositivos proprietários, mas com *softwares* proprietários de valor agregado. Isso não só levou a acelerar o aumento do preço do armazenamento no nível do dispositivo, apesar da queda do custo por *gigabyte* na unidade de disco interna do equipamento, mas também ofuscou a infraestrutura unificada para gerenciamento de dados.

Para se ter escala também pode representar um problema visto a necessidade de um conjunto novo e separado de discos para implantar outra cópia do *software* de controle e uma pilha de dados que necessitará de manutenção local. A novidade é que as super controladoras baseadas em *software*, ou seja, motores de virtualização e conjuntos de armazenamento baseados em *software* podem substituir *softwares* de valor agregado internos com um conjunto de serviços centralizados que podem ser estendidos a um grande número de unidades diferentes, já incluindo produtos de virtualização de armazenamento. Isso se encaixa melhor à definição de armazenamento baseado em *software*, que não inclui a capacidade de agregação, mas fornece um conjunto de serviços que podem ser aplicados ao *Storage* onde os dados estão armazenados.

Para Monteiro e Falsarella (2007, p.93), a gestão da informação representa o papel principal no atendimento das demandas por informação quanto à busca e obtenção, tratamento, armazenamento e disponibilização. A gestão da informação compreende o ciclo da gestão da informação com o suporte dos sistemas de informação. Dessa forma, a eficiência do armazenamento de dados pode afetar uma série de aspectos de um *Data Center*, do desempenho ao custo de energia. As características de armazenamento, tais como capacidade

e utilização, proteção de dados e nível de gestão pode afetar a eficiência. De acordo com Toigo (2014), enquanto houver ferramentas de monitoramento eficazes no mercado, isso fará com que os profissionais de TI mantenham o armazenamento funcionando de forma eficiente também.

Um dos principais critérios para definir a eficiência é a forma como a capacidade de armazenamento está sendo utilizada (Toigo, 2014). Ele questiona se os responsáveis pela TI estão armazenando o tipo certo de dados no nível de armazenamento mais ativo, ou seja, mais acessado, e descarregando os dados menos acessados para um arquivo com o objetivo de liberar espaço.

Quanto à eficiência na proteção de dados, quais as técnicas empregadas para a cópia de dados de modo que, se o mecanismo principal de armazenamento parar, todos os dados não se perderão. Finalmente, a eficiência da gestão, o que está sendo feito em relação a detectar e corrigir problemas e erros, limpeza da infraestrutura de armazenamento e alocações a ponto de, se alguém solicitar um novo *terabyte*, o quão rápido e eficiente poderemos atendê-lo (Toigo, 2014).

Rouse (2014) explica que para trabalhar grande quantidade de dados em um banco de dados relacional tradicional, por exemplo, a análise leva muito tempo e custa muito dinheiro. Por isso, novas abordagens e tecnologias surgiram com a capacidade de associar inteligência artificial e aprendizado de máquina que utilizam algoritmos complexos para procurar padrões repetitivos nos dados. A análise dos dados é frequentemente associada com a computação em nuvens porque a análise de grandes conjuntos de dados em tempo real requer plataformas específicas, como o *Hadoop*³, para armazenar grandes quantidades de dados e o *Map Reduce*⁴, com o papel de coordenar, misturar e processar dados de diversas fontes (Rouse, 2014).

³ *Hadoop* é um *framework* de programação livre, baseado em *Java* que suporta o processamento de grandes conjuntos de dados em um ambiente de computação distribuída. É parte do projeto *Apache* patrocinado pela *Apache Software Foundation*.

⁴ *Map Reduce* é um *framework* de *software* que permite que os desenvolvedores escrevam programas que processam grandes quantidades de dados não estruturados de forma paralela em um *cluster* distribuído de processadores ou computadores autônomos. Foi desenvolvido pelo *Google* para indexação de páginas *Web* e substituiu seus algoritmos de indexação originais e heurísticos em 2004.

Dessa forma, novas abordagens requerem novos especialistas em gestão e uso das informações corporativas. De acordo com Rouse (2014), embora a demanda por grandes analistas de dados seja alta, há atualmente uma escassez de cientistas de dados e outros analistas com experiência para trabalhar com *Big Data* em um ambiente de código aberto distribuído. Os próprios fornecedores têm respondido a esta escassez criando ferramentas e soluções específicas para ajudar as empresas a tirar proveito dos dados semiestruturados e não estruturados que possuem em seus ambientes de armazenamento.

Entretanto, Reine (2014) explica que há um tema comum a todos estes pontos: todos eles contribuem para o sucesso da empresa, o cumprimento das metas de armazenamento e entrega de dados importantes e, ao mesmo tempo, diminuindo o TCO para lidar com mais dados, mais rapidamente. Em termos mais práticos, as equipes técnicas responsáveis pelo *Data Center* não podem permitir que o armazenamento estoure o orçamento de TI. O TCO inclui o custo de aquisição, mas também leva em consideração os custos administrativos, manutenção, energia e até mesmo o espaço necessário para abrigar esta infraestrutura de armazenamento em massa. Além disso, o autor enfatiza que, se incluir a virtualização, práticas de desperdício de mais alocação de área em disco por medo de ficar sem espaço útil livre pode ser eliminado. Isso melhora significativamente o ROI de investimentos em armazenamento.

A redundância de dados é também uma ineficiência inerente para organizações com *sites* geograficamente dispersos e escritórios remotos. Se cada local remoto tem o seu próprio sistema de armazenamento, problemas se multiplicam em toda a rede corporativa. A tendência atual em consolidação de armazenamento remoto é centralizar os ativos de armazenamento em um único *Data Center* e alavancar uma rede WAN⁵ para fornecer acesso rápido ao arquivo.

Outras opções de armazenamento de dados é tentar reduzir a quantidade total de armazenamento necessário para dados corporativos. Embora o crescimento de dados tenha sido uma constante para todas as empresas, uma parcela significativa é devido a redundantes cópias de dados dispersos em toda a rede. Para aplicação de arquivo, em particular, identificar

⁵ Wide Area Network (WAN), Rede de área alargada ou Rede de longa distância, é uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica, com frequência um país ou continente. Difere, assim, da Rede pessoal (PAN), da Rede de área local (LAN) e da Rede de área metropolitana (MAN).

e eliminar cópias redundantes dos arquivos podem reduzir drasticamente as necessidades totais de armazenamento (Brocade, 2013).

A implementação da consolidação de dados, por exemplo, pode ajudar a eliminar silos de arquivos dispersos e aliviar a necessidade de replicar os dados como uma conveniência para acesso local. Por exemplo, o equipamento *Brocade Storage X* permite um sistema de arquivos uniforme em toda a empresa que simplifica a administração e promove a utilização mais eficiente de armazenamento, independentemente da localização geográfica. Da mesma forma, a tecnologia de compressão e deduplicação de dados pode preservar a acessibilidade dos dados, reduzindo a quantidade de unidades de disco, armazenamento e uso de energia complementar necessária (Brocade, 2013).

2.2.2. Ciclo de vida da informação

Conforme ilustrado na Figura 5, Brooks *et al.*, (2006) definem *Information Lifecycle Management* (ILM) como um processo de gestão da informação por meio de seu ciclo de vida, desde a concepção até o descarte, de uma forma que otimiza o armazenamento e o acesso ao menor custo.



Figura 5 - Ciclo de vida da informação
Fonte: Adaptado de Brooks *et al.* (2006)

Da mesma forma, Somasundaran e Shrivastava (2011) explicam o ciclo de vida da informação como “a mudança no valor da informação” com o decorrer do tempo. Quando os dados são criados, na maioria das vezes possuem seu valor mais alto e são usados com

frequência. Conforme Figura 6, à medida que o tempo passa, os dados são acessados com menor frequência e têm menos valor para a organização.

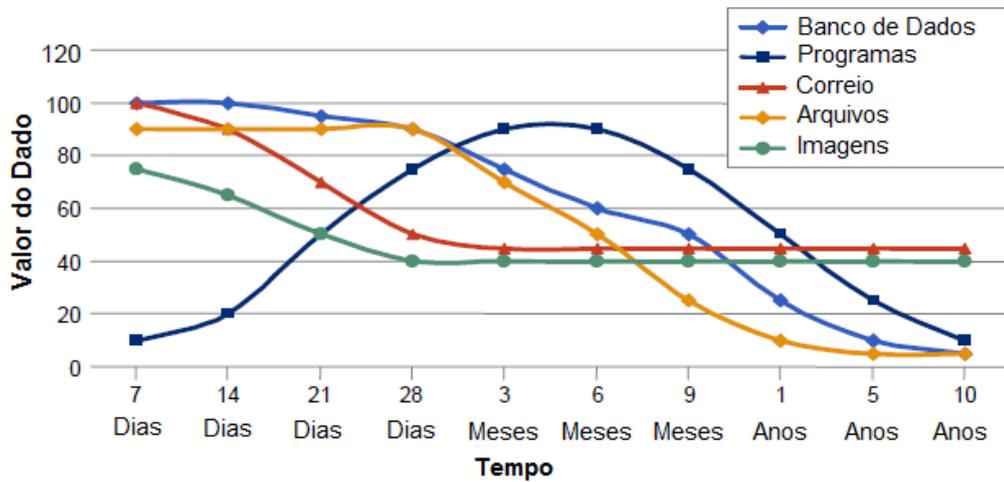


Figura 6 - Alterações de valor dos dados ao longo do tempo
 Fonte: Adaptado de Brooks *et al.* (2006)

Nesse sentido, ILM não é apenas *hardware* ou *software*. ILM inclui processos e políticas para gerenciar as informações. Foi concebido no reconhecimento de que diferentes tipos de informação podem ter valores diferentes em diferentes pontos no seu ciclo de vida. Dessa forma, prever as necessidades de armazenamento e controlar custos torna-se um desafio, especialmente diante do crescimento das linhas de negócio (Brooks *et al.*, 2006).

Assim, entender o ciclo de vida da informação ajuda a implantar a infraestrutura de armazenamento apropriada e em linha com as mudanças no valor da informação. Os objetivos gerais da gestão da informação com ILM devem ajudar a reduzir o custo total de propriedade e ajudar a implementar a retenção de dados e políticas de conformidade. A fim de implementar efetivamente ILM, os proprietários dos dados precisam determinar a forma como a informação é criada, como ela envelhece, como ela é modificada, e quando pode ser excluída com segurança. O ILM segmenta os dados de acordo com o valor, o que pode ajudar a criar uma estratégia economicamente equilibrada e sustentável para alinhar os custos de armazenamento com os objetivos das empresas e valor da informação. A adoção de tecnologias e processos de ILM transforma essa estratégia em realidade de negócios (Brooks *et al.*, 2006).

De modo geral, quanto mais precisa for uma informação, mais útil ela é, portanto mais valiosa se torna. Informações inexatas podem causar prejuízos, provocando erros operacionais e decisões equivocadas. Em algumas situações, 100% de precisão é fundamental, enquanto em outras valores aproximados podem ser suficientes para a aplicação prática da informação (Beal, 2008). Portanto, as organizações têm o desafio de gerenciar, de forma eficiente, suas informações durante todo o seu ciclo de vida em relação ao seu valor para o negócio. A quantidade de informação e seu valor são alterados ao longo do tempo tornando cada vez mais caro e complexo para armazenar e gerenciar (Brooks *et al.*, 2006).

Mas, por vezes, o valor de uma parte da informação pode ser alterado e os dados que estavam anteriormente inativos e foram migrados para um dispositivo de armazenamento de baixo custo, agora podem ser necessários e devem ser processados em um disco de alto desempenho. A política de gestão de ciclo de vida de dados pode ser definida para mover as informações de volta para o armazenamento da empresa, alinhando o custo de armazenamento com o valor da informação. Conforme ilustrado na Figura 7, os dados podem ser distribuídos em níveis de armazenamento específicos alinhados a seu custo, com as políticas de definição de quando e para onde os dados serão movidos.

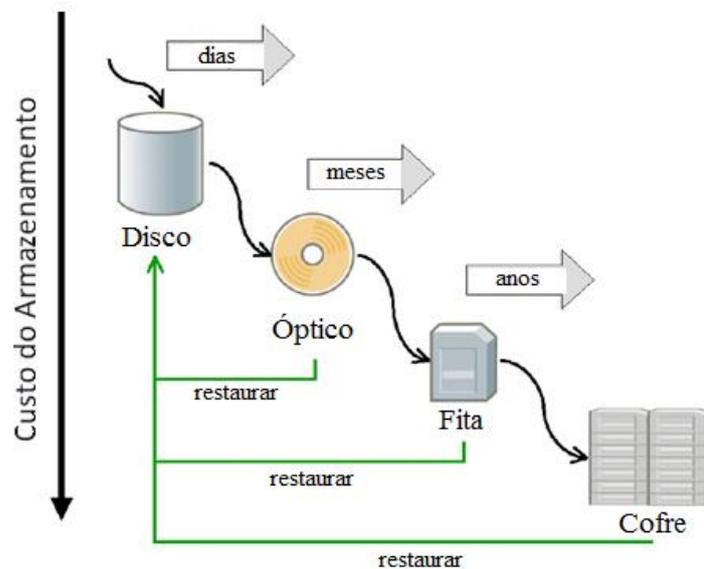


Figura 7 - Valor da informação e gestão de arquivamento/recuperação
Fonte: Adaptado de Brooks *et al.* (2006)

Entretanto, as organizações diferem na quantidade de dados para armazenar, usar e gerenciar. Para a maioria, essa quantidade está aumentando. No entanto, ao longo do tempo, o valor dos dados muda. Como podemos mapear os dados para uma mídia de armazenamento

adequado, de modo que eles sejam acessados em tempo hábil, quando necessário, permaneçam armazenados por quanto tempo seja necessário, e descartados quando não mais necessários? O ILM é o processo de gestão da informação desde sua criação, durante sua vida útil até sua eventual destruição, de uma forma que alinhe os custos de armazenamento com o valor do negócio. Podemos pensar em ILM como uma solução integrada de gestão de TI e cinco componentes de infraestrutura trabalhando juntos: Gestão de serviço (níveis de serviço), gerenciamento de conteúdo, gerenciamento de fluxo de trabalho (ou gestão de processos), gestão de armazenamento e infraestrutura de armazenamento. Assim, o ILM foi concebido para reconhecer que diferentes tipos de informação podem ter um valor diferente em diferentes pontos no seu ciclo de vida (Brooks *et al.*, 2006).

Pode ocorrer às vezes de uma nova e revolucionária tecnologia competir com a evolução de uma tecnologia mais antiga. Reine e Kahn (2008) explicam que a tecnologia mais recente geralmente tem uma série de novidades sobre o assunto, criando uma excitação em implementar em vez de atualizar a solução legada. Ambos os lados fazem reivindicações sobre as vantagens funcionais da sua solução. Os dois lados também admitem prontamente que existem custos adicionais associados com a nova tecnologia. A substituição de um sistema legado é caro. A questão que persiste, no entanto, é quanto. O CIO pode estar ansioso para empurrar para frente a tecnologia mais recente, mas o CFO (*Chief Financial Officer*) pode querer aplicar as avaliações tradicionais para a aquisição. É preciso determinar o custo total de propriedade (TCO) de ambas as soluções e o impacto sobre os ganhos da empresa antes de fazer uma escolha.

De acordo com Beal (2008), além da diversidade de mídias em que são armazenadas as informações, outro fator complicante para a etapa de armazenamento é o aumento da descentralização da guarda de informações nas organizações (que podem dispor, por exemplo, de estações de trabalho e *laptops* não conectados em rede). Portanto, para evitar prejuízos decorrentes da perda de informações críticas e do mau dimensionamento dos recursos de guarda de dados, é fundamental o estabelecimento de uma estratégia de armazenamento de médio e longo prazo, voltada para a consolidação das informações provenientes dessas origens descentralizadas, para a garantia de disponibilidade e integridade dos dados e para a eficiência, eficácia e controle dos custos do processo de armazenamento.

2.2.3. Armazenamento de Dados

A informação é cada vez mais importante num cotidiano de aplicações e demandas que necessitam de informações a todo o momento (Somasundaran & Shrivastava, 2011). Devido ao número crescente de dispositivos que gera conteúdo, a quantidade de informações produzidas por indivíduos é maior do que a criada por empresas. As informações originadas por indivíduos se tornam mais valiosas quando compartilhadas com outras pessoas. Para serem compartilhadas, precisa ser enviadas através de redes a *Data Centers*. Para Somasundaran e Shrivastava (2011), embora a maioria dos dados seja criada por indivíduos, ela é armazenada e gerenciada por uma quantidade relativamente pequena de organizações.

De acordo com Beal (2008), empresas do ramo de serviços financeiros, como bancos e companhias de seguro, sempre tiveram mais facilidade de reconhecer o papel crítico da TI para seus negócios. Nelas, a TI é fundamental para a composição dos serviços e produtos ofertados, como por exemplo, cartões magnéticos, *home banking*, caixas eletrônicos, entre outros. Com o passar do tempo, as organizações de outros setores começaram a constatar que também precisavam de informações oportunas para agregar valor e qualidade aos produtos e serviços oferecidos, melhorar seus processos decisórios e garantir a sobrevivência num mercado cada vez mais turbulento e competitivo.

Nesse contexto, a gestão da informação traz um conjunto de atividades que representa a forma pela qual uma organização captura, distribui e usa informação e conhecimento (Davenport, 1997). Definir e pensar na gestão da informação como processo enfatiza a medição e busca de melhorias. Processo pode ser qualquer atividade ou conjunto de atividades que transforma recursos em produtos (entradas em saídas), e possui mecanismos de controle e verificação de qualidade (Miranda, 2010).

De acordo com Somasundaran e Shrivastava (2011), a importância, a dependência e o volume de informações no mundo corporativo também continuam crescendo muito. Aplicativos comerciais que processam dados incluem reservas de passagens aéreas, sistemas de contas telefônicas, comércio eletrônico, caixas eletrônicos de bancos, projetos de produtos, gerenciamento de estoques, arquivamento de correio eletrônico, portais *Web*, registros médicos de pacientes, cartões de crédito, ciências da vida e mercados de capitais globais,

entre outros. Portanto, as empresas dependem de acesso rápido e confiável a informações cruciais para o seu sucesso.

Os modernos *Data Centers* têm que entregar mais informações, e mais rápido do que nunca, em decorrência da necessidade de algumas aplicações que requerem uma entrega de dados cada vez mais rápida para a tomada de decisão também muito rápidas. De acordo com Reine (2014), as empresas buscam respostas para os problemas de hoje, agora, não de amanhã, ao mesmo tempo em que buscam identificar e resolver problemas antes que se tornem futuros aborrecimentos.

Monitorar, integrar, otimizar e reduzir custos estão entre as principais funções desempenhadas pela TI nas organizações do século XXI. De acordo com Beal (2008), as atuais tendências da TI apontam para uma convergência cada vez maior entre as tecnologias de informação e comunicação, com consequências positivas para, entre outros aspectos, a integração de dados e aplicações, a automação de processos, a capacidade de diagnóstico automático e de correção proativa de problemas, o trabalho cooperativo e a troca de informações de modo seguro entre as organizações e entre estas e os consumidores de seus produtos e serviços.

Assim, os desafios relacionados a guarda e ao gerenciamento de dados aumentam à medida que as informações têm uma importância cada vez maior para as empresas. O volume de dados gerenciado faz com que as empresas criem estratégias de classificação de acordo com o valor dos dados e também regras para gerenciá-los durante seu ciclo de vida. Essas estratégias trazem vantagens operacionais e reguladoras em nível empresarial como também vantagens gerenciais em nível operacional para a organização (Somasundaran & Shrivastava, 2011).

2.3. Aspectos tecnológicos do armazenamento de dados

Neste item abordaremos o aspecto tecnológico do armazenamento de dados, ainda que, a gestão da informação também tenha destaque, já que o objetivo é discutir algumas tecnologias que suportam a eficiência energética das soluções na camada de armazenamento

de dados. As recomendações para as melhores práticas, além do uso estratégico das soluções discutidas, podem melhorar a eficiência energética das instalações no *Data Center*.

Antes do advento dos computadores, os métodos e procedimentos adotados para a criação e compartilhamento de dados eram limitados a menos formas, como por exemplo, papel e filme. Atualmente os mesmos dados podem ser convertidos para meios mais convenientes, como por exemplo, uma mensagem de correio eletrônico, um livro eletrônico, uma imagem na forma de *bitmaps* ou um filme digital. Esses dados são gerados em um computador e armazenados em fluxos de zeros e uns. Os dados nesse formato são chamados de dados digitais e são acessíveis pelo usuário apenas após serem processados por um computador (Somasundaran & Shrivastava, 2011).

Com o avanço nas tecnologias computacionais e de comunicações, o volume de geração e compartilhamento de dados cresceu exponencialmente (Somasundaran & Shrivastava, 2011). Corroborando esta discussão, Patrão (2011) classifica o armazenamento de dados e seus componentes em dispositivos de armazenamento e elementos de armazenamento. Caracteriza como dispositivos de armazenamento os componentes individuais que fornecem a capacidade bruta de armazenamento, como por exemplo, as unidades de discos magnéticos, discos de estado sólido (SSD) e os robôs carregadores de fitas magnéticas, bem como, componentes adicionais para interface com a camada de armazenamento. Os elementos de armazenamento abrangem tanto as abordagens técnicas e estratégicas de armazenagem, proteção e recuperação de dados, como as soluções de conectividade para o conjunto de discos que formam a capacidade da camada de armazenamento. Ao discutir planos para eficiência energética de soluções para a camada de armazenamento, estes são os dois principais níveis em que a maioria das técnicas se aplica. Assim, inicialmente apresentamos conceitos de eficiência para dispositivos individuais para, posteriormente, analisar como estas técnicas são usadas e combinadas para melhorar a eficiência energética dos elementos de armazenamento.

De acordo com Veras (2011), o *Storage* é responsável direto pelo nível de serviços de armazenamento de dados entregues pelo *Data Center*. A necessidade de suportar o crescimento da massa de dados digital torna-o ponto focal de muitos projetos na

infraestrutura. O *Storage* responde pelo requisito de entrada/saída (I/O) do sistema computacional (Veras, 2011).

A entrada e saída (I/O) de dados sempre foi negligenciada na arquitetura de um sistema de computador e hoje representa um gargalo. A evolução contínua dos processadores tem provocado o aumento do *gap* de desempenho existente entre processadores e sistemas de armazenamento. Por exemplo, os discos mecânicos, ainda padrão na maioria das instalações de *Storage*, impõem limites ao desempenho do I/O devido às características mecânicas e rotacionais deste tipo de dispositivo quando em operação de leitura e escrita. Na prática, o processador fica esperando a operação de I/O, prejudicando o desempenho das aplicações e do sistema como um todo (Veras, 2011, p.136).

Para Beal (2008), novas tecnologias de interconexão de unidades de armazenamento e dispositivos de *backup* e de migração de dados têm proporcionado oportunidades de diminuição de custos de administração e armazenamento de dados e de aperfeiçoamento da gerência desse processo, aliviando as redes locais da carga de operações mais morosas de cópia de dados. Corroborando essa discussão, Mishra (2013) afirma que as unidades de discos rígidos de menor formato, por exemplo, discos de 2,5 polegadas, geralmente consomem menos energia por *gigabyte* que os discos fisicamente maiores. Ao contrário dos discos rígidos, *Drives* de estado sólido armazenam dados em memória do tipo *Flash* ou DRAM. Sem partes móveis, o consumo de energia nesse tipo de tecnologia pode ser reduzido significativamente.

De acordo com Llopis *et al.*, (2013), os discos do tipo SSD ou *Drives* de estado sólido baseados em *Flash System* são os mais populares dispositivos de memória não volátil. De maior custo e capacidades mais baixas que o disco rígido convencional, mas de maior desempenho, mais baixa latência, de acesso muitas vezes mais rápido e uma maior eficiência energética em troca. Apesar de o SSD ser proporcionalmente de maior eficiência energética, não deverá substituir os discos rígidos convencionais como o meio de armazenamento primário, pelo menos num futuro próximo, devido ao custo por *gigabyte* ser até três vezes maior ainda.

Outra forma de eficiência é usar menos sistemas de armazenamento de larga escala. A EMC explica que, para que isso funcione, os sistemas precisam ter a capacidade de configurar ambientes mistos dentro de um único sistema. Por exemplo, os discos menores de alto desempenho podem coexistir com unidades maiores, mais lentas, e os dados podem ser

facilmente movidos entre os discos do mesmo sistema de armazenamento. Isto é conhecido como armazenamento em camadas, onde múltiplas camadas podem ser combinadas num único grande sistema. Uma configuração cuidadosa irá fornecer o mais alto desempenho com a melhor previsibilidade para aplicações críticas de maior custo efetivo e uma camada de menor desempenho para aplicações menos críticas. Este tipo de configuração pode ser desenhado para atender melhor às necessidades de armazenamento e minimizar as necessidades de energia (EMC, 2014).

O rápido crescimento da quantidade de dados está cada vez mais se aproximando ou mesmo excedendo a capacidade física dos modernos *Data Centers*. Reine (2014) explica que, agora, as equipes de TI tem uma nova missão: armazenar ainda mais dados no mesmo espaço, ou mais ainda, armazenar em menos espaço. As limitações impostas pela disponibilidade decrescente de espaço adicional nos *Data Centers* atuais exigem das equipes de TI uma maneira de aumentar a capacidade dentro desse mesmo espaço, ou correr o risco de ver necessária a construção de um novo *Data Center* que custa milhões. A equipe de TI precisa encontrar uma maneira de ajustar dinamicamente mais dados no mesmo espaço, seja em tecnologias de discos convencionais ou de estado sólido (HDD ou SSD), a fim de eliminar a necessidade de construir outro *Data Center*.

De acordo com a EMC (2013), o recente lançamento da tecnologia de discos de estado sólido, também conhecidos como SSD ou *Flash Drives*, como uma alternativa para unidades de discos giratórios, oferece algumas importantes considerações. A mais óbvia é que uma unidade de disco do tipo SSD usa cerca de 38 por cento menos energia do que um disco giratório convencional de alto desempenho e de mesma capacidade. De maior interesse, porém, são as economias baseadas no desempenho: Um disco SSD pode fornecer até 30 vezes o desempenho em IOPS⁶, portanto, para aplicações que utilizam um grande número de discos para obter desempenho, o número de unidades pode ser reduzido por um fator de 30, o que resulta em uma redução de 98 por cento no uso de energia.

⁶ O desempenho de um dispositivo de armazenamento é usualmente medido por uma unidade chamada IOPS, que significa *Input/Output Operations Per Second*.

Portanto, pouca eficiência do armazenamento de dados contribui para o aumento de custos operacionais fazendo com que o administrador promova corte nos investimentos. E quando se trata de armazenamento, existem várias maneiras de minimizar o uso de energia. Embora unidades de disco individuais possam ser relativamente barato, cada disco girando representa consumo de energia contínua. É preciso uma abordagem mais eficiente para endereçar a causa raiz da ineficiência de armazenamento no *Data Center* e trazer uma estratégia viável e sustentável para alcançar o melhor desempenho e utilização eficiente do armazenamento e demonstrar o retorno do investimento que atenda às expectativas da administração (Toigo, 2014).

2.3.1. Virtualização

De acordo com Moretti (2010), a virtualização tem sido apontada como a principal medida para redução do número de servidores físicos no *Data Center*. Essa solução representa menos espaço ocupado e menor utilização de energia. As soluções de virtualizações não são novas, mas vem ganhando força nos últimos anos, sendo hoje em dia uma opção para praticamente qualquer tipo de sistema ou serviço que se pretenda implementar. Este tipo de consolidação não só permite obter resultados significativos em termos de economia de energia e espaço, como possibilita às empresas uma melhor utilização dos recursos disponíveis.

A virtualização também pode ser aplicada no armazenamento de dados. Nesse caso, de acordo com Hui e Seok (2014), esse tipo de virtualização é uma tecnologia que atribui o espaço mínimo necessário inicial para determinado serviço por meio de uma tecnologia chamada *Thin Provisioning*. Esse conceito de virtualização é oposto ao que se conhece como compartilhamento de recurso. Nesse caso, a virtualização é feita sobre vários recursos físicos por meio da qual a capacidade total é aparentemente aumentada. Isso simplifica a gestão na perspectiva global do sistema. Tomando como exemplo, a virtualização transforma cada um dos discos ociosos, presentes em vários sistemas de discos físicos, em um único disco, porém, virtual. Esse disco virtual pode ser então, maior do que qualquer outro disco físico do conjunto.

Para Siddiqui, Samad e Khan (2014), a virtualização se encaixa perfeitamente à ideia de computação verde, pois permite a consolidação e maximização do poder de processamento do *hardware*. É eficaz para o corte de custos, pois, num ambiente de armazenamento

virtualizado é capaz de reduzir o caminho que liga as aplicações aos sistemas de armazenamento. Dessa forma, permite que o armazenamento seja localizado em qualquer lugar no *Data Center* e também em dispositivos de marcas diferentes, segregados por motivo de desempenho, por razões de confiabilidade ou qualquer combinação disso.

2.3.2. Hierarquização

De acordo com Oliveira e Franceschini (2012), técnicas de *Storage Tiering*, ou hierarquização dos dados no sistema de *Storage*, são aplicadas com o objetivo de distribuir a carga de trabalho para os recursos corretos no momento certo, bem como reduzir o custo total dos elementos da camada de armazenamento. É possível reduzir o custo total do armazenamento uma vez que poucos discos de alto desempenho são necessários, restando cerca de 90% do sistema com discos de baixo desempenho, alta capacidade e baixo custo. Estes autores consideram importante a aquisição de armazenamento com suporte automático para a hierarquização dos dados, visto ser humanamente impossível manter níveis de serviço regulares com procedimentos manuais. Basta ter em mente o ciclo de vida da informação. Há uma grande probabilidade que logo após migrar determinados dados para os discos rápidos estes já estarão elegíveis para discos mais lentos, e novos dados serão criados com o perfil de discos de alto desempenho.

A divisão em camadas, ou *Tiering*, é a capacidade de mover dados entre diferentes classes de armazenamento para otimizar o investimento do usuário em desempenho. Essa solução é, provavelmente, uma versão do *Hierarchical Storage Management* (HSM) ou gerenciamento de armazenamento hierárquico, apresentado nos anos 80 pela IBM, que oferecia a capacidade de mover arquivos entre disco e fita magnética, dependendo dos níveis de atividade (Seagate, 2014).

Para Brooks *et al.*, (2006), ao considerar o ILM, é comum para as organizações começarem com o objetivo de implementar armazenamento em camadas para reduzir custos. Esta transformação é uma prática do ILM, mas não é a única. De fato, hierarquização é algo erroneamente considerado sinônimo de ILM. A maioria das pequenas e médias empresas entra em contato com o ILM por causa da hierarquização. Outros pontos de entrada para ILM alinham-se com a introdução de novas capacidades de recuperação de desastres, nova

segurança na classificação de dados ou novos regulamentos ou requisitos de conformidade para arquivamento de dados em longo prazo.

Entretanto, Reine (2014) enfatiza que todos os dados não têm o mesmo valor para a empresa e esse valor pode mudar ao longo do tempo, tanto para baixo como para cima. Os dados mais importantes e os dados de maior demanda, ou seja, os dados mais acessados, conforme Figura 8 acima, geralmente precisam ser armazenados dentro da camada que proporciona uma entrega mais rápida à aplicação quando for necessário.

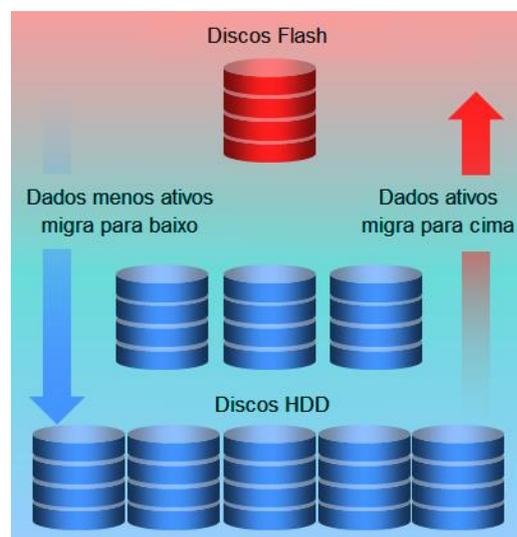


Figura 8 - IBM *Easy Tier 3* - Armazenamento em camadas
Fonte: Adaptado de Reine (2014)

Conforme mostra a Figura 9, esses dados devem ser migrados, manualmente ou com uso de ferramenta de automação para o armazenamento em mídia de menor custo quando ele perde um pouco de seu valor ou importância.

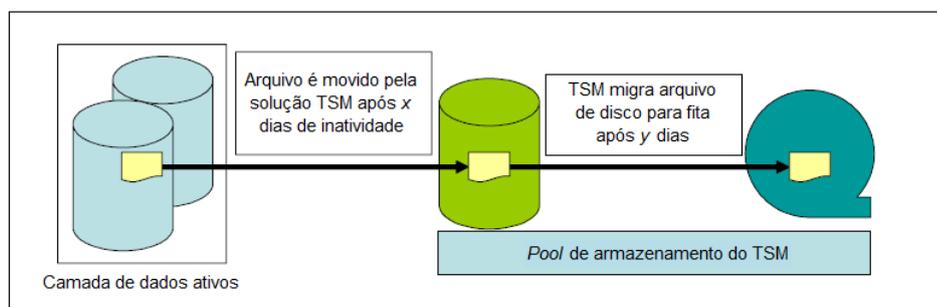


Figura 9 - Movendo dados desatualizados em uma solução *Tivoli Storage Manager HSM* (IBM) de dois níveis
Fonte: Adaptado de Brooks *et al.* (2006)

Fortalecendo o conceito de camadas ou níveis de armazenamento, Brocade (2013) explica que, por meio da combinação da gestão do ciclo de vida de informações para rastrear o valor dos dados em qualquer ponto no tempo, com dados em camadas de armazenamento, as organizações podem migrar dados de um equipamento de maior consumo de energia para um de mais baixo consumo. A matriz de armazenamento de segunda linha com unidades SATA⁷ de baixa velocidade, por exemplo, seria um repositório mais eficiente em termos de energia para os dados de menor valor, antes de, finalmente, os dados ser retirados para uma mídia ainda mais eficiente, como a fita magnética.

Entretanto, realizar essa tarefa manualmente é desperdiçar um valioso recurso da equipe. Automação é a resposta. Para exemplificar, Reine (2014) denomina os dados de “*hot, warm and cold*” considerando que os dados “quentes” devem residir em unidades de mais alto desempenho, normalmente um *Drive* de estado sólido, ou seja, discos do tipo SSD se compatíveis com o orçamento para a infraestrutura de TI. Dados “mornos” devem ser armazenados em um disco rígido de alto desempenho do tipo HDD, geralmente uma unidade *enterprise* de 10 ou 15K RPM (mil rotações por minuto). Finalmente, os dados “frios” podem residir em uma unidade *nearline* de baixo custo e alta capacidade, normalmente uma unidade de menor desempenho do tipo SAS ou SATA.

O sistema de armazenamento deve ser capaz de migrar dados entre dois desses três níveis, implantado com configurações flexíveis para atender a um conjunto de requisitos empresariais em constante mudança. Isto significa que as migrações precisam ser feitas de forma dinâmica para ser capaz de responder rapidamente a alterações na informação sendo solicitada. Reine (2014) afirma que a solução empregada deve ser capaz de suportar vários níveis de armazenamento a fim de melhorar a eficiência do sistema armazenamento, ou seja, são classes de infraestrutura de armazenamento com diferentes desempenho e custos por unidade de armazenamento, considerando a migração inteligente de dados entre as camadas.

Aplicações de missão crítica de alta disponibilidade e de alto desempenho podem requerer unidades mais rápidas de disco e espelhamento completo dobrando o número total de discos para sustentar as operações. À medida que os dados gerados por essas aplicações

⁷ O padrão SATA (*Serial ATA*) é uma tecnologia para discos rígidos, unidades ópticas e outros dispositivos de armazenamento de dados que surgiu no mercado no ano 2000 para substituir a tradicional interface *PATA* (*Paralell ATA*, somente *ATA* ou, ainda, *IDE*).

envelhecem, podem diminuir o valor do negócio. De acordo com Reine (2014), o *Data Center* moderno tem a necessidade de migrar dados automaticamente entre os vários níveis de armazenamento bem como:

- Analisa constantemente o I/O e migra automaticamente os dados para otimizar o desempenho.
- Suporta duas ou três camadas de armazenamento.
- Permite implantar discos tipo *Flash* (SSD) e tipo *enterprise* (SATA) para desempenho.
- Permite crescer em capacidade com disco de baixo custo.
- Melhora o desempenho até 3x usando pouco mais de 5% de armazenamento em disco tipo *Flash* (SSD).

O armazenamento em camadas evoluiu de seus primeiros esforços razoavelmente simples a algo muito mais sofisticado e eficiente. A Seagate (2014) afirma que, embora não tenham sido eliminados todos os desafios de gerenciamento associados aos vários níveis de desempenho de armazenamento, a solução de camadas está provando ser um ingrediente valioso para o armazenamento de dados, dando ao usuário final a melhor chance de obter o benefício de desempenho ao investir em unidades de discos do tipo SSD. No entanto, não há motivos para pensar que essa evolução terminou. Avanços tecnológicos continuarão a refinar e aprimorar a capacidade dos usuários de obter o máximo desempenho de um investimento em armazenamento.

Para Brooks *et al.*, (2006), a maioria das organizações hoje procura soluções para a camada de armazenamento que podem ajudá-las a gerenciar os dados mais eficientemente. O objetivo é reduzir os custos de armazenar quantidades grandes e crescentes de dados e arquivos e manter a continuidade dos negócios. Através do armazenamento em camadas é possível reduzir custos globais de armazenamento e alcançar benefícios como:

- Redução dos custos em discos de armazenamento alocando os mais recentes e mais críticos dados de negócios em discos de mais alto desempenho de armazenamento, enquanto os dados mais velhos e menos críticos são movidos para discos de menor custo de armazenamento.

- Acelerar os processos de negócios fornecendo acesso de alto desempenho aos dados mais recentes e mais frequentemente acessados.
- Redução de tarefas administrativas e erros humanos. Dados mais antigos podem ser movidos automaticamente para discos de custo mais baixo, e de forma transparente.

Portanto, é a solução correta que possibilita ao *Data Center* controlar o TCO da infraestrutura de TI, investindo mais em aplicações críticas que irão melhorar a flexibilidade dos negócios, resultando em um melhor ROI. Nesse conceito, Reine (2014) afirma que tudo se resume a valor.

2.3.3. Compressão

A compressão de dados oferece outra abordagem, ainda que muito mais simples e menos sujeita aos desafios de identificar e deduplicar pedaços semelhantes de dados. Basicamente, é um processo que consome muito processamento analisando as informações, procurando qualquer tipo de repetição de dados. A IBM, por exemplo, com a aquisição da empresa *Storwize* em 2012, então líder em soluções de compressão de dados, introduziu uma família de sistemas de armazenamento com a tecnologia de compressão *in-line*. Essa compressão também tem uma forma de alongar a capacidade de armazenamento comprimindo a mesma quantidade de dados em uma menor quantidade de discos. Assim, a questão mais razoável a fazer é se o equipamento com tecnologia de compressão embarcada está gerando economia de capacidade suficiente para justificar seu preço.

As soluções tradicionais de compressão no próprio disco revelaram-se ineficientes, desperdiçando grande parte do espaço útil de armazenamento o qual foi dimensionado para ser preservado, pois, muitas vezes, também precisa armazenar uma cópia pré-processada (descompactada) dos dados. Além disso, Reine (2014) relata que muitos desses mesmos algoritmos de compressão também consomem ciclos de processador nos servidores que foram destinados para as aplicações de missão crítica de negócios dos quais a empresa depende. Uma forma de melhorar a eficiência do armazenamento é a utilização de técnicas de compressão mais rápidas e inovadoras. Alguns fornecedores de solução de armazenamento têm substituído os métodos tradicionais com compressão em tempo real para acelerar esse

processo. No entanto, esse processo de compressão e descompressão dinâmica ainda leva mais tempo do que alguns aplicativos de missão crítica podem dar ao luxo de esperar.

No final das contas, nem deduplicação nem compressão faz muito mais do que ganhar um pouco de tempo para que medidas mais estratégicas possam ser tomadas para gerenciar a capacidade. Também é importante notar que as iniciativas estão em andamento na maioria dos projetos de desenvolvimento de sistema de arquivos para embutir a deduplicação e compressão diretamente no sistema de arquivos para uso opcional por administradores de armazenamento. Se esses esforços forem bem sucedidos, pode não haver a necessidade no futuro de comprar tecnologias proprietárias para entregar essas funções que estão isoladas em controladores de discos específicos. Os preços exorbitantes se vão e os fornecedores se fecham para tais funcionalidades.

2.3.4. Deduplicação

A deduplicação é uma maneira eficiente de reduzir a quantidade de armazenamento de dados sem comprometer o desempenho de sistemas e aplicação. Para Bianco (2014), a deduplicação consiste na tarefa de identificar quais objetos (registros, documentos, textos, entre outros) são potencialmente os mesmos em uma base de dados. A deduplicação tem por objetivo identificar e combinar registros que representam a mesma entidade no mundo real, melhorando, assim, a qualidade dos dados e facilitando a integração de diferentes fontes reduzindo custos e esforços.

De acordo com Toigo (2014), entre as ferramentas disponíveis hoje para os administradores de armazenamento que querem a utilização eficiente da infraestrutura de armazenamento de dados, frequentemente deduplicação e compressão de dados estão em primeiro lugar. No entanto, estas duas tecnologias podem ser consideradas soluções de curto prazo, pois proporcionam alívio temporário às deficiências de capacidade, apertando mais dados na mesma quantidade de espaço. Apesar de limitado em termos de extensão e duração dos seus efeitos, ferramentas de maximização da capacidade tem recebido muita atenção nos últimos anos. Deduplicação, por exemplo, é anunciado por alguns fornecedores como um expensor de capacidade, que, por meio da redução do espaço físico, permite que uma única unidade armazene a mesma quantidade de dados armazenada em várias unidades anteriormente.

Para Toigo (2014), a deduplicação é originalmente destinada a arquivos de *backup* armazenados em discos que foram configurados como *Cash Tapes*, ou seja, uma espécie de memória que simula fitas magnéticas ou *Virtual Tape Libraries* - bibliotecas de fitas virtuais. Deduplicar *backup* de dados pode dar sentido, visto que a maioria dos *backups* completos contém uma porcentagem considerável de dados estáticos, ou seja, dados que não mudou desde o *backup* anterior. Essencialmente, os processos de deduplicação imitam, em termos de seu impacto, uma estratégia de *backup* muitas vezes referida como *backup* incremental ou *backup* das alterações, em que somente dos dados alterados é feito o *backup* após um *backup* completo ter sido realizado. Deduplicação processa apenas o *backup* incremental de uma forma diferente, ou seja, comparando os dados do *backup* completo atual com o *backup* completo anterior, reduzindo ou eliminando os *bits* que são os mesmos nesse novo *backup* completo.

Analisando a solução de deduplicação pelo fator custo na infraestrutura, Toigo (2014) explica que alguns fornecedores usavam algoritmos de deduplicação para cobrar mais dinheiro por uma bateria de unidades de discos, geralmente classe SATA. O preço da solução aumentava muito e a justificativa era o *software* de deduplicação incluído na plataforma. Consequentemente, poucas empresas perceberiam na solução de deduplicação ganhos de capacidade e custos suficientes para justificar o preço da plataforma. O apelo dessa estratégia começou a enfraquecer. Além disso, quando esse equipamento estivesse totalmente utilizado, a necessidade de aquisição de um segundo equipamento tornaria a solução ainda menos sustentável.

2.3.5. Backup e guarda de dados

Várias são as soluções de dispositivos tecnológicos para atender a grande produção de dados nos *Data Centers*, independente do tipo de informação a ser armazenada, mas, buscando sempre atender a demanda pela informação, seja para suportar as aplicações de negócios como para conformidade às regulamentações do sistema bancário, objeto nesse estudo. A abordagem do *backup* e arquivamento de dados é importante por duas importantes razões: Em primeiro lugar, toda empresa tem esse processo, ou pelo menos deveria ter. Segundo, é um excelente exemplo frente à exigência crescente por armazenamento e, consequentemente, por *backup*, a partir do qual algumas conclusões podem ser tiradas em relação à eficiência.

Para Beal (2008), a etapa de armazenamento é necessária para assegurar a conservação dos dados e informações, permitindo seu uso e reuso dentro da organização. A preservação das informações organizacionais exige uma série de atividades e cuidados visando manter a integridade e disponibilidade dos dados e informações existentes. A complexidade dessa conservação obviamente aumenta à medida que cresce a variedade de mídias usadas para se armazenar essas informações: bases de dados informatizadas, arquivos em meio magnético ou ótico, documento em papel, entre outros.

De uma maneira geral, o armazenamento é um repositório que permite aos usuários guardar e buscar dados digitais. De acordo com Somasundaran e Shrivastava (2011), as empresas usam esses dados para obter informações cruciais para as suas operações diárias. Para Reine e Kahn (2008), as melhores práticas empresariais preconizam que a empresa retém dados semanais, mensais, trimestrais e os dados de fim de ano por muitos meses, ou mesmo anos, a fim de se recuperar de um problema identificado mais tarde ou para recuperar informações críticas necessárias por processos judiciais ou de conformidade. Isso pode acontecer como parte dos procedimentos normais de auditoria ou em função da sazonalidade ou irregularidade de um processo ou interação com o cliente.

Beal (2008) explica que para guarda de dados relativos a sistemas informatizados, é comum o uso de *backups* (cópias que contemplam dados diários, semanais, mensais, entre outros, encadeadas e organizadas de modo a permitir sua fácil e rápida recuperação). A fim de assegurar a capacidade de recuperação dos dados em caso de falhas de sistema ou na infraestrutura de TI, é necessário prever o armazenamento de cópias-reserva em locais remotos, além de estabelecer planos de continuidade do negócio capazes de permitir o retorno das aplicações e informações críticas o mais rápido possível após um incidente de segurança.

Para sistemas de armazenamento de dados baseados em fita, Patrão (2011) enfatiza que as fitas magnéticas são muitas vezes mencionadas um dos tipos de mídia mais rentáveis para a guarda de dados em longo prazo. As análises de Oracle (2010) e Reine e Kahn (2008) indicam que em determinadas situações de armazenamento de longo prazo como *backup* e arquivamento em *Data Centers* de médio porte, as unidades de disco rígido podem ser, em média, 23 vezes mais caras do que as soluções de fitas magnéticas e custar 290 vezes mais para alimentar e arrefecer, ou seja, custo com energia. E ainda, a consolidação de dados

utilizando soluções baseadas em fitas magnéticas para arquivamento pode diminuir substancialmente o custo operacional da camada de armazenamento no centro de dados. *Tape Libraries* ou bibliotecas de fitas com grande capacidade de armazenamento podem substituir ilhas de dados através da consolidação das operações de *backup*, reduzindo assim os custos com infraestrutura, possibilitando o aumento da eficiência energética.

Llopis *et al.*, (2013) explicam que armazenamento de dados em fitas magnéticas oferece maior capacidade pelo menor preço, mas de baixo desempenho e pouca eficiência energética. Entretanto, a confiabilidade combinada com as propriedades de capacidade e preço, faz da fita magnética uma solução acessível para arquivamento de dados de longo prazo.

O grande diferencial das fitas magnéticas está na flexibilidade de armazenamento da própria mídia, a qual necessariamente não precisa ser estocada no *Data Center*. Patrão (2011) explica que, com uma vida de arquivamento de aproximadamente 30 anos e uma grande capacidade de armazenamento, as fitas são uma solução interessante para *Data Centers* com *backup* de longo prazo e grandes exigências de arquivamento. E ainda, para um ambiente com vários níveis de armazenamento, os sistemas baseados em fitas magnéticas ainda são os que têm as soluções energéticas mais eficientes quando não se exige um curto tempo de recuperação e baixa dos dados arquivados nessas mídias.

De uma maneira geral, Toigo (2014) afirma que a infraestrutura de armazenamento precisa ser planejada de forma mais inteligente, com foco nos dados e aplicações, evitando coisas novas e mirabolantes. Usando apenas disco ou apenas disco de estado sólido, por exemplo, pode fazer com que a infraestrutura de armazenamento fique dramaticamente mais cara ao longo do tempo, enquanto que, a introdução de fitas magnéticas na camada 3 pode cortar os custos da infraestrutura de armazenamento pela metade.

Entretanto, as novas tecnologias, mesmo em *Data Centers* de médio porte, estão competindo novamente com as fitas magnéticas, favorecendo as equipes de TI que lutam para sustentar uma base de armazenamento de dados em constante expansão e ao mesmo tempo proteger os ativos da empresa. Assim, o retorno é muito favorável em relação ao uso de disco para armazenamento de longo prazo. Reine e Kahn (2008) concluíram após um período de

cinco anos de estudo que, para o armazenamento de longo prazo, o custo do disco é de cerca de 23 vezes maior que a fita magnética, enquanto o custo da energia para o disco é de cerca de 290 vezes maior que a fita magnética.

2.4. Infraestrutura de TI

Infraestrutura de TI é um conjunto complexo de recursos tecnológicos compartilhados. Consiste em *hardware*, *software*, tecnologias de comunicação, dados, aplicações, componentes humanos e competências, valores, normas e conhecimento que se combina para criar serviços de TI, tipicamente únicos de uma organização. Estes serviços de TI fornecem uma base de comunicação em toda a organização com vistas ao desenvolvimento e implementação de aplicativos de negócios, atuais e futuros (Byrd & Turner, 2000).

Logo, de acordo com Bilal (2013), um *Data Center* é um conjunto de recursos de computação que utilizam redes de comunicação para hospedagem de servidores, armazenamento de dados e aplicações. Para Veras (2009), um *Data Center* é um conjunto integrado de componentes de alta tecnologia que permite fornecer serviços de infraestrutura de valor agregado, tipicamente, processamento e armazenamento de dados, em larga escala, para uma organização. O *Data Center* é o elemento central da infraestrutura de TI.

Quanto à normalização, Zucchi e Amâncio (2013) explicam que a principal referência técnica disponível no momento para o projeto de um *Data Center* é a norma EIA/TIA-942 (*Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*). Esse padrão prevê vários níveis de confiabilidade em *Data Centers*, classificando-os de acordo com o tempo em que essas instalações podem permanecer inoperantes.

Para Zucchi e Amâncio (2013), os novos projetos de *Data Center* trazem o desafio de conseguir maior eficiência dos diversos elementos construtivos e de instalação, objetivando um menor consumo. Pode-se citar alguns entre os vários elementos a serem considerados:

- Energia para alimentação dos equipamentos de rede e servidores;
- Ar condicionado;

- Geração e manutenção da energia;
- Elementos de detecção e combate a incêndio que não agridam a natureza e que não coloquem em risco a continuidade das atividades;
- Segurança e controle de acesso uma vez que os dados armazenados podem ser de extrema importância para quem os armazena.

2.4.1. Facilities

Um dos pontos críticos para se manter em um *Data Center* é a infraestrutura de *Facilities* (instalações). *Facility* se refere ao prédio, estrutura ou infraestrutura, edifício, instalações, facilidades prediais como um todo ou seus subsistemas internos em específico que abrigam e/ou suportam os computadores e seus equipamentos de TI (Thieme, 2005, p.43). São os sistemas de energia (subestações, *no-breaks* e geradores), refrigeração (torres de resfriamento, refrigeradores e condicionadores de ar) e toda a base de sistemas de apoio necessários ao ambiente de TI, para suporte e continuidade dos negócios do banco. Assim, de acordo com Veras (2011), o gerenciamento da infraestrutura de TI fornece a base para os processos de gerenciamento de serviços. O aumento da exigência com relação à infraestrutura e a uma maior complexidade do ambiente de TI estão levando a custos operacionais mais altos e qualquer iniciativa isolada de redução de custos pode ser incipiente.

Por muito tempo, a TI foi considerada mero item de suporte à organização, um centro de custo que a princípio não gerava qualquer retorno para o negócio. A crescente redução do custo dos computadores e redes de comunicação, aliada ao aumento da facilidade de uso desses equipamentos, fez com que as organizações passassem a dispor de uma infraestrutura de TI cada vez mais completa, robusta e complexa, com capacidade de coletar, armazenar, processar e acessar dados e informações, controlar equipamentos e processos de trabalho e conectar pessoas, funções, escritórios e organizações (Beal, 2008).

Para Rasmussen (2012), embora a escolha de equipamentos de infraestrutura física do *Data Center*, como equipamentos de alimentação e refrigeração, afete menos o consumo geral de eletricidade do sistema do que a arquitetura de TI, o dimensionamento correto ou o projeto do sistema de infraestrutura física e a escolha dos dispositivos é um elemento importante ao projetar um *Data Center* com eficiência energética.

2.4.2. Refrigeração

Os avanços tecnológicos têm permitido o desenvolvimento de processadores com menor consumo de energia. Entretanto, o formato compacto de equipamentos até 70% menores, tem favorecido o aumento da quantidade de equipamentos no *Data Center*. Para Harmon e Auseklis (2009), este aumento da quantidade de equipamentos novamente iguala o consumo de energia ao nível anterior, aumentando a emissão de calor, gerando maior necessidade e gastos com refrigeração do ambiente. Assim como, para maior segurança dos equipamentos, a correta identificação dos principais pontos de calor no ambiente e suas variações de temperatura pode reduzir significativamente o uso de energia para arrefecimento desnecessário (Wong *et al.*, 2015).

De acordo com Santos (2014), considerando que boa parte do consumo de energia não é direcionada para os equipamentos de TI, e sim, utilizada na infraestrutura de apoio, como equipamentos de refrigeração, ventilação e outros, isso faz com que haja a necessidade de um planejamento cuidadoso acerca das provisões da rede elétrica para alimentar as instalações. Assim, torna-se eminente o uso de soluções de arrefecimento adequadas para manter a temperatura dentro de limites especificados pelos fabricantes, pois, o consumo de energia e a infraestrutura utilizada para a refrigeração são dois fatores críticos para a manutenção do *Data Center*.

Portanto, os *Data Centers* necessitam de uma carga significativa de energia elétrica para suprir três principais componentes: os equipamentos de TI, a refrigeração e a alimentação elétrica. De acordo com Buyya, Beloglazov e Abawajy (2010), uma parte significativa da energia elétrica consumida por recursos de computação é transformada em calor. A alta temperatura conduz a certo número de problemas, tais como a fiabilidade do sistema e a redução da disponibilidade, bem como a diminuição da vida dos dispositivos. A fim de manter os componentes do sistema dentro de uma temperatura de funcionamento segura e evitar falhas, o calor emitido precisa ser adequadamente dissipado. Soluções adequadas de resfriamento permitem o aumento da eficiência de energia permitindo a instalação de um bom número de equipamentos por metro quadrado.

2.4.3. Espaço físico

Fator importante considerado no planejamento de ocupação do *Data Center* é o espaço físico. Para Silva e Hourneaux (2013), a virtualização é uma das estratégias de melhores práticas para ocupação de um *Data Center*, pois permite a otimização da utilização dos recursos de TI reduzindo o uso de energia elétrica e ar condicionado, permitindo agregar mais aplicações num número menor de equipamentos físicos, usando menos espaço. Devido ao alto custo e tempo de construção até a operacionalização, a construção tradicional de um *Data Center* naturalmente consome boa parte do recurso financeiro do projeto de reestruturação da TI das empresas e, dependendo das tecnologias trazidas para ocupá-lo, a disponibilidade do espaço físico criado não conseguirá acompanhar a dinâmica de crescimento do negócio.

2.5. Eficiência energética

Russel (2005) define a eficiência energética como a quantidade de energia consumida por unidade de produção. Para Sorrell e Dimitropoulos (2008), a eficiência energética é a relação entre as saídas (produção) e a energia de entrada. Pela definição do ICRA (2004), eficiência energética significa utilizar menos energia para atingir um mesmo ou um melhor rendimento, e ainda, identificar os desperdícios e tomar as ações necessárias para reduzir ou eliminá-los, sem prejuízo da qualidade.

Para Aragón (2011), resumindo essas colocações, eficiência energética “é a relação entre produção e consumo energético, e que se pode aumentá-la com uma diminuição no consumo energético para um mesmo nível de produção ou ainda, com uma maior produção para um mesmo consumo, sem afetar a sua qualidade. Porém, a eficiência energética é um processo que faz parte da gestão de energia e deve ser um processo de melhoria contínua”.

A eficiência energética concentra-se em minimizar a energia necessária para alcançar um resultado desejado. Uma vez que a maior parte da energia utilizada na economia global é produzida a partir de combustíveis fósseis, que contribui para a mudança climática, eficiência energética oferece uma abordagem crítica em reduzir as emissões de gases de efeito estufa (EMC, 2013).

De acordo com Veras (2009), essa eficiência, há bem pouco tempo, era medida unicamente em termos de indicadores vinculados à disponibilidade e ao desempenho. Com os aspectos ambientais sendo cada vez mais considerados, o aumento dos custos de energia e a limitação no fornecimento de energia por parte de alguns provedores, é natural que os gerentes de infraestrutura de TI repensem a estratégia para o *Data Center* e considerem o aspecto do verde nas diversas escolhas que precisam fazer, incluindo equipamentos e a própria operação (Veras, 2009, p. 61).

O rápido aumento da capacidade e tamanho dos *Data Centers* está resultando um aumento contínuo da demanda de consumo de energia. De acordo com Uddin *et al.*, (2012), estes centros de dados não só consomem uma quantidade enorme de energia, mas também estão cheios de ineficiências operacionais de TI. Possuem milhares de servidores como componentes principais, os quais consomem grande quantidade de energia, muitas vezes sem estar processando um trabalho útil. Em um ambiente de servidores, em média, 30% estão "mortos", apenas consumindo energia, sem ser utilizado corretamente. A sua taxa de utilização é de apenas 5 a 10%. Assim, tecnologias e soluções de virtualização, por exemplo, é o que tem ajudado alcançar a eficiência nos *Data Centers*, de modo a garantir que a infraestrutura de TI contribua na redução das emissões de gases de efeito estufa e reduzir drasticamente os custos de energia e o custo total de propriedade.

Um dos fatores críticos na compreensão e rastreamento da eficiência energética é usando as medidas certas. Considerando que o custo por *gigabyte* da capacidade de armazenamento estava limitado ao *hardware* e ao custo operacional, a métrica de armazenamento verde agora é custo do *quillowatt* por *gigabyte* ou, mais apropriadamente, custo do *quillowatt* por disco. Portanto, é importante também observar do ponto de vista da eficiência energética, quanto de energia é consumida com unidades de discos consumindo entre 7 e 21 *watts* cada. Isso significa uma enorme carga de energia requerida do *Data Center* visto que essas unidades de disco estão sempre ligadas, sempre girando, sempre consumindo energia e sempre emitindo calor. A implementação de armazenamento em camadas, a virtualização, o gerenciamento do ciclo de vida, a compressão de dados e a deduplicação podem ajudar a reduzir o impacto de carbono do *Data Center* enquanto reduz os custos gerais de armazenamento.

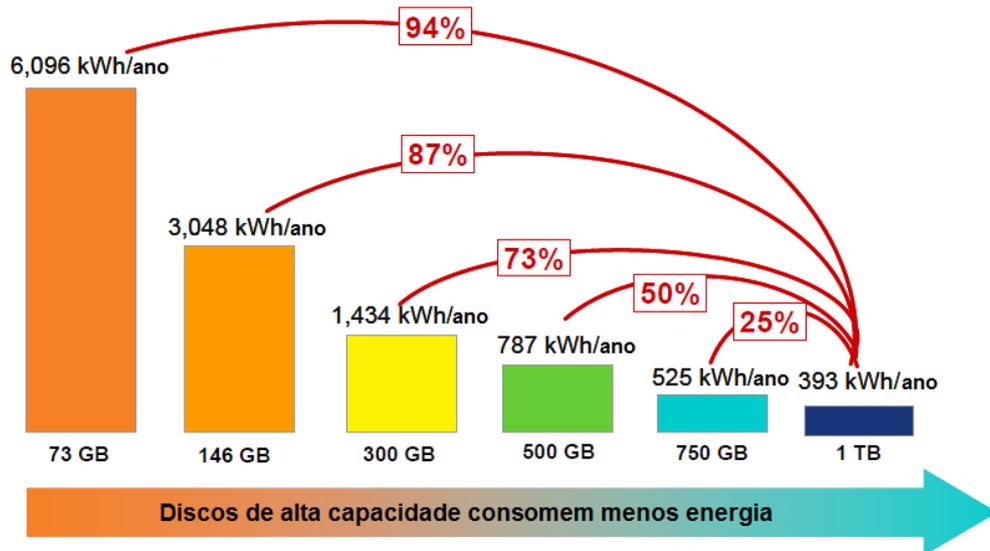


Figura 10 - Energia requerida para armazenar 1 TB em discos de capacidades diferentes
 Fonte: Adaptado de EMC (2011)

Conforme ilustrado na Figura 10, com a disponibilidade de unidades de 500 *gigabyte* a 1 *terabyte*, que são ideais para *backup* em disco, armazenamento e aplicações similares, a economia de energia pode ser muito significativa (EMC, 2014).

Dessa forma, em vez de olharmos para quanto de energia é necessário por *terabyte* de armazenamento, uma maneira mais fácil de reduzir energia é usar discos com a maior capacidade que a aplicação e as necessidades de desempenho irão permitir. Uma vez que a energia utilizada pela unidade de armazenamento é aproximadamente a mesma, independentemente da capacidade, quanto maior a unidade, mais eficiente será em termos de *watts* por *terabyte*.

Nas últimas décadas, a qualidade do serviço, a confiabilidade e o desempenho foram priorizados, acima de todas as outras questões, em projetos de tecnologia da informação e comunicação (Murugesan, 2008). Empresas e governos estão cada vez mais preocupados com emissões de efeito estufa e impactos ambientais gerados pelo alto consumo de energia em *Data Centers*. Nesse contexto, os executivos de TI estão devidamente preocupados com a eficiência de energia, além de proporcionar uma infraestrutura de alta disponibilidade e desempenho. Hoje, as empresas estão muito mais empenhadas em relação à pegada de carbono, em manter o nível de serviço, mas com muito menos emissões e impactos ambientais (Bilal, Khan & Zomaya, 2013).

2.5.1. Custos de energia

Levantamento da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) realizado em 2014 concluiu que a energia elétrica brasileira é a 11ª mais cara do mundo (Domingues, 2014). No que diz respeito a quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil em 2014, dados da Firjan do mês de novembro apontavam para um custo de R\$358,9 por MWh. Dentre os 27 países selecionados, o Brasil ocupa a oitava posição em relação à energia mais cara. O custo da energia para o Brasil é 30,2% superior à média dos países selecionados e 179,9% superior à média do custo nos Estados Unidos. Segundo a Firjan, os custos de geração, transmissão e distribuição, conforme Tabela 1, correspondem a 61,1% desse total, ou seja, R\$219,3 por MWh. Os tributos federais e estaduais do tipo PIS, COFINS e ICMS, correspondem a segunda maior fatia, com 26,8% ou R\$96,2 por MWh. Os encargos setoriais vêm na sequência, com 7,7% ou R\$27,6 por MWh e as perdas técnicas e não técnicas correspondem a 4,4% ou R\$15,8 por MWh.

COMPONENTE	CUSTO MÉDIO BRASIL	
	R\$/MWh	%
Custos de Geração, Transmissão e Distribuição - GTD	219,3	61,1
Encargos Setoriais	27,6	7,7
Perdas técnicas e não técnicas	15,8	4,4
Tributos federais e estaduais - PIS/COFINS e ICMS	96,2	26,8
TOTAL	358,9	100

Tabela 1 - Energia elétrica - Custo médio Brasil
Fonte: FIRJAN (2014)

Entre os países que formam o Brics, a Firjan aponta que o Brasil tem custo superior ao de China e Rússia, mas inferior ao custo da Índia, líder do *ranking*, chegando a R\$596,96 por MWh. A Argentina tem a energia mais barata entre os países relacionados pela Firjan, ou seja, R\$57,63 por MWh.

A situação do Brasil mediante o cenário internacional hoje já é preocupante, e a perspectiva da evolução futura do custo da energia elétrica implica em perda de competitividade para as indústrias nacionais. A observação da condição atual e da perspectiva do encarecimento estrutural do custo da energia elétrica torna claro que este assunto não pode sair da pauta nacional (Firjan, 2014).

O custo da energia elétrica no Brasil é considerado alto pela indústria, sendo uma reclamação recorrente dos empresários (Firjan, 2013). Conforme Gráfico 1, ao custo previsto para o final de 2015, o país passaria a ter o 4º custo mais caro, ultrapassando Japão, México, Portugal, El Salvador, Turquia, República Tcheca e Colômbia e estaríamos 52,4% superior à média dos países selecionados, de 275,7 R\$/MWh.

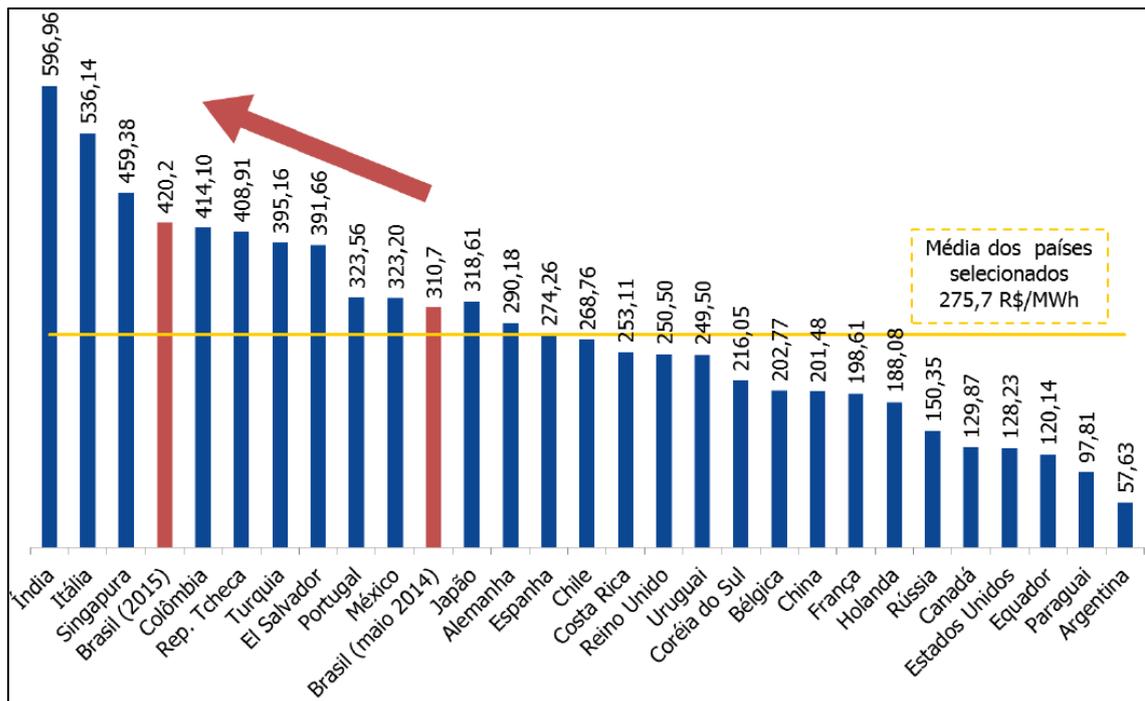


Gráfico 1 - Custo da energia elétrica para a indústria em países selecionados
Fonte: Adaptado de FIRJAN (2014)

O crescimento de qualquer país depende das condições de suprimento, fornecimento e demanda de energia (Pascalichio, 2011). A modernização da rede de energia elétrica é fundamental para os esforços de um país que busca a eficiência na geração e distribuição de energia, a transição para fontes renováveis, a redução das emissões de carbono. Isso permite o desenvolvimento de uma economia sustentável e garante a prosperidade para as atuais e futuras gerações (Sun *et al.*, 2010).

2.5.2. Métrica de eficiência energética

De acordo com Lamb (2009), o constante aumento da eletricidade caracteriza um custo cada vez maior para a operação de um *Data Center*. Para Ferreira *et al.*, (2010), a operação eficiente de um *Data Center* requer atenção especial a todos os elos da cadeia de

fornecimento de energia, que começa a partir da conexão da rede elétrica, passa pela infraestrutura de *facilities*, ou seja, conversão de energia, sistema de *backup*, resfriamento e distribuição, até a conexão com o equipamento de TI. Portanto, os métodos tradicionais para estimar a eficiência do *Data Center* podem levar a resultados imprecisos. Dessa forma, torna-se indispensável a utilização de mecanismos e conceitos capazes de mensurar com exatidão a eficiência de um *Data Center*.

É nesse contexto que o PUE - *Power Usage Effectiveness* (eficiência de uso de energia) tornou-se a métrica preferida do setor de infraestrutura para a medição de eficiência energética no *Data Centers*. O PUE mede a relação entre a energia total consumida (*facilities*) e a energia consumida pelos equipamentos de TI. Essa métrica é uma ferramenta que ajuda o usuário final aumentar a eficiência energética em operações de *Data Centers*. Ela foi desenvolvida pela *The Green Grid Association*⁸, uma organização sem fins lucrativos, consórcio aberto das indústrias de usuários finais, decisores políticos, provedores de tecnologia, arquitetos de instalações e empresas de serviços públicos que trabalham para melhorar a eficiência dos recursos de TI e *Data Centers* em todo o mundo. Desde sua publicação original em 2007, o PUE foi adotado globalmente. Nos últimos anos, o *The Green Grid* continuou a refinar a metodologia dessa métrica, sempre com um *feedback* colaborativo da indústria.

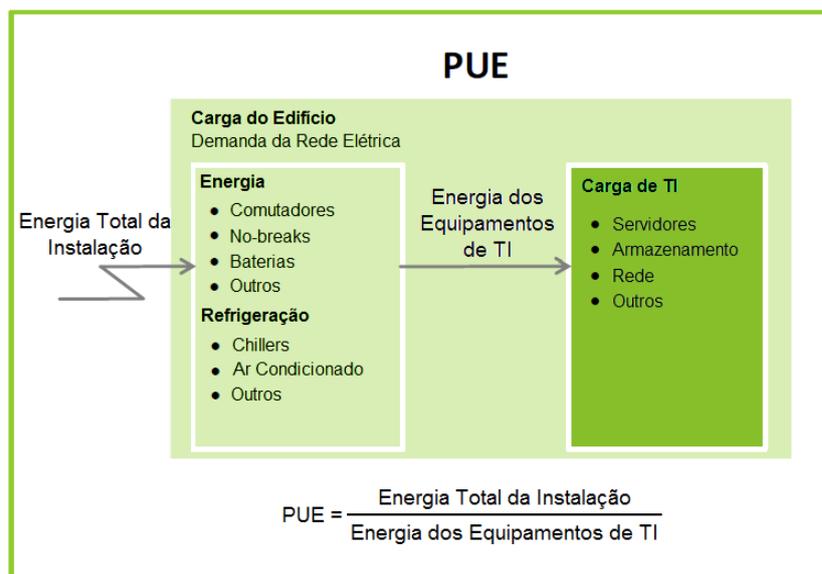


Figura 11 - Cálculo do PUE no *Data Center*
Fonte: Adaptado de *The Green Grid* (2012)

⁸ O *Green Grid* (<http://www.theGreengrid.org>), é um consórcio global formado em 2007 por diversas companhias de TI (incluindo Intel, Dell, VMware, AMD), com o objetivo principal de definir e propagar melhores práticas relacionadas à eficiência no consumo de energia em *Data Centers*.

Para cálculo do PUE, a energia total da instalação é a energia do medidor que alimenta o *Data Center* conforme mostra a Figura 11.

A energia dos equipamentos de TI refere-se especificamente à energia consumida por todos os equipamentos de TI incluindo, monitores, estações de gerenciamento, entre outros. Veras (2011) explica que a métrica PUE permite calcular a real eficiência do *Data Center*, comparar *Data Centers* do ponto de vista do consumo de energia e criar *benchmarks*, verificar melhoria do consumo ao longo do tempo e oportunidades para realocar energia para novos equipamentos de TI.

Um PUE de 3.0, por exemplo, indica que o *Data Center* demanda três vezes mais energia do que a necessária para alimentar os equipamentos de TI. Neste exemplo, se uma determinada quantidade de equipamentos demanda uma alimentação de 10 KW de energia, então serão necessários 30 KW de entrada no *Data Center* para alimentá-los. Dessa forma, a eficiência é de cerca de 30%. Segundo Veras (2011), a meta atual para novos *Data Centers* é um PUE entre 1.8 e 1.2. O PUE também depende do clima do local onde está instalado o *Data Center*.

Assim, considerando PUE como o total de energia dividido pela energia de TI, temos:

$$\text{PUE} = \frac{\text{Arrefecimento} + \text{Perda} + \text{Iluminação} + \text{Carga de TI}}{\text{Carga de TI}}$$

Os termos desta expressão são assim caracterizados: a) o arrefecimento ou resfriamento representa a energia usada por todo o sistema de ar condicionado para refrigeração do *Data Center*, b) a perda é a energia perdida no sistema de distribuição de energia e outras infraestruturas, por exemplo, UPS (*no-breaks*), ou PDUs, c) iluminação e ineficiências representam a energia usada para iluminar o centro de dados e espaços de apoio. Carga de TI é a energia utilizada por todos os equipamentos de TI (servidores, rede, armazenamento e outros), no *Data Center*.

Parâmetro	Valor
Carga de TI (equipamentos)	20.000 kW-hrs
Energia para Arrefecimento (refrigeração)	10.000 kW-hrs
Perda de Energia (PDU, UPS, Fontes)	4.500 kW-hrs
Iluminação (predial)	500 kW-hrs
Total	35.000 kW-hrs

Tabela 2 - Exemplo de dados para cálculo do PUE
 Fonte: *The Green Grid (2010)*

A prova algébrica fornece na Tabela 2 um exemplo numérico simples para entendimento do cálculo da métrica:

$$\text{PUE} = \frac{10000 + 4500 + 500 + 20000}{20000} = 1,75$$

Os resultados do PUE são reflexos das iniciativas de melhorias. Mudanças no PUE são mais significativas quando são vistas em resposta às mudanças em equipamentos, infraestrutura e operações. Conforme mostra a Tabela 3, permite calcular o nível de eficiência do ponto de vista do consumo de energia no *Data Center*.

PUE	Nível de Eficiência
3.0	Muito ineficiente
2.5	Ineficiente
2.0	Média
1.5	Eficiente
1.2	Muito eficiente

Tabela 3 - PUE - Níveis do índice de eficiência
 Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira *et al.* (2012)

Rao, Kiran e Reddy (2011) afirmam que há um potencial significativo para melhorias na eficiência energética nos *Data Centers*. Muitas tecnologias estão comercialmente disponíveis ou estarão em breve e podem melhorar a eficiência energética dos microprocessadores, servidores, dispositivos de armazenamento, equipamentos de rede e infraestrutura de sistemas. No momento há muitas ainda não exploradas que caracterizam oportunidades razoáveis para melhorar a eficiência energética. A seleção de equipamentos eficientes de TI e reduzida mecânica de infraestrutura também aumenta a eficiência

energética. Melhorias são possíveis e necessárias em toda a instalação, ou seja, dos sistemas aos componentes individuais. Rao, Kiran e Reddy (2011) explicam que não é possível otimizar os componentes do *Data Center* sem considerar o sistema como um todo, e que componentes eficientes são importantes para alcançar a eficiência das instalações. Por exemplo, os servidores eficientes geram menos resíduos de calor reduzindo carga sobre o sistema de arrefecimento.

Um trabalho publicado pela *The Green Grid* em 2012 relatou que o consumo de energia nos *Data Centers* e salas de servidores têm sido significativamente incrementado durante a última década. A procura de energia tem vindo a ser conduzida por equipamentos mais poderosos e um complexo de serviços de TI. Desde que a infraestrutura e custos de energia em *Data Centers* se tornaram um fator central na instalação e gestão da TI, foi desenvolvida uma gama de tecnologias para aumentar a eficiência energética. As opções de novos *hardwares* e de gestão de energia suportam as estratégias de economia.

No geral, o potencial de economia de energia no *Data Center* é alta e pode mesmo ultrapassar 50% em muitos casos, dependendo da TI e da infraestrutura específica. No passado, o foco das medidas de economia de energia foram soluções eficientes para o abastecimento de energia e climatização. Mais recentemente também foram consideradas as medidas que abordam a eficiência de *hardware* na TI. Os estudos atuais mostram que a eficiência das medidas já leva a uma redução significativa da procura de energia, comparado com um cenário usual de negócio (Kooimey 2011). No entanto, o potencial de economia de energia restante ainda é grande e as novas tecnologias permitem a implementação ainda mais eficaz de opções de economia. Para Patrão (2011), a compreensão adequada dos objetivos globais para a monitorização de energia é essencial para a concepção de um conceito de acompanhamento eficaz.

Yuventi e Mehdizadeh (2013) consideram que PUE é uma representação instantânea do consumo de energia elétrica que incentiva os operadores a informarem os valores mínimos observados de eficiência. Dessa forma, a PUE apenas transmite uma compreensão do uso mínimo possível de energia e propõe o uso de métricas ou a PUE média observada durante um período de tempo significativo, por exemplo, um ano, para entender melhor a eficiência energética de um *Data Center* e desenvolver sistemas de classificação e códigos de energia.

Para Wang (2014), o PUE, como um padrão de gerenciamento eficaz de energia, tem sido amplamente reconhecido e utilizado para determinar a eficiência da infraestrutura do *Data Center*. Abrange toda a energia consumida pelo ambiente, incluindo a infraestrutura física, carga de TI, energia compartilhada entre equipamentos e outras fontes. Por isso, há certa dificuldade em classificar o real consumo de energia pelos subsistemas, ou seja, necessariamente exigem uma abordagem padrão de todos os valores de consumo. Entretanto, conforme Figura 12, algumas empresas especializadas em soluções de gerenciamento de energia, como por exemplo, a *Schneider Electric*, fornecem ferramentas *online* que calculam rapidamente os números da eficiência, considerando todos esses parâmetros e respectivos valores.

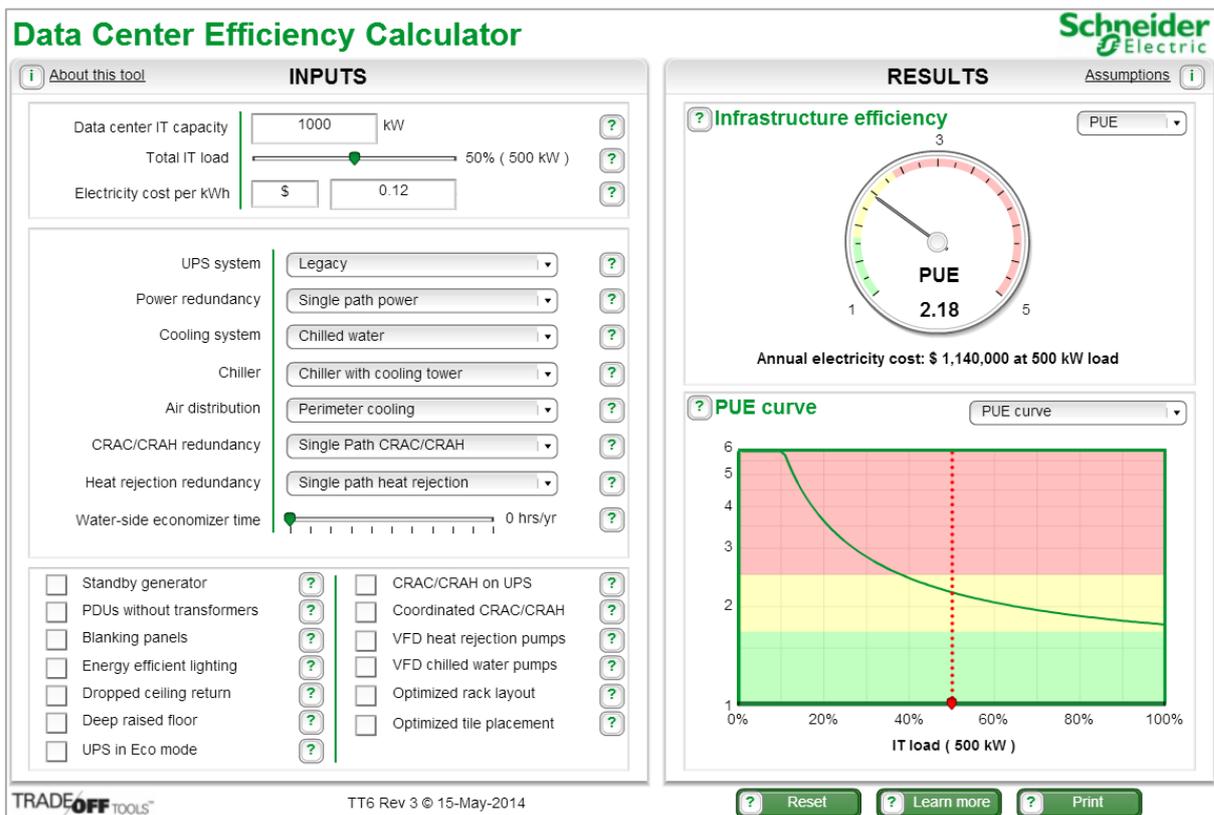


Figura 12 - Eficiência energética do DC: Calculadora *Online*
Fonte: Schneider (2014)

Muitas vezes, os *Data Centers* são parte de um edifício que tem um propósito múltiplo, por isso pode ser impossível encontrar um único ponto para medir a potência total de entrada do *Data Center* ou para medir a carga de TI. Para Avelar (2010), isto significa que os pontos de medição adequados para capturar todo o consumo de energia do *Data Center* precisam ser identificados, e, normalmente, os dados sobre o uso de energia de diferentes

subsistemas precisam ser combinados para encontrar a potência total de entrada do *Data Center*. Para complicar ainda mais a questão, algumas dessas medições de potência podem ser impossível de se obter, ou os dispositivos podem ser compartilhados com aplicações que não estão no *Data Center*.

Portanto, de acordo com Buyya, Beloglazov e Abawajy (2010), reduzir o consumo de energia dos *Data Centers* é uma questão desafiadora e complexa porque aplicativos e dados estão crescendo tão rapidamente que servidores e discos de armazenamento cada vez maiores são necessários para processá-los rápido o suficiente dentro do período de tempo exigido. Os altos custos de energia e grandes pegadas de carbono são incorridos devido a enormes quantidades de eletricidade necessária para alimentar os recursos de TI hospedados nestes centros de dados.

2.5.3. Aspectos conceituais

Após a exposição teórica dos constructos da relação Armazenamento de Dados e Eficiência Energética no *Data Center*, pode-se entender alguns das principais definições conforme Quadro 1 apresentado a seguir. Dessa forma, desenvolve-se no próximo capítulo a exposição teórica da metodologia utilizada para realização deste estudo de caso.

Termo	Autor(es)	Definição
TI Verde	Molla (2009)	. É a aplicação sistemática de critérios ecológico-sustentáveis (como a prevenção da poluição, gestão de produtos, utilização de tecnologias limpas) para a criação, obtenção, uso e descarte de infraestrutura técnica de TI, bem como, os componentes humanos e gerenciáveis de sua infraestrutura, a fim de reduzir as emissões relacionadas à tecnologia da informação, processos de negócios e cadeia de fornecimento, resíduos e uso da água, melhorar a eficiência energética e gerar renda economicamente verde.
Armazenamento de Dados	Somasundaran & Shrivastava (2011) Patrão (2011)	. É um repositório que permite aos usuários a guarda e a busca de dados digitais. . Os dispositivos de armazenamento são componentes individuais que fornecem a capacidade bruta de armazenagem.
Eficiência Energética	ICRA (2004) Aragón (2011)	. Eficiência energética significa utilizar menos energia para atingir um mesmo ou um melhor rendimento, e ainda, identificar os desperdícios e tomar as ações necessárias para reduzir ou eliminá-los, sem prejuízo da qualidade. . É a relação entre produção e consumo energético, e que se pode aumentá-la com uma diminuição no consumo energético para um mesmo nível de produção ou ainda, com uma maior produção para um mesmo consumo, sem afetar a sua qualidade.
Data Center	Veras (2009) Bilal (2013)	. <i>Data Center</i> é um conjunto integrado de componentes de alta tecnologia que permite fornecer serviços de infraestrutura de valor agregado, tipicamente, processamento e armazenamento de dados, em larga escala, para uma organização. O <i>Data Center</i> é o elemento central da infraestrutura de TI. . <i>Data Center</i> é um conjunto de recursos de computação que utilizam redes de comunicação para hospedagem de servidores, armazenamento de dados e aplicações.

Quadro 1 - Principais definições extraídas da pesquisa bibliográfica
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

3. METODOLOGIA

Vergara (2011) define método como um caminho, uma forma, uma lógica de pensamento. Pesquisa metodológica é, portanto, o estudo que se refere a instrumentos de captação ou de manipulação da realidade. A metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método do trabalho de pesquisa (Cartoni, 2007). Neste trabalho foi utilizado o método qualitativo de pesquisa. De acordo com Cooper e Schindler (2011, p. 164), a pesquisa qualitativa é feita para dizer ao pesquisador como (processo) e por que (significado) as coisas acontecem. Nesse sentido, a pesquisa exploratória é apropriada para o estudo aprofundado nas áreas em que os dados desenvolvidos são limitados e para uma maior compreensão do fenômeno em estudo.

Segundo Yin (1989), o estudo de caso “é uma forma de se fazer pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas, onde se utiliza múltiplas fontes de evidência”. E ainda, os estudos de caso são indicados na exploração de processos e comportamentos dos quais se tem uma compreensão limitada (Yin, 2005). O estudo de caso segundo Hair *et al.*, (2010) é uma técnica de pesquisa exploratória que investiga a fundo um único caso, ou alguns poucos casos, com intensidade. De acordo com Cooper e Schindler (2011), o estudo de caso objetiva obter perspectivas múltiplas de uma única organização, situação, evento ou processo em um ponto no tempo ou por um período de tempo. E para Godoi (1995), o estudo de caso tem por objetivo proporcionar vivência da realidade por meio da discussão, análise e tentativa de solução de um problema extraído da vida real.

Portanto, o método de pesquisa aqui utilizado é qualitativo, de caráter exploratório, fundamentado em estudo de caso. Quanto aos procedimentos adotados para a coleta de dados, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental, como também, entrevista aos principais fornecedores de soluções tecnológicas de armazenamento de dados. O ambiente de estudo escolhido diz respeito às instalações de TI do Banco Bradesco S.A. e a questão de pesquisa foi idealizada a partir de fenômenos observáveis, tais como, o crescimento constante de dados gerados pelas mais variadas aplicações de negócios bancário, as restrições da infraestrutura referentes à energia, refrigeração e espaço, e como as soluções utilizadas na camada de

armazenamento de dados podem favorecer o uso eficiente de energia no principal *Data Center* da organização.

3.1. Pesquisa bibliográfica e documental

Este estudo de caso traz inicialmente a pesquisa bibliográfica e documental. Para Gil (2007, p. 44) “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, e constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Vergara (2011, p. 43) complementa que “a pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”. A pesquisa bibliográfica tem o objetivo de verificar a situação atual do problema de pesquisa, os principais autores e trabalhos até então realizados sobre o tema.

Como um dos propósitos básicos deste estudo é a busca de informações sobre as soluções aplicadas na camada de armazenamento de dados do principal *Data Center* de um grande banco brasileiro, a pesquisa documental também se fez presente, pois, segundo Calixto (2009), é um dos métodos que mais se destaca na pesquisa sobre estudo de caso. A pesquisa documental, conforme Saint-Georges (1997, p. 30), “(...) apresenta-se como um método de recolha e de verificação de dados: visa o acesso às fontes pertinentes, escritas ou não, e, a esse título, faz parte integrante da heurística da investigação”. Segundo Zanella (2009), a pesquisa documental é proveniente de fontes secundárias. São dados que já foram coletados, tabulados, ordenados, sistematizados pela empresa estudada, e em alguns casos, já analisados, como por exemplo, os relatórios, manuais da organização e publicações externas.

Dessa forma, realizou-se pesquisa a dados registrados principalmente em planilhas, gráficos e relatórios de consumo elétrico, ar condicionado e demais *facilities*, observando-se os devidos cuidados em relação ao acesso e divulgação de informações corporativas. Por meio desses documentos verificou-se o acompanhamento minucioso e eficiente realizado nas instalações do ambiente de TI. Os dados secundários disponibilizados para análise qualitativa são gerados por ferramentas de monitoração da infraestrutura. O gerenciamento desses dados é realizado pelas equipes técnicas responsáveis pelas instalações no *Data Center* da organização em estudo. O período estudado compreende o biênio 2013/2014. Dessa forma, foi

possível observar o comportamento da infraestrutura nesse período quando submetida aos principais projetos que demandaram melhorias, capacitação e renovação tecnológica.

De acordo com Calixto (2009), uma das vantagens do estudo de caso é a diversidade de técnicas que podem ser utilizadas para coleta de dados, o que é considerado positivo para a validação do método. Para Bressan (2000), documentos, registros de arquivos e entrevistas são importantes fontes de dados, a partir das quais o estudo de caso obtém as evidências. Entretanto, cada uma delas requer habilidades específicas e procedimentos metodológicos específicos.

3.2. Entrevistas

Conforme ressaltado por Yin (2010, p. 142) “um importante ponto forte da coleta de dados do estudo de caso é a oportunidade de usar diferentes fontes de evidências”. Corroborando esta afirmação, Godoy (1995) estabelece que o pesquisador geralmente utiliza para estudo de caso uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação. E uma das técnicas fundamentais de pesquisa é a entrevista. Desse modo, igualmente importante decidir com quem falar, é fundamental escolher as fontes de informação adequada.

Para Dias (2013), o uso de entrevistas pessoais, baseado em um roteiro, como técnica de coleta é mais indicado para fonte primária de dados por apresentar, como ponto forte, a possibilidade de se focarem diretamente os tópicos em estudo e permitir inferências sobre esses tópicos, a partir das percepções geradas durante as entrevistas e na análise das mesmas.

Assim, conforme Apêndice I, foi conduzida entrevista junto aos fornecedores das principais soluções implementadas na camada de armazenamento de dados no *Data Center*. Os principais fornecedores são: IBM, Fujitsu, EMC e Brocade. O foco que se dará ao questionário permitirá verificar, do ponto de vista de quem fornece as soluções: a) relação da solução ou tecnologia aplicada com a eficiência energética, b) se os critérios ambientais diferem entre os fornecedores, c) a disponibilidade da solução adequada à criticidade e disponibilidade da informação, d) a adaptabilidade das soluções modernas aos sistemas

legados com vistas à otimização máxima do investimento em equipamentos de processamento e armazenamento de dados.

3.3. Constructos da pesquisa

Definido o problema a ser investigado, é importante que se apresente os constructos da pesquisa. De acordo com Martins e Theóphilo (2009), o constructo é “um conjunto de termos, de conceitos e de variáveis, uma definição operacional que tem como objetivo representar empiricamente um conceito dentro de um quadro teórico específico”.

3.3.1. Modelo teórico

Visto que o problema de pesquisa apresentado pretende trazer à discussão as questões que envolvem o armazenamento de dados no principal *Data Center* de um grande banco brasileiro, os constructos permitirão compreender de que forma o armazenamento de dados vem ajudando a reduzir o impacto de carbono proveniente da alta carga de energia utilizada no *Data Center* enquanto reduz os custos operacionais por meio da eficiência das operações de TI.

O modelo teórico permite uma visão global das necessidades para determinada ação. Envolve a definição dos constructos e o estabelecimento de hipóteses sobre as relações entre os elementos do fenômeno estudado. “O modelo teórico é, pois, um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo, que é, por sua vez, a representação conceitual esquemática de uma coisa ou situação real ou suposta como tal” (Oliveira & Teixeira, 2013). Portanto, a Figura 13 traz um conjunto de termos utilizados para compor o quadro teórico, representando empiricamente uma descrição mais adequada a partir de observações na teoria.

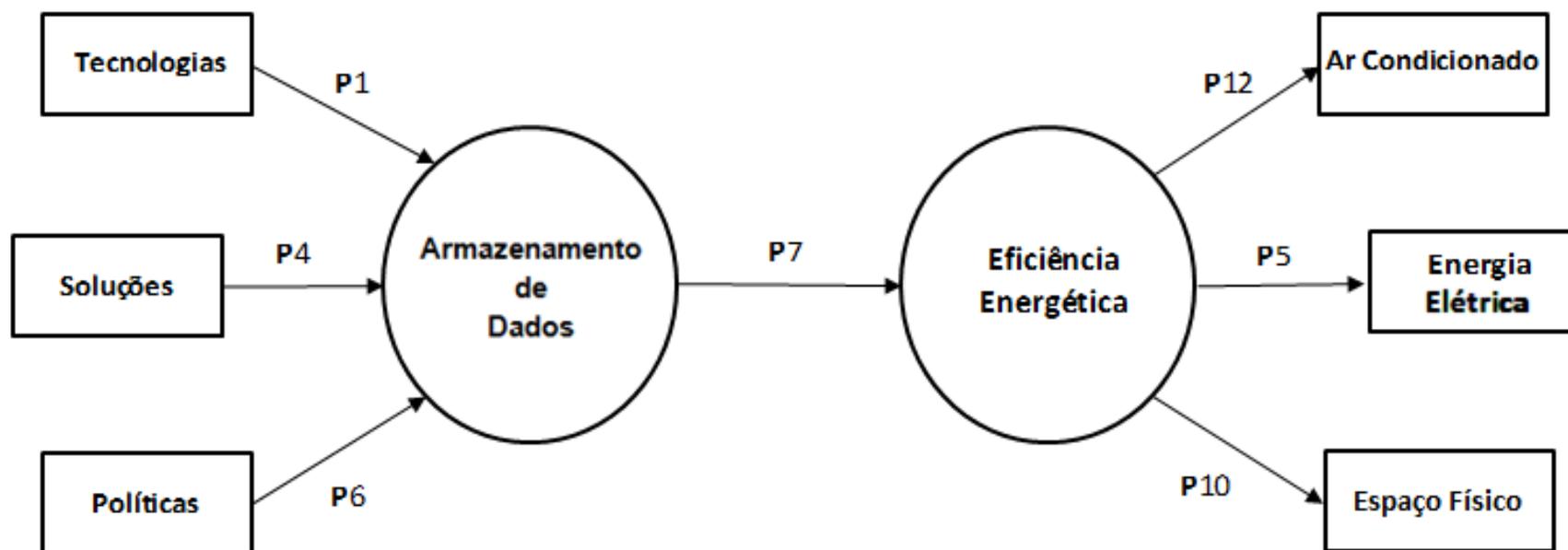


Figura 13 - Modelo teórico
Fonte: Elaborado pelo autor

3.3.2. *Proposições*

Os constructos desta pesquisa foram desenvolvidos de acordo com os objetivos específicos definidos e, naturalmente, amparados pelas referências bibliográficas utilizadas. O modelo compilado, conforme Quadro 2, visa facilitar a compreensão e representa a conexão existente entre as proposições e as questões constantes do questionário utilizado na condução da entrevista, conforme Apêndice I.

Objetivos da Pesquisa	Proposições	Base Teórica	Questões Apêndice I
<p>1: Identificar com base na literatura as especificidades das soluções empregadas na camada de armazenamento que favorecem ganhos de eficiência de energia elétrica no <i>Data Center</i>.</p>	<p>P1: Os discos de estado sólido (SSD) baseados em <i>Flash</i> são uma inovação recente para proporcionar desempenho extremamente alto a aplicativos de missão crítica. Diferente dos <i>Drives FC</i> ou <i>SATA</i>, não têm partes móveis, resultando em tempos de resposta minimizados e em menos requisitos de energia para serem executados. Essa tecnologia é ideal para suportar aplicativos que precisam processar muito rapidamente quantidades maciças de informações.</p> <p>P2: As fitas magnéticas oferecem alta capacidade em armazenamento de dados pelo seu baixo custo, mas sofre pelo mau desempenho e baixa eficiência energética. A confiabilidade, combinada com as propriedades acima, torna a fita magnética uma solução acessível para guarda de dados.</p> <p>P3: A evolução da tecnologia de armazenamento de dados aponta para os discos do tipo SSD, <i>Solid State Drive</i>, também conhecidos como <i>Flash</i>. Entretanto, os SSD apresentam duas características diferentes para o armazenamento corporativo: alto desempenho sem precedentes e altos custos sem precedentes. As empresas querem usá-los para acelerar o acesso a seus dados mais importantes, mas não podem arcar com o custo de realocar uma porcentagem significativa de sua capacidade aos discos do tipo SSD ainda.</p> <p>P4: Investimento nas principais soluções para a guarda de dados, seja em equipamentos (<i>hardware</i>), seja em ferramentas de gestão do armazenamento (<i>software</i>), incluindo a virtualização, deduplicação e hierarquização, permite correlação com a eficiência no consumo de energia no <i>Data Center</i>.</p>	<p>P1: Somasundaran e Shrivastava (2011) Veras (2011) Llopis, Blas, Isaila e Carretero (2013) Tatemura e Hacigumus (2014) Mishra (2013)</p> <p>P2: Patrão (2011) Llopis, Blas, Isaila e Carretero (2013)</p> <p>P3: Somasundaran e Shrivastava (2011) Veras (2011) Patrão (2011) Seagate (2014) Reine (2014) Toigo (2014)</p> <p>P4: Oliveira e Franceschini (2012) Reine (2014) Seagate (2014)</p>	<p>Q1.1</p> <p>Q1.2</p> <p>Q1.3</p> <p>Q1.4</p> <p>Q1.5</p> <p>Q1.6</p> <p>Q1.7</p>

Objetivos da Pesquisa	Proposições	Base Teórica	Questões Apêndice I
<p>2: Analisar melhorias no identificador de eficiência energética, o PUE - <i>Power Usage Effectiveness</i>, quando da renovação tecnológica em soluções aplicadas na camada de armazenamento de dados</p>	<p>P5: O aumento da demanda computacional e da densidade dos equipamentos de TI, o aumento dos custos e a baixa disponibilidade de energia para atender uma demanda crescente de processamento e armazenamento de dados torna cada vez mais importante o uso do PUE como métrica comum para medição e controle da eficiência energética no <i>Data Center</i>, tendo em vista que as eficiências reais das instalações existentes estão bem abaixo dos melhores valores práticos atingíveis da categoria.</p> <p>P6: Os custos de energia aumentam enquanto a disponibilidade diminui. Portanto, há uma necessidade de mudar o foco da gestão dos recursos no <i>Data Center</i> para o desempenho com vistas à eficiência energética, mantendo elevado o nível de serviço.</p> <p>P7: Existe correlação entre as melhores práticas de gestão, incluindo a aplicação das principais soluções de armazenamento de dados, e a eficiência energética para redução do consumo de energia elétrica no <i>Data Center</i>.</p>	<p>P5: Buyya, Beloglazov e Abawajy (2010) Veras (2011) Rao, Kiran e Reddy (2011) Rasmussen (2012) Yuventi e Mehdizadeh (2013) Wang (2014) Mahdavi (2014)</p> <p>P6: Buyya, Beloglazov e Abawajy (2010) Patrão (2011) Veras (2011) Koomey (2011) Firjan (2014)</p> <p>P7: Veras (2011) Somasundaran e Shrivastava (2011) Veras (2011) Schneider (2012) Yuventi e Mehdizadeh (2013) Wang (2014) Mahdavi (2014)</p>	<p>Q2.1</p> <p>Q2.2</p> <p>Q2.3</p>

Objetivos da Pesquisa	Proposições	Base Teórica	Questões Apêndice I
<p>3: Identificar fatores determinantes de eficiência no processo de aquisição de soluções para a camada de armazenamento de dados.</p>	<p>P8: Uma boa avaliação do fornecedor da solução, seja equipamento ou ferramenta de gestão, pode ajudar na decisão de uma eventual aquisição ao comparar critérios ambientais praticados por determinado fornecedor com os de outros fornecedores.</p> <p>P9: Os sistemas de computadores são estruturas indispensáveis no fornecimento de serviços críticos em todos os segmentos, públicos ou privados, fazendo com que o consumo de energia seja uma questão crítica para a TI da organização, tanto para reduzir custos como para preservar o meio ambiente.</p> <p>P10: O custo total de propriedade - TCO inclui o custo de aquisição, mas também leva em consideração os custos administrativos, manutenção, energia e até mesmo o espaço necessário para abrigar a infraestrutura de armazenamento em massa. Além disso, as melhores práticas de gestão, como por exemplo, a consolidação, melhora o aproveitamento do espaço útil de gravação, fazendo melhorar significativamente o ROI em armazenamento.</p> <p>P11: Entre as diversas razões para definir critérios e padrões para o armazenamento de dados, pode-se destacar o tempo para disponibilizar a informação de acordo com a criticidade do negócio.</p> <p>P12: Tecnologias de armazenamento de dados de menor emissão de calor exigem menos dos sistemas de refrigeração para manter a temperatura ideal de operação do <i>Data Center</i>, proporcionando menor consumo de energia.</p>	<p>P8: Maan e Dhillon (2013)</p> <p>P9: Veras (2011) Patrão (2011) Uddin, Rahman, Shah e Memon (2012)</p> <p>P10: Veras (2011) Oliveira e Franceschini (2012) Reine (2014)</p> <p>P11: Beal (2008) Weiss e Bernardes (2014)</p> <p>P12: Brooks, Chiapparini, Feyants, Galgali e Franco (2006) Veras (2010) Schneider (2012) Brocade (2013) Reine (2014)</p>	<p>Q3.1</p> <p>Q3.2</p> <p>Q3.3</p> <p>Q3.4</p> <p>Q3.5</p> <p>Q3.6</p> <p>Q3.7</p> <p>Q3.8</p>

Objetivos da Pesquisa	Proposições	Base Teórica	Questões Apêndice I
<p>4: Identificar oportunidades de melhorias que permitem a correção ou mitigação das ineficiências nas soluções utilizadas na camada de armazenamento atualmente em uso.</p>	<p>P13: A virtualização é uma das melhores práticas em uso na gestão do armazenamento de dados no <i>Data Center</i>, pois, entre os principais benefícios, permite melhor aproveitamento do equipamento, independente do fornecedor, já que torna possível agregar volumes de marcas variadas.</p> <p>P14: O armazenamento de dados na gestão estratégica da informação na organização vai muito além da simples administração da infraestrutura de TI.</p> <p>P15: Existem soluções tecnológicas de <i>hardware</i> e <i>software</i>, disponíveis no mercado, que favorecem ganhos de eficiência em relação ao consumo de energia para armazenamento de dados no <i>Data Center</i>.</p> <p>P16: A adaptabilidade das novas tecnologias aos sistemas legados auxilia o administrador da TI a tomar decisões sobre a forma mais eficaz de aplicar, nas instalações existentes, a solução de armazenamento de dados mais eficientes.</p>	<p>P13: Veras (2011) Siddiqui, Samad e Khan (2014) Hui e Seok (2014)</p> <p>P14: Davenport (1997) Monteiro e Falsarella (2007) Beal (2008) Miranda (2010) Gouveia, Correia, Melo e Neto (2011)</p> <p>P15: Rao, Kiran e Reddy (2011) Patrão (2011) Koomey (2011) Toigo (2014)</p> <p>P16: Toigo (2014)</p>	<p>Q4.1</p> <p>Q4.2</p> <p>Q4.3</p> <p>Q4.4</p> <p>Q4.5</p>

Quadro 2 - Constructo da pesquisa
Fonte: Elaborado pelo autor

4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir da pesquisa conduzida no principal *Data Center* do Banco Bradesco S.A. As informações sobre a organização foram obtidas diretamente nos sites do Banco Bradesco S.A. como também no Relatório Anual disponibilizado pela organização, com dados de 2013. Para atender a triangulação de fontes de dados de pesquisa, conforme preconiza Martins Theóphilo (2007), foram realizadas entrevistas com os principais fornecedores de tecnologias e soluções de armazenamento de dados para a organização em estudo utilizando-se um questionário com perguntas abertas. Os dados de infraestrutura de TI são frutos da pesquisa documental interna. Foram obtidos junto às áreas de infraestrutura, responsáveis pela gestão da capacidade elétrica e demais *facilities* nos *Data Centers* do Banco em estudo.

4.1. Estudo de Caso

O Bradesco (<http://www.bradesco.com.br>) é reconhecido e premiado por suas ações, pela solidez e segurança, além de pioneirismo e inovação tecnológica. Destaca-se pelo comprometimento com o desenvolvimento socioeconômico do país e traduz essa atitude em diretrizes, estratégias e ações de sustentabilidade, além do foco a iniciativas de inclusão bancária, concessão de crédito e oferta de produtos considerando aspectos socioambientais. É uma empresa de capital aberto desde 1946.

De acordo com o Relatório Anual do Banco Bradesco S.A. relativo ao ano de 2013, com R\$ 908,139 bilhões de ativos consolidados e mais de 74,5 milhões de clientes, dos quais 26,4 milhões são correntistas ativos (todas as titularidades), o banco está presente em todas as regiões do País, promovendo inclusão financeira e mobilidade social. Tem uma das maiores redes de atendimento do território brasileiro.

Para acompanhar o progresso da inserção da sustentabilidade em sua gestão e em suas práticas, o Bradesco adota os indicadores econômicos e socioambientais do *Dow Jones Sustainability Indexes* (DJSI), do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE, da BM&FBovespa) e do Índice Carbono Eficiente (ICO2, também da BM&FBovespa), bem como da *Global Reporting Initiative* (GRI), do CDP e do Protocolo Verde (Bradesco, 2013).

4.1.1. TI Verde

A Organização dispõe de um dos mais modernos centros de tecnologia da informação do mundo. Em 2013, os investimentos em infraestrutura, tecnologia da informação e telecomunicações foram de R\$ 4,842 bilhões para inovar, atualizar e manter o ambiente de TI, com as melhores práticas e tecnologias existentes (Bradesco, 2013).

A Organização decide as iniciativas a serem realizadas em TI sempre considerando os itens gestão sustentável e governança. O *Data Center* principal, chamado de CTI – Centro de Tecnologia da Informação foi construído de acordo com os princípios de TI Verde. O CTI teve, em 2013, um índice de eficiência energética para *Data Center*, conhecido como PUE - *Power Usage Effectiveness*, de 1,52, considerado excelente. O consumo de energia e as emissões de gás carbônico foram reduzidos graças ao suporte técnico remoto e automatizado e à virtualização de servidores no *Data Center*. Além de exigir que fornecedores estejam de acordo com as diretrizes da EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América e da RoHS – diretiva europeia que restringe a utilização de certas substâncias – tem um processo permanente de modernização do parque tecnológico e de utilização de equipamentos com maior eficiência energética. Em suas unidades, as estações de trabalho e os servidores utilizam fontes de alimentação certificadas 80 *Plus*, que proporcionam maior rendimento energético e maior durabilidade. Nos ATM - *Automatic Teller Machines*, essa ação está em fase inicial. Os equipamentos substituídos são encaminhados para empresas especializadas em reciclagem. Por meio da reestruturação e da otimização de sistemas, tem conseguido agilizar processos e diminuir o tempo de atendimento a clientes. A tecnologia usada para melhorar o atendimento aos clientes também tem um viés sustentável, como podemos perceber nas iniciativas a seguir (Bradesco, 2013).

4.1.2. Servidores

Nos últimos anos, a TI promoveu uma grande expansão do parque virtualizado de servidores. Os servidores e as estações de trabalho contam com *hardware* mais econômico e melhor gerenciamento de energia quanto ao sistema operacional. Um ponto a ser destacado é a Gestão Corporativa de Conteúdo, que compreende um modelo corporativo de captura, armazenamento e disponibilização de informações, com ganhos significativos em logística,

custos operacionais e impactos ambientais. Ao final de 2013, a solução contemplou 13 processos corporativos, permitindo liberação de espaço físico nas unidades de negócio e facilitando operações de pesquisa e recuperação de conteúdos sem a necessidade de trânsito físico de documentos. Os ganhos incluem aumento do índice de eficiência operacional e maior padronização de processos de conteúdo, além da redução de poluentes e do consumo de papel para geração de documentos físicos e cópias, bem como a eliminação da geração de Resíduos químicos para reprodução micrográfica, normalmente utilizada para a guarda de documentos (Bradesco, 2013).

4.1.3. Autoatendimento

Manteve o foco quanto à aquisição de máquinas de autoatendimento parcialmente aderentes à diretiva europeia (2002/95/EC) *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS), que visa restringir o uso de certas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos. Também há equipamentos dotados de monitores de LCD e tecnologia VPRO, que vem embutida nos processadores *Intel* e que contém, na placa-mãe, um circuito com recursos de monitoramento, segurança, inventário e gerenciamento remoto (Bradesco, 2013).

O Bradesco foi escolhido, pelo oitavo ano seguido, para integrar a carteira do seletivo grupo de empresas que compõem o *Dow Jones Sustainability Indexes*, e, pelo nono ano consecutivo, incluído na carteira do ISE - Índice de Sustentabilidade Empresarial da BM&FBovespa. Além disso, os projetos e as atividades e iniciativas cotidianas estão totalmente alinhados aos princípios do Pacto Global, compromisso do qual o Bradesco é signatário desde 2005. Ressalta-se ainda que, em 2013, o processo de planejamento estratégico da sustentabilidade, iniciado em 2011, passou a fazer parte do planejamento estratégico da Organização (Bradesco, 2013).

Conta em suas unidades e para suporte às operações, com um ambiente tecnológico atualizado, contingenciado e adequado para atender ao crescimento de negócios e de transações de clientes, contribuindo para a obtenção de melhores resultados para a Organização e gerando ganhos para os clientes. Trata-se de um ativo intangível de grande importância. Em 2013, a capacidade de processamento dos computadores teve evolução de 14,6% no ambiente mainframe e 48,4% no ambiente baixa plataforma, e a média de

transações diárias foi de 282,652 milhões. O armazenamento de dados cresceu 23,1% no ambiente mainframe e 36,3% no ambiente plataforma baixa, abrangendo um número ainda maior de informações de serviços e negócios (Bradesco, 2013).

4.2. Fornecedores

Neste subitem, serão apresentados os principais fornecedores de tecnologia e soluções de armazenamento para a organização em estudo: IBM, Fujitsu, EMC e Brocade. No levantamento dos dados com os fornecedores buscou-se considerar os objetivos específicos do trabalho. Com base nos constructos apresentados no Quadro 2, foi utilizado um questionário com perguntas abertas conforme apresentado no Apêndice 1.

Dessa forma, considerando o quadro teórico apresentado na Figura 13, os dados foram organizados de acordo com os itens de verificação propostos, ou seja, para o constructo Armazenamento de Dados, buscou-se nas respostas dos fornecedores de tecnologia, informações de como a infraestrutura, as soluções tecnológicas e os investimentos em TI se relacionam com a camada de armazenamento de dados desse estudo de caso.

O Quadro 3 resume as características dos respondentes da pesquisa, o vínculo profissional, a formação e as certificações de cada um deles nas empresas fornecedoras de soluções, não só de armazenamento de dados, mas também de outras importantes soluções tecnológicas de TI para o Banco.

Fornecedor Marca	Cargo	Tempo no Cargo	Formação	Certificações em TI
IBM	<i>Client Technical Manager</i>	12 anos	Engenharia Elétrica	<i>Storage & Backup Specialist</i>
Fujitsu	<i>Storage Account Manager</i>	10 anos	Engenharia Telecom	<i>Storage Management</i>
Brocade	<i>System Engineer</i>	10 anos	Engenharia Computação	<i>Network Storage/Servers</i>
EMC	<i>Solutions Account Manager</i>	12 anos	Engenharia Computação	<i>Network Storage/SNIA</i>

Quadro 3 - Informações sobre os entrevistados
Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.1. Sobre a IBM

A IBM (<http://ibm.com.br>), uma das maiores empresas de tecnologia da informação do mundo da atualidade, é líder em soluções completas de TI, que envolvem serviços, consultoria, *hardware*, *software* e financiamento. Nos seus 94 anos de presença no Brasil, a companhia acompanhou, e muitas vezes orientou, as mudanças e avanços da indústria. Hoje, a IBM possui soluções de ponta a ponta, adequadas a empresas de todos os portes e perfis de negócios. Presente em mais de 170 países, a IBM opera no modelo de empresa globalmente integrada e emprega cerca de 400 mil pessoas em todo o mundo. Em 2010, a empresa atingiu um faturamento global de US\$ 99,9 bilhões (IBM, 2014).

Ao longo dos últimos anos, a IBM transformou completamente seu modelo de negócio. O tipo de trabalho que a empresa pode realizar hoje é muito diferente do trabalho de alguns anos atrás. A IBM se desfez de várias atividades que já tinham se transformado em *commodities*, como os segmentos de PCs e Impressoras, e ampliou os investimentos em áreas-chave de alto valor, como Consultoria, Informação *on Demand* e Serviços (IBM, 2014).

Nos últimos quatro anos, a IBM Brasil mais do que dobrou de tamanho. Hoje, o Brasil possui um dos quatro centros de prestação mundial de serviços da IBM. Para poder atender clientes de qualquer lugar do mundo, a IBM Brasil faz parte do que a empresa define como “*Global Delivery Model*”, modelo integrado de prestação de serviços que garante custos competitivos, excelência e padronização de processos (IBM, 2014).

Anualmente a IBM investe cerca US\$ 6 bilhões em Pesquisa e Desenvolvimento. A IBM tem mais de três mil pesquisadores espalhados em oito laboratórios em todo o mundo. A trajetória de inovação da empresa tem sido reconhecida internacionalmente ao longo de sua história. Além de cinco prêmios Nobel, os pesquisadores da IBM já receberam diversos reconhecimentos e medalhas importantes nas áreas tecnológicas e científicas (IBM, 2014).

4.2.2. IBM: Síntese da entrevista à luz das proposições estabelecidas

Aspectos	Proposições da literatura	Fragmentos da entrevista - IBM
Tecnologias	<p>P1: Os discos de estado sólido (SSD) ou <i>Flash Systems</i> são uma inovação recente para proporcionar desempenho extremamente alto a aplicativos de missão crítica. Diferente dos <i>Drives FC</i> ou <i>SATA</i>, não têm partes móveis, resultando em tempos de resposta minimizados e em menos requisitos de energia e espaço. Essa tecnologia é ideal para suportar aplicativos que precisam processar muito rapidamente quantidades maciças de informações.</p>	<p>"[...] a preocupação da IBM em relação à quantidade de energia consumida por servidores e sistemas de armazenamento reflete a busca constante pela inovação e tecnologias capazes de produzir equipamentos com menor consumo de energia e também, menor emissão de calor no ambiente do <i>Data Center</i> [...]"</p>
Soluções	<p>P4: Investimento nas principais soluções para a guarda de dados, seja em equipamentos (<i>hardware</i>), seja em ferramentas de gestão do armazenamento (<i>software</i>), incluindo a virtualização, deduplicação e hierarquização, permite correlação com a eficiência no consumo de energia no <i>Data Center</i>.</p>	<p>"[...] para a IBM, a consolidação, virtualização e hierarquização, além do emprego das tecnologias de discos do tipo SSD e <i>Flash</i>, são uma combinação de tecnologias, práticas e políticas que realmente levam a diminuir o uso de energia, pois inaugura uma quebra de paradigma na utilização de circuitos e microchips de memória em detrimento à utilização de discos físicos, conhecidos como Spins, que giram em alta velocidade, são maiores, geram mais calor, têm mostrado não só eficiência em termos de consumo de energia, mas também capacidade de armazenamento e espaço físico por <i>terabyte</i> no <i>Data Center</i> [...]"</p>
Políticas	<p>P6: Os custos de energia aumentam enquanto a disponibilidade diminui. Portanto, há uma necessidade de mudar o foco da gestão dos recursos no <i>Data Center</i> para o desempenho com vistas à eficiência energética, mantendo elevado o nível de serviço.</p>	<p>"[...] os custos de administração e gerenciamento são identificados pela IBM como um dos principais fatores que estão movendo as empresas a refazerem suas análises de TCO na TI corporativa. Por exemplo, a baixa utilização de alguns sistemas de armazenamento legados indicam que poderiam ser mais bem aproveitados e ganhar sobrevida se fossem virtualizados. Entretanto, em termos de soluções, essa é a proposta atual das iniciativas e um dos principais projetos da parceria [...]"</p>

Quadro 4 - Síntese da entrevista com o fornecedor IBM à luz das proposições
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

4.2.3. Sobre a Fujitsu

Desde sua fundação em 1923, a Fujitsu (<http://fujitsu.com.br>) vem inovando as tecnologias de informação e comunicação no mundo inteiro. Uma longa linha de conquistas e marcos do produto tornou a Fujitsu o que ela é hoje - uma empresa líder no segmento de TI. A Fujitsu procura criar um ambiente em que todos possam desfrutar dos benefícios de uma sociedade em rede que seja eficiente e segura. Através da busca constante de novas possibilidades permitida pela TI, a Fujitsu procura contribuir ativamente para um futuro próspero, concretizando os sonhos de pessoas em todo o mundo (Fujitsu, 2014).

Com o passar dos anos, a Fujitsu se fortaleceu cada vez mais, antecipando e liderando momentos importantes na história das tecnologias de informação e comunicação. Dessa forma, desde que foi criada, a Fujitsu vem crescendo e contribuindo para o desenvolvimento das redes de comunicações e outras infraestruturas sociais baseadas em TI através da procura constante da inovação. Desde a década de 1990, tem vivido numa era de redes, multimídia e *Internet*. Para a Fujitsu, a indústria de Tecnologia da Informação tem gradualmente se afastado da produção de *hardware* e indo em direção ao fornecimento de informação e serviços (Fujitsu, 2014).

Com a penetração crescente da *Internet* em todas as áreas da sociedade, a Fujitsu tomou o leme e lançou uma nova estratégia de negócios sob o *slogan* "Tudo na *Internet*". De acordo com a Fujitsu (2014), os avanços na TI transformaram os sonhos das pessoas em realidade. Estes avanços incessantes têm permitido o surgimento de uma sociedade global em rede, trazendo grandes mudanças ao mundo dos negócios, às nossas vidas pessoais e à sociedade como um todo. Para a Fujitsu, sem a TI, o mundo moderno deixaria de funcionar (Fujitsu, 2014).

Desde 2005, a Fujitsu publica seu relatório de sustentabilidade com foco na abordagem, iniciativas e resultados de suas atividades sociais e ambientais. De acordo com a Fujitsu, a organização está comprometida em tornar essa informação pública, aumentando assim a transparência das suas atividades e responder às expectativas das várias partes interessadas (Fujitsu, 2014).

4.2.4. Fujitsu: Síntese da entrevista à luz das proposições estabelecidas

Aspectos	Proposições da Literatura	Fragmentos da entrevista - Fujitsu
Tecnologias	<p>P1: Os discos de estado sólido (SSD) ou <i>Flash Systems</i> são uma inovação recente para proporcionar desempenho extremamente alto a aplicativos de missão crítica. Diferente dos <i>Drives FC</i> ou <i>SATA</i>, não têm partes móveis, resultando em tempos de resposta minimizados e em menos requisitos de energia e espaço. Essa tecnologia é ideal para suportar aplicativos que precisam processar muito rapidamente quantidades maciças de informações.</p>	<p>"[...] a demanda por discos SSD e <i>Flash Systems</i> vem aumentando significativamente ao longo dos anos, a expectativa é que isso possibilite o ganho de escala de tal forma que reduza o custo da tecnologia no longo prazo. Ano após ano, aumenta-se a capacidade de armazenagem (hoje os discos SSD conseguem ter uma capacidade de até 1.6 <i>terabyte</i> por unidade), seu valor por <i>gigabyte</i> tem caído, diminuindo o consumo de energia por disco [...]"</p>
Soluções	<p>P4: Investimento nas principais soluções para a guarda de dados, seja em equipamentos (<i>hardware</i>), seja em ferramentas de gestão do armazenamento (<i>software</i>), incluindo a virtualização, deduplicação e hierarquização, permite correlação com a eficiência no consumo de energia no <i>Data Center</i>.</p>	<p>"[...] consolidação de um ambiente de armazenamento, deduplicação e um estudo para utilização dos melhores discos claramente podem diminuir o consumo de energia por tenderem a requerer um menor número de discos para atender uma demanda, conseqüentemente, diminuindo também o espaços útil e custos de ar condicionado. [...]"</p>
Políticas	<p>P6: Os custos de energia aumentam enquanto a disponibilidade diminui. Portanto, há uma necessidade de mudar o foco da gestão dos recursos no <i>Data Center</i> para o desempenho com vistas à eficiência energética, mantendo elevado o nível de serviço.</p>	<p>"[...] a Fujitsu, na condição de maior empresa japonesa de TIC (Tecnologia da Informação e de Comunicação) e detentora de aproximadamente 97.000 patentes, tem uma grande preocupação com este tema. Por isso, obteve já em 1997 a certificação ISO 14001 em todas as suas fábricas no Japão e passou a atuar fortemente para expandi-lo a outros países [...]"</p> <p>"[...] quando as organizações avaliam este fato, as análises de TCO permitem concluir que o valor agregado por equipamentos de missão crítica e fornecedores confiáveis é justificável ao reduzir sensivelmente a chance de indisponibilidade não programada dos sistemas [...]"</p>

Quadro 5 - Síntese da entrevista com o fornecedor Fujitsu à luz das proposições

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

4.2.5. Sobre a Brocade

Fundada em 1995, a Brocade (<http://brocade.com>) é uma empresa líder no fornecimento de soluções de conectividade e rede de alto desempenho. As soluções tecnológicas Brocade abrangem a consolidação, a convergência de rede, a virtualização e a computação em nuvem.

Com sede em *San Jose*, California, a empresa tem cerca de 4.000 funcionários em todo o mundo e serve uma grande variedade de indústrias e clientes em mais de 160 países. Com uma família completa para rede *Ethernet*, armazenamento e soluções convergentes de redes, a Brocade ajuda as organizações a alcançar seus objetivos de negócios mais críticos (Brocade, 2014).

Segundo a Brocade, um dos seus objetivos é cumprir as suas obrigações sob a diretiva RoHS, eliminando todas as substâncias proibidas de seus produtos de acordo com os prazos e as isenções exigidas na diretiva. Ciente de que as isenções sobre a restrição do uso de substâncias perigosas devem expirar em 21 de julho de 2016, a empresa está avaliando o impacto dessas isenções sobre seus produtos (Brocade, 2014).

A Brocade participa ativamente das iniciativas da *Green Grid* e da SNIA - *Storage Networking Industry Association*, associação comercial desvinculada de qualquer fabricante de armazenamento, para ajudar a descobrir outras maneiras de minimizar o impacto das operações de armazenamento de dados na TI e no consumo de energia. Se a energia adequada para muitos *Data Centers*, de acordo com as previsões do *Gartner*, simplesmente não estiver disponível, então as organizações têm um interesse vital na redução dos seus requisitos de energia e implementação de soluções que fazem muito mais com muito menos impacto ambiental (Brocade, 2014).

Em resposta a esta crise de energia que se aproxima do *Data Center*, a Brocade e outros fornecedores da indústria de TI estão participando da recém-formada *The Green Grid Initiative* (www.thegreengrid.org), em reconhecimento de que a eficiência energética no *Data Center* é a questão tecnológica mais importante voltada aos fornecedores e seus clientes hoje (Brocade, 2014).

4.2.6. Brocade: Síntese da entrevista à luz das proposições estabelecidas

Aspectos	Proposições da Literatura	Fragmentos da entrevista - Brocade
Tecnologias	<p>P1: Os discos de estado sólido (SSD) ou <i>Flash Systems</i> são uma inovação recente para proporcionar desempenho extremamente alto a aplicativos de missão crítica. Diferente dos <i>Drives FC</i> ou <i>SATA</i>, não têm partes móveis, resultando em tempos de resposta minimizados e em menos requisitos de energia e espaço. Essa tecnologia é ideal para suportar aplicativos que precisam processar muito rapidamente quantidades maciças de informações.</p>	<p>"[...] a Brocade considera que a tecnologia de discos do tipo SSD ou <i>Flash</i> é vista como uma saída para o armazenamento otimizado, inteligente e de tempo de resposta em linha com as aplicações mais modernas além de menor consumo de energia [...]"</p> <p>"[...] quanto ao custo, por ser uma tecnologia emergente, a produção em escala devido ao aumento da procura pelas empresas fará com que seu alto custo atual seja reduzido em curto prazo [...]"</p>
Soluções	<p>P4: Investimento nas principais soluções para a guarda de dados, seja em equipamentos (<i>hardware</i>), seja em ferramentas de gestão do armazenamento (<i>software</i>), incluindo a virtualização, deduplicação e hierarquização, permite correlação com a eficiência no consumo de energia no <i>Data Center</i>.</p>	<p>"[...] hoje, a tecnologia de ICL – <i>Inter Chassis Link</i> e as novas lâminas com capacidade para 64 portas de 16 <i>Gbps</i> são as soluções mais proeminentes da Brocade que, somadas às demais soluções dos fornecedores de tecnologia e soluções de armazenamento de dados, viabilizam a redução de espaço físico, ar condicionado e energia no <i>Data Center</i> [...]"</p>
Políticas	<p>P6: Os custos de energia aumentam enquanto a disponibilidade diminui. Portanto, há uma necessidade de mudar o foco da gestão dos recursos no <i>Data Center</i> para o desempenho com vistas à eficiência energética, mantendo elevado o nível de serviço.</p>	<p>"[...] a Brocade garante a entrega de soluções de conectividade para a camada de armazenamento de dados por meio de equipamentos de baixo consumo de energia elétrica e menor emissão de calor no ambiente [...]"</p> <p>"[...] considera ter os equipamentos de menor <i>footprint</i> do mercado, empregando soluções com o menor número de componentes e equipamentos de tamanhos reduzidos com ganhos na redução de emissões e menor espaço físico no <i>Data Center</i> [...]"</p>

Quadro 6 - Síntese da entrevista com o fornecedor Brocade à luz das proposições
 Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

4.2.7. Sobre a EMC

Fundada em 1979, a EMC (<http://emc.com>) emprega aproximadamente 60.000 pessoas em todo o mundo. É representada por cerca de 400 escritórios de vendas e um grande número de parceiros em 86 países no mundo. Possui a maior equipe de vendas e serviços do mundo com foco em infraestrutura de informações e trabalha em conjunto com uma rede global de tecnologia, terceirização, integração de sistemas, serviços e parceiros de distribuição. É uma empresa de capital aberto listada na Bolsa de Valores de Nova York. Em 2012, a EMC foi incluída mais uma vez no DJSI (*Dow Jones Sustainability Index*), que rastreia o desempenho financeiro de grandes empresas voltadas para a sustentabilidade. A EMC está comprometida em atuar de modo social e ambientalmente responsável. A eficiência energética é um fator relevante nas operações da EMC, incluindo seus centros de dados, laboratórios e fábricas, no projeto e operação de seus produtos, na sua cadeia de abastecimento, produtos, tecnologias e soluções (EMC, 2014).

O valor diferenciado da EMC se origina do investimento prolongado e sólido em pesquisa e desenvolvimento, sendo uma aplicação de recursos cumulativa de US\$ 16,5 bilhões desde 2003. Para fortalecer o negócio principal e ampliar o mercado para novas áreas, a EMC investiu US\$ 17 bilhões em aquisições no mesmo período e integrou mais de 70 empresas de tecnologia (EMC, 2014)

A EMC tem o apoio de milhares de funcionários técnicos de pesquisa e desenvolvimento em todo o mundo. Opera centros de Pesquisa e Desenvolvimento no Brasil, China, França, Índia, Irlanda, Israel, Holanda, Rússia, Cingapura e nos EUA, além de operar instalações de produção nos EUA e na Irlanda. Detém a mais rígida certificação de gerenciamento de qualidade da *International Organization for Standardization* (ISO 9001) e suas operações de manufatura detêm uma certificação MRP II Classe A. A EMC é a 139ª da lista da *Fortune 500* e tem receitas relatadas de US\$ 23,2 bilhões em 2013, a maior receita anual da história de mais de 34 anos (EMC, 2014).

4.2.8. EMC: Síntese da entrevista à luz das proposições estabelecidas

Constructo	Proposições da Literatura	Fragmentos da entrevista - EMC
Tecnologias	<p>P1: Os discos de estado sólido (SSD) ou <i>Flash Systems</i> são uma inovação recente para proporcionar desempenho extremamente alto a aplicativos de missão crítica. Diferente dos <i>Drives FC</i> ou <i>SATA</i>, não têm partes móveis, resultando em tempos de resposta minimizados e em menos requisitos de energia e espaço. Essa tecnologia é ideal para suportar aplicativos que precisam processar muito rapidamente quantidades maciças de informações.</p>	<p>"[...] a EMC foi pioneira no segmento ao usar a tecnologia de discos do tipo <i>Flash</i> ou <i>SSD</i>. São tecnologias altamente eficientes em sistemas de armazenamento corporativo [...]"</p> <p>"[...] os discos corporativos do tipo <i>Flash</i> usam até 97,7% menos energia por IOPS, ou seja, i/o por segundo - que discos do tipo <i>FC/SAS</i> de alto desempenho, e até 38% menos energia por <i>terabyte</i> de dados armazenados. [...]"</p>
Soluções	<p>P4: Investimento nas principais soluções para a guarda de dados, seja em equipamentos (<i>hardware</i>), seja em ferramentas de gestão do armazenamento (<i>software</i>), incluindo a virtualização, deduplicação e hierarquização, permite correlação com a eficiência no consumo de energia no <i>Data Center</i>.</p>	<p>"[...] virtualização, hierarquização, consolidação, deduplicação, tecnologias de discos sólidos do tipo <i>SSD</i> e <i>Flash</i> permitem uma combinação de tecnologias, soluções e melhores práticas que viabilizam um menor consumo de energia no <i>Data Center</i> [...]"</p> <p>"[...] a adoção de técnicas de <i>ILM – Information Lifecycle Management</i> – como a hierarquização e <i>Tiering</i>, ou seja, armazenamento em camadas, combinadas com as tecnologias de discos sólidos e as tecnologias chamadas de <i>off-line</i> - as fitas magnéticas - possibilita a alocação de recursos adequados à demanda para o tratamento ideal dos dados de acordo com sua criticidade e importância ao longo de todo o seu ciclo de vida [...]"</p>
Políticas	<p>P6: Os custos de energia aumentam enquanto a disponibilidade diminui. Portanto, há uma necessidade de mudar o foco da gestão dos recursos no <i>Data Center</i> para o desempenho com vistas à eficiência energética, mantendo elevado o nível de serviço.</p>	<p>"[...] a EMC tem o compromisso de proteger os ecossistemas e lidar com os impactos dos seus negócios sobre o meio ambiente, com foco em energia e mudanças climáticas, uso de matéria-prima e resíduos [...]"</p> <p>"[...] está atenta às exigências de seus clientes e parceiros em relação às preocupações ambientais e considera que suas iniciativas sociais e ambientais vão além das tecnologias e soluções embarcadas em seus produtos [...]"</p>

Quadro 7 - Síntese da entrevista com o fornecedor EMC à luz das proposições
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

5. RESULTADOS E ANÁLISES

Para Santos (2009), a triangulação de técnicas de pesquisa é um procedimento que possibilita a ampliação de perspectivas. Pode-se integrar, por exemplo, num mesmo estudo a pesquisa documental, dados estatísticos, coletados via questionário, e incluir, concomitantemente, a depoimentos colhidos através de entrevistas. Desta forma, a multiplicidade de técnicas pode propiciar um conhecimento mais aprofundado do objeto de pesquisa e um grau maior de cientificidade.

5.1. Resultado da pesquisa documental

Os dados da pesquisa documental apresentados a seguir foram obtidos junto às áreas de infraestrutura, responsáveis pela gestão da capacidade elétrica e demais *facilities* nos *Data Centers* do Banco em estudo. O acesso aos dados permitiu avaliar os itens de verificação propostos, tais como, Refrigeração (Ar Condicionado), Energia (PUE) e Espaço Físico à luz das melhores práticas de governança e sua relação com o constructo Eficiência Energética no *Data Center*.

5.1.1. Métrica de eficiência de energia

Os dados do Gráfico 2 representam o acompanhamento diário do consumo de energia para efeito de cálculo da média do PUE mensal.

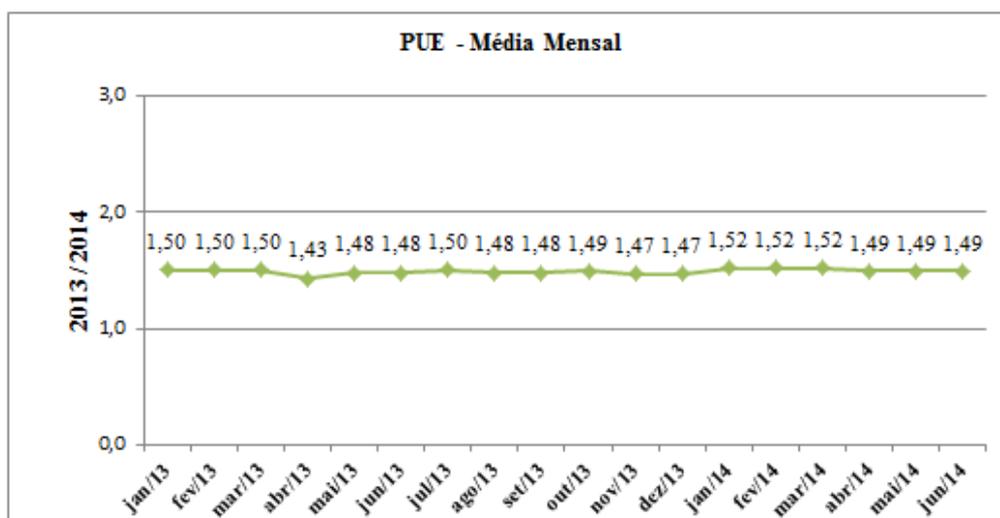


Gráfico 2 - PUE - Média mensal
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

Os dados consolidados demonstram que a média mensal de 1,49 no período analisado coloca o principal *Data Center* do banco estudado na categoria de “Eficiência” conforme estabelecido por Ferreira (2012).

5.1.2. Capacidade de armazenamento de dados

Os dados da pesquisa documental sobre a capacidade total de armazenamento diz respeito somente à plataforma distribuída. De acordo com os principais autores citados na pesquisa bibliográfica, a crescente demanda na produção de dados digitais fez com que o planejamento da arquitetura dos sistemas de armazenamento adotasse novos modelos tecnológicos para fazer frente à explosão de dados percebida nos últimos 4 anos, conforme o Gráfico 3.

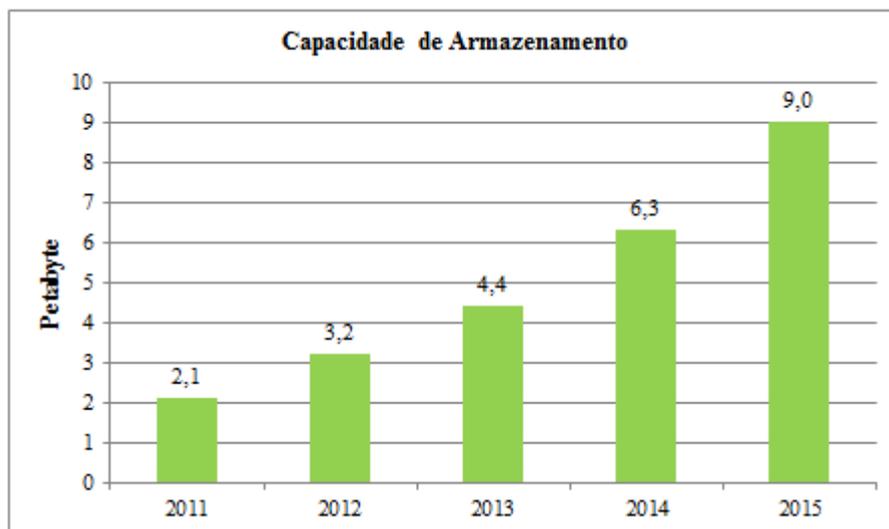


Gráfico 3 - Capacidade de Armazenamento em *Petabyte*
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

5.1.3. Dispositivos de Armazenamento - Discos

A tendência de crescimento na produção de dados automaticamente demanda investimentos em equipamento de armazenamento. Entretanto, conforme mostra o Gráfico 4, o crescimento linear do número de equipamentos já vem sendo sensibilizado pelas novas tecnologias, pelas soluções e melhores práticas com o uso de consolidação em um número menor de equipamentos e pela virtualização, que permite a otimização da capacidade do equipamento e o aproveitamento de sistemas legados.

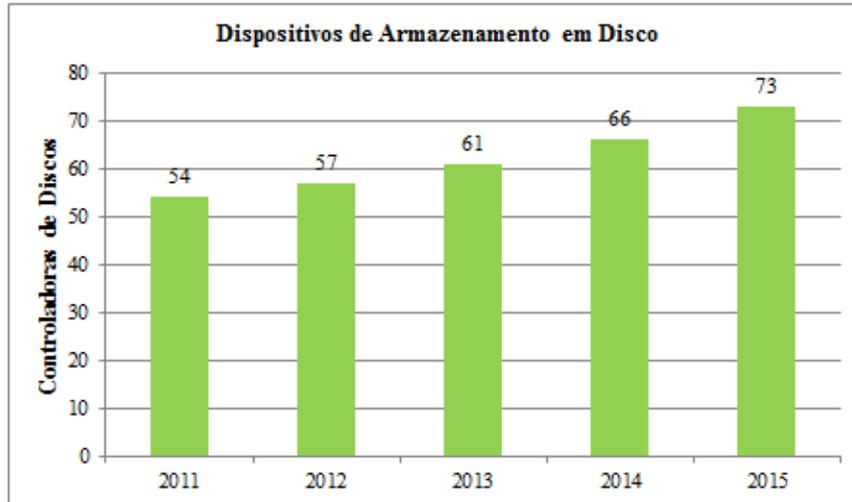


Gráfico 4 - Quantidade de dispositivos de armazenamento em disco
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

5.1.4. Dispositivos de Armazenamento – Backup em Fitas Magnéticas

O *backup* é uma atividade fundamental na organização. São sistemas destinados à cópia dos dados, atividade necessária para assegurar sua conservação. Sem uma política confiável de *backup*, os dados mais importantes podem ser perdidos, comprometendo a continuidade dos negócios e atendimento às exigências regulatórias do sistema bancário. O crescimento exponencial de dados faz com que a infraestrutura de *backup* cresça proporcionalmente, porém, é preciso garantir que os arquivos sejam recuperados em caso de desastre ou falha. O Gráfico 5 mostra que a quantidade de equipamentos de *backup* evoluiu de acordo com a demanda dos sistemas de armazenamento.

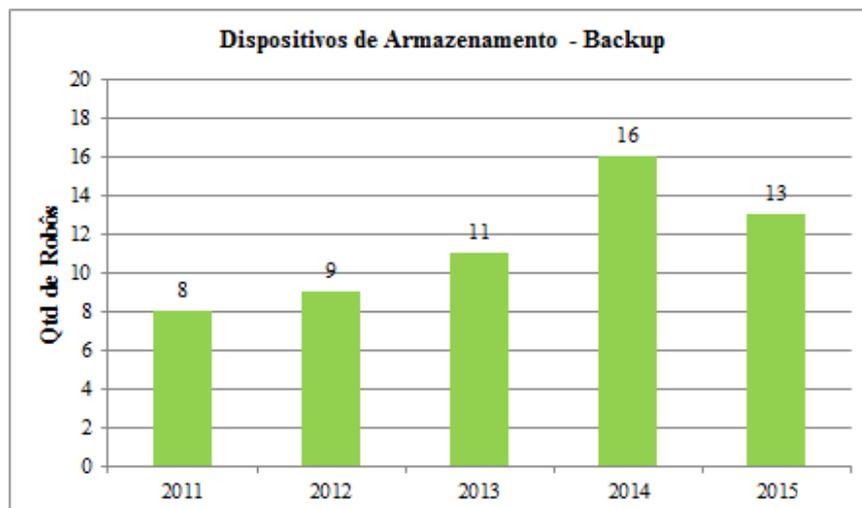


Gráfico 5 - Quantidade de dispositivos de armazenamento em fita magnética
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

Foi possível constatar na bibliografia e nas entrevistas com os fornecedores que soluções de deduplicação e hierarquização dos dados armazenados viabilizam o uso de um número menor de equipamentos. Como resultado, favorece a redução dos custos, economia de energia e de espaço físico, além de uma janela de processamento do *backup* mais curta e agilidade na recuperação de dados para não comprometer o suporte aos sistemas e rotinas de negócio.

5.1.5. Consumo de Energia

O Gráfico 6 representa o consumo de energia no período. De acordo com Thieme (2005), o *Data Center* deve ter dois tipos de distribuição, ou seja, energia essencial e energia crítica. A Energia essencial visa alimentar as cargas essenciais, as quais podem sofrer quedas momentâneas de energia de, no máximo, 30 segundos, até que geradores de emergência assumam toda a carga do *Data Center*. Os sistemas UPS - *Uninterruptible Power System*, ou *no-breaks*, retificadores, ar condicionado, iluminação e tomadas de uso geral, são alguns exemplos de cargas essenciais. A Energia Crítica visa alimentar a carga dos equipamentos que, em nenhuma hipótese, poderão sofrer uma queda de energia, ou seja, aqueles que têm por objetivo os requisitos de disponibilidade máxima, sendo que, tal carga deve ser alimentada por sistemas UPS, como por exemplo, os equipamentos de TI tais como os *Mainframes*, Servidores, Salas-Cofre, Teleprocessamento, Segurança, entre outros.

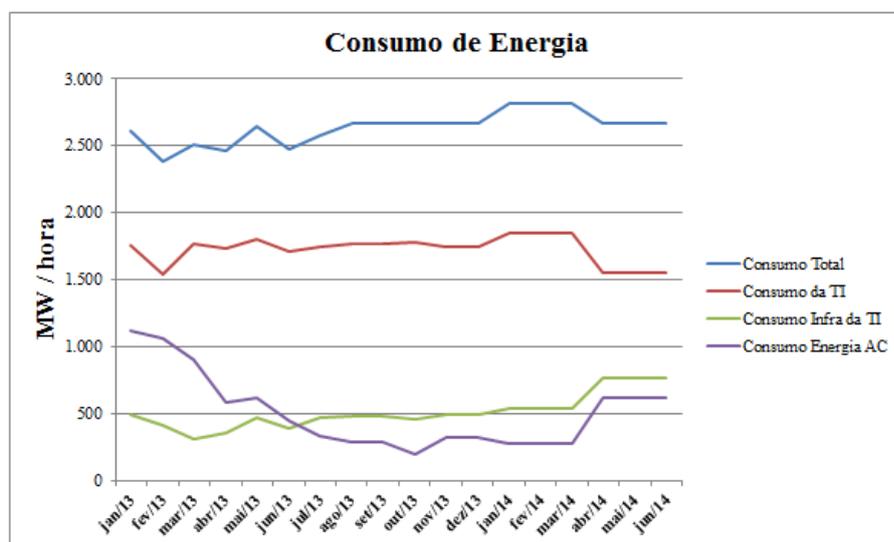


Gráfico 6 - Consumo de Energia Elétrica em MWh
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

A qualidade da carga de energia no *Data Center* é fundamental para a continuidade e confiabilidade das operações de TI. Por isso, as iniciativas de melhoria contínua são permanentes. É possível constatar que, conforme proposto no modelo teórico, a combinação de tecnologias, soluções e uma política de melhores práticas na gestão dos recursos refletem na manutenção da eficiência no consumo de energia. Destaca-se no período a continuidade do uso da virtualização e consolidação de servidores. A instalação de equipamentos mais densos em termos de capacidade de processamento (CPU) e memória viabiliza a redução do número de equipamentos físicos, substituindo equipamentos de menor capacidade de recursos, principalmente quando aplicada a virtualização.

5.1.6. Consumo de Ar Condicionado

Os ajustes de parâmetros de operação fazem parte das iniciativas de melhoria contínua dos sistemas de refrigeração do *Data Center*. Sistemas de automação monitoram os grupos formados por *Chiller*, torre e bombas. Os ajustes fazem com que o acionamento ocorra somente em determinadas cargas térmicas. Conforme Gráfico 7, medições diárias permitem mensurar a economia de energia que o novo parâmetro de operação proporcionou. Iniciativas como estas permitiram a otimização na utilização das centrais de água gelada, reduzindo o tempo de operação simultâneo, fazendo com que um conjunto de *Chillers*, bombas e torre permaneçam em *stand-by* por um período maior.

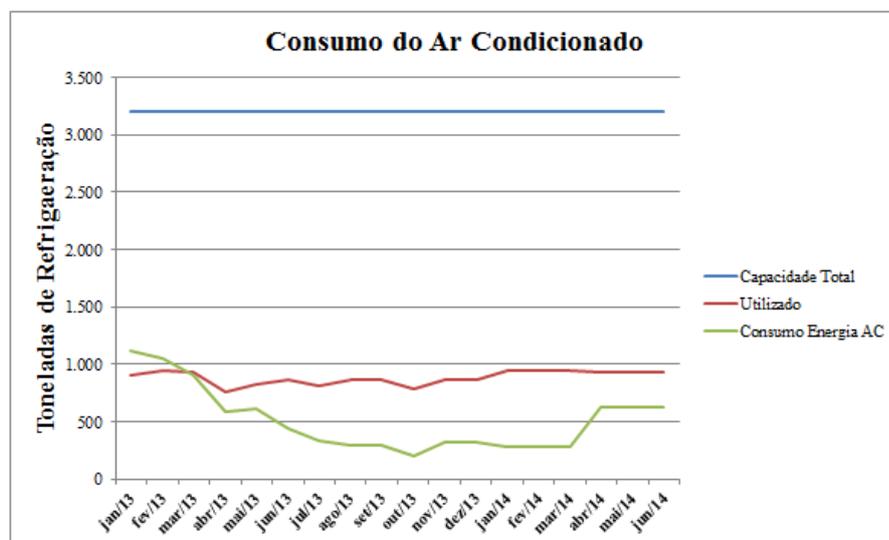


Gráfico 7 - Capacidade e Consumo de Refrigeração
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

Como resultado, estas ações podem proporcionar economia de até 300 KWh e a redução do PUE – *Power Usage Effectiveness* – médio. Densidades adequadas de energia e refrigeração no ambiente, além de economia, garantem resposta adequada às necessidades de mudanças sem afetar as operações da TI.

5.1.7. Ocupação do espaço físico

O espaço físico é um importante fator a ser considerado no planejamento do *Data Center*. As melhores práticas verificadas no estudo de caso estão entre as soluções mais citadas na pesquisa bibliográfica e também nas entrevistas com os principais fornecedores. O Gráfico 8 mostra abaixo que inovações como consolidação e computação de alta densidade, nesse caso, os servidores do tipo *Blade*, por exemplo, mais o uso da virtualização viabilizaram ainda mais a otimização do metro quadrado no *Data Center* no período.

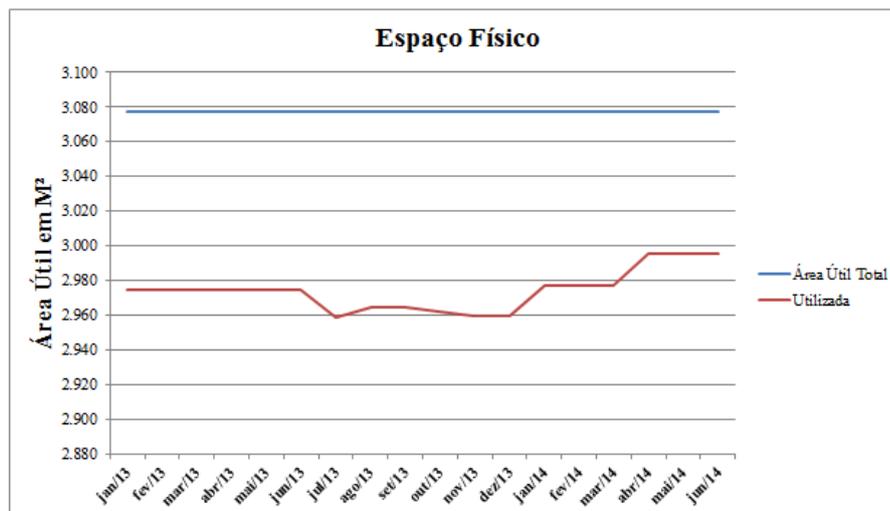


Gráfico 8 - Monitoração do espaço físico – Área útil utilizada
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

5.1.8. Melhoria contínua

Com base na pesquisa bibliográfica e após a exposição dos principais dados de infraestrutura, obtidos por meio da pesquisa documental, são aqui apresentadas de forma consolidada, algumas das melhores ferramentas de melhores práticas e melhoria contínua para reduzir o consumo de energia no *Data Center*. De acordo com Rasmussen (2012), os valores de redução de consumo de energia apresentados no Quadro 8 a seguir foram obtidos por meio de cálculos de energia aplicados a uma série de projetos de *Data Center*.

Economia		Orientação	Limitações
Dimensionamento correto da infraestrutura física do <i>Data Center</i>	10 a 30%	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de uma arquitetura modular e dimensionável de alimentação e resfriamento. • A economia é maior para sistemas redundantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para novos projetos e algumas expansões.
Virtualização de servidores	10 a 40%	<ul style="list-style-type: none"> • Não é tecnicamente uma solução de infraestrutura física, mas tem um impacto radical. • Envolve a consolidação de aplicativos em menos servidores, normalmente servidores do tipo <i>blade</i>. • Também libera a capacidade de alimentação e refrigeração para a expansão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer grandes mudanças nos processos de TI. • Para conseguir economia em uma instalação existente, pode ser necessário desligar alguns equipamentos de alimentação e refrigeração.
Arquitetura mais eficiente de sistemas de ar condicionado	7 a 15%	<ul style="list-style-type: none"> • O resfriamento por fileira é mais eficiente em alta densidade. • Caminhos de ar mais curtos exigem menos potência de ventilador. • As temperaturas de alimentação e retorno do CRAC são mais elevadas, aumentando a eficiência, a capacidade e evitando a desumidificação, reduzindo, assim, os custos de umidificação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para novos projetos. • Os benefícios são limitados aos projetos de alta densidade.
Modos de economia dos condicionadores de ar	4 a 15%	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos condicionadores de ar oferecem opções de economizador. • Isso pode proporcionar uma economia substancial de energia, dependendo da localização geográfica. • Alguns <i>Data Centers</i> têm sistemas de ar condicionado com modos de economizador, mas a operação com o economizador fica desativada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para novos projetos. • Difícil de readaptar.
Layout de área mais eficiente	5 a 12%	<ul style="list-style-type: none"> • O layout da área afeta muito a eficiência do sistema de ar condicionado. • Envolve a distribuição corredor quente / corredor frio através de um posicionamento adequado do sistema de ar condicionado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para novos projetos. • Difícil de readaptar.
Equipamentos de energia mais eficientes	4 a 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Os novos sistemas de <i>no-breaks</i> de alta qualidade apresentam 70% menos perdas do que os <i>no-breaks</i> antigos com cargas típicas. • A eficiência com cargas leves é o principal parâmetro. Não há eficiência com carga plena. • Importante: As perdas dos <i>no-breaks</i> devem ser resfriadas, o que dobra seus custos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para novos projetos ou readaptações.
Coordenação de aparelhos de ar condicionado	0 a 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Muitos <i>Data Centers</i> têm vários condicionadores de ar que realmente lutam entre si. • Um pode aquecer enquanto o outro resfria. • Um pode desumidificar enquanto o outro umidifica. • O resultado é um desperdício gigantesco. • O diagnóstico pode exigir uma avaliação profissional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em qualquer <i>Data Center</i> com mais de um condicionador de ar.

Economia		Orientação	Limitações
Posicionamento correto das placas de piso ventiladas	1 a 6%	<ul style="list-style-type: none"> • Muitas placas ventiladas estão localizadas incorretamente ou em quantidade errada em grande número de <i>Data Centers</i> comuns. • Os locais corretos não são intuitivamente óbvios. • Uma avaliação profissional pode garantir um resultado ideal. • Benefício adicional: redução de pontos de concentração de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Somente para <i>Data Centers</i> que usam piso elevado. • Fácil, mas exige orientação especializada para alcançar o melhor resultado.
Aparelhos de iluminação com eficiência energética	1 a 3%	<ul style="list-style-type: none"> • Desligar algumas ou todas as luzes de acordo com a hora do dia ou o movimento. • Usar uma tecnologia de iluminação mais eficiente • Importante: A potência de iluminação também deve ser resfriada, duplicando o custo. • O benefício é maior em <i>Data Centers</i> de baixa densidade ou parcialmente preenchido. 	<ul style="list-style-type: none"> • A maioria dos <i>Data Centers</i> pode se beneficiar.
Instalação de painéis de isolamento	1 a 2%	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da temperatura de entrada dos servidores • Também economiza energia através do aumento da temperatura do ar de retorno do CRAC. • Uso de espelhos cegos encaixáveis: De baixo custo e de fácil instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para qualquer <i>Data Center</i>, antigo ou novo.

Quadro 8 - Estratégias práticas para reduzir o consumo de energia elétrica no *Data Center*

Fonte: Adaptado de Rasmussen (2012)

Para Rasmussen (2012), algumas das economias descritas no Quadro 8 podem ser incorporadas aos equipamentos fornecidos pelos fabricantes, mas a maioria está relacionada com o projeto e a instalação do sistema. Alguns fornecedores oferecem projetos de sistemas padronizados e pré-projetados, que foram otimizados e homologados para alta eficiência e devem ser consultados. É possível também contratar empresas especializadas em serviço de avaliação de eficiência energética de *Data Center*, as quais farão uso de ferramentas especializadas e métodos especificamente projetados para *Data Centers*.

5.2. Resultado da entrevista com fornecedor

As entrevistas são uma fonte essencial de evidências para o estudo de caso (Yin, 1989), uma vez que os estudos de caso em pesquisa social lidam geralmente com atividades de pessoas e grupos (Bressan, 2000). Dessa forma, os respondentes bem informados podem fornecer importantes *insights* sobre a situação em estudo. E ainda, de acordo com Yin (1989), em entrevistas de natureza aberta-fechada o investigador pode solicitar aos respondentes a apresentação de fatos e de suas opiniões a eles relacionados.

5.2.1. IBM - Aspecto analisado: Tecnologias

De acordo com o entrevistado, a preocupação da IBM em relação à quantidade de energia consumida por servidores e sistemas de armazenamento reflete a busca constante pela inovação e tecnologias capazes de produzir equipamentos com menor consumo de energia e também, menor emissão de calor no ambiente do *Data Center*. Em 2012, a IBM foi premiada pela eficiência energética em 27 *Data Centers* em 15 diferentes países da Europa. O respondente enfatiza que [...] os prêmios recebidos destacam essa filosofia de empresa entre as mais premiadas pela eficiência de energia [...]. Acrescenta que, com o desenvolvimento de novos algoritmos, como por exemplo, a virtualização, a deduplicação e a compressão de dados permite desenvolver soluções inovadoras que otimizam cada vez mais o uso do equipamento de armazenamento em vários aspectos.

Quanto aos discos do tipo SSD - disco de estado sólido - o entrevistado explicou que essa tecnologia utiliza *microchips* de silício como memória não volátil. Esta tecnologia de armazenamento é aplicada de duas formas, ou seja, em discos do tipo SSD – *Solid State*

Drive. Esses discos são ligados no mesmo barramento de interconexão do equipamento de armazenamento. A IBM também desenvolveu esta tecnologia, porém, em placas integradas em módulos que tem capacidade entre 8 e 40 *terabyte*. Estes sistemas são chamados de *Flash System*, sistemas de memórias externas conectadas aos processadores por meio de fibra ótica ou, quando presentes nos sistemas de armazenamento, estão conectados no barramento de memória e não no barramento de discos comuns, fator determinante para o aumento de desempenho se comparado aos discos do tipo SSD e, principalmente a discos tradicionais, os HDs.

Questionado sobre o mercado consumidor de TI e, especificamente, sobre essa tecnologia nas empresas, explicou que a maioria das organizações está adotando as tecnologias de SSD e *Flash* em ritmo acelerado. De acordo com a IDC (2013), até janeiro de 2014 no mínimo 50% das empresas de TI, incluindo a IBM, já teriam preparado todos os seus servidores e sistemas de armazenamento para receber dispositivos que continham tecnologia SSD. Hoje, o IDC prevê que 80% de todos os equipamentos de armazenamento de dados vendidos no mundo já estão preparados para oferecer grande capacidade de armazenamento em SSD.

De acordo com o entrevistado, no conjunto, as soluções de armazenamento de dados mais proeminentes quanto à redução de espaço físico, ar condicionado e energia elétrica é a adoção das tecnologias de novos discos do tipo SSD e *Flash*, combinados com soluções de virtualização de equipamentos e deduplicação de dados, a compactação e a virtualização de *Tape Libraries*, ou seja, dispositivos de armazenamento de dados em fitas magnéticas.

Ao se referir à tecnologia, ficou claro que a evolução da tecnologia de discos do tipo SSD, disco de estado sólido ou baseado em sistemas *Flash*, é vista como uma das mais importantes saídas para o armazenamento inteligente, tempo de resposta ideal para as principais aplicações de missão crítica e obviamente, ganhos de eficiência na infraestrutura, mas, de alto custo ainda. Segundo a IBM, nas palavras do entrevistado, é possível que os discos com esse nível tecnológico possam se igualar, em termos de preço, em cinco anos.

Sobre capacidade desempenho, para a IBM, já é possível uma análise de quanto os discos do tipo SSD e *Flash* são mais eficientes. Dependendo do nível de utilização dos discos

magnéticos, a tecnologia *Flash* baseada em memórias não voláteis, por exemplo, é cerca de 300 a 1000 vezes mais rápidas que os discos magnéticos comuns, ou seja, do tipo HDD. Portanto, para o mesmo nível de desempenho, é possível reduzir a quantidade de discos magnéticos de 3 a 10 vezes. Em números absolutos, para a mesma volumetria, em alguns casos é possível também reduzir o espaço físico no *Data Center* em até 70%.

5.2.2. IBM - Aspecto analisado: Soluções

Quando o assunto diz respeito aos investimentos em TI, a IBM considera que o ponto forte são as iniciativas em direção ao que há de mais moderno no mercado de tecnologias de TI para suportar os sistemas críticos da organização. Dessa forma, a IBM trouxe para a TI do Banco a tecnologia *Flash* de armazenamento de dados de alto desempenho e capacidade. Diferente dos discos tradicionais do tipo HDD ou SSD, são placas de memória não volátil também conhecidas como *High Performance Flash Enclosure*.

A consolidação, virtualização e hierarquização, além do emprego das tecnologias de discos do tipo SSD e *Flash*, são uma combinação de tecnologias, práticas e políticas que realmente levam a diminuir o uso de energia, pois inaugura uma quebra de paradigma na utilização de circuitos e *microchips* de memória em detrimento à utilização de discos físicos, conhecidos como *Spins*, que giram em alta velocidade, são maiores, geram mais calor, têm mostrado não só eficiência em termos de consumo de energia, mas também capacidade de armazenamento e espaço físico por *terabyte* no *Data Center*.

Especificamente sobre a consolidação do armazenamento de dados em menor número de equipamentos frente à crescente produção de dados digitais, o entrevistado explicou que as soluções de armazenamento hoje possuem algoritmos e *softwares* embarcados que otimizam a utilização destes dispositivos de armazenamento. Exemplo disso é a Deduplicação e a Compressão de dados. A Deduplicação não armazena dados que já existem gravados no dispositivo de armazenamento e cria ponteiros para dados pré-existentes resultando economia de consumo de espaço em disco na ordem de vinte vezes a área de dados genuinamente alocada para determinado sistema. A compressão chega a comprimir determinados sistemas de dados até duas vezes o espaço equivalente pré-alocado em discos físicos convencionais ou do tipo SSD baseado em *Flash*.

Conforme esclareceu o entrevistado, a IBM tem desenvolvido em seus laboratórios fitas magnéticas de alta capacidade que podem armazenar até dez *terabyte* de dados, além de compressão. Assim, já é possível testar nesses laboratórios hoje, fitas magnéticas que chegarão a 100 *terabyte* de capacidade de armazenamento em um único cartucho.

O entrevistado acredita que as soluções IBM podem ajudar os clientes a reduzir custos e minimizar sistemicamente energia, água, emissões de carbono e resíduos. Enfatiza que a IBM está ajudando os clientes a se tornarem mais eficientes em termos energéticos, fabricar e distribuir produtos e serviços de uma forma mais sustentável, permitir fontes seguras e renováveis de energia e gestão de recursos em um nível macro, transformando toda a indústria.

Hoje o Banco é um dos maiores parceiros da IBM no mundo. Por meio dessa parceria, a IBM fornece e implementa soluções de consolidação de *Data Center* aplicando o que há de mais moderno e disponível no mercado de tecnologia de TI. Dessa forma, ganhos de eficiência em relação ao consumo de energia, otimização do espaço físico e menor carga térmica é resultante das soluções de virtualização, deduplicação e compressão percebidas na camada de armazenamento de dados.

No conjunto, conforme relata o entrevistado, as soluções de armazenamento de dados mais proeminentes quanto à redução de espaço físico, ar condicionado e energia elétrica é a adoção das tecnologias de novos discos do tipo SSD e *Flash*, combinados com soluções de virtualização de equipamentos e deduplicação de dados, a compactação e a virtualização de *Tape Libraries*, ou seja, dispositivos de armazenamento de dados em fitas magnéticas.

Hoje já possível obter ganhos de eficiência, observa o entrevistado, por meio da consolidação de servidores e equipamentos de armazenamento mais antigos com o uso da consolidação de várias plataformas de dados em um único ponto de gerenciamento. A esse gerenciamento unificado dá-se o nome de *Storage Virtualization*, ou seja, virtualização do armazenamento.

A IBM utiliza para essa solução o SVC – *SAN Volume Controller*, uma ferramenta capaz de analisar a área útil de todas as plataformas e melhor utilizar todo o parque de

armazenamento sem que a primeira decisão seja fazer novas aquisições. Esta plataforma da IBM possui algoritmos que identificam a baixa utilização de determinados sistemas, mesmo que de outras marcas, e passam a utilizar a capacidade ociosa. O SVC também pode compactar todo o parque de armazenamento por ele gerenciado sem comprometer o desempenho, mesmo que estes equipamentos não sejam da marca IBM.

5.2.3. IBM - Aspecto analisado: Meio ambiente

Em conformidade com os programas de ecoeficiência da empresa estudada, a IBM está completamente inserida e em posição de liderança em iniciativas para a máxima eficiência energética e menor impacto ambiental com os produtos que desenvolve e comercializa, como por exemplo, a iniciativa *GREEN*, cujo tema é “*Sustainability is no longer a option, Sustainability is a imperative*”. Abordam principalmente grandes temas como *Smart Buildings*, *Green Data Centers*, *Sustainability Solutions* e *Stewardship*, todos disponíveis em seu *site*.

O entrevistado acredita que os atributos ambientais favorecem a decisão pela aquisição dos produtos IBM pela sua eficiência no consumo de energia e menor dissipação de calor no ambiente, comprovada nos *benchmarks* das principais associações que definem os requisitos e padrões que regem as boas práticas do mercado de armazenamento de dados. Dentre os principais *sites* e associações que apontam as melhores práticas com o objetivo de classificar os produtos quanto à eficiência, esclarece, está a *Energy Star* e a *SNIA – Storage Network Industry Association*.

Esse fornecedor, conforme relata, possui uma estratégia extremamente rigorosa e bem difundida voltada à eficiência energética em todos os produtos da marca. Os desafios são claros: a necessidade de água limpa e ar, a entrega acessível e confiável de energia, a oferta cada vez menor de combustíveis fósseis, a realidade das mudanças climáticas e suas implicações para as gerações futuras.

Na IBM a abordagem é dupla: “[...] estamos trabalhando para tornar os nossos produtos e processos existentes mais eficientes, tanto para o meio ambiente como para as empresas, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de inovações que podem ajudar o mundo ser

mais inteligente, impulsionar melhorias econômicas e operacionais, aumentar a responsabilidade e a diminuir o impacto ambiental. Hoje, questões relacionadas com o clima e energia estão no topo da nossa agenda estratégica” [...].

Dessa forma, a IBM garante a entrega de valor em termos ambientais por meio das mais importantes e modernas soluções de armazenamento. A virtualização de *hardware* com algoritmos para melhor utilização do equipamento e *softwares* de compactação e deduplicação de dados estão entre as soluções mais atuais.

5.2.4. IBM - Aspecto analisado: Políticas

Os custos de administração e gerenciamento são identificados pela IBM como um dos principais fatores que estão movendo as empresas a refazerem suas análises de TCO na TI corporativa. Por exemplo, a baixa utilização de alguns sistemas de armazenamento legados indicam que poderiam ser mais bem aproveitados e ganhar sobrevida se fossem virtualizados. Entretanto, em termos de soluções, essa é a proposta atual das iniciativas e um dos principais projetos da parceria.

Em relação ao reuso, destinação e descarte de equipamentos e componentes prejudiciais ao meio ambiente, a IBM possui políticas bem definidas em relação à desmontagem, descarte, reciclagem e reuso dos seus produtos, em conformidade com as melhores práticas internacionais, tanto das diretivas RoHS como das políticas de preservação e programas de ecoeficiência exigidas pelo Banco. O entrevistado afirma que a IBM tem uma abordagem holística para os desafios do planeta que combina tecnologia inovadora, conhecimento profundo do negócio e experiência no setor.

Enumerando as tendências do mercado consumidor de tecnologia da informação, a IBM considera que resulte em maior eficiência para o armazenamento de dados corporativo as seguintes soluções:

- Adoção de tecnologia de discos SSD baseados em sistemas *Flash*: mais *terabyte* de armazenamento por metro quadrado no *Data Center*.
- Virtualização de sistemas de armazenamento: otimiza a utilização de equipamentos legados sem a necessidade de novas aquisições.

- Virtualização do *Backup*: Otimização do espaço físico com a diminuição do número de *Tape Libraries* (Robôs) de armazenamento substituídos por soluções de armazenamento do *backup* em disco, combinado com a compactação e deduplicação de dados.
- Adoção das novas tecnologias de armazenamento em fitas magnéticas: As novas *Tape Libraries* podem consolidar até 300% do parque de armazenamento em fitas magnéticas, reduzindo o espaço ocupado por esse tipo de equipamento, conseqüentemente reduzindo os gastos com ar condicionado e energia.

Entretanto, o primeiro passo quando se olha para soluções de armazenamento de dados tecnologicamente verdes é o TCO em relação ao ciclo de vida dos dados armazenados. A partir disso, direcionar os investimentos para as tecnologias e soluções que melhor atendem as necessidades do negócio, considerando não apenas a agilidade e flexibilidade da TI para atender aplicações e produtos, mas também as exigências legais de guarda e disponibilidade da informação para a organização.

Ademais, conforme relatado pelo entrevistado, “[...] para o futuro, a IBM investe em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para reaproveitamento de energia dissipada em supercomputadores, utilização de materiais que não agredem o meio ambiente em todas as fases da produção e geometria de dissipação de calor ou energia acoplados a sistemas de armazenamento capazes de reduzir a utilização de energia [...]”.

5.2.5. Fujitsu - Aspecto analisado: Tecnologias

De acordo com o respondente, a Fujitsu trouxe novas tecnologias em sua linha de armazenamento de dados que permitem atingir maior desempenho com menor consumo elétrico e espaço. “[...] no passado, o desempenho só poderia aumentar pelo paralelismo de discos, o que significava adição de discos e muitas vezes o desperdício de espaço [...]”.

Em relação à tecnologia de hierarquização de dados, a funcionalidade *Automated Storage Tiering* (AST) que permite priorizar áreas dos sistemas que exigem mais desempenho para que esses sejam alocados em discos mais rápidos, é um avanço significativo neste ponto.

Enfatiza que a Fujitsu foi mais além e disponibilizou a funcionalidade de QoS – *Quality of Services*, que permite que a aplicação tenha o tempo de resposta que o cliente deseja e opções de prioridade de acesso por períodos (ex. produção durante o dia e rotinas a noite).

Outros exemplos citados são: a funcionalidade *Eco Model* presente em toda linha Fujitsu *Eternus*, que analisa os padrões de uso, desativando aqueles discos que não estiverem sendo utilizados, e o gerenciamento centralizado, por meio do qual todas as categorias de *Storages* Fujitsu (*entry-level*, *midrange* e *high-end*) são administradas por uma única console de gerenciamento. “[...] todas as tecnologias citadas visam reduzir o consumo de energia, além do uso eficiente de recursos, facilidades em administração dos sistemas e entrega do que é realmente necessário ao usuário final em termos de capacidade, desempenho e que atendam a demanda de uso de forma consciente [...]”.

A consolidação de um ambiente de armazenamento, deduplicação e um estudo para utilização dos melhores discos claramente podem diminuir o consumo de energia por tenderem a requerer um menor número de discos para atender uma demanda, conseqüentemente, diminuindo também o espaço útil e custos de ar condicionado.

Para o entrevistado, esses valores são entregues através de tecnologias empregadas nos equipamentos, como o caso da utilização do recurso *Automated Storage Tiering (AST)*, que seleciona os melhores discos para cada tarefa e utiliza processos de movimentação de dados transparentes. Por exemplo, unidades de discos SSD, além de consumirem menos energia, entregam um desempenho superior comparado aos discos mecânicos com a melhor rotação.

Os discos do tipo SSD usam memórias de semicondutores para o armazenamento de dados e não possuem motores ou outras peças móveis. Sendo assim, a economia de energia é grande e os acessos aos dados são rápidos. De acordo com o entrevistado os discos SSD têm grandes perspectivas nos próximos anos e espera-se que será cada vez mais usado pelo alto benefício da tecnologia.

A Fujitsu tem um *design* de montagem de alta densidade e reduziu significativamente as peças utilizadas nos modelos *Eternus DX S3*, diminuindo o tamanho do

produto final em cerca de metade dos modelos anteriores. Nas palavras do entrevistado, o consumo de energia foi reduzido pela metade usando um novo módulo de alimentação altamente eficaz e um novo sistema de controle de rotação para ventilação interna.

Podemos citar além das iniciativas quanto ao *hardware*, funcionalidades que o subsistema de armazenamento entrega. Em conjunto com o *software Eternus SF*, a função *Eco Model* de controle de tempo é usada para reduzir o consumo de energia apenas alimentando as unidades de disco de *backup* durante a janela de retenção. Tal utilização planejada de discos específicos pode ser configurada para grupos de *Redundant Array of Independent Disks* (RAID) individuais e operações de *backup*. O entrevistado informa que, nos testes realizados no *Eternus DX600 S3* com *Eco Model* habilitado, foi possível reduzir o consumo em 20% de energia e 2,593Kg em emissão de CO₂ por ano.

De acordo com o entrevistado, a Fujitsu procura balancear a crescente demanda de armazenamento com custos de energia, sem sacrificar a confiabilidade e rendimento. Enfatiza que empresas de todos os níveis de maturidade já perceberam os benefícios do SSD.

A linha de *Storage Eternus* série DX S3 passou por uma reformulação para atender às novas demandas de economia de energia e de responsabilidade social na questão ambiental. Uma das soluções com entrega de valores em termos ambientais, por exemplo, é a feature *Eco Model*. Por meio da tecnologia MAID - *Massive Array of Idle Disks*, é possível reduzir o consumo de energia e os custos com ar condicionado. Seu funcionamento é baseado na verificação do acesso ao disco: quando não acessados por 10 minutos ou mais, os *Drivers* param a rotação; quando acessados, começam a girar novamente.

Nesse contexto foi ressaltado que outra opção de função de *hardware* para reduzir o consumo de energia é o *Extreme Cache*, disponível nas versões *midrange* da família *Eternus S3*. De acordo com o entrevistado, com *Extreme Cache* é possível aumentar o cache do *hardware*, melhorando o desempenho de I/O, pois ele é composto por discos SSD instalado diretamente na própria controladora do *Storage*. Se comparado com discos normais *SAS/Nearline*, também é possível reduzir a quantidade de discos para fornecer a mesma quantidade de IOPS necessário de desempenho.

Mais um ponto de observação citado em soluções, é o uso de discos HD-DE - *High Density Drive Enclosure*. É um equipamento disponível nas versões *midrange* do *Eternus S3* formado por até 60 discos *Nearline* com tamanho de apenas 4U de espaço. Nessa mesma família *Eternus S3* é possível também ter a configuração de NAS no mesmo subsistema SAN, que a Fujitsu chama de *Unified Storage*. Nesse tipo de configuração, compartilha-se a mesma controladora e CPU entre as funcionalidades SAN/NAS, sendo que não há necessidade de ter um *gateway* NAS separado para suportar tal função, bastando apenas adicionar mais memória *cache* e placas de rede *Ethernet*, além de atualização de *firmware* para habilitar uso do NAS. E através do *software* de gerenciamento do *Storage* é possível verificar a temperatura corrente do *Storage* e de seus componentes, configurar envio de alertas de temperatura ao administrador e também a central de suporte da Fujitsu (*REMCS Center* ou *AIS Center*).

Para a Fujitsu, a demanda por discos SSD vem aumentando significativamente ao longo dos anos, a expectativa é que por isso possibilite o ganho de escala de tal forma que reduza o custo da tecnologia no longo prazo. Ano após ano, aumenta-se a capacidade de armazenagem (hoje os discos SSD conseguem ter uma capacidade de até 1.6 *terabyte*), seu valor por *gigabyte* tem caído e diminui o consumo de energia por disco.

De acordo com o entrevistado, a Fujitsu considera que todas as tecnologias tem espaço no mercado, desde fitas até os discos SSD. Podemos combinar cada uma delas em camada específicas, melhorando o ambiente do cliente. Os *Storages* usam a combinação entre *Extreme Cache*, SSD, SAS e NL-SAS, aliados à inteligência de trabalhar e distribuir cargas entre essas camadas. Para a camada de *backup* podemos combinar fitas e *cache* (disco) em uma arquitetura de alta segurança, podendo chegar a armazenamento de 15 *petabyte* de dados e vazão de até 150 *terabyte* por hora com a solução *Eternus CS 8800*.

Questionada se já é possível avaliar ganhos de eficiência, afirma que sim. Unidades SSD usam memórias de semicondutores para o armazenamento de dados. Uma vez que eles não possuem motores ou outras peças móveis, o SSD torna possível a economia de energia e acesso aos dados em alta velocidade.

Em comparação com discos mecânicos de 15.000 RPM – mil rotações por minuto, um SSD oferece esmagadoramente maior nível de IOPS para acessos aleatórios. Isto promete

eficácia considerável quando usado para bancos de dados e outras aplicações que requerem desempenho aleatório forte. Em uma análise avaliando o número de operações, os discos mecânicos de 10.000 RPM e 15.000 RPM entregam 140 IOPS – *Input Output per Second* e 180 IOPS respectivamente. Já um disco SSD chega à faixa de entrega de 3.300 IOPS.

O entrevistado também enfatiza que a falta de peças móveis também torna as unidades SSD mais confiáveis do que os discos rígidos. Com os sistemas *Eternus DX*, os dados armazenados em HDDs podem ser deslocados para SSDs para melhor desempenho e maior eficiência no consumo de energia. Isso é “*Tiering*”, ou seja, armazenamento em camadas. Além disso, é possível ter uma análise de desempenho dos discos através do *software* utilizado pela Fujitsu, o *Eternus SF Storage Cruiser*, para gerar relatórios dos principais componentes físicos e lógicos de seus equipamentos, incluindo tipos de discos, volumes, RAID, entre outros.

5.2.6. Fujitsu - Aspecto analisado: Soluções

Para o entrevistado, apesar do crescimento da produção de dados digitais, a consolidação para diminuição do número de equipamentos deve ser vista caso a caso. Explicou que, apesar de ser a forma mais lógica e convencional para redução de espaço e consumo, existem equipes diferentes nas empresas, dedicadas para cada sistema e operações complexas para manter os ambientes funcionando. Além dos sistemas segregados por questões legais e de negócios. Este é um caso onde as melhores práticas se chocam com a necessidade de melhor uso dos recursos e gerenciamento, quando os ambientes estão isolados os problemas também estão.

O entrevistado acredita que o *Storage* é um equipamento crítico e a Fujitsu está preparada para suportar tais consolidações onde aplicáveis. “[...] hoje, a linha de subsistemas de armazenamento *Eternus* é vendida juntamente com uma console de gerenciamento de forma que através dele, o cliente possa centralizar o gerenciamento de todos os *Storages* em uma única interface gráfica [...]”. Isso facilita a administração e operação dos recursos e *features* presentes nos *Storages* Fujitsu.

Além disso, atualmente nossos equipamentos trazem um grande aumento na capacidade de processamento, cobrindo a demanda dos cenários atuais na produção de dados e um relevante salto na questão de capacidade de volumetria, suportando ambientes que geram grandes volumes.

De acordo com o entrevistado, a Fujitsu está conduzindo um estudo sobre os benefícios entre a consolidação do atual ambiente de armazenamento e o emprego da funcionalidade MAID, citada anteriormente. Ambas com o propósito da otimização de espaço utilizado e, conseqüentemente, diminuição no consumo de energia e ar condicionado.

Para o entrevistado, em combinação aos discos SSD, os sistemas de armazenamento *Eternus DX S3* entregam a *feature* AST - *Automated Storage Tiering*, a que se refere à capacidade dos arranjos do *Storage* em se movimentar automaticamente em blocos de dados entre os diferentes tipos de disco e níveis de RAID para atender entre desempenho e uso do espaço, evitando assim, os chamados pontos quentes. Em geral, a principal vantagem da função é mover os dados mais acessados a discos de alta velocidade, tais como unidade de SSD, e os de menos acesso em discos de baixo custo com grandes capacidades. Isto traz facilidade aos administradores para encontrar um equilíbrio entre desempenho, capacidade e custo.

5.2.7. Fujitsu - Aspecto analisado: Meio Ambiente

Nos dias atuais, a eficiência energética tem uma importância jamais observada anteriormente devido aos crescentes custos da energia e à preocupação com os recursos naturais. Desde 1938, o entrevistado esclarece que a Fujitsu vem adotando práticas sustentáveis nos negócios. Seguindo este conceito, enfatiza que os sistemas de armazenamento de dados da Fujitsu, como o *Eternus*, são projetados para suportar a economia de energia através de funções específicas e de tecnologias de montagem em alta densidade. Por exemplo, os componentes internos que geram calor são dispostos em linha reta, removendo obstáculos naturais para o fluxo de ar e facilitando a refrigeração. Outro exemplo citado pelo respondente são as funções *Eco Mode*, que analisam os padrões de uso dos discos e podem desligar aqueles que não estiverem sendo utilizados, reduzindo tanto o consumo de energia quanto a geração de calor, otimizando o uso da eletricidade e do ar condicionado.

O conceito de redução de impacto ambiental também é observado constantemente no processo produtivo da Fujitsu. Para o entrevistado, apenas no ano fiscal de 2013, por exemplo, a Fujitsu instalou em algumas de suas fábricas geradores solares capazes de produzir 210 KW, além de ser utilizado aproximadamente 23.000 KWh de energia gerada por fontes sustentáveis. A preocupação estende-se até mesmo a detalhes como empacotamento. Nas embalagens dos produtos maiores, as tradicionais espumas foram substituídas por sacos retornáveis. Com esta modificação a Fujitsu conseguiu aumentar a eficiência na utilização de materiais de empacotamento e reduzir a emissão de CO2.

Algumas entidades independentes como a *Computerworld*, a *Newsweek*, o *Gartner* e a *WWF - World Wide Fund for Natures*, publicam *rankings* de empresas relacionadas à sustentabilidade. Alguns exemplos destes *rankings* (com os resultados obtidos pela Fujitsu) são:

- No *ranking Top 12 Green IT Vendors da Computerworld* a Fujitsu ficou em primeiro lugar em 2010 e 2011.
- No *Green Ranking da Newsweek*, incluindo 500 empresas de todas as áreas de negócio, a Fujitsu ficou em 17º lugar em 2012.
- No relatório *Low Carbon na Environmental Leadership in the ICT Industry 2010* do *Gartner* e do *WWF*, a Fujitsu foi reconhecida como uma das empresas líderes.

O Grupo Fujitsu definiu alguns padrões para desenvolvimento de produtos amigáveis ao meio ambiente. O respondente explica que os produtos que atendem a estes padrões são denominados *Green Products*. Os níveis dos padrões são constantemente aumentados, em um esforço para reforçar e aperfeiçoar a eficiência dos nossos *Green Products*. No desenvolvimento de novos produtos a Fujitsu trabalha para criar *Super Green Products* que são aqueles que não apenas atendem às exigências dos *Green Products*, mas também são os melhores em suas classes em termos de baixo consumo de energia, não utilização de substâncias perigosas, materiais de embalagem e utilização de materiais e tecnologias amigáveis ao meio ambiente. Os *Super Green Products* são reconhecidos como tendo características ambientais superiores aos outros existente no mercado, e o *Storage Eternus* é classificado como um *Super Green Product*.

Para a Fujitsu, TI Verde deve buscar a redução do impacto ambiental para os clientes e para a sociedade. Para os clientes, a Fujitsu oferece produtos com baixa emissão de carbono e consumo reduzido de energia. A sociedade, por sua vez, é beneficiada quando as soluções da Fujitsu são utilizadas por nossos clientes, permitindo a eles reduzir o impacto ambiental de suas atividades.

Os produtos Fujitsu são projetados para reduzir os encargos ambientais sobre as empresas e a sociedade. As contínuas inovações em tecnologias e operações ecologicamente benéficas de economia de energia são repassadas em apoio aos esforços ambientais da empresa. Nesse ponto, o respondente coloca que, graças ao seu conceito de família única, o *Eternus DX* é especialmente *eco-friendly*, por utilizar os mesmos componentes ao longo de toda a família de armazenamento, permitindo que os clientes reutilizem os componentes existentes ao atualizar para um sistema de maior capacidade quando o sistema atual não suportar uma nova demanda, desempenho ou funcionalidade necessária. Combinando este conceito com todas as características sustentáveis inclusas nos sistemas *Eternus DX*, torna-o um dos sistemas de armazenamento em discos com a melhor eficiência e economia em termos energéticos.

E ainda, em relação ao espaço físico e conseqüentemente ao consumo energético, “[...] devido à arquitetura dos *Storages* Fujitsu ser em *Rack Model*, ou seja, adaptável ao *rack* padrão no *Data Center*, é possível começar com o modelo menor de entrada e, conforme for necessário para se adequar as mudanças e crescimentos do ambiente, expande a quantidade de discos *enclosures*, quantidade de controladoras, memória *cache* e adaptadores de interface de conexões, realizando assim um *upgrade* para um modelo *midrange* conforme o aumento de uso de capacidade [...]”.

De acordo com o entrevistado, isso representa um fator adicional de motivação para a continuidade das ações voltadas à redução do impacto das atividades da Fujitsu e de seus clientes no meio ambiente. Explica [...] em cada *Data Center* da Fujitsu é adotado em conjunto próprio de soluções voltadas à sustentabilidade [...]. Entre as soluções adotadas estão:

- Geração e utilização de energia solar;

- Torres para evaporação de água;
- Turbinas de vento;
- Células de hidrogênio, com redução de 35% na emissão de carbono por MWH;
- Sistemas de Refrigeração que utiliza água reciclada;
- Iluminação com sensores automáticos, gerando economia de 60% no consumo.

Se compararmos a energia consumida nos *sites* de alguns clientes com a energia consumida nos *Data Centers* da Fujitsu, pode ser observada uma redução de até 40,1% na emissão de gases que provocam o efeito estufa nos *Data Centers* da Fujitsu, informa o entrevistado. Questionado sobre qual deve ser o primeiro passo quando se busca soluções de armazenamento de dados tecnologicamente verde, o respondente enfatiza que “[...] o primeiro passo é analisar se o fornecedor da solução tem preocupações com o meio ambiente desde o processo de fabricação até o descarte e reciclagem [...]”.

5.2.8. Fujitsu - Aspecto analisado: Políticas

Em relação à preocupação ambiental mundial para uma produção mais limpa, o entrevistado coloca que [...] segundo um relatório do WWF *Living Planet* publicado em 2010, se os níveis atuais de consumo de recursos naturais forem mantidos, será preciso em 2030 o equivalente a dois planetas Terra para suprir todas as necessidades [...]. A Fujitsu entende que é fundamental agir de acordo com uma verdadeira cidadania corporativa e preocupa-se muito com este tema. O respondente enfatiza que a primeira ação nesse sentido ocorreu já em 1938 quando criou uma área gramada e com árvores na sua primeira fábrica em *Kawasaki*. Em 1993 a Fujitsu iniciou o Programa de Proteção Ambiental, que é atualizado com regularidade e é um passo em direção à visão ambiental de médio prazo: a *Green Policy 2020*. Explica que, esta política, [...] busca um futuro com baixa emissão de carbono e tem como uma de suas metas a redução em 30 milhões de toneladas até 2020 na quantidade de gases que provoquem o efeito estufa emitidos pelos nossos clientes [...]. A Fujitsu é reconhecida como um membro influente e ativo de organizações comprometidas com a busca por melhorias mensuráveis no impacto ambiental da sociedade como:

- Índice *Dow Jones* de Sustentabilidade
- *Green Grid*

- *Climate Savers Computing Initiative*
- Pacto Global da Nações Unidas
- *Carbon Disclosure Project*

Um dos principais fatores envolve a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos nos dias atuais, em que as pessoas estão cada vez mais conectadas e querem ter acesso às suas informações 24 horas por dia em qualquer lugar – e não apenas quando estão em casa ou em seu local de trabalho – uma única parada não programada de um sistema, mesmo que por apenas alguns minutos, pode representar para muitas organizações a perda de milhares ou até mesmo de milhões. Para o entrevistado, quando as organizações avaliam este fato, as análises de TCO permitem concluir que o valor agregado por equipamentos de missão crítica de fornecedores confiáveis é justificável ao reduzir sensivelmente a chance de indisponibilidade não programada dos sistemas.

A Fujitsu, na condição de maior empresa japonesa de TIC (Tecnologia da Informação e de Comunicação) e detentora de aproximadamente 97.000 patentes, tem uma grande preocupação com este tema. Por isso, obteve já em 1997 a certificação ISO 14.001 em todas as suas fábricas no Japão e passou a atuar fortemente para expandi-lo a outros países. Em 2006 a Fujitsu obteve a certificação ISO 14.001 em âmbito global, válida para todas as empresas do grupo. Esta certificação global continua válida e auditorias periódicas são realizadas por órgãos independentes para atestar que todos os colaboradores da Fujitsu, sem exceção, seguem a política ambiental e atuam para atingir as metas definidas. Estas metas são revisadas anualmente, buscando melhorias em todas as atividades que causem impacto ao meio ambiente, desde a seleção de fornecedores - antes mesmo do processo de fabricação propriamente dito - até o descarte final de todos os materiais utilizados pelos colaboradores, não apenas nas fábricas, mas também nos escritórios.

Ainda sobre certificações, o respondente esclarece que [...] o escopo da certificação ISO 14.001 global obtida pela Fujitsu não está restrita apenas aos processos produtivos. Abrange a fabricação e venda de sistemas de telecomunicação, sistemas de processamento de informação e dispositivos eletrônicos, e seus serviços correspondentes. Como resultado, não apenas as fábricas, mas também os escritórios e localidades que não fabriquem produtos devem atingir metas e seguir políticas que refletem a busca pela redução do impacto

ambiental, como a reutilização de materiais e o descarte correto de todos os recursos utilizados [...].

5.2.9. Brocade - Aspecto analisado: Tecnologias

De acordo com o entrevistado, a Brocade trouxe para a TI do Banco em estudo, considerando o biênio 2014 e 2015, a SAN GEN5, ou seja, a nova geração de conectividade a 16 Gbps para armazenamento de dados. Isso representa o dobro da capacidade em relação a geração anterior. Enfatiza que a Brocade é uma das maiores fornecedoras de tecnologia para o Banco em termos de consolidação de equipamentos. Com a disponibilização da solução ICL – *Inter Chassis Link*, ou seja, tecnologia de alta capacidade de conectividade entre switches do tipo FC – *Fibre Channel*, otimiza o uso das portas úteis, fruto da nova geração de 16 Gbps Gen 5. Enfatiza que, com a nova geração, já é possível obter ganhos de eficiência por meio da consolidação da conectividade na camada de armazenamento de dados.

A Brocade segue normas para produzir soluções tecnológicas eficientes, visto sua preocupação ambiental para uma produção mais limpa. Exemplo disso é o seu mais recente *Data Center* em *San Jose*, California, o qual está operando com um PUE – *Power Usage Effectiveness* de 1.2, considerada a melhor métrica da categoria para eficiência energética em *Data Centers*. Esclarece que [...] a PG&E – *Pacific Gas and Electric Company* estimou em 2011 que a Brocade iria economizar 14 milhões de *kilowatts*/hora por ano, o que representa uma economia de mais de US\$ 1,5 milhão e uma redução significativa das emissões de dióxido de carbono em 5.700 toneladas anuais [...]. O novo *Campus* em *San Jose* possui um sistema de placas fotovoltaicas com capacidade de produzir 550 *kilowatts* de energia elétrica, redução de 40% no uso de água e um sistema próprio de resfriamento. Além de paisagismo sustentável e certificação LEED, programa americano para a concepção, construção e operação de edifícios verdes de alto desempenho.

De acordo com o respondente, a tecnologia de discos de estado sólido baseados em *Flash* ou chamados de SSD - *Solid State Drives* são dispositivos de memória não volátil e que não possuem partes móveis. Mais caros e ainda com capacidade menores que os HDD – *Hard Disk Drive* convencionais, porém, oferece maior desempenho, acesso ao dado de forma mais rápida devido à baixa latência e, portanto, menor consumo de energia. Assim, permite que

seja extraído o máximo de desempenho viabilizando uma melhor utilização dos sistemas de discos.

A Brocade considera que a tecnologia de discos do tipo SSD ou *Flash* é vista como uma saída para o armazenamento otimizado, inteligente e de tempo de resposta em linha com as aplicações mais modernas além de menor consumo de energia. Quanto ao custo, por ser uma tecnologia emergente, a produção em escala devido ao aumento da procura pelas empresas fará com que seu alto custo atual seja reduzido em curto prazo. Porém, esclarece que [...] o melhor aproveitamento da tecnologia de discos SSD é viabilizado pela utilização das soluções de baixa latência da quinta geração de conectividade a 16 *Gbps* da Brocade [...].

5.2.10. Brocade - Aspecto analisado: Soluções

A Brocade considera que, ao disponibilizar a geração 5 de conectividade a 16 *Gbps* em seus produtos, viabilizou o emprego, não só das tecnologias de discos SSD e *Flash*, como também favoreceu que tecnologias essenciais hoje no *Data Center*, de consolidação, virtualização e hierarquização do armazenamento de dados, extraíssem o máximo de desempenho, garantindo tempo de respostas ideais para as aplicações de missão crítica do Banco. Dessa forma, a eficiência energética está presente quando requer menos energia por *gigabit* transmitido.

De acordo com o entrevistado, a Brocade considera que a consolidação do armazenamento de dados em menor número de equipamentos físicos não será prejudicada pela crescente demanda na produção de dados digitais devido aos investimentos em novos modelos de armazenamento, como por exemplo, o *backup* em disco, combinado com as tecnologias de deduplicação de dados.

Para a Brocade, a maioria das empresas, ao optar pela solução de armazenamento de dados numa estrutura SAN – *Storage Area Network*, o uso da tecnologia de discos do tipo SSD gira inicialmente em torno de 5%. Isso significa que, com a crescente demanda de dados para processar e armazenar, o investimento das empresas em tecnologias de acesso mais rápido ao dado é proporcional às tecnologias de armazenamento do dado para diminuição do tempo de resposta das aplicações em ambientes de missão crítica. A arquitetura de

conectividade Brocade geração 5 de 16 *Gbps* viabiliza a conectividades dos discos do tipo SSD.

Hoje, a tecnologia de ICL – *Inter Chassis Link* e as novas lâminas com capacidade para 64 portas de 16 *Gbps* são as soluções mais proeminentes da Brocade que, somadas às demais soluções dos fornecedores de tecnologia e soluções de armazenamento de dados, viabilizam a redução de espaço físico, ar condicionado e energia no *Data Center*.

Dessa forma, entre as soluções que respondem às tendências do mercado consumidor de TI corporativa, o entrevistado coloca a consolidação, o uso de ICL e lâminas de maior densidade nos equipamentos de conectividade e afirma que, por meio destas soluções, o resultado será uma maior eficiência na camada de armazenamento de dados.

5.2.11. Brocade - Aspecto analisado: Meio Ambiente

Como fornecedora de soluções, a Brocade se submete às diretivas RoHS para mitigar a produção de resíduos potencialmente prejudiciais em qualquer uma das fases, ou seja, a preocupação ambiental está presente quanto à fabricação, manutenção, reuso, destinação e descarte de seus produtos.

De acordo com o entrevistado, a Brocade prioriza a fabricação de produtos de alto desempenho, favorecendo uma menor quantidade de componentes ativos na arquitetura de TI do *Data Center*, ou seja, soluções tecnológicas de conectividade de baixo consumo de energia e menor emissão de calor no ambiente. Enfatiza que o objetivo da Brocade é cumprir as suas obrigações sob a diretiva RoHS, eliminando na fabricação de seus produtos todas as substâncias proibidas de acordo com as exigências da diretiva. Por isso, afirma que os atributos ambientais favorecem a decisão pela aquisição dos produtos Brocade pela sua eficiência no consumo de energia e menor dissipação de calor no ambiente, comprovada nos *benchmarks* das principais associações que definem os requisitos e padrões que regem as boas práticas do mercado de armazenamento de dados.

A Brocade está atenta às exigências de seus clientes e parceiros em relação às preocupações ambientais. Por isso, os conceitos de TI verde e ecoeficiência estão presentes

não só em toda linha de produtos, mas também em seus *Data Centers*, laboratórios e *campus*. O projeto da nova sede é um exemplo de aplicação de custo efetivo e soluções ambientalmente amigáveis para as operações comerciais e produtos. Com visão de futuro, a Brocade também está avaliando soluções alternativas de energia, como vento e células combustíveis de energia além de se esforçar para ser bons mordomos em suas comunidades, meio ambiente e investimento dos acionistas, agora e no futuro.

5.2.12. Brocade - Aspecto analisado: Políticas

A Brocade garante a entrega de soluções de conectividade para a camada de armazenamento de dados por meio de equipamentos de baixo consumo de energia elétrica e menor emissão de calor no ambiente. A Brocade considera ter equipamentos de menor *footprint* do mercado, empregando soluções com o menor número de componentes e equipamentos de tamanhos reduzidos com ganhos na redução de emissões e menor espaço físico no *Data Center*.

O primeiro passo quando se olha para soluções de armazenamento de dados tecnologicamente verde é a escalabilidade e o consumo de recursos do equipamento no *Data Center* no que diz respeito à energia, refrigeração e espaço. O respondente enfatizou que, para a Brocade, o custo, a facilidade de adaptação aos sistemas legados, o suporte e a vida útil dos equipamentos de conectividade da camada de armazenamento de dados são fatores que estão forçando as empresas a repensar suas análises de TCO na TI.

5.2.13. EMC - Aspecto analisado: Tecnologias

De acordo com o entrevistado, a EMC trouxe para a TI do Banco em estudo, considerando o biênio 2014 e 2015, soluções com foco em disponibilidade contínua de negócios por meio da tecnologia VPLEX e Scale-Out NAS – *Network Attached Storage* – EMC ISILON, as quais caracterizam tecnologias para grandes volumes de dados.

Para o respondente, as novas tecnologias de discos de estado sólido são memórias, também chamadas de *Flash Systems* ou NAND. São mídias de armazenamento projetadas para proteger eletronicamente informações binárias. Desenvolvidas originalmente na década

de 1980, o nome *Flash* é uma referência ao processo de eliminação ou apagamento de memória na época que, aos olhos, era semelhante ao *Flash* de uma câmera. Essa tecnologia foi desenvolvida para ser apagada e reprogramada eletronicamente. Primeiramente foi utilizada como memória principal, depois como placas de memória, USB *Flash Drives*, até chegar aos discos do tipo SSD – discos de estado sólido e *Flash Systems*.

Os discos do tipo *Flash System* representa uma transformação na computação, pois elimina o atraso rotacional e o tempo de procura na superfície do disco magnético convencional. O *Flash System* oferece velocidade que, na ordem de magnitude, são muito maiores que os discos rotacionais convencionais. De acordo com o entrevistado, [...] representa uma das maiores inovações para o desempenho de operações de armazenamento (i/o). É, de fato, uma transformação que serve de base para essa nova onda de avanços tecnológicos [...].

O respondente considera que [...] o armazenamento em *Flash Systems* é um ingrediente que pode ser utilizado de diversas maneiras. A EMC aplica essa tecnologia em diversos produtos de seu portfólio de armazenamento corporativo [...]. Esclarece que desde o primeiro sistema de armazenamento híbrido lançados no mercado, ou seja, tipos de discos diferentes em um mesmo equipamento físico, até chegar à tecnologia XtremIO, onde todos os discos são do tipo *Flash*, a EMC está levando essa tecnologia a todos os lugares.

Quanto ao desempenho, o armazenamento em *Flash Systems* oferece aumento extraordinário de desempenho se comparado aos tradicionais discos rígidos rotacionais. Ainda mais caro ao considerar a relação custo por *gigabyte* armazenado, essa é uma questão que pode ser minimizada com a combinação de tecnologias como, por exemplo, o emprego da redução de dados por meio das soluções de deduplicação e compactação.

Por outro lado, de acordo com o entrevistado, o armazenamento baseado na tecnologia *Flash* também proporciona uma drástica redução nos custos por operação, considerando a relação custo por i/o. Isso pode proporcionar uma economia significativa de capital na maioria das empresas, em especial, nas instalações de ambientes virtuais em *Data Centers* modernos. A virtualização, por padrão, causa um aumento significativo na densidade

de i/o por servidor, fruto do aumento de desempenho produzido por meio das tecnologias de armazenamento em dispositivo *Flash*.

De acordo com o entrevistado, a EMC foi pioneira no segmento ao usar a tecnologia de discos do tipo *Flash* ou SSD. São tecnologias altamente eficientes em sistemas de armazenamento corporativo. Os discos corporativos do tipo *Flash* usam até 97,7% menos energia por IOPS, ou seja, i/o por segundo - que discos do tipo FC/SAS de alto desempenho, e até 38% menos energia por *terabyte* de dados armazenados. A economia de energia vem do conceito do estado sólido, ou seja, os discos não giram como os discos convencionais, e da capacidade de reduzir o número total de discos necessários em um sistema para cumprir metas estritas de desempenho. A tecnologia EMC FAST pode utilizar um número mais reduzido de discos de alto desempenho, por exemplo, disco *Flash* ou rotacional de alta velocidade, em conjunto com discos de alta capacidade, por exemplo, discos SATA, para obter melhor desempenho e eficiência. Os produtos XtremIO usam apenas discos do tipo *Flash* em suas configurações. Eles aumentam a eficiência dessa solução de alto desempenho por meio do uso abrangente de tecnologias de deduplicação, aplicadas em toda a linha de produtos. Isso resulta em economia significativa de capacidade e energia para o cliente.

Ainda sobre energia e resfriamento eficientes, além das tecnologias de discos, existem outras três principais iniciativas para reduzir o uso de energia nas plataformas de armazenamento: a) o uso de fontes de alimentação mais eficientes para reduzir a perda de energia conforme ela é distribuída para a plataforma de armazenamento. O uso de fontes de alimentação de alta eficiência favorece a redução da necessidade de energia requerida pelo equipamento e minimiza a geração de calor residual, especificamente, as fontes de alimentação do tipo *Gold* no *benchmark 80 Plus*. b) incorporar a instrumentação e ferramentas eficientes para monitorar e reportar o uso de energia e a temperatura ambiente. c) adotar uma tecnologia de resfriamento adaptável para economizar energia ao ajustar dinamicamente as velocidades dos ventiladores na plataforma de armazenamento. A EMC possui tecnologia de resfriamento adaptável, a qual usa continuamente o ambiente operacional como amostra e ajusta o funcionamento dos ventiladores para minimizar o consumo de energia enquanto mantém a confiabilidade.

Questionado se a solução de consolidação do armazenamento em menor número de equipamentos não poderia ser prejudicada pela crescente demanda na produção de dados digitais, o entrevistado explica que [...] o fenômeno descrito como *Big Data* certamente altera o planejamento e arquitetura dos sistemas de armazenamento de dados notavelmente pela exigência de novos modelos tecnológicos para lidar com o exponencial aumento na produção, armazenagem e uso de dados [...]. Assim, entende-se que a técnica de consolidação em menor número de equipamentos não será prejudicada como método de otimização, gerenciamento facilitado, arquivamento, acesso e *backup*. Entretanto, serão necessários novos modelos de arquitetura e soluções apropriadas para fazer frente à explosão de dados, considerando nesse fenômeno, o volume, a velocidade e a variedade das informações processadas. Nesse caso, o respondente cita o uso da arquitetura *Scale-Out* – em contraponto à *Scale-Up* – em soluções ou equipamentos para consolidação de dados, a qual possibilita acompanhar o crescimento das soluções de armazenamento na mesma escala e dimensão que a geração de dados.

Indispensável para a gestão e disponibilidade da informação de negócio, o armazenamento de dados é a camada em que sistemas mecânicos, sistemas elétricos e de processamento são projetados para a máxima eficiência energética e menor impacto ambiental. O entrevistado acrescenta que [...] trata-se de um dos pilares fundamentais sobre o qual o negócio da EMC está fundamentado: a infraestrutura da informação [...]. Para tanto, o modelo chamado de Federação tem como base as soluções de gerenciamento, armazenamento e proteção de dados, a convergência de tecnologia da informação, complementadas por soluções de virtualização, como a VMware, a segurança da informação, como a RSA, análise de dados e desenvolvimento ágil de aplicativos, nesse caso, a Pivotal.

5.2.14. EMC - Aspecto analisado: Soluções

Virtualização, hierarquização, consolidação, deduplicação, tecnologias de discos sólidos do tipo SSD e *Flash* permitem uma combinação de políticas, soluções e melhores práticas que viabilizam um menor consumo de energia no *Data Center*. Segundo o respondente, a busca pela eficiência por parte dos fornecedores de soluções e tecnologias nesse segmento é constante e enfatiza que é premissa para a EMC reduzir ou otimizar os requisitos primários de funcionamento de um determinado equipamento. Nesse caso, não se referindo apenas ao consumo de energia pelos sistemas de armazenamento de dados, mas

também, a emissão de calor no ambiente e a própria ampliação dos limites de operação e utilização do equipamento.

A adoção de técnicas de ILM – *Information Lifecycle Management*, como a hierarquização e *Tiering*, ou seja, armazenamento em camadas, combinadas com as tecnologias de discos sólidos e as tecnologias chamadas de *off-line* - as fitas magnéticas - possibilita a alocação de recursos adequados à demanda para o tratamento ideal dos dados de acordo com sua criticidade e importância ao longo de todo o seu ciclo de vida. Isso é capaz de sensibilizar positivamente toda a cadeia de variáveis ambientais como espaço, energia e emissão de calor no *Data Center*. Adicionalmente, técnicas de redução de dados, como a compressão e deduplicação, reduzem a necessidade de aumentar a oferta de armazenamento de dados em si, gerando ganhos em termos de espaço físico, energia e ar condicionado no ambiente. O respondente ressalta que para potencializar tais benefícios, é crucial a combinação de melhores práticas e soluções que permitam a mobilidade dos dados.

Em relação à quantidade de energia consumida nos *Data Centers*, o respondente informa que a EMC trabalha continuamente no desenvolvimento de novos produtos energeticamente mais eficientes. Investe, tanto nos principais produtos de provisionamento virtual, deduplicação e compactação de dados como também nas principais ferramentas de classificação inteligente da informação, armazenamento em níveis de criticidade e acesso, citando como exemplo a tecnologia EMC FAST, para oferecer economia significativa no custo de energia. As principais soluções que a EMC possui em seus processos de desenvolvimento e oferece aos seus clientes atualmente abrangem:

Provisionamento virtual: considerada uma estratégia para gerenciar eficientemente as necessidades de armazenamento, alocando o espaço físico somente quando é realmente necessário. O respondente explica que, num *Data Center* tradicional, geralmente é provisionado para um aplicativo a capacidade máxima dos recursos que possivelmente este venha a exigir, e não para os recursos que são realmente consumidos naquele momento. Nesse sentido, a natureza ágil da nuvem reduz a necessidade de super provisionamento, permitindo o uso mais eficiente dos ativos de TI. Essa estratégia viabiliza a consolidação dos recursos de *hardware* e, conseqüentemente, a redução do consumo de energia.

Deduplicação de dados: tecnologia que busca a redundância de sequências de bytes em grandes janelas de comparação. Sequências de dados de, em média 8 *kilobytes*, são comparadas com o histórico de outras sequências. A primeira sequência exclusiva é armazenada e todas as sequências posteriores correspondentes são, apenas, referenciadas, em vez de armazenadas novamente. Em 2013, a EMC lançou o XtremIO, um produto de armazenamento totalmente *Flash* que oferece deduplicação de dados contínua para aumento real de desempenho.

Compactação: Um recurso de eficiência de armazenamento que reduz o espaço total usado por um conjunto de dados, exigindo menos energia para armazenar, enviar ou acessar um conjunto de dados.

Fast: tecnologia que move automaticamente dados ativos para um nível apropriado de armazenamento, como por exemplo, de discos *Flash* de altíssimo desempenho ou discos do tipo SATA - *Serial Advanced Technology Attachment*, para camadas de discos menos nobres que contenham informações usadas com menos frequência. Com a tecnologia FAST - *Fully Automated Storage Tiering*, ou, armazenamento com classificação totalmente automatizada por níveis - os discos *Flash* corporativos aumentam em até 800% o desempenho de aplicativos e os discos do tipo SATA reduzem em até 80% os custos, otimizando ainda mais a infraestrutura de armazenamento, com ganhos de desempenho, eficiência no uso de energia e custos.

Discos eficientes: a EMC oferece uma variedade de tipos de discos para atender as mais variadas necessidades de capacidade, desempenho e custo, cada uma com seu conjunto próprio de características a serem consideradas na busca pela eficiência no uso de energia. O respondente cita como exemplo, os discos do tipo SATA que funcionam com baixa taxa de RPM, ou seja, rotações por minuto, porém, apresentam capacidade de armazenamento relativamente superior, enquanto os discos do tipo FC/SAS - *Fibre Channel/Serial Attached SCSI* - apresentam uma taxa de RPM superior, mas de capacidade relativamente inferior.

5.2.15. EMC - Aspecto analisado: Meio Ambiente

Em relação aos principais atributos da preocupação ambiental, em 2013, a EMC exerceu um papel significativo no desenvolvimento da primeira versão da especificação

Energy Star para armazenamento de dados em *Data Centers* pela agência ambiental americana – EPA. Além de interagir com a EPA, a EMC foi capaz de orientar testes em seus próprios produtos como o armazenamento unificado VNX e VMAX. No nível organizacional, ressalta o papel importante da E3, equipe de energia, eficiência e eficácia da EMC, a qual assumiu o papel de análise dos requisitos da *Energy Star* dando suporte ao planejamento dos testes e treinamento. O E3 é um grupo de funcionários voluntários das áreas de tecnologia, operação e produtos de toda a empresa, compartilha informações e defende ideias sobre as principais iniciativas de eficiência no uso de tecnologias. A E3 também se associou à SNIA – *Storage Networking Industry Association* – no desenvolvimento da métrica de medição de eficiência que a EPA utilizou para a especificação *Energy Star* em armazenamento de dados.

A preocupação ambiental mundial para uma produção mais limpa sensibiliza empresas como a EMC em direção às soluções tecnológicas energeticamente mais eficientes. Nesse contexto, o entrevistado enfatiza as palavras de Joe Tucci, CEO da EMC, quando esse declara que [...] a tecnologia da informação está sendo completamente redefinida por quatro tendências: dispositivos móveis, computação em nuvem, *Big Data* e redes sociais. Ao mesmo tempo, o mundo enfrenta a necessidade de oferecer água limpa, educação e assistência médica a uma população cada vez maior. O acúmulo de gases do efeito estufa em nossa atmosfera está afetando praticamente todos os ecossistemas e setores dos negócios e da sociedade. Além disso, as expectativas dos governos e setores privados estão mudando profundamente. O ritmo dessas transformações está acelerando, o que significa que o futuro será incrivelmente inovador e extremamente rico em oportunidades [...]. Assim, da mesma forma que a EMC redefine como as organizações armazenam, protegem, analisam e compartilham informações, também é preciso redefinir a criação de valores para a sociedade e para o planeta.

Ainda em relação às preocupações com os impactos ambientais decorrentes das atividades dos *Data Centers*, de acordo com o entrevistado, a EMC estima que as emissões de gases do efeito estufa na vida útil dos produtos adquiridos pelos clientes serão de aproximadamente 4 milhões de toneladas métricas de CO₂. Esse valor representa as emissões associadas à alimentação elétrica do equipamento com base numa estimativa de vida útil de 5 anos, abrange a sobrecarga de energia e resfriamento, num ambiente de PUE médio de 1,65.

Importante ressaltar que as configurações da EMC variam substancialmente de cliente para cliente, como também, para o mesmo cliente, ao longo do tempo. Dessa forma, não é possível somar as emissões previstas de todo e qualquer sistema vendido em 2013 ou medir a vida útil esperada com precisão. Em vez disso, essa estimativa é baseada no consumo de energia medido individualmente nas unidades de discos, com base nos inventários de equipamentos adquiridos pelos clientes em 2013, por exemplo.

5.2.16. EMC - Aspecto analisado: Políticas

A EMC está atenta às exigências de seus clientes e parceiros em relação às preocupações ambientais e considera que suas iniciativas sociais e ambientais vão além das tecnologias e soluções embarcadas em seus produtos. Afirma que [...] desenvolvendo produtos e soluções mais eficientes, podemos redefinir o modo como usamos energia, água e matéria-prima para reduzir as emissões, os resíduos e os custos, tanto para a EMC quanto para nossos clientes. Essas preocupações incorporam a sustentabilidade aos nossos produtos em cada etapa do ciclo de vida, oferecendo tecnologias e soluções líderes no segmento, projetados para gerenciar demandas, impulsionar a eficiência no uso dos recursos, viabilizando plenamente a integração total dos nossos produtos às necessidades de nossos clientes [...].

A EMC apresentou em 2013 um novo processo de avaliação da sustentabilidade de seus produtos com o objetivo de garantir que foram observados os principais aspectos de ecoeficiência naquilo que produz e disponibiliza a seus clientes. O processo inclui relatórios com informações de *design* e uso eficiente de energia. Está integrada ao processo global do ciclo de vida e objetivos de negócio da EMC para maior visibilidade e conscientização acerca das preocupações ambientais em seus projetos.

Em suas operações, de acordo com o entrevistado, a EMC tem o compromisso de proteger os ecossistemas e lidar com os impactos dos seus negócios sobre o meio ambiente, com foco em energia e mudanças climáticas, uso de matéria-prima e resíduos. Envolve todo seu time de colaboradores em uma cultura inclusiva, oferece produtos inovadores e estimula um ambiente de trabalho saudável e produtivo visando atrair e reter seus talentos. Com foco especialmente em nuvem, *Big Data* e TI confiável, mantém desenvolvimento permanente em produtos e serviços que se alinham às iniciativas de responsabilidade ambiental de seus

clientes. A EMC trabalha com parceiros de todo mundo para construir uma cadeia de fornecimento que respeite os trabalhadores e meio ambiente, criando oportunidades para beneficiar os interessados em todos os níveis. Apóia iniciativas que favorecem o acesso à educação em comunidades carentes, além de incentivar o voluntariado entre colaboradores, fazendo uso de suas próprias tecnologias com o objetivo de preservar as riquezas culturais. Enfim, a EMC por meio de sua eficiente governança e cultura corporativa, assegura o cumprimento de suas responsabilidades com os diferentes participantes, prestação de contas, justiça e transparência.

Constructo	Aspectos analisados	Resultado				Síntese
		IBM	Fujitsu	EMC	Brocade	
Armazenamento de Dados	Tecnologias	Discos sólidos do tipo SSD e Flash Systems DS8870	Discos sólidos do tipo SSD e Flash Eternus	Discos sólidos do tipo SSD e Flash XtremIO	Connectivity Fibre Channel 16 Gbps Switches GEN 5	"[...] a preocupação dos fornecedores em relação à quantidade de energia consumida por servidores e sistemas de armazenamento reflete a busca constante pela inovação e tecnologias capazes de produzir equipamentos de menor consumo de energia e também, menor emissão de calor no ambiente do Data Center [...]"
	Soluções	Consolidação Virtualização Hierarquização ILM SVC – SAN Volume Controller Fitas magnéticas	Consolidação Virtualização Hierarquização Deduplicação AST Automated Storage Tiering Eco Mode	Consolidação Virtualização Hierarquização Deduplicação ILM Big Data VPLEX / Pivotal Fast	Consolidação de SAN Virtual Fabrics ICL Inter Chassis Link Gen 5 - 16 Gbps Directors 8510	"[...] a consolidação, virtualização e hierarquização, além do emprego das tecnologias de discos do tipo SSD e Flash, são uma combinação de tecnologias, práticas e políticas que realmente levam a diminuir o uso de energia, pois inaugura uma quebra de paradigma na utilização de circuitos e microchips de memória em detrimento à utilização de discos físicos, conhecidos como Spins, que giram em alta velocidade, são maiores e geram mais calor. Têm mostrado não só eficiência em termos de consumo de energia, mas também capacidade e armazenamento e espaço físico por terabyte no Data Center [...]"
	Políticas	Reuso, destinação e descarte Diretivas RoHS P&D tecnologias verdes	Reuso, destinação e descarte Diretivas RoHS P&D tecnologias verdes	Reuso, destinação e descarte Diretivas RoHS EPA Energy Star P&D tecnologias verdes	Diretivas RoHS P&D tecnologias verdes	"[...] É importante que se tenha políticas bem definidas em relação à desmontagem, descarte, reciclagem e reuso de equipamentos, em conformidade com a organização e as melhores práticas internacionais. É importante analisar se o fornecedor tem preocupações com o meio ambiente desde o processo de fabricação até o descarte e reciclagem [...]"

Quadro 9 - Síntese da entrevista com fornecedores
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou que a utilização de soluções de virtualização, deduplicação e compressão aplicadas especialmente em armazenamento de dados produziram resultados positivos em relação ao consumo de energia, espaço e ar condicionado no *Data Center*. Conforme verificado na pesquisa documental, o ambiente foi sensibilizado pelos investimentos em um projeto dirigido à virtualização e consolidação, como também, iniciativas de melhores práticas e melhoria contínua no período de 2012/2104. Conforme estabelecido pela pesquisa bibliográfica, as projeções de crescimento da produção de dados digitais fizeram com que a adoção de soluções tecnológicas de virtualização e consolidação em armazenamento de dados se tornassem indispensáveis, pois tendem a ocupar grande espaço físico e demandar maior consumo de energia e refrigeração no *Data Center*. Também ficou evidente que a combinação de soluções e tecnologias de *hardware* e *software* viabiliza o armazenamento inteligente e otimizado e de desempenho à altura das mais modernas aplicações de negócio. Desse modo, confirma-se a literatura quando essa afirma que “os resultados da eficiência energética são reflexos das iniciativas de melhorias” e “melhorias na eficiência de energia são mais significativas quando vistas em resposta às mudanças em equipamentos, infraestrutura e operações” (Ferreira *et al.*, 2010).

Portanto, é fundamental que todos que atuam na gestão de um grande *Data Center* estejam comprometidos com a redução dos custos operacionais, o que inclui um acompanhamento criterioso dos gastos com energia. Iniciativas inadequadas e projetos mal elaborados geram desperdício e contribuem para o aumento dos custos. Por outro lado, atitudes responsáveis caracterizam o caminho dos resultados e reforçam o posicionamento de uma organização comprometida com a responsabilidade socioambiental ao priorizar o uso racional de tecnologias, equipamentos, materiais, água e energia elétrica.

Além dos investimentos em tecnologias e soluções para processamento e armazenamento de dados de forma eficiente e eficaz, estratégias sofisticadas de gestão, considerando iniciativas de melhoria contínua e melhores práticas no *Data Center*, podem colaborar para redução de custos de infraestrutura de forma mais abrangente. O Quadro 10 abaixo resume iniciativas de melhores práticas e melhoria contínua, estratégias eficazes que resultaram na redução de custos para a TI da organização em estudo.

Economia	Orientação	Benefício
<ul style="list-style-type: none"> • Refrigeração • Energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaproveitamento da água de condensação dos <i>Fancoils</i> • Ajuste do <i>Set Point</i> de equipamentos de refrigeração 	<ul style="list-style-type: none"> • Economia de mais de 2.000 m³ de água por ano • Economia de 300 KWh e redução do PUE médio
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Facilities</i> • Energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de 3.560 lâmpadas convencionais por LED no <i>Data Center</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de 60% no consumo e custos com energia para iluminação no <i>Data Center</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Espaço Físico • Refrigeração 	<ul style="list-style-type: none"> • Enclausuramento de ar frio nos corredores de <i>Racks</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da densidade por <i>Rack</i> (mais equipamentos instalados por m² no <i>Data Center</i>) • Redução na produção de refrigeração
<ul style="list-style-type: none"> • Refrigeração 	<ul style="list-style-type: none"> • Fechamento dos <i>Back Pannels</i> nos <i>Racks</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na produção de refrigeração do <i>Chiller</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Facilities</i> • Energia • Refrigeração 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de 1.623 escovas de vedação de piso do tipo <i>Cool Balance</i> • Substituição de 1.096 placas vazadas de piso elevado 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no consumo de energia com o desligamento de 3 <i>Fancoils</i> de precisão (36 KWh) • A repaginação do piso proporcionou redução de 12% na produção de refrigeração do <i>Chiller</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Energia • Refrigeração • Espaço Físico 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de servidores do tipo <i>Blade</i> • Virtualização e Consolidação de servidores • Consolidação de Armazenamento de Dados 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no consumo de energia (menos equipamentos) • Aumento da densidade por <i>Rack</i> (mais equipamentos instalados por m² no <i>Data Center</i>)

Quadro 10 - Resultado prático de iniciativas de melhoria contínua
 Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa

Dado o seu elevado custo, uma decisão de investimento muitas vezes se torna uma decisão financeira. Existem várias medidas a serem levadas em consideração para determinar se e a solução buscada faz mais ou menos sentido financeiro para a necessidade do negócio. Na TI também se observa a relação custo-benefício (ROI) e o custo total de propriedade (TCO), medida que pode ajudar a optar por soluções de menor consumo de energia e emissão de calor, como por exemplo, os discos do tipo SSD e *Flash*, resultando em economias substanciais nos custos das instalações de armazenamento. Quanto ao custo operacional, é importante observar ao apoiar investimentos em sistemas de armazenamento, pois, enquanto o custo de aquisição de discos de estado sólido e *Flash* é alto, os custos de suporte em curso são geralmente mais baixos do que os de um armazenamento com discos convencionais, devido ao seu tamanho menor e de baixo consumo de energia.

Ao exercer o papel de principal consumidor de tecnologia, os bancos podem, ao mesmo tempo, criar valor por meio da incorporação de variáveis ambientais para seus acionistas como também, aumentar o valor de seus ativos intangíveis como marca, reputação,

atratividade para os negócios e melhor gerenciamento dos riscos, fruto de produtos e serviços inovadores que contribuem para maior geração de receitas. Nesse sentido, a opção pelo estudo de caso em um dos maiores *Data Centers* da categoria deveu-se ao fato de ser este setor bastante estruturado no panorama tecnológico mundial e com grande perspectiva de crescimento visto o aumento da dependência da TI. Isso facilitou a observação, análise e comprovação dos objetivos propostos.

Com a evolução da TI e a dependência massiva dela, o volume de resíduos eletrônicos, dados digitais e a demanda por energia também cresceram e trazem novos desafios para fornecedores e clientes. Nesse cenário de constantes mudanças, impulsionadas pelos avanços da TI, as necessidades não são as mesmas de um ano atrás ou menos. As novas relações estão viabilizando oportunidades de eficiência operacional. Espera-se que os grandes fornecedores de TI estejam em conformidade com os objetivos de seus clientes no que diz respeito aos padrões verdes e suas melhores práticas de negócios ambientalmente sustentáveis.

A realização deste trabalho permitiu constatar que grandes organizações como o Bradesco e seus fornecedores de TI estão sendo desafiados com a difícil tarefa de fornecer espaço, refrigeração e energia, além de soluções e tecnologias em seus *Data Centers*, o suficiente para suportar sistemas complexos de processamento e armazenamento de dados, e ao mesmo tempo, oferecer produtos que facilitam a vida de seus de clientes.

Assim, o alcance dos resultados aqui contidos foram cumpridos de acordo com o modelo teórico proposto. Construído o cenário, os dados deram sentido aos aspectos que se pretendeu estudar. Nesse ponto, tecnologias, soluções e políticas que envolveram a questão do armazenamento de dados estabeleceram relação com a eficiência energética aplicada para movimentar equipamentos de refrigeração, máquinas e demais *facilities* da complexa infraestrutura de TI. O modelo de análise foi replicado para as demais empresas fornecedoras participantes. Logo, em resposta à questão apresentada, entrevistas e documentos foram suficientes e atenderam os objetivos propostos para elucidação teórica e prática.

Conclui-se que soluções tecnológicas e de gestão envolvem o uso de ferramentas e estratégias que favorecem a otimização dos investimentos para a utilização eficiente da

infraestrutura de armazenamento de dados. As soluções, objeto de análise neste estudo, abrangeram os principais fornecedores de tecnologia (IBM, Fujitsu, Brocade e EMC), responsáveis tanto pelo fornecimento dos dispositivos físicos de armazenamentos como pelas soluções em ferramentas e melhores práticas de gestão como a virtualização, armazenamento em camadas (*Tiering*), compressão e deduplicação de dados, conectividade e arquivamento (*Backup*), atividade essa necessária para assegurar a conservação dos dados e informações para atendimento aos negócios e conformidades legais do sistema bancário.

6.1. Limitações e pesquisas futuras

Esta pesquisa foi realizada integralmente no principal *Data Center* da organização em estudo e considerou apenas os sistemas de armazenamento de dados. Todavia, é possível que seja replicada nos demais *Data Centers* como também, em outras plataformas, especialmente, em servidores.

Quanto às informações obtidas a partir da pesquisa documental, o acesso aos dados de monitoração e gerenciamento da infraestrutura não permitiram análises em separado do consumo de energia e ar condicionado somente pelo tipo de equipamento conforme proposto no problema de pesquisa. Ou seja, as constatações consideraram a sensibilização e o impacto positivo no ambiente de TI como um todo a partir da gestão com base nas melhores práticas de mercado e o uso das soluções e tecnologias propostas na camada de armazenamento de dados, constatando então, ganhos efetivos de eficiência.

6.2. Contribuições práticas do estudo

Este trabalho permitiu uma visão geral dos principais desafios enfrentados pelas grandes organizações. Buscou-se discutir as necessidades e o potencial para alcançar a eficiência energética no principal *Data Center* de um grande banco brasileiro, com as atenções voltadas predominantemente à questão do crescimento da informação em escala nunca antes percebida e as consequências desse fenômeno na infraestrutura de armazenamento de dados do banco.

Futuros estudos podem também identificar outros fatores que influenciam a eficiência no uso de energia no *Data Center* quando são submetidos às tecnologias, soluções e estratégias verdes. Nesse caso, é possível citar o uso da consolidação e virtualização de servidores. A virtualização é uma das estratégias de melhores práticas para ocupação de um *Data Center*, pois permite a otimização da utilização dos recursos de TI reduzindo o uso de energia elétrica e ar condicionado, permitindo agregar mais aplicações num número menor de equipamentos, usando menos espaço físico.

Dessa forma, como colaboração prática, espera-se que este trabalho dê suporte e subsídios para a tomada de decisão na escolha de soluções de armazenamento de dados de melhor retorno econômico e ambiental para a organização com base num modelo de mensuração que considere a combinação de soluções e tecnologias aqui apresentadas para a eficiência energética em soluções de armazenamento de dados no *Data Center*.

REFERÊNCIAS

- Andrade, L. P., Bressan, A. A., Iquiapaza, R. A., & Moreira, B. C. D. M. (2013). Determinantes de adesão ao Índice de Sustentabilidade Empresarial da BM&FBOVESPA e sua relação com o valor da empresa. *Revista Brasileira de Finanças*. vol.11, n.2, p.181-213. Rio de Janeiro.
- Aragón, C. S. (2011). Identificação, avaliação e gestão de risco de investimento em eficiência energética. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Itajubá.
- Avelar, V. (2010). Guidance for Calculation of Efficiency (PUE) in Data Centers. Schneider Electric, Rueil Malmaison, France, White Paper, 158.
- Beal, A. (2008). Gestão estratégica da informação: como transformar a informação e a TI em fatores de crescimento e de alto desempenho nas organizações. São Paulo: Atlas, 2008.
- Bianco, G. D. (2014). Análise de técnicas paralelas de deduplicação. Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. P.1-9.
- Bilal, K., Khan, S. U., & Zomaya, A. Y. (2013, December). Green Data Center Networks: Challenges and Opportunities. In *Frontiers of Information Technology (FIT), 2013 11th International Conference on* (pp. 229-234). IEEE.
- Bilal, K., Khan, S. U., Zhang, L., Li, H., Hayat, K., Madani, S. A., Min-Allah, N., Wang, L., Chen, D., Iqbal, M., Xu, C. Z., & Zomaya, A. Y. (2013). Quantitative comparisons of the state-of-the-art data center architectures. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*. v. 25, n. 12, p. 1771-1783. <http://dx.doi.org/10.1002/cpe.2963>.
- Bose, R., Luo. X. (2011). Integrative framework for assessing firm's potential to undertake Green IT initiatives via *virtualization* – A theoretical perspective. *Journal of Strategic Information Systems*, 20, 38-54. DOI 10.1016/j.jsis.2011.01.003.
- Bradesco S.A. (2013). RI - Relatórios de Sustentabilidade. Recuperado em 10 novembro, 2014, de <https://www.bradescori.com.br/site/conteudo/informacoes-financeiras /relatorios-sustentabilidade.aspx?secaoId=723>
- Bressan, F. (2000). O método do estudo de caso. *Administração Online*. Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado. v. 1, n. 1. ISSN 1517-7912.
- Brocade, (2013). Corporate Social Responsibility. Recuperado em 10 novembro, 2014, de <http://www.brocade.com/company/corporate-responsibility/index.page>
- Brooks, C., Chiapparini, G., Feyants, W., Galgali, P., & Jose, V. F. (2006). ILM Library: Techniques with Tivoli Storage and IBM Total Storage *Products*. International Technical Support Organization. IBM Redbooks. SG24-7030-00. <http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/sg247030.html>
- Buyya, R., Beloglazov, A., & Abawajy, J. (2010) Energy-Efficient Management of Data Center Resources for Cloud Computing: A Vision, Architectural Elements, and Open

Challenges. Cornell University Library. 2010arXiv1006.0308B. <http://arxiv.org/abs/1006.0308>. Jun/2010.

Byrd, T. A., & Turner, D. E. (2000). Measuring the Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct. *Journal of Management Information Systems*, 17(1), 167-208.

Calixto, L. (2009). Estudo de caso sobre custos ambientais: Ênfase nos procedimentos metodológicos. *RAM – Revista de Administração Mackenzie*. v. 10, N. 2, p. 87-109. ISSN 1678-6971.

Cartoni, D. M. (2007). Manual de monografia geral. Valinhos: FAV – Faculdade de Valinhos

Chou, D. C., & Chou, A. Y. (2012). Awareness of Green IT and its value model. *Computer Standards & Interfaces*, 34(5), 447-451.

Chou, D. C. (2013). Risk identification in Green IT practice. *Computer Standards & Interfaces*, 35(2), 231-237.

Cooper, D.R., & Schindler, P.S. (2011). Métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman.

Dante, G. P. (1998). Gestión de información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones. Santiago: CECAPI – Universidad de Chile.

Davenport, T. H. (1997). *Information Ecology*. Oxford: Oxford University Press.

Dedrick, Jason. (2010). Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research. *Communications of the Association for Information Systems: Vol. 27, Article 11*. Available at: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol27/iss1/11>.

Dias, J. A. S. (2013). Gestão verde de tecnologia da informação e comunicação: fatores que influenciam a sua adoção em grandes empresas usuárias no Brasil. (2013) - 151 f. Dissertação (mestrado) – FGV - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

Domingues, M. (2014) Firjan: Brasil tem a 11ª energia mais cara do mundo. *Jornal da Energia*. São Paulo, 19 de Fevereiro de 2014. Recuperado em 12 julho, 2014 de http://jornaldaenergia.com.br/noticia_impresao.php?id_noticia=16164.

EMC, 2013. Relatório de Sustentabilidade 2013. Eficiência no uso de energia. <<http://brazil.emc.com/collateral/sustainability/emc-2013-report-in-brief.pdf>>. Pag.5.

EMC, 2014. Perfil Corporativo. Recuperado em 10 novembro, 2014 de <http://brazil.emc.com/corporate/emc-at-glance/corporate-profile/index.htm>

Ferreira, C. C. (2014). Introdução à Gestão Sustentável em TI: Estudo de Caso. Caio Cesar Ferreira. p. 17.

Ferreira, L., Carvalho, L. F., & Abreu, L. (2010). Eficiência Energética dos Data Centers na Administração Pública. Elaborado pela HP para a APDC. Recuperado em 10 novembro, 2014 de <http://www.apdc.pt/filedownload.aspx>.

Ferreira, A. P., & Kirinus, J. B. (2012). A implantação de uma política de ti verde em uma empresa de sistemas elétricos. XV Simpósio de Ensino Pesquisa e Extensão–Educação e Ciência na era Digital. SEPE. Outubro, 2011.

FIRJAN, (2014). Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil? Recuperado em 2 novembro, 2014, de <http://www.quantocustaenergia.com.br/quantocusta/quanto-custa/quanto-custa-quanto-custa-a-energia-eletrica-para-a-industria-no-brasil-sistema-firjan.htm>.

FIRJAN, (2014). Nota Técnica: Perspectiva do custo da energia elétrica para a indústria no Brasil em 2014 e 2015. n.1. maio 2014. Diretoria de Desenvolvimento Econômico. Recuperado em 2 outubro, 2014, de <http://www.firjan.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908CEC45F062B601461B962A1352C5>.

Fujitsu (2013). Fujitsu Group Sustainability Report. Recuperado em 10 novembro, 2014, de <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/reports/sustainabilityreport/2013-sustainabilityreport/>

Fujitsu (2014). História da Fujitsu. Recuperado em 10 novembro, 2014, de <http://www.fujitsu.com/br/about/corporate/history/>

Garcia, P., & Nelson, C.H. (2003). Enganging students in research: the use of professional dialogue. *Review of Agricultural Economics*, v. 25, n. 2., p. 569-577.

Gil, A. C. (2007). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo. Atlas

Godoy, A.S. (1995). Pesquisa qualitativa – tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29.

Godoy, A.S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63.

Gonçalves, M. B., Zotelli, O. Z., & Paiva, D. M. B. (2010). Sustentabilidade em Empresas de Tecnologia da Informação. Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Recuperado em 10 novembro, 2014 de <http://www.facom.ufms.br/gestor/titan.php?target=openFile&fileId=303>.

Gouveia, H. C., Correia, P. P. C., Melo, M. M., & Neto, S. C. (2011). Aplicação da Ferramenta OLAP em módulos de ERP com vistas à tomada de decisão. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e de Gestão Tecnológica*. 1(1).

Hair, J. F., Wolfinbarger, M. F., Ortinau, D. J., & Bush, R. P. (2010). Fundamentos de Pesquisa de Marketing. Porto Alegre: Bookman.

Harmon, R., & Auseklis, N. (2009). Sustainable IT Services: Assessing the impact of Green computing practices. PICMET.

- Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2004). Criando valor sustentável. *RAE executivo*, 3(2), 65-79.
- Hui, L. Y., & Seok, K. H. (2014). A Study of Savings of Power Consumption and Server Space through Integrated *Virtualization* of UNIX Servers.
- Hussain, S. J., Farooq, T., Shamsudeen, R., & Yu, K. (2013). Overview of Oracle RAC. In *Expert Oracle RAC 12c* (pp. 1-28). Apress.
- IBM. (2014). Responsibility at IBM. GRI Report. Recuperado em 10 novembro, 2014, de <http://www.ibm.com/ibm/responsibility/reports/gri/gri.html>.
- IBM. (2014). A IBM no Brasil. Recuperado em 10 novembro, 2014, de http://www.ibm.com/br/ibm/history/ibm_brasil.phtml
- ICRA. (2004). *Advisory Services: Manual to appraise energy efficiency projects*. New Delhi. 60 p. Recuperado em 10 novembro, 2014, de http://www.ireda.gov.in/writereaddata/ee_appraisal_manual_final_2_0.pdf.
- Kalsheim, J. C. P. (2012). *Greening Information Technology (IT) Infrastructures*. Delft University of Technology.
- Khan, S.U. (2013). *Green Data Center Networks: Challenges and Opportunities*. 11th International Conference on Frontiers of Information Technology. Islamabad P. 229-334
- Koomey, J. (2011). *Growth in data center electricity use 2005 to 2010*. Oakland CA: Analytics Press.
- Lamb, J. P. (2009). *The Greening of IT: How Companies Can Make a Difference for the Environment..* EUA. IBM Press, 2009.
- Llopis, P., Blas, J. G., Isaila, F., & Carretero, J. (2013). Survey of energy-efficient and power-proportional Storage systems. *The Computer Journal*, bxt058.
- Lorusso, A. (2008). *Definition of Green IT - Is Green IT Good Business? A market analysis from an IT service provider's perspective*. IIIIEE Theses. Lund, Sweden, October.
- Maan, N. K., & Dhillon, N. K. (2013). Green: The New Color in Computer Technology. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing* Vol.2, June 2013, pg. 156-162.
- Martins, G. A., & Theóphilo, C. R. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- McGee, J., & Prusak, L. (1994). *Gerenciamento estratégico da informação*. Rio de Janeiro: Campus.
- McLaughlin, E., & Rouse, M. (2013). Green IT (Green information technology) is the practice of environmentally sustainable computing. *Techtarget*, December, 2013. Recuperado em 10 dezembro, 2014, de <http://searchcio.techtarget.com/definition/Green-IT-Green-information-technology>.

- Miranda, S. V. (2014). A gestão da informação e a modelagem de processos. *Revista do Serviço Público*, 61(1), 97-112.
- Mishra, S. (2013). Green Computing. *Science Horizon Magazine*, p. 21.
- Molla, A. (2009). The reach and richness of Green IT: a principal component analysis.
- Monteiro, N. A., & Falsarella, O. M. (2007). Um modelo de gestão da informação para aprendizagem organizacional em projetos empresariais. *Perspectivas em ciência da informação*, 12(2), 81-97.
- Moretti, R. C. V. (2010). Monitorização do consumo de energia em centros de dados. Dissertação de Mestrado em Engenharia Informática. Universidade Nova de Lisboa Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Informática. Sem 1-2009/2010.
- Murugesan, S. (2008). Harnessing Green IT: principles and practices, in: *IEEE IT Professional*. pp. 24–33, January-February.
- Murugesan, S., & Gangadharan, G. R. (2012). *Harnessing green IT: Principles and practices*. Wiley Publishing.
- Oliveira, A. R., & Franceschini, M. (2012). Conceitos básicos para análise de desempenho em sistemas de armazenamento. CMG Brasil Regional Sul 2012. <http://cmgbrasil.files.wordpress.com/2013/06/artigocmg-performanceStoragesystems.pdf>
- Oliveira, S. R. A., & Teixeira, C. F. (2013). Avaliação da Regionalização do SUS: Construção do Modelo Teórico-lógico. *Revista Baiana de Saúde Pública*, 37(1), 236.
- Oracle. (2010). Consolidate Storage Infrastructure and Create a Greener Datacentre. Oracle White Paper, April 2010.
- Pascalichio, A. C. (2011). Perspectiva econômica e modelo de negócio da tecnologia de telecomunicação nas redes de distribuição de energia elétrica no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Patrão, C. (2011). Eficiência energética em TI e infraestruturas para data centres e salas de servidores. Consórcio Projeto Prime Energy IT. Julho/2011. Universidade de Coimbra. Recuperado em 12 junho, 2014 de http://www.efficient-datacenter.eu/fileadmin/docs/dam/brochures/brochure_pt.pdf
- Pereira, G. R. B. (2009). Práticas da ti verde que contribuem para o desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em indústrias do RN. UFRN. Recuperado em 10 dezembro, 2014, de <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/12129>
- Peruzzo, F. (2010). Sustentabilidade, mas pode chamar de competitividade. In: Instituto Amanhã. Guia Sustentabilidade Meio Ambiente. Porto Alegre: Revista Amanhã, Ano III.
- Rao, K. T., Kiran, P. S., & Reddy, L. S. S. (2011). Energy Efficiency in Datacenters through Virtualization: A Case Study. *Global Journal of Computer Science and Technology*, v. 10, n. 3, April. 2010.

Rasmussen, N. (2012). Implantação de Data Centers com Eficiência Energética. APC. Schneider Electric Data Center Science Center. White Paper n.114. P.1-14.

Reine, D., & Kahn, M. (2008). Disk and *Tape* Square Off Again – *Tape* Remains King of the Hill with LTO-4. Clipper Notes, February 2008.

Reine, D. (2014). Accelerated Real Time Compression and Automated Three Tiers of Storage – IBM's Enhanced Storwize V7000 and SVC Drive Real Value. Clipper Notes. May 2014.

Rod Mahdavi, P. E. (2014). General Recommendations for a Federal Data Center Energy Management Dashboard Display. U.S. Department of Energy. Energy Efficiency and Renewable Energy. Federal Energy Management Program. FEMP. By Lawrence Berkeley National Laboratory.

Rouse, M. (2014). Big Data Definition. Recuperado em 10 dezembro, 2014, de <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/big-data-Big-Data>. Techtarget, July, 2014.

Russell, C. (2005). Strategic industrial energy efficiency: reduce expenses, build revenues, and control risk. *Energy engineering*. v. 102, n. 3, p. 7-27, 2005.

Saint-Georges, P. (1997). Pesquisa e crítica das fontes de documentação nos domínios econômicos, social e político. In: ALBARELLO, L. et al. *Práticas e métodos de investigação em Ciências Sociais: trajectos*. Lisboa, Gradiva.

Santos, T. S. (2009). O artesanato intelectual ao contexto virtual: ferramentas metodológicas para a pesquisa social. *Sociologias*. Porto Alegre. Ano 11, n.21, jan/jun 2009, p.120-156.

Santos, R. H. S. D. (2014). Modelo de gestão de predição de falhas no gerenciamento da infraestrutura de datacenter. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Schneider. (2014). Data Center Efficiency Calculator. APCMedia. Schneider Electric. Recuperado em 12 dezembro, 2014 de http://www.apcmmedia.com/salestools/wtol-7cmgpl/wtol-7cmgpl_r3_en.swf?sdirect=true

Seagate, (2014). SSD e a evolução do armazenamento em camadas para empresas. Recuperado em 25 julho, 2014 de <http://www.seagate.com/br/pt/point-of-view/ssd-and-evolution-of-enterprise-storage-tier1-ng-master-pov/>.

Siddiqui, J., Samad, A., & Khan, Z. A. (2014). Study and Approaches to Green Environment through Eco-Friendly Devices.

Silva, N. R., & Hourneaux, F. J. (2013). TI Verde: Sustentabilidade por meio da virtualização de servidores. *IPTEC – Revista de Inovação, Projetos e Tecnologias*. DOI: 10.5585/iptec.v1i1.3, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 30-42, jan./dez. 2013.

Somasundaram, G., & Shrivastava, A. (2011). *Armazenamento e Gerenciamento de Informações. Como armazenar, gerenciar e proteger informações digitais*. EMC Education Services. Porto Alegre: Bookman.

Sorrell, S., & Dimitropoulos, J. (2008). The rebound effect: microeconomic definitions, limitations and extensions. *Ecological Economics*, v. 65, n.3, p. 636-649.

SUCESUBA, (2014). Associação de Usuários de Informática e Telecomunicações da Bahia. Recuperado em 2 fevereiro, 2015, de <http://www.sucesuba.org.br>.

Sun, W., Yuan, X., Wang, J., Han, D., & Zhang, C. (2010). Quality of service networking for smart grid distribution monitoring. In: *International Conference on Smart Grid Communications*, IEEE, October, 2010, Gaithersburg, USA. p. 373-378. ISBN 978-1-4244-6510-1. DOI 10.1109/Smartgrid.2010.5622072.

Tatemura, J., & Hacigumus, V. H. (2014). Cost-Effective Data Layout Optimization Over Heterogeneous Storage Classes. U.S. Patent Application 14/167,506, 29 Jan.

The Green Grid, ERE: A metric for measuring the benefit of reuse energy from a Data Center. White Paper #29 (2010) http://www.theGreengrid.org/~media/WhitePapers/ERE_WP_1015_10_v2.ashx?lang=en

Thieme, M. (2005). Modelo de Governança em Facilidades Prediais para Centros de Tecnologia da Informação em Instituições Financeiras. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia. São Paulo.

Toigo, J. (2014). Deduplication and compression are short-term capacity fixes. *Techtarget*. <http://searchStorage.techtarget.com/tip/Toigo-Deduplication-and-compression-are-short-term-capacity-fixes>. First published by Jon Toigo in January, 2014.

Uddin, M., Rahman, A. A., Shah, A., & Memon, J. (2012). *Virtualization* implementation approach for Data Centers maximize performance. *Asian Network for Scientific Information. Asian Journal of Scientific Research* 5 (2): 45-57. ISSN 1992-1454 / DOI 10.3923/ajsr.2012.4557.

Veras, M. (2009). Datacenter. Componente central da infraestrutura de TI. Rio de Janeiro: Brassport.

Veras, M. (2011). Virtualização. Componente central do Data Center. Rio de Janeiro: Brassport.

Vergara, C.V. (2011). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração* (13ª ed.). São Paulo: Atlas.

Wanders, M. (2011). Data center verde: como reduzir o impacto ambiental. *Cadernos de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas, Aracaju*, 13(13), 25-36.

Wang, X. (2014). Optimal DC Power Distribution System Design for Data Center with Efficiency Improvement. *Theses and Dissertations*. Paper 547.

Weiss, M. C., & Bernardes, R. C. (2014). As práticas de governança e gerenciamento de serviços de TI como vetor para a melhoria do desempenho empresarial: Estudo de caso em uma empresa atacadista. *Gestão & Planejamento*. G&P. 15(1).

- Wong, E. T. T., Chan, M. C., & Sze, L. K. W. (2015). Spreadsheet Modeling of Data Center Hotspots. *Computer Engineering*, p. 1207-1208. Researchgate.net.
- Yin, R. K. (1989). *Case Study Research - Design and Methods*. Sage Publications Inc. USA.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- Yin, R.K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- Yuventi, J., & Mehdizadeh, R. (2013). A critical analysis of *Power Usage Effectiveness* and its use in communicating Data Center energy consumption. *Energy and Buildings*, 64, 90-94.
- Zanella, L. C. H. (2009). *Metodologia de estudo e de pesquisa em administração*. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC.
- Zucchi, W. L., & Amâncio, A. B. (2013). Construindo um Data Center. *Revista USP*, n. 97, p. 43-58.

APÊNDICE

Apêndice I – Questionário

Q1.1. Especificamente quais soluções a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) trouxe para a TI do Banco, considerando o biênio 2014 e 2015, que realmente diferem em termos de crescimento tecnológico em armazenamento de dados em relação ao biênio anterior?

Q1.2. Indispensável para a gestão e disseminação da informação de negócio, o armazenamento de dados é a camada onde sistemas mecânicos, sistemas elétricos e de processamento são projetados para a máxima eficiência energética e menor impacto ambiental. O que representa isso para a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC)?

Q1.3. Virtualização, hierarquização, consolidação, desduplicação, discos do tipo SSD é uma combinação de tecnologias, práticas e políticas que realmente levam a diminuir o uso de energia? Por quê?

Q1.4. A solução de consolidação do armazenamento em menor número de equipamentos com o objetivo de facilitar o gerenciamento, arquivamento, acesso e *backup* não pode ser prejudicada pela crescente demanda na produção de dados digitais?

Q1.5. O que é de fato uma tecnologia de disco de estado sólido e quais as perspectivas do emprego dessa tecnologia em contrapartida ao crescimento explosivo da geração de dados e velocidade de resposta pelas aplicações modernas?

Q1.6. Existe algum sistema de referência ou classificação que ajuda os compradores dos setores públicos e privado a avaliar, comparar e selecionar equipamentos de TI com base em seus atributos ambientais? Exemplo.

Q1.7. O que a preocupação ambiental mundial para uma produção mais limpa representa para uma empresa fornecedora de TI do porte da (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) em relação à busca por soluções tecnológicas energeticamente mais eficientes?

Q2.1. De acordo com nossa Política Corporativa de Sustentabilidade e programas internos como a Gestão da Ecoeficiência, o Banco procura estar em linha com as preocupações ambientais, entre elas, o consumo de energia. Dessa forma, qual o conceito de TI Verde para a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC)?

Q2.2. A quantidade de energia consumida por servidores nos *Data Centers*, incluindo o armazenamento, dobrou nos últimos cinco anos. Quais as iniciativas e soluções para equalizar, nesta tendência, a crescente demanda por armazenamento de dados e *backup* e os possíveis aumentos de custos de energia?

Q2.3. Em que nível de armazenamento de dados está a maioria das empresas que começa a usar a tecnologia SSD da (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC)?

Q3.1. Quais são os pontos fracos/fortes dos investimentos do Banco quando o assunto é tecnologia em soluções para armazenamento de dados.

Q3.2. Por meio de quais soluções de armazenamento de dados, seja *hardware* ou *software*, a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) garante a entrega de algum valor em termos ambientais para o Banco no que se refere ao consumo de energia, espaço físico e ar condicionado?

Q3.3. Sendo um dos maiores fornecedores de tecnologia para o banco, o que a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) pode fazer para reduzir o consumo de energia, espaço e ar condicionado no nosso ambiente de armazenamento de dados atual?

Q3.4. Do ponto de vista da (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC), quais os fatores que, com exceção dos custos de energia, estão forçando as organizações a repensar suas análises de TCO na TI?

Q3.5. Quais são as soluções de armazenamento de dados mais proeminentes quanto à redução de espaço físico, ar condicionado e energia elétrica que a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) já tem para oferecer?

Q3.6. A evolução da tecnologia de discos do tipo SSD, disco de estado sólido ou *Flash*, é vista como uma saída para o armazenamento inteligente, tempo de resposta minimizado e menor consumo de energia, mas de alto custo ainda. Qual a perspectivas de que a produção em escala venha contribuir na solução desse problema?

Q3.7. Como fornecedora de soluções, quais as melhores práticas da (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) quanto à fabricação, manutenção, reuso, destinação e descarte de equipamentos de TI para mitigar a produção de resíduos potencialmente prejudiciais em qualquer dessas fases. Como isso é feito?

Q3.8. Ainda em relação ao cuidado com o impacto ambiental decorrentes das atividades dos *Data Centers* da organização, tudo isso sendo medido em emissões prejudiciais pelo uso constante de grande quantidade de energia. O que representa isso do ponto de vista da (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC)?

Q4.1. Entre as soluções, considerando as tendências do mercado consumidor de TI corporativa, quais a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) considera que resultem em maior eficiência em armazenamento de dados? Fale sobre quais eficiências estão sendo consideradas.

Q4.2. Qual deve ser o primeiro passo quando se olha para soluções de armazenamento de dados tecnologicamente verde?

Q4.3. Hoje já é possível obter ganhos de eficiência por meio da consolidação de servidores em menos plataformas. Isso já é possível para o armazenamento de dados? Como a (IBM, Fujitsu, Brocade, EMC) faz isso?

Q4.4. Normalmente quanto os discos do tipo SSD são mais rápidos, potentes e econômicos (em termos de consumo de energia) que os discos magnéticos comuns? Já é possível essa análise?

Q4.5. A tecnologia de discos SSD está ganhando espaço e sendo mais usada para melhorar o desempenho de aplicações críticas no *Data Center*. Quais são as outras soluções que, somadas a esta, podem trazer melhorias de desempenho em relação ao custo operacional de armazenamento?