

A TI VERDE NOS DATA CENTERS: ESTUDO SOBRE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Gabrielle Colêncio¹

Carlos Eduardo de França Roland²

Resumo

As mudanças tecnológicas e as exigências do mercado fizeram com que a Tecnologia da Informação (TI) fosse implementada nas empresas como uma estratégia visando à eficiência e a eficácia da produtividade de trabalho. A TI como qualquer outra atividade humana usa volumes cada vez maiores de energia, especificamente a elétrica, que é produto da transformação de recursos naturais, muitos dos quais não renováveis. O conceito de TI Verde, que engloba a preocupação com os impactos ao ecossistema terrestre, tornou-se tendência a partir do século XXI, e define o conjunto de práticas que torna a utilização da TI mais sustentável. O estudo apresentado neste artigo teve por objetivo, realizar uma pesquisa bibliográfica exploratória com o intuito de identificar os fundamentos teóricos da TI Verde, e apresentar as práticas adotadas pelas empresas para tornar o uso de recursos de TI menos impactantes ao meio ambiente e mais sustentáveis. São apresentados os conceitos de TI Verde, as características dos Data Centers, as práticas sustentáveis implantadas nas suas instalações e operações, especialmente relacionadas a inovações arquitetônicas, e as recentes tecnologias relacionadas aos serviços oferecidos por Data Centers como Cloud Computing e Virtualização. Percebe-se que as empresas fornecedoras e as usuárias de TI estão conscientes dos impactos causados pelos equipamentos e instalações, e que iniciativas de inovação para minimizar tais efeitos estão sendo implementadas que resultam em preservação energética com foco em sustentabilidade.

Palavras-chave: Computação em Nuvem. Data Center. Sustentabilidade. TI Verde. Virtualização.

Abstract

Technological changes and market demands have made Information Technology (IT) to be implemented in companies as a strategy for efficiency and effectiveness of work productivity. IT like any other human activity uses ever-increasing volumes of energy, specifically electric, which is the product of the transformation of natural resources, many of which are nonrenewable. The concept of Green IT, which encompasses concern for impacts to the terrestrial ecosystem, has become a trend from the 21st century, and defines the set of practices that make IT use more sustainable. The objective of this study was to carry out an exploratory bibliographic research to identify

¹ Graduanda em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Fatec Dr Thomaz Novelino – Franca/SP. End. Eletrônico: gaby.2kolencio@gmail.com

² Docente da Fatec Dr Thomaz Novelino – Franca/SP. End. Eletrônico: carlos.roland@fatec.sp.gov.br.

the theoretical foundations of Green IT and to present the practices adopted by companies to make the use of IT resources less impactful to the environment and more sustainable. The concepts of Green IT, the characteristics of Data Centers, the sustainable practices implemented in its facilities and operations, especially related to architectural innovations, and the recent technologies related to the services offered by Data Centers such as Cloud Computing and Virtualization are presented. It is perceived that IT suppliers and users are aware of the impacts caused by equipment and facilities, and that innovation initiatives to minimize such effects are being implemented that result in energy conservation with a focus on sustainability.

Keywords: Cloud Computing. Data Center. Green IT. Sustainability. Virtualization.

1 Introdução

A sigla TI é um acrônimo de Tecnologia da Informação que pode ser definida como as atividades providas por meio da computação. A TI atualmente é essencial para as empresas e organizações, pois é por ela que os dados das operações são salvaguardados tornando-se possíveis informações estratégicas.

O tema sustentabilidade ganha força a partir de 1987 com o Relatório de Brundtland que descreve a grande dependência da humanidade em relação à energia proveniente de combustíveis fósseis que não são renováveis e que agredem o ambiente (FREITAS, NÉLSIS, e NUNES, 2012).

Segundo Januzzi *apud* INTEL (2008) todas as etapas da indústria energética causam impactos ao meio ambiente. O setor elétrico é responsável por grande parte dos gases lançados na atmosfera, tendo em vista que a produção de eletricidade produzida nas termoeletricas representa cerca de um terço das emissões mundiais de dióxido de carbono, que absorvem a radiação provocando o efeito estufa. Assim surge a necessidade de se considerar a TI Verde que define as práticas voltadas para o setor de Tecnologia da Informação com propostas para reduzir os impactos desse setor ao ambiente.

O objetivo do presente estudo foi realizar uma pesquisa bibliográfica exploratória para conceituar os elementos que contextualizam a TI Verde, e identificar as iniciativas aderentes às práticas de preservação ambiental e sustentabilidade implementadas por atores da área de TI. Busca-se entender e identificar o que tem sido feito pelas empresas fornecedoras e usuárias de TI a respeito da preservação ambiental e da sustentabilidade energética.

O resultado do estudo é apresentado neste artigo que é estruturado em seções

que apresentam os conceitos de TI Verde (seção 2); de Data Centes (seção 3) que são as maiores infraestruturas de TI à época deste estudo e que impactam significativamente o meio ambiente e a sustentabilidade, em especial a energética; apresenta (na seção 4) as Práticas Sustentáveis adotadas pelos principais *players* no mercado de TI; aspectos de Inovações Arquitetônicas são descritas na seção 5; seguindo da apresentação sobre Cloud Computing (seção 6); e Virtualização (seção 7) que são tecnologias recentes em desenvolvimento que propõem potencializar as práticas de preservação ambiental e de sustentabilidade na área de TI. Este artigo é finalizado pelas seções Considerações Finais e Referências bibliográficas utilizadas.

2 TI Verde

Desde a década de 60, a atividade humana foi marcada por crescentes escalas de uso da TI para as organizações. Nesta década o uso da tecnologia estava centrado nos grandes computadores que faziam o processamento de dados direcionando seus recursos para sistemas de controles operacionais, tais como faturamento, estoque e finanças.

Em 1960 o *hardware* apresentou diminuição de custo e velocidade de processamento, impulsionando a tecnologia que já se fazia necessária para grandes e médias empresas.

Em meados de 1970 a evolução tecnológica dá início à era dos Sistemas de Informação para processamento sistemático de dados, e adequando-os de acordo com as necessidades de cada empresa. Neste período surge a comunicação remota, os terminais, os computadores multitarefas e multiusuários, e surgem os pacotes de *software* que tornam os computadores mais flexíveis.

A partir de 1980 surge o termo Tecnologia da Informação para caracterizar o uso da tecnologia como parte da gerência e como uma vantagem estratégica. A TI se faz necessária no meio empresarial até os dias atuais. Pode-se descrever a TI como um conjunto de recursos capazes de coletar e armazenar dados, que quando processados geram resultados que podem vir a ser informação gerencial e que o uso dessas informações gera conhecimento. Desta forma a TI auxilia na gestão empresarial, apoiando a tomada de decisões e ofertando vantagens competitivas.

A partir do final do século XX as empresas procuram manter em seus

departamentos de tecnologia um Planejamento Estratégico da Tecnologia da Informação (PETI). É um processo tático e operacional que visa organizar as informações da empresa, passando pelos recursos de *hardware*, *software*, telecomunicações, gestão de dados e informação. O PETI precisa estar alinhado aos negócios para que desempenhe seu importante papel de estratégia organizacional. É fundamental que se disponibilize informações oportunas gerando um conhecimento para um cenário decisório (CAMPOS, 2009).

Segundo afirma Monqueiro (2009), com base os estudos formulados pelo SEBRAE em 2000, a TI quando bem utilizada traz vantagens às empresas que, com a sua adoção, diminuem custos, aumentam sua produtividade e melhoram a qualidade de seus serviços.

Assim como outras atividades humanas, a TI provoca impactos ao meio ambiente sendo tanto pela demanda de energia elétrica quanto pelos materiais utilizados na fabricação do *hardware*.

Paralelamente ao desenvolvimento sócio econômico, a sustentabilidade ganha destaque a partir da década de 1980 com a publicação do Relatório de Brundtland pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, pois o rápido crescimento populacional acabou gerando uma grande dependência humana de energia fóssil, o que agride o meio ambiente de tal forma que os danos causados por ações antrópicas ao longo dos anos são praticamente irremediáveis na atualidade (BRUNDTLAND, 1991).

Assim, os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento econômico são recorrentes e se inserem em todos os segmentos da sociedade. Com a participação ativa ou como expectador das mudanças, todos participam direta ou indiretamente das ações que podem ser nomeadas como TI Verde. Neste sentido, o mundo corporativo começa a adotar e, principalmente, a criar ações para atender às necessidades de negócios sustentáveis.

Um exemplo é o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), criado como uma ferramenta de análise comparativa de empresas sob o aspecto da sustentabilidade corporativa com base na eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa que impulsionam a adoção das ações propostas como TI Verde. Tais empresas adotam práticas de governança e preservação ambiental para sustentabilidade como estratégia operacional por

vislumbrarem ganhos intangíveis como ganho na reputação, facilidade de crédito, busca de vantagem competitiva e compartilhamento de práticas e conhecimento sobre solução de problemas socioambientais (ISEBVMF, 2017).

As práticas de TI Verde podem ser definidas em três níveis (MONQUEIRO, 2009) sendo o primeiro deles conhecido como Ti Verde de Incrementação Tática. Essa política não modifica a infraestrutura da empresa, nem suas políticas, mas define medidas para a redução de gastos elétricos excessivos. Um exemplo é a troca de lâmpadas e equipamentos que reduzem o consumo de energia elétrica.

O segundo nível exige uma mudança na infraestrutura da empresa, buscando implementar novos meios de produção ou de prestação de serviços de forma ecológica, assim reduzindo os custos elétricos e aumentando a eficiência energética. Esse segundo nível é conhecido como TI Verde Estratégica.

Para o autor o terceiro nível conhecido como Deep IT é um nível mais amplo de TI Verde, que visa maximizar o desempenho com o mínimo gasto elétrico, ou seja, nesse nível a refrigeração, a iluminação e os equipamentos são dispostos na planta com base nos dois níveis anteriores, aumentando o custo de sua implantação. Um bom exemplo de empresa que adere a esse nível é a Google que inclui planejamento sustentável para a construção de Data Centers, como também o consumo de energia alternativa como a solar. O conjunto dessas práticas torna-se interessante para as instituições, pois essas aplicações reduzem o custo de energia elétrica e incentivam a responsabilidade sócio-ambiental nas empresas (MONQUEIRO, 2009).

No contexto da TI verde pode-se destacar as preocupações com o meio ambiente, abrangendo aspectos como o uso de recursos naturais, reciclagem de equipamentos ou o descarte correto, bem como a utilização de arquiteturas e processos que permitam uma maior vida útil para as infraestruturas de tecnologia e a redução do consumo de energia.

Para manter o grande fluxo de dados computacionais demandado por empresas e pessoas que utilizam cada vez mais recursos de TI, há necessidade crescente de infraestrutura baseada em conjuntos de servidores formando assim os Data Centers, tópico que será detalhado na próxima seção. Essa infraestrutura consome energia elétrica para suas operações, mas existem ações que contribuem para a redução do consumo, como a adoção, por exemplo, da virtualização de servidores, ou a melhora da eficiência do condicionamento e do fluxo de ar nas plantas

operacionais.

Empresas e fabricantes podem apoiar práticas da TI Verde e adotar métodos de sustentabilidade, como por exemplo empresas podem optar por computadores menos potentes como os Thin Clients, que são computadores de baixo custo, sem disco rígido que processam informações diretamente nos servidores, e são operados com monitores que consomem pouca energia.

Fabricantes por sua vez podem optar por utilizar materiais menos nocivos ao meio ambiente; distribuidores podem apoiar a iniciativa sustentável aplicando meios para descartar lixo eletrônico de antigos proprietários de forma ciente e sustentável.

Essa preocupação com os impactos no ecossistema tornou-se tendência no século XXI, onde a TI Verde passou a ser regulamentada por legislação ambiental, propondo procedimentos e planos estratégicos para a eliminação ou diminuição da agressão ambiental (FERREIRA, 2009).

Regular as emissões de carbono, desenvolver projetos inovadores visando a sustentabilidade, adequar-se a protocolos e regulações verdes, fazer o gerenciamento inteligente de consumo de energia, são fundamentais para manter o equilíbrio entre o cuidado com o planeta e a inovação tecnológica.

Nesse contexto pode-se destacar a importância do Gerenciamento Inteligente de Energia, pois a gestão de energia é um dos grandes benefícios proporcionado pela adoção das práticas de TI Verde. O objetivo é mudar a forma como a instituição usa os recursos atuais, proporcionando assim uma economia eficiente (INFORREDE, 2012).

Em 2010 já se estimava a existência de 1,7 bilhões de computadores pessoais em uso no mundo, aproximadamente um computador para cada quatro habitantes na terra, e essa estimativa tende a aumentar ao longo do tempo. Somente no Brasil no ano de 2009 foram vendidos 11,2 milhões de unidades de computadores pessoais. Percebe-se que a TI está amplamente enraizada na sociedade, proporcionando muitos benefícios, agilizando tarefas e proporcionando ganho de eficiência (JAYO e VALENTE, 2010). Para os autores é necessário se atentar aos efeitos da TI e seus impactos ambientais. Em discussões sobre o meio ambiente a TI tem se tornado um tópico de grande evidência. Os autores informam que para se fabricar um computador com um monitor de 17 polegadas, são consumidos 250 quilos de combustíveis fósseis, 20 quilos de produtos químicos e 1.400 litros de água. O descarte de

aparelhos eletrônicos cresce aproximadamente 5% ao ano. Ao descartar o lixo eletrônico de forma inadequada se faz com que substâncias altamente tóxicas, presentes nos componentes do lixo eletrônico, contaminem o solo e os lençóis freáticos causando danos ao meio ambiente e à saúde humana. Outra preocupação relacionada ao meio ambiente e a tecnologia é a emissão de gases que provocam o efeito estufa esta sendo responsável por 2% do CO² liberado na atmosfera (JAYO e VALENTE, 2010).

Ao se analisar o ritmo de crescimento do uso de computadores e equipamentos de TI que ficam ligados por longos períodos de tempo, ou ininterruptamente como é o caso de servidores, esses equipamentos precisam de constante refrigeração para amenizar o calor emitido pelo funcionamento da máquina. Além do consumo de energia para o funcionamento dos servidores, a refrigeração deles é responsável, em média, por 60% do consumo de energia de uma instalação (JAYO e VALENTE, 2010). No caso de *data centers* pode-se adotar medidas de refrigeração limpas e fazer uso da virtualização como apresentado nas seções a seguir.

3 Data Centers

Data Center, ou Centro de Processamento de Dados é um ambiente preparado para receber a instalação de servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados. Os *data centers*, que permitem que a internet funcione de forma adequada para seus milhões de usuários, consomem grande volume de energia elétrica. Por exemplo, a Google consome a mesma quantidade de energia que a Turquia para manter seus *data centers* em funcionamento.

A maneira de se gerenciar um *data center* foi sendo alterado a partir do seu surgimento em 1964, quando foi lançado pela IBM um computador de grande porte dedicado ao processamento de grandes volumes de dados. Desde então os investimentos e preocupações em manter esses dados seguros em local apropriado dentro e fora da empresa tem crescido, juntamente com a quantidade de informação e o surgimento de novas tecnologias.

A construção de um *data center* envolve conceitos de boas práticas, além de normatização, pois contém um grande número de equipamentos elétricos que apresentam riscos de incêndio se os devidos cuidados não forem considerados.

Também devem ser analisados os aspectos geográficos na construção de um *data center* pois o local onde ele se localiza não deve estar sujeito, por exemplo, a riscos de enchente ou desmoronamento, nem de facilidades de roubos físicos de equipamentos ou de roubo de informações (ROSSI, 2012).

O Data Center tem por finalidade abrigar muitos servidores dispostos em *racks* (suportes metálicos para sustentar os dispositivos) que reduzem o espaço necessário para acomodá-los. Os *data centers* atuais têm a capacidade de processamento quatro vezes superior aos antigos centros de processamento de dados, porém ocupam somente 40% do seu espaço (COMSTOR, 2013).

Para se ter um bom funcionamento de um *data center* são necessários alguns componentes fundamentais. A infraestrutura da rede é indispensável para que o ele seja flexível e dinâmico, acompanhando as tecnologias existentes, pois quase toda a automação de processos corporativos são feitos pela internet. O adequado é projetar um Data Center planejando o suporte necessário que permita o bom uso dos sistemas que atendem às empresas, e dos serviços oferecidos por tais sistemas. Deve ser avaliado também o provável crescimento futuro da empresa onde devem ser considerados requisitos com o espaço físico, estrutura de cabeamento e suporte da rede de dados, como também o fornecimento de energia elétrica, climatização, e comunicação (COMSTOR, 2013).

A segurança física também é de extrema importância e deve também existir planejamento adequado à sua implantação. A proteção física de elementos como janelas, paredes, portas, armários metálicos para comportar componentes com *switches*, discos rígidos, entre outros, devem garantir a proteção e integridade dos equipamentos além de prevenir contra eventuais incêndios. Sistemas que controlam o acesso também devem ser instalados permitindo que apenas pessoas autorizadas tenham acesso ao local. Alarmes devem ser utilizados, como também deve haver um sistema de autenticação de acesso ao *data center* para assim assegurar a inviolabilidade dos dados (ROSA, ARANDA, e ANTONIOLLI, 2017).

Os autores afirmam que ao se planejar um *data center* é indispensável a utilização de redundância de energia. A refrigeração tem a função de manter a temperatura do ambiente adequada para evitar o superaquecimento dos equipamentos; a redundância de energia é necessária para que o abastecimento de energia seja constante devido à operação crítica dos *data centers* que trabalham

ininterruptamente. Para obter a redundância elétrica são necessários equipamentos como *no-breaks* e geradores, além de mais de uma opção de substituição de energia.

A climatização de um *data center* é um sistema crítico assim como o fornecimento de energia elétrica. A climatização representa entre 40% a 50% dos custos com energia elétrica (SOARES, 2016), inferior apenas para o consumo de energia demandado pelos próprios equipamentos. As principais funções da climatização em um *data center* são manter a temperatura em torno de 25° C, bem como garantir a pureza do ar no ambiente, uma vez que partículas sólidas prejudicam a circulação do ar nos gabinetes dos equipamentos aumentando sua temperatura de operação.

Dentro dos *data centers* deve ser feito o controle de umidade, pois os equipamentos são sensíveis tanto à umidade alta que oxida contatos elétricos, quanto à umidade baixa, que gera acúmulo de cargas eletrostáticas que danificam os equipamentos. O ideal é que a umidade se mantenha em torno de 50% (ROSA, ARANDA, e ANTONIOLLI, 2017). Para operação de *data centers* o fator climático deve ser um ponto de atenção. Para que seja feito com maior eficiência e eficácia, devem ser dispostos sensores interligados em rede, distribuídos pela área da planta operacional para o controle melhor da climatização ambiental.

Existem várias técnicas de resfriamento do ambiente que podem ser abordadas no planejamento da construção de um Data Center. Entre eles destacam-se colocar os equipamentos de ar-condicionado o mais próximo possível dos servidores para evitar que o ar se dissipe, evitando assim gastos com energia para a movimentação do ar; o uso de Free Cooling que é a técnica de utilizar o ar externo para resfriamento do ar interno dos *data centers* otimizando o consumo de energia; e os *chillers* que é a técnica de utilizar água gelada para resfriar o ambiente (SOARES, 2016).

Por usar grande quantidade de cabos de dados e energia, e ser um ambiente que necessita de refrigeração, o piso elevado é um item importante para uma boa estrutura dentro de um Data Center. Sem um piso elevado a estrutura pode ser incompleta, pois dificulta a manutenção e a flexibilidade do cabeamento.

O piso elevado (Figura 1) também pode ser útil para a passagem de ar pelos corredores do *data center* melhorando a eficiência da instalação de ar-condicionado, facilitando a migração do ar dentro e fora dos equipamentos. Um *data center* com o piso elevado tem o benefício de se adaptar melhor às mudanças futuras de uma nova

tecnologia durante o tempo de vida útil da edificação (FACCIONI FILHO, 2016). O material para a montagem do piso elevado deve ser uma placa resistente e durável, que não requeira manutenção. O material escolhido não deve sofrer nenhuma deformação em sua superfície como é o caso da borracha. A cobertura mais comum para piso elevado em *data center* geralmente é feita com cimento, aço carbono ou alumínio fundido conhecido como Laminado de Alta Pressão (HPL).

É necessário se atentar com a eletricidade estática do piso no planejamento da construção para comportar equipamentos de TI, pois é necessário o uso de pisos estático dissipativos que conduzam mais de 100 volts. Tratamentos como pintura eletrostática podem solucionar o problema. O piso elevado de um *data center*, também deve conter a estanqueidade, ou seja, quando o piso elevado é utilizado para arrefecer o ambiente, é necessário que suas placas sejam seladas a fim de minimizar o vazamento do ar (GOMES, 2016).

Em 2005 as entidades Telecommunications Industry Association (TIA) e Electronic Industries Alliance (EIA), elaboram uma norma especificamente para a construção de *data centers* que norteia boas práticas de construção e de segurança do ambiente. Essa documentação aborda padronização para projetos de instalações sob aspectos como arquitetura, climatização, suprimentos de energia elétrica, topologia de cabeamento, sistema de identificação, piso elevados, controle de acesso, detecção e combate de incêndio, iluminação, portas de acesso e recomendações quanto à geografia do espaço físico de localização de um *data center*.

A norma EIA/TIA 942 apresenta um anexo de classificação dos Tiers (níveis) de *data center*. A classificação Tier progride do Tier 1 até Tier 4, baseando-se no conjunto do sistemas que o *data center* possui. Assim a escolha do Tier depende do critério e das características de cada instalação (SILVA e PESCADOR, 2006).

Figura 1 - Imagem de sala de Data Center com piso elevado



Fonte: Gomes, 2017.

O Nível I (Tier I) - Básico define um *data center* sem componentes redundantes, apropriado para pequenas empresas, cuja utilização principal seja uma plataforma web. O Nível II (Tier II) define os *data centers* com uma única distribuição redundante de sistema elétrico e subsistemas, sendo recomendado para negócios cujos requisitos permitam o desligamento do sistema fora dos horários de expediente tradicionais. O terceiro nível (Tier III) tratam os *data centers* com várias distribuições redundantes, sendo recomendado para empresas que precisam de um suporte ininterrupto, ou seja, 24x7 (24 horas, 7 dias por semana), para clientes externos e internos como por exemplo sistema de Helpdesk e e-Commerce, contudo são aceitáveis curtos períodos de limitação do sistema. O Nível IV (Tier IV) trata dos *data centers* com arquitetura e planejamento tolerantes a falhas, pois possuem várias redundâncias de distribuição que atendem simultaneamente os equipamentos de TI. Todos os equipamentos devem ter fontes redundantes se alimentação. É indicado para empresas com uma forte presença no mercado internacional, como as multinacionais, que prestam serviços 24x365 - 24 horas, 365 dias por ano (BEZERRA, 2013).

Acessar a internet atualmente é um serviço simples e de forma rápida e praticamente instantânea, mas o caminho percorrido pelos dados gerados e visualizados por milhões de usuários é extenso. Todos os dados de sites, páginas e arquivos, ficam armazenados em grandes computadores em *data centers*.

Empresas como a Google, Facebook, Apple e Microsoft, são empresas que possuem vários *data centers* ao redor do mundo que consomem grande quantidade

de energia. A preocupação dessas empresas está em tornar suas operações menos agressivas ao meio ambiente, fazendo com que seus servidores trabalhem utilizando fontes de energia renováveis.

A construção de novas plantas operacionais é uma atividade que está crescendo mundialmente na atualidade, pois estima-se que serão gerados anualmente 350 Zettabytes de dados até 2020 (HELMAN, 2016). Um Data Center é considerado ultrapassado após um período de sete anos de vida útil.

Para armazenar e compilar essa grande quantidade de dados gerados anualmente é necessário uma grande quantidade de energia para manter as estruturas operantes, que chegam a consumir a mesma quantidade de energia elétrica que algumas cidades. Em média, todos os data centers do mundo utilizam 70 bilhões de kilowatt hora por ano (HELMAN, 2016), operando de maneira ininterrupta. Os data centers atuais estão cada vez ficando maiores em tamanho e em números servidores, podendo ocupar centenas de hectares de terra, por isso é necessário um vasto suporte terrestre. No entanto os resíduos sólidos e líquidos produzidos pelas instalações são responsáveis por danos ao solo onde eles se localizam.

Com as transformações digitais e sua difusão na sociedade, surge o conceito da 4ª Revolução Industrial associado aos recursos oferecidos pelos *data centers*. Este conceito é impulsionado pelas transformações digitais e pela popularização da *internet*, com uma velocidade superior à das tecnologias anteriores, suportando a Indústria 4.0 pelas características de adaptar os equipamentos e máquinas às linhas de produção possibilitando uma maior flexibilidade produtiva.

Entre as principais tecnologias que são pilares da Indústria 4.0, segundo Teleum (2018) estão:

- Big Data: são grandes estruturas que comportam um volume massivo de dados gerados por sistemas, auxilia no gerenciamento e na análise de informações.
- IoT: trata da utilização da conexão de rede nos objetivos do dia como, por exemplo, utensílios domésticos e veículos.
- Segurança da informação: na Indústria 4.0 já é uma realidade e cada vez mais as empresas buscam se modernizar para atender a competitividade do mercado, neste crescimento de tecnologia também é crescente a fragilidade dos sistemas, no entanto o desafio das empresas é desenvolver tecnologicamente sem descuidar da segurança da informação.

- Data Center: são fundamentais para as atividades básicas de TI na Indústria 4.0 isso não poderia ser diferente, contudo a sua potencialidade poderá ser explorada pela construção das novas fábricas inteligentes. Isso ocorrerá porque todas as tecnologias e sistemas de produção inteligentes terão que ser alocados e gerenciados por meio de uma plataforma de gerenciamento, ou por um sistema que terão que está em pleno funcionamento em servidores.

4 Práticas Sustentáveis

Grandes *data centers* consomem muita energia elétrica. É natural que seus gestores, pertencentes à área de TI, estejam envolvidos em questões de eficiência energética. São profissionais que aderem mais facilmente à iniciativa (MONTE, 2009). Os resultados divulgados de pesquisa realizada por fornecedora de soluções de segurança e armazenamento apontam que a adesão a práticas de TI Verde deve-se à crescente necessidade de redução de custos. Quase a totalidade das empresas pesquisadas (97%) em todo mundo estão interessadas em diminuir custos, principalmente com relação a resfriamentos. Na América Latina a preocupação com as práticas de TI Verde ganha um destaque mais abrangente do que comparado à escala global. A pesquisa aponta que 89% das empresas entrevistadas têm interesse em diminuir o consumo com energia elétrica, 76% delas têm interesse em reduzir as emissões de carbono, 71% querem melhorar a reputação da empresa, e 58% dos latino americanos adotam políticas de TI Verde para atender as exigências legais (MONTE, 2009).

A autora ainda cita que a pesquisa oferece resultados também em escala global: 81% das organizações tem a preocupação de atenuar o consumo de eletricidade, 74% tem interesse em reduzir as emissões de carbono, 67% estão preocupados com a imagem da empresa com relação às práticas de TI Verde, e 44% delas procuram atender exigências legais. No Brasil se constatou que 51% das corporações implantaram ou estão em fase de implantação de projetos ligados a TI Verde, e que 36% dos entrevistados estão analisando o tema. A pesquisa também constatou que, em média, a conta de energia elétrica de grandes *data centers* varia entre 21 e 25 milhões de dólares ao mês, sendo que a refrigeração corresponde a 38% deste montante. Esse estudo foi realizado em pela consultoria Applied

Research e incluem os países Estados Unidos, Canadá, França, Itália, Inglaterra, Brasil, México, Austrália, Índia, Japão, Cingapura, Malásia, Coréia do Sul, Nova Zelândia e China (MONTE, 2009).

O conceito de TI Verde vem se popularizando por motivações de redução de custos, conservação do planeta, ou pelos diferenciais de marketing criados a partir da adoção de políticas ambientalmente corretas. A Computerworld (2009) listou algumas iniciativas de empresas brasileiras que buscam por práticas de TI Verde. Um exemplo é o Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo que economizou toneladas de papel com a criação do Diário de Justiça Eletrônico (DJE). São economizadas aproximadamente 4.100 toneladas de papel por ano. A organização não governamental Climate Savers Computing Initiative estima que o uso de ferramentas de gerenciamento de energia para *desktops*, por exemplo, pode economizar mais de 600 KW/hora em energia, por máquina (BARROS, 2008).

Outro exemplo de ação simples que pode transformar em iniciativa verde é configurar monitores e discos rígidos para que entrem em descanso quando não houver utilização, maximizando a economia de energia.

A virtualização é outra opção para redução do consumo de energia de acordo com Barros (2018). Segundo o autor a virtualização bem feita pode gerar até 70% de economia elétrica, economizando também em custo do volume de equipamentos instalados. A virtualização é apresentada com mais detalhes na seção 7.

A Universidade de São Paulo (USP) adicionou critérios para a aquisição de equipamentos de TI, criando o Selo Verde que recomenda que computadores sejam entregues completamente livres de chumbo, com todos os componentes recicláveis, e com baixo consumo de energia (BARROS, 2008).

Outra questão que deve ser considerada pela equipe de TI nas especificações das configurações dos equipamentos é que o alto poder de processamento demandado das máquinas exige maior desempenho, o que eleva suas temperaturas o que por sua vez implica em maior custo de refrigeração. Especificar adequadamente os processadores de servidores pode ser uma boa prática para torná-lo mais ecológico. Pensando nisso empresas como a Intel e a Sun desenvolveram novos *chips* que usam significativamente menos energia (MULLIGAN, 2007).

É importante ressaltar que um bom planejamento do setor de TI também colabora para a prática sustentável. Deve-se buscar dimensionar as reais

necessidades, e não superdimensionar instalações. O planejamento cuidadoso de um *data center*, e a alocação adequada dos equipamentos pode melhorar a circulação de ar economizando energia e investimentos em sistemas de refrigeração, afirma Mulligan (2007).

À medida que acaba o período de vida útil do *hardware* é necessário se fazer o descarte desses equipamentos, buscando a maximização. Alguns recicladores distribuem as máquinas antigas por meio de uma estrutura social ou reciclam os componentes. Para manter o método de reciclagem seguro e eficaz é necessário que, independente da forma de reciclagem escolhida, antes se destruam os dados contidos nos sistemas de armazenamento dos equipamentos.

Outra boa prática que pode ajudar a TI a ser mais sustentável é escolher fornecedores verdes que ofereçam produtos e serviços neutros em carbono (MULLIGAN, 2007).

5 Inovações arquitetônicas

A Google é a maior empresa fornecedora de informações do mundo. Além disso, com aplicativos *web* que facilitam nossas tarefas, todo esse serviço está disponível 24h por dia. Para isso a Google conta com vários servidores ao redor do mundo, a maioria em grandes contêineres com capacidade para 1.160 servidores interligados, consumindo 250 KWh de energia elétrica.

A inovação criada pela empresa foi a instalação de uma bateria autônoma de 12 volts em cada servidor, para mantê-los em operação em eventuais quedas de energia. O benefício de se ter baterias individuais é a redução de custos e a garantia de maior eficiência.

Usualmente são instalados os chamados Uninterruptible Power Suppliers (UPS), também chamados de NoBreaks, para manter o funcionamento dos equipamentos enquanto os geradores de energia iniciam o fornecimento para garantir operação ininterrupta. No entanto na abordagem da Google as fontes de alimentação são projetadas para fornecer apenas 12V de tensão de alimentação às placas-mãe, tornando-as mais eficientes por estarem mais perto do pico de suas capacidades. As demais tensões de operação dos circuitos eletrônicos necessárias, são gerados por circuitos integrados à placa. Esta política de projeto aumenta o preço das placas-mãe,

mas em uma relação menor do que o custo de instalação dos NoBreaks. A empresa tem um forte foco na eficiência energética e pretende ajudar outras empresas a economizarem recursos, contribuindo para a preservação ambiental (ANALISTATI, 2009).

Outra inovação da Google é a patente registrada de um Data Center autossuficiente em energia. A idéia é construí-lo sobre a base de um navio que utiliza o movimento das ondas para gerar energia e a própria água do mar para o resfriamento dos equipamentos, podendo ser implementado mais rapidamente e oferecendo maior flexibilidade que os *data centers* tradicionais (COMPUTERWORLD, 2008).

Metz (2012) publica que em fevereiro de 2009 a Google adquiriu um antigo prédio abandonado de fábrica de papel em Hamina na Finlândia. Depois de verificar as condições do prédio a empresa decidiu abrigar seus servidores no local, dando início a um grande Data Center. O prédio conta com um túnel subterrâneo que retira a água gelada do mar do golfo da Finlândia para, originalmente, resfriar a unidade de geração de vapor usado pela antiga fábrica de papel.

A Google viu uma forma de resfriar seus servidores usando o mesmo processo. São 450 m de túneis que transportam água gelada do mar para resfriar milhares de máquinas que processam o tráfego da *web*. Ao usar os túneis de granito o *data center* não necessita de resfriadores elétricos que consomem energia. A instalação em Hamina é uma instalação verde que reutilizou uma infraestrutura existente poupando gastos e o meio ambiente, que bombeia água fria do mar Báltico para o *data center* através de um sistema de resfriamento evaporativo (Figura 2).

Além disso a empresa construiu uma estação de tratamento de água no local para não utilizar a água potável que abastece a cidade. Outro cuidado foi ao escoar a água utilizada. No final do processo a água não esta mais em sua temperatura original sendo temperada com a água do mar antes de ser devolvida ao ambiente para que assim não haja nenhum risco ambiental. A Google também afirmou na pesquisa que procura se adequar às certificações com ISO 14001 e OHSAS 18001 que são certificações reconhecidas internacionalmente (METZ, 2012).

A empresa Facebook construiu um Data Center em Prineville, Oregon, cidade que fica em um planalto a cerca de 2800 m acima do nível do mar, com clima frio e seco. Para resfriar seus servidores o sistema puxa o ar externo para as instalações,

se o ar externo estiver muito frio a empresa pode aquecê-lo com o próprio ar quente que sai das máquinas, e se estiver muito quente o sistema utiliza água evaporada para resfriá-lo reduzindo o consumo de energia elétrica (Figura 3). Para resfriar o ar nos dias mais quentes é necessário um espaço amplo dividido em sete salas separadas. Em uma das salas o ar externo é filtrado, na próxima sala é adicionado o ar quente que sai das salas de servidores e nas salas posteriores o ar é resfriado com água atomizada. Assim dispensando resfriadores elétricos.

Figura 2 – Data Center da Google na Finlândia usa Sistema de Resfriamento Verde



Fonte: Metz (2011)

Figura 3 – Sistema de resfriamento do *data center* em Prineville



Fonte: Metz (2011)

O *Facebook* personalizou seu *Data Center* de modo que fosse possível acomodar ventiladores e dissipadores de calor maiores fazendo com que as hélices girem mais devagar, movimentando a mesma quantidade de ar quente para empurrar o calor das máquinas gastando menos energia elétrica. Os servidores Freedom (Figura 4) são construídos com novas tecnologias para operarem em meia carga, economizando energia. Segundo o *Facebook* o *data center* de Prineville consome 38% menos energia elétrica que as instalações tradicionais e custa 24% a menos (METZ, 2011).

A *Amazon* está investindo em alternativas renováveis de energia para utilização em seus *data centers*. A empresa começou a projetar em 2015 uma usina de energia solar e eólica de 80 MW no estado da Virgínia (Figura 5). Essa quantidade de energia é suficiente para alimentar 15 mil residências durante um ano, no entanto a empresa está utilizando toda essa eletricidade para suprir seus imensos *data centers*. Em outubro de 2016 a empresa concluiu seu projeto com a usina em pleno funcionamento. A obra foi realizada pela *Community Energy*. A empresa planeja para que no futuro todos os seus bancos de dados sejam alimentados por fontes de energia renováveis (CASA DA SUSTENTABILIDADE, 2015).

Figura 4 – Racks Freedom na sala de servidores do *data center* da Facebook



Fonte: Metz (2011)

Figura 5 – Usina de energia solar da Amazon



Fonte: CASA DA SUSTENTABILIDADE (2018)

Para ajudar o meio ambiente e ser mais sustentável a Apple anunciou no começo de 2018 que sua produção é 100% movida por energia limpa, e que seus fornecedores também estão trabalhando para se comprometer a usar 100% de energia limpa para todas as suas produções ligadas à parceria com empresa (APPLE, 2018). A empresa está contribuindo para que se criem novos projetos de energia renovável. Sendo entre 25 projetos de energia renováveis em todo o mundo, esses projetos incluem fontes de energia renováveis com painéis solares e usinas eólicas, além de tecnologias inovadoras. Um exemplo é o edifício sede da Apple localizada em Cupertino que funciona com 100% de energia renovável, sendo que parte dessa energia é produzida no local através de painéis solares instalados no telhado do próprio prédio (Figura 6).

Figura 6 – Painéis solares no novo campus da Apple



Fonte: Apple (2018)

Desde 2014 todos os *data centers* da Apple funcionam com energia renovável. Desde 2011 a empresa empenha-se em reduzir as emissões de gases que causam o efeito estufa, tendo conseguido com seus projetos reduzir 54% das emissões de CO² que suas instalações liberariam no ambiente.

O *data center* da Apple em Maiden, na Carolina do Norte é um projeto que gera

244 milhões de KWh de energia sustentável, volume que poderia atender 17.906 residências na cidade. Atualmente a empresa está projetando dois novos *data centers* na Dinamarca que também utilizarão energia renovável para seu funcionamento (APPLE, 2018).

Assim percebe-se que as empresa que fazem uso de *data centers* e uso da tecnologia então se empenhando por meio de inovações de infraestrutura e de suas políticas ambientais, a se adequarem para a redução do consumo de energia e para a redução da emissão de carbono na atmosfera.

6 Cloud Computing

O grande fluxo de dados e a necessidade de uma estrutura de armazenamento maior, mais segura e estável, e o desenvolvimento da rede de comunicação de dados rápida e acessível, direcionaram investimentos por parte das empresas para soluções de computação em nuvem em busca de maior disponibilidade dos recursos de TI.

O conceito de Cloud Computing também conhecido como Nuvem, pode ser definido como um lugar acessível por conexão de internet onde são disponibilizados aplicativos e serviços, e os dados são armazenados de forma segura.

O elemento central de processamento e armazenamento dos dados e da informação na nuvem é o Data Center. Ou seja, agora a TI é novamente centralizada em grandes pontos de armazenamento e processamento, os tais Data Centers, mas conserva a estrutura de interligação em redes. A nuvem na verdade, é um conjunto de pontos de armazenamento e processamento de informações conhecidos como Data Centers (VERAS, 2011, p.26).

As raízes da internet remontam à década de 60, mas teve relevância para as empresas no início dos anos 90. Em 1993 foi lançado um *browser* chamado Mosaic que permitia que seus usuários visualizassem páginas de texto com gráficos, iniciando assim os *websites* corporativos. Com os avanços das conexões de internet, no final da década de 90 foi apresentada a Cloud Computing. Foi nesse período que as empresas buscaram introduzir no mercado aplicações de Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente (CRM do termo em inglês Customer Relationship Management) desenvolvidas para serem executadas em nuvem, sendo acessadas pela internet por meio de um navegador *web* e com disponibilidade de acesso por um alto volume de clientes simultaneamente (VERAS, 2011).

O autor afirma que em 2013 o investimento mundial em serviços baseados em nuvem chegou a US\$ 47 bilhões e os investimentos têm crescido desde então, pois tudo que se utiliza na internet como redes sociais, armazenamento de dados, *streaming* de áudio e vídeo, provém de serviços baseados em nuvem.

A idéia de nuvem tem se popularizado pelo fato de que não se sabe exatamente onde os dados estão sendo armazenados ou processados, podendo estar em um servidor no Brasil ou no Japão, ou ainda nos dois lugares ao mesmo tempo um sendo cópia de segurança do outro. O conceito central é conseguir acessar esses dados pela Internet de qualquer ponto geográfico do mundo mesmo a quilômetros de distância. Esses dados por não estarem fixos em um servidor dentro de uma empresa em específico permitem que várias pessoas de diferentes pontos geográficos tenham acesso a eles e que consigam interagir com os aplicativos desde que tenham a devida autorização (VERAS, 2011).

Existem benefícios em investir em *cloud computing* para empresas. Uma delas é a redução da infraestrutura de equipamentos de TI como servidores, por exemplo, que poderiam ficar ociosos em uma empresa, além desta arquitetura oferecer flexibilidade no possível crescimento dos dados e dos acessos da empresa. Outro é o poder de elasticidade da nuvem, ou seja pode-se dobrar a capacidade de processamento e armazenamento em períodos onde as vendas são altas, e reduzi-la em períodos onde as vendas são baixas, sem ter que se preocupar com a infraestrutura. Também a compra de licenças de *software* assim como suas atualizações ficam por conta do provedor do serviço. Outro benefício da *cloud computing* é ser mais fácil a recuperação dos dados em uma eventualidade. Geralmente fornecedores de *cloud computing*, são bem preparados para tais eventualidades e tem servidores equipados com segurança física e virtual. Além disso, se ocorrer algum problema em um servidor, seus acessos pela rede são redirecionados rapidamente a outro servidor, deixando tudo funcionando normalmente (VERAS, 2011).

Adotar Cloud Computing no ambiente empresarial é seguir o fluxo contemporâneo da tecnologia e fazer com que a sua estratégia de TI seja cada vez mais eficiente. A tecnologia do Cloud Computing por ser elástica permite que pequenas e grandes empresas possam usufruir dessa ferramenta (SALESFORCE, 2016).

Existem três principais modelos de implantação do Cloud Computing: nuvem pública, nuvem privada e nuvem híbrida. As nuvens públicas pertencem a um provedor de serviços de nuvem de terceiros que são operadas por eles, são oferecidas por organizações públicas ou por grandes grupos industriais que possuem grande capacidade de processamento e armazenamento. A nuvem privada oferece recursos de computação em nuvem usados exclusivamente por uma única empresa. Os serviços são oferecidos para serem utilizados internamente pela própria organização, não estando publicamente disponíveis. Em alguns casos as empresas contratam provedores de serviço de terceiros para hospedar sua nuvem privada. E a nuvem híbrida é composta pela nuvem privada e pública conectadas através de tecnologias proprietárias ou padronizadas que propiciam a portabilidade dos dados e os aplicativos se movam entre nuvens privadas e públicas, sendo flexível (VERAS, 2011).

Um estudo da Global e-Sustainability Initiative (GeSI) realizado em 11 países em 2013, comprovou que o uso da computação em nuvem pode eliminar as emissões anuais de 4,5 milhões de toneladas de CO² o que corresponde a 2% de todo carbono emitido pela área de TI. A pesquisa ainda mostra que a utilização de serviços baseados em nuvem é capaz de reduzir em até 92% o número de servidores instalados internamente nas empresas. A popularização da computação em nuvem pode permitir a economia de R\$ 2,2 bilhões nos países em que a pesquisa foi realizada. A pesquisa ainda aponta que a utilização do Cloud Computing fará uma economia de US\$ 1,9 bilhões em custos com energia elétrica até 2020. A pesquisa foi realizada no Brasil, Canadá, China, República Checa, França, Alemanha, Indonésia, Polônia, Portugal, Reino Unido e Suécia (FERNANDES, 2014).

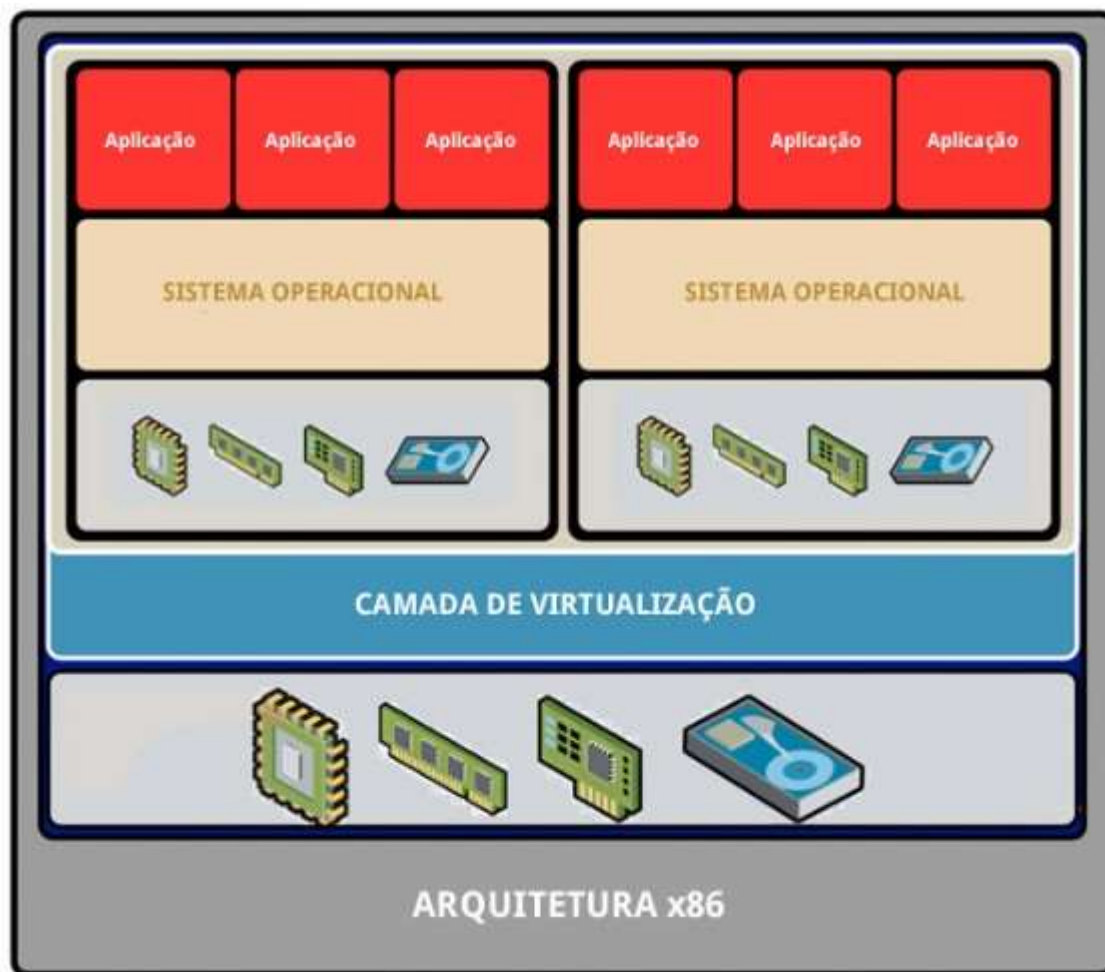
7 Virtualização

Os servidores criados com tecnologia de virtualização oferecem um ambiente similar ao de um servidor físico, otimizam o uso de recursos, e tornam as aplicações independentes do *hardware*. Transforma-se assim um ambiente baseado em servidores físicos de um ambiente 1:1 (uma aplicação para um servidor físico) para N:1 (N aplicações para um servidor físico). A Virtualização traz normalmente outras vantagens como a redução do espaço físico utilizado pela infraestrutura de TI e, como permite distribuir a carga de trabalho entre um conjunto de servidores, aperfeiçoa o

uso da infraestrutura. A virtualização também está alinhada ao conceito de TI verde, já que permite obter uma economia significativa de energia no *data center*. A redução dos custos é o grande fator motivador da Virtualização. Pesquisas do IDC dão conta que só 15% da capacidade dos servidores são utilizadas nas empresas que não usam virtualização; os 85% restantes estão ociosos. Com virtualização, este número de 15% pode subir para pelo menos 60% (VERAS, 2011). A virtualização de servidores permite executar diversos sistemas operacionais simultaneamente no mesmo *hardware*, que são chamadas de máquinas virtuais. A Virtualização simplifica o gerenciamento e permite ampliar a disponibilidade de recursos e processamento. O *software* chamado de Hypervisor é responsável por permitir que vários sistemas operacionais diferentes rodem de maneira isolada em um único *hardware*. Alguns dos *softwares* de Virtualização para servidores disponíveis no mercado são : VMware ESXi, ESX e VMware VSphere, Hyper-V, Microsoft Windows Server com Hyper-V, Xen Server, Citrix Essentials for Hyper-V e Citrix Essentials for Xen Server. Esses *softwares* são fornecidos pela VMware, a Microsoft e a Citrix (VERAS, 2011).

A Figura 7 exemplifica o conceito de Virtualização. Nela percebe-se a camada de virtualização (*software*) sobre a camada do *hardware*, que permite a instalação de máquinas virtuais configuradas com os recursos de *hardware* necessários para a instalação da infraestrutura de *software* (sistemas operacionais, gerenciadores de bancos de dados, serviços operados em diferentes protocolos, dentre outras aplicações) necessários, que operam de forma independente sobre as camadas de virtualização e *hardware* físico do servidor.

Figura 7 – Estrutura de blocos da tecnologia de Virtualização



Fonte: Canaltech, 2014

Entre as formas de uso da virtualização as mais utilizadas são virtualização assistida por *hardware*, a virtualização de aplicativos, a virtualização de *storage*, virtualização do sistema operacional e a virtualização de servidores.

A virtualização assistida por *hardware* reproduz de maneira similar os componentes físicos da máquina, emulando processador, memória, ciclos de *clock* e outros componentes; a virtualização de aplicativos possibilita a execução de qualquer aplicação, protegendo o sistema operacional hospedeiro de ações que podem prejudicar seu desempenho. Um exemplo seria a Java Virtual Machine (JVM), que pode rodar aplicativos Java em qualquer sistema operacional que possua a máquina Java instalada; a virtualização de *storage* também conhecida como armazenamento se aplica a equipamentos específicos conhecidos como Storage, o que faz com que muitos desses equipamentos sejam gerenciados como um só dispositivo. A

virtualização de *storage* pode ser implementada por um *software* para poder compartilhar recursos de múltiplos servidores aumentando a performance do armazenamento. Já a virtualização de sistema operacional é a virtualização que possibilita que vários sistemas operacionais rodem em um mesmo *hardware* simultanea e isoladamente, fornecendo desempenho, segurança e confiabilidade. Por fim, a virtualização de servidores é a técnica de execução de um ou mais servidores virtuais sobre o mesmo *hardware* permitindo maior utilização dos recursos (VERAS, 2011).

Atualmente no mundo globalizado é quase impossível realizar algum serviço sem o uso da tecnologia, e a virtualização é uma realidade necessária. Pode-se citar como exemplo os servidores de serviço de Cloud Computing que utilizam a virtualização para formar uma rede fisicamente distribuída para cada serviço específico a ser executado.

A utilização da virtualização possui benefícios dentre eles a redução de *downtime* que são paradas não planejadas no ambiente de produção dos servidores, prevenindo a perda de dados. Outro benefício da virtualização é que facilita o gerenciamento, pois o ambiente fica centralizado em uma só máquina física otimizando infraestrutura de TI. Pesquisas apontam que um servidor comum utiliza 20% de sua capacidade, através da virtualização a utilização desse recurso pode chegar a 90%, além de reduzir 40% dos custos operacionais (DEVMEDIA, 2014).

Segundo pesquisas da revista Info em 2011 o mundo gerou 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico e todo o anos milhares de computadores são descartados por não atender às mudanças de *hardware* e a expectativas atuais das empresas. O uso da virtualização bem planejada pode ajudar a evitar a crescente geração de lixo eletrônico. A pesquisa afirma que com a utilização da virtualização o servidor que não atendesse às necessidades da empresa dentro de um ano poderia voltar a atender pelos próximos cinco anos sem a necessidade de adquirir novos servidores (NEVES, 2013).

A principal vantagem do uso da virtualização para as empresas e para o meio ambiente é a redução de energia elétrica. Em um cenário com 10 servidores físicos, cada servidor necessita de pelo menos uma fonte de energia ininterrupta, ou seja, tem-se 10 fontes de alimentação ligadas. Com virtualização pode-se reduzir os 10 servidores para apenas 2 máquinas físicas, reduzindo em 1/5 o consumo de energia.

Além dessa economia também se reduz o espaço físico ocupado, reduzindo climatização e iluminação. Para se usar a TI de forma mais sustentável é indispensável a adoção da virtualização, pois ela proporciona o mesmo poder computacional reduzindo os recursos físicos (NEVES, 2013).

A empresa brasileira Grendene que adotou o projeto de virtualização conseguiu reduzir o número de servidores de treze para quatro. O projeto de virtualização diminuiu a compra de máquinas físicas o que provocaria uma maior taxa de ociosidade. Uma economia mensurada de 30% em relação à arquitetura usual (BARROS, 2018).

Considerações Finais

Com a crescente expansão do uso da TI nas empresas e do avanço que a tecnologia atingiu na segunda década do século XXI, é inevitável o uso crescente de infraestruturas como as dos Data Centers, para consumo de serviços como Cloud Computing baseados em acesso pela internet. A operação dessas atividades consomem altos volumes energéticos cuja geração impacta o meio ambiente.

Para reduzir esses impactos as empresas de pequeno, médio e grande portes investem em soluções de TI Verde, sejam em pequena escala trocando monitores e evitando o lixo eletrônico, ou com grandes projetos arquitetônicos reduzindo o uso de energia elétrica e as emissões de carbono.

A medida adotada pelas empresas na prática dos conceitos de TI Verde têm proporcionado benefícios para as empresas, reduzindo custos por exemplo, e para a sociedade de uma forma geral restando a produção de lixo eletrônico, minimizando impactos ao meio ambiente.

Referências

ANALISTATI. Google mostra seus servidores. 2009. Disponível em: < <https://analistati.com/google-mostra-seus-servidores/> >. Acesso em: 12.mai.2018.

APPLE. A Apple agora atua com 100% de energia de fontes renováveis no mundo. 2018. Disponível em:< <https://www.apple.com/br/newsroom/2018/04/apple-now-globally-powered-by-100-percent-renewable-energy/> >. Acesso em: 7.jun.2018.

BARROS, F. TI Verde no Brasil: experiência em cinco passos, 2008.

Disponível em:< <http://computerworld.com.br/gestao/2008/11/27/ti-verde-no-brasil-experiencias-em-5-passos> >. Acesso em: 5.abr.2018.

BEZERRA, L. O que é um Data Center e suas classificações TIER?, 2013. Disponível em: < <https://tecnologiaegestao.wordpress.com/2013/01/03/o-que-e-um-data-center-e-suas-classificacoes-tier/> >. Acesso em: 6.out.2018.

BRUNDTLAND, G. H.; *et al.* Nosso Futuro Comum. 2ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CAMPOS, B. I. A evolução da TI até os dias atuais, 2009. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/farmacia/a-evolucao-do-ti-ate-os-dias-atuais/56111> >. Acesso em: 5.abr.2018.

CANALTECH. O que é virtualização?. sd. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/internet/O-que-e-virtualizacao/>>. Acesso em: 7.out.2018.

CASA DA SUSTENTABILIDADE. Amazon quer que toda sua data centers seja alimentada por energia renovável, 2015. Disponível em:< <https://casadasustentabilidade.wordpress.com/2015/06/11/amazon-quer-que-todos-os-seus-data-centers-sejam-alimentados-por-energia-renovavel/> >. Acesso em: 5.jun.2018.

COMPUTERWORLD. TI verde: 5 dicas para tornar sua empresa sustentável, 2009. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/gestao/2009/10/04/ti-verde-5-dicas-para-manter-sua-empresa-sustentavel> >. Acesso em: 3.abr.2018.

_____. Google solicita patente para data centers flutuantes, 2008. Disponível em:< <http://computerworld.com.br/company-zone/apc/google-solicita-patente-para-data-center-flutuante> >. Acesso em: 2.maio.2018.

COMSTOR. O que é um Data Center?, 2013. Disponível em: < <https://blogbrasil.comstor.com/bid/334188/o-que-um-data-center> >. Acesso em: 3.out.2018.

DEVMEDIA. Virtualização de Servidores, 2014. Disponível em:< <https://www.devmedia.com.br/virtualizacao-de-servidores/30820> >. Acesso em: 8.out.2018.

FACCIONI FILHO, M. Gestão da Infraestrutura do Datacenter. livro digital. Palhoça: UnisulVirtual, 2016.

FERREIRA, A. G. Tecnologias da Informação Verdes. INSEP - Instituto Superior de Educação do Paraná. 2009.

FERNANDES, O. Cloud Computing gera economia e ajuda o ambiente, 2014. Disponível em:< <https://corpflex.com.br/blog/cloud-computing-gera-economia-e-ajuda-o-meio-ambiente/> >. Acesso em: 8.out.2018.

FREITAS, R. C. M.; NÉLSIS, C. M.; NUNES, L. S. A crítica marxista ao desenvolvimento (in)sustentável. Revista Katálysis, Florianópolis, SC, v. 15, n. 1, jan./jun. 2012.

GOMES, C. D. Piso elevados: O que você precisa saber!, 2017. Disponível em:<<http://www.redesecia.com.br/data-center/piso-elevado/>>. Acesso em: 6.out.2018.

HELMAN, C. Berkeley Lab: It Takes 70 Billion Kilowatt Hours A Year To Run The Internet. 2016. Disponível em:

<<https://www.forbes.com/sites/christopherhelman/2016/06/28/how-much-electricity-does-it-take-to-run-the-internet/#76f1d831fff2>>. Acesso em: 8.out.2018.

INTEL. Economia de energia: Apostila Intel, 2008. Disponível em:<<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAnvcAH/economia-energia?part=2>>. Acesso em: 10.out.2018.

INFORREDE. Você sabe o que é TI Verde, 2012. Disponível em:<<http://inforrede.com.br/voce-sabe-o-que-e-ti-verde/>>. Acesso em: 2.abr.2018.

ISEBVMF. O Que É o ISE. 2017. Disponível em: <<https://www.isebvmf.com.br/o-que-e-o-ise?locale=pt-br>>. Acesso em: 10.out.2018.

JAYO, M.; VALENTE, R. Especial: energia e sustentabilidade, 2010. Disponível em:<<https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/5559.pdf>> Acesso em: 2.jun.2018.

METZ, C. Welcome to Prinville, Oregon: population, 800 million. 2011. Disponível em:<<https://www.wired.com/2011/12/facebook-data-center/all/1/>>. Acesso em: 5.jun.2018.

_____. Google reincarnates dead paper mill as Data Center of future. 2012. Disponível em: <<https://www.wired.com/2012/01/google-finland/>>. Acesso em: 2.jun.2018.

MONQUEIRO, J. C. B. TI Verde: conceitos e práticas. 2009. Disponível em: <<https://www.hardware.com.br/artigos/ti-verde/>>. Acesso em: 12.out.2018.

MONTE, F. 51% das empresas brasileira já implantaram TI Verde, 2009. Disponível em:<<http://computerworld.com.br/gestao/2009/08/19/51-das-empresas-brasileiras-ja-implantaram-ti-verde>>. Acesso em: 5.abr.2018.

MULLIGAN, M. Cinco etapas simples para tornar o seu centro de dados mais ecológico, 2007. Disponível em:<<https://www.computerworld.com/article/2541563/data-center/five-simple-steps-to-greening-your-data-center.html>>. Acesso em: 5.abr.2018.

NEVES, F. Virtualização e a TI Verde Sustentável, 2013. Disponível em:<<https://www.professionaisti.com.br/2013/09/virtualizacao-e-a-ti-verde-sustentavel/>>. Acesso em: 9.out.2108.

ROSA, R. C.; ARANDA, M. C.; ANTONIOLLI, P. D. Segurança Física em Data Centers: estudo de caso. 2017. Revista Fatec Zona Sul. Disponível em: <<http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/download/97/117>>. Acesso em: 2.out.2018.

ROSSI, F. Data Center I : Técnicas e Práticas para construção de uma Instalação

Segura, 2012. Disponível em: < <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdcseg1/>>. Acesso em: 2.out.2018.

SALESFORCE. O que é Cloud Computing? Entenda sua definição e importância, 2016. Disponível em:< <https://www.salesforce.com/br/blog/2016/02/o-que-e-cloud-computing.html> >. Acesso em: 8.out.2018.

SILVA, L. M. J. e PESCADOR P. N. Data Center- Norma EIA/TIA 942. 2006. Disponível em:< <http://www.certtum.com.br/geracao-de-conhecimento/data-center-norma-eia-tia-942/18> >. Acesso em: 6.out.2018.

SOARES, C. F. O Data Center e a importância da climatização, 2016. Disponível em: < <http://tiinside.com.br/tiinside/services/02/06/2016/o-data-center-e-importancia-da-climatizacao/>>. Acesso em: 5.out.2018.

TELEUM. Data Center e a indústria 4.0: por que essa é a relação do futuro?, 2018. Disponível em:< <https://blog.telium.com.br/data-center-e-a-industria-4-0-por-que-essa-e-a-relacao-do-futuro/> >. Acesso em: 7.out.2018.

VERAS, M. Virtualização Componente Central do Datacenter. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.