

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM DATACENTERS COM FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS E ECOLOGICAMENTE CORRETAS¹

Jair Raphael Winter Almeida

RESUMO: Este artigo propõe uma conceituação e uma análise da eficiência energética em datacenters, avaliando os problemas ambientais, o esgotamento de recursos naturais renováveis e os métodos de eficiência energética para centros de processamento de dados, partindo sempre da necessidade de práticas autossustentáveis, ecologicamente corretas e da utilização de fontes renováveis de energia. Como a definição dos Datacenters implica na existência de um espaço cuja função primária é a de abrigar servidores e suas respectivas áreas, busca-se, aqui, analisar a figura do Datacenter “*Green*” verde, cujas práticas se diferenciam dos modelos tradicionais e buscam priorizar a máxima eficiência energética, a presença de uma infraestrutura de tecnologia da informação e de engenharia ambientalmente sustentável. Desse modo, busca-se, após a apresentação do tema, conceituar a noção de Datacenter verde, discutir a matriz energética utilizada atualmente e a necessidade de adoção de fontes renováveis e limpas, assim como refletir acerca da virtualização dos servidores – aspecto que tem enorme impacto no custo financeiro de um datacenter. Por fim, este artigo enumera a importância e os benefícios da implementação de um modelo mais sustentável de datacenter, incluindo a imagem ambientalmente aceita que é valorizada contemporaneamente. Desse modo, a discussão de uma Tecnologia da Informação (TI) verde é, então, um elemento que perpassa o estudo pretendido, sendo necessário, portanto, uma discussão aprofundada dos processos operacionais e computacionais que tenham relevância para o meio ambiente.

Palavras-chave: Datacenter verde. Eficiência Energética em datacenter. Infraestrutura de TI sustentável.

¹ Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Datacenter: Projeto, operações e serviços, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Datacenter: Projeto, operações e serviços.

1. INTRODUÇÃO

Com os preços da energia elétrica aumentando cada vez mais, a eficiência energética tornou-se um tema muito debatido em toda a sociedade e no âmbito da tecnologia da informação (TI), devido ao aumento exponencial do processamento de dados de milhares de usuários ao redor do mundo e a necessidade de aperfeiçoamento da infraestrutura.

A eficiência energética em datacenters é constituída, desse modo, por práticas que visem melhorias contínuas e tangíveis, o que garantiria uma economia significativa de energia e seria, então, essencial na atualidade, uma vez que um melhor gerenciamento da energia elétrica corresponderia a uma eficiência elevada do datacenter e um ambiente tecnológico mais consciente ecologicamente.

Desse modo, ampliar os investimentos tecnológicos na busca por soluções de automação, infraestrutura eficiente e fontes limpas de energia constituem, ao que parece, os pilares que sustentam a transformação tecnológica e ambiental que irrompe na contemporaneidade e que tornam-se, por isso, o objeto de estudo deste trabalho, uma vez que se busca, aqui, analisar e refletir acerca da figura dos datacenters verdes.

2. METODOLOGIA

Como metodologia norteadora deste artigo, a revisão bibliográfica e o estudo comparativo entre informações públicas de datacenters distintos constituíram o núcleo teórico analisado, permitindo, dessa forma, compreender as práticas geracionais dos ambientes examinados e os resultados obtidos, fundamentando, pois, a formulação inicial desta pesquisa, que visou avaliar a importância da eficiência energética para os servidores de dados e para os usuários, levando-se em consideração uma infraestrutura tecnológica e organizacional sustentável.

Nessa perspectiva, um estudo de caráter exploratório e bibliográfico, composto, basicamente, pela análise de artigos e dissertações cuja temática central era o funcionamento de datacenters e a questão energética, elementos que configurariam, a princípio, práticas sustentáveis, perpassou esta pesquisa, conforme poderá ser constatado nas referências utilizadas.

Portanto, o presente artigo visou analisar de que forma é possível utilizar fontes de energias ecologicamente corretas e autossustentáveis, buscando, nesse movimento,

obter uma melhor eficiência energética no datacenter e contribuindo positivamente para o meio ambiente. A tecnologia da informação (TI) verde compõe, então, o parâmetro estruturante do estudo empreendido (MURUGESAN *et al*, 2012).

O arranjo proposto para o artigo foi concebido da seguinte forma: uma breve fundamentação teórica acerca da eficiência energética e os dados que compõem a formulação do seu gasto operacional; análise da conceituação de um datacenter e, posteriormente, a introdução da noção sobre um datacenter verde; apresentação de dois datacenters distintos, comparando, portanto, as práticas utilizadas em cada um deles; e, apresentação de formas de otimização das instalações elétricas existentes por meio do uso de fontes renováveis de energia. Por fim, aponta-se uma breve conclusão a respeito das informações levantadas e da importância do tema da eficiência energética para as empresas de tecnologia e para uma operação mais sustentável ambiental e ecologicamente.

3. UMA NOVA PERSPECTIVA NO AMBIENTE DE TI

3.1. Sobre a eficiência energética: conceituação e exemplificação

A princípio, pode-se afirmar que, basicamente, a premissa inicial para o aumento da eficiência energética de um datacenter é a presença de um *software* eficiente, capaz de medir, de forma objetiva e direta, a utilização de energia do *site*. Nesse contexto, o *Power Usage Effectiveness* (PUE), um indicador que foi definido por um grupo de trabalho reunido pela Grade Verde (THE GREEN GRID *et al*, 2014) e integrado por líderes do governo e por integrantes da indústria, consiste na potência total consumida pelo datacenter dividida pela quantidade de potência utilizada pelos equipamentos de TI.

Para verificar a eficiência do datacenter, o *The Green Grid* (2014) desenvolveu duas novas métricas táticas já bem utilizadas: O PUE (*Power Usage Effectiveness*) e o DCiE (*Datacenter Efficiency*). Nesse caso, a definição utilizada pelo grupo consiste em:

$$\text{PUE} = \text{Energia Total da Instalação} / \text{Energia dos Equipamentos de TI}.$$

$$\text{DCiE} = 1 / \text{PUE}.$$

Logo, a energia total da instalação é a energia do medidor que alimenta o datacenter, ou o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), e a energia dos equipamentos de TI equivale ao consumo energético de todos os equipamentos de TI. Essas métricas permitem, assim,

calcular a real eficiência energética, comparar datacenters do ponto de vista do consumo de energia e criar referências *benchmarks*.² Além disso, é possível, por meio desse indicador, verificar a melhoria do consumo ao longo do tempo e assinalar oportunidades para realocar energia para novos equipamentos de TI.

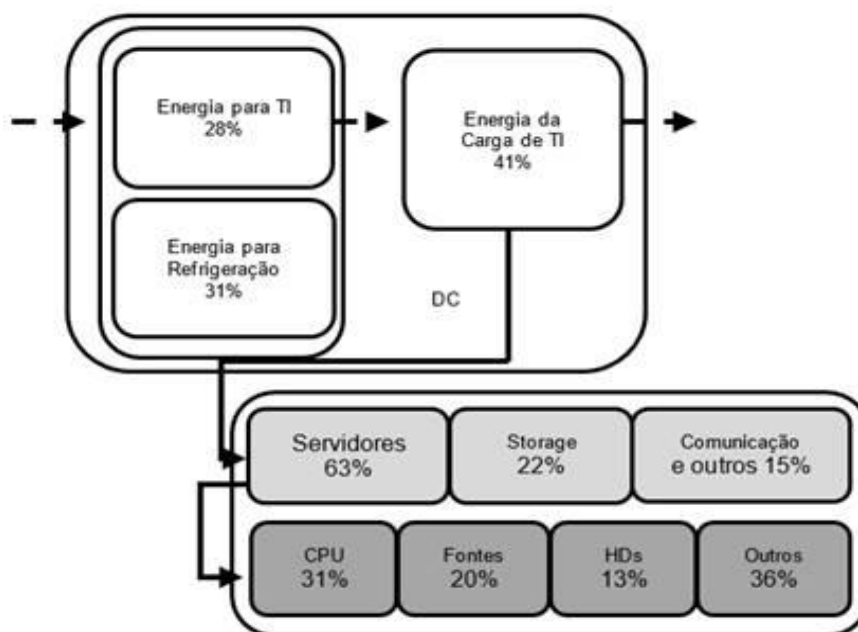
Pode-se verificar a importância do indicador ao examinar a sua difusão no mercado, visto que, atualmente, a métrica PUE e DCiE esta diretamente relacionada a eficiência energética em datacenter e, assim, de acordo com a *Green Grid* (2016), empresas como a Microsoft e o Google passaram a utilizá-la como referência para construção de seus modernos datacenters.

A eficiência do datacenter, como afirma Veras (2012), era medida, há bem pouco tempo, unicamente em termos de indicadores vinculados à disponibilidade e ao desempenho. Contudo, com os aspectos ambientais sendo cada vez mais estimados, assim como o aumento dos custos energéticos e de alimentação no fornecimento de energia por parte de alguns provedores, é natural que os gerentes de infraestrutura de TI repensem a estratégia de elaboração de um datacenter, levando em consideração uma estrutura mais sustentável, o datacenter verde, e escolhendo equipamentos e operações mais eficientes. Como exemplo, tendo essa perspectiva como fundamento, estudos realizados na Universidade de Stanford (VERAS, 2012), indicam que o consumo de energia dos datacenters representa 1,2% de todo consumo de eletricidade nos EUA, o que consiste em dizer que, apesar do baixo valor total, o consumo energético de um datacenter é elevado, podendo variar entre alguns quilowatts (KW), no caso de pequenos *racks* de servidores, até dezenas de *megawatts* (MW), como é observado em datacenters maiores.

Segundo o *Uptime Institute* (Selo de aprovação e TI eficiente), o custo operacional de um datacenter com energia representa 44% do custo total de operação, conforme a Figura 1:

² No âmbito do setor tecnológico, os *Benchmarks* são parâmetros que servem como referência da qualidade e do desempenho de determinado equipamento, ou produto, servindo, portanto, como elemento de comparação entre as marcas e as suas respectivas performances.

Figura 1: Eficiência do datacenter



Fonte: *Uptime Intitute*, 2005.

O elevado custo de operação é um empecilho para o crescimento sustentável da empresa, impedindo, às vezes, investimentos em tecnologias mais eficientes e causando um dano ambiental muito superior, o que também, é um aspecto negativo para a reputação de uma empresa.

Segundo Siqueira (2020), em um estudo realizado pela Zeittec Datacenter Solution, *Datacenter Verde*: eficiência energética para datacenters, o consumo energético de um datacenter pode ser reduzido com investimentos e medidas que aumentem a eficiência energética. Segundo a pesquisa, os principais “vilões de consumo do datacenter”, conforme a tabela abaixo, são:

Tabela 1 – Principais consumidores de energia elétrica do datacenter.

Tipos de consumo	Consumo em %
------------------	--------------

Cargas críticas essenciais de TI	50%
Climatização	37%
Alimentação (UPS)	10%
Iluminação	3%
Somatório das cargas	100%

Fonte: Paulo de Siqueira (2020)

Dentre os dados enumerados pelo estudo, a climatização retrata o maior consumo energético de um datacenter, visto que, na maioria das vezes, a infraestrutura do espaço é inadequada e ineficiente, não possuindo uma gestão correta e, por isso, resultando em perdas significativas de energia, o que implica, para os novos servidores, a busca por métricas mais confiáveis e ecologicamente corretas.

Nota-se que inúmeras tecnologias e práticas adotadas podem culminar em resultados positivos e, por isso, como exemplo, é possível mencionar o caso do Google. Um estudo realizado no datacenter da empresa constatou que o Google utiliza o meio ambiente a favor dos serviços de TI e, em seu funcionamento, a temperatura do datacenter trabalha no limite da norma, que é 26,7°C, se valendo, em sua estrutura, da utilização do ar externo como forma de resfriamento.

A configuração do datacenter da empresa aponta para uma informação muito relevante: enquanto a média do PUE de outros datacenters no mundo é 1.67, segundo as informações disponibilizadas pelo Google Datacenters (2020), o datacenter mais eficiente da empresa registra o valor de 1.1, ou seja, o datacenter do Google utiliza uma unidade de refrigeração para 1 unidade de carga crítica de TI, posicionando, pois, a partir dessa métrica, o datacenter da empresa como um dos mais eficientes do mundo.

Semelhantemente, a Amazon representa outra grande empresa de tecnologia que adota práticas mais eficazes e sustentáveis em suas operações. A *Amazon Web Service* (AWS), ao reduzir o consumo energético, propõe uma diminuição do impacto climático, evitando, com isso, a emissão elevada de carbono. Na estrutura da AWS, em 2018, a empresa atingiu a marca de mais de 50% de energia limpa utilizada em suas operações, dando prosseguimento ao plano de alcançar 100% do seu uso de energia renovável em um projeto de longo prazo (AWS, 2020).

Dentre as atitudes tomadas pela Amazon e que contribuem para a sustentabilidade energética da empresa, é possível citar a construção e operação do Parque Eólico da

Amazon Fowler Ridge, assim como a implantação da *Amazon Solar Farm* e *Amazon Solar Farm US East*. Por fim, a AWS anunciou, na região oeste dos EUA, um piloto de 4,8 megawatts / hora das baterias de armazenamento de energia da Tesla, privilegiando, então, um segmento essencial para a matriz energética da empresa, uma vez que as baterias são importantes tanto para a confiabilidade do datacenter quanto para a aplicação eficiente de energia renovável, preenchendo a lacuna entre a produção intermitente, como a fonte eólica de energia e as constantes demandas de energia do datacenter (AWS, 2020).

Desse modo, na busca por um sistema de tecnologia e armazenamento sustentável, refletindo a proposta do Google, cujo datacenter é muito bem avaliado, a Amazon consegue, segundo o *The Green Grid* em (2014), alcançar um valor médio do PUE de 1.2, deixando-a próxima do valor alcançado pelo datacenter do Google.

Isto posto, é possível verificar a tendência por uma Tecnologia da Informação Verde, que, segundo Murugesan *et al* (2012), consiste no estudo e na prática de projetar, construir e utilizar computadores, servidores, monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e redes e sistemas de comunicação de maneira eficiente e efetiva, com zero ou mínimo impacto ambiental.

4. DATACENTER E TECNOLOGIA VERDE

4.1.O que é um datacenter?

Um datacenter, ou centro de processamento de dados, pode ser definido como um ambiente projetado para concentrar servidores, sistemas de ativos de rede, como *switches* e roteadores, e equipamentos de processamento e armazenamento de dados, dentre outros aspectos. No entanto, com a evolução das tecnologias e a crescente preocupação ambiental, o datacenter obteve outra especificação: a tecnologia verde.

O conceito de datacenter verde está diretamente integrado com TI verde, ou seja, o centro de processamento consiste em uma instalação computacional planejada, construída, gerenciada e operada levando em consideração a menor redução de energia e espaço utilizado, valorizando o meio ambiente e a noção de sustentabilidade (SIQUEIRA, 2020).

Uddin e Rahman (2012) afiançam que um datacenter verde é um ecossistema de computação denso e no qual os sistemas mecânicos, de iluminação, elétricos e de informática são projetados para alcançar a máxima eficiência energética e o mínimo

impacto ambiental. Além disso, segundo Ye, Song e Sun (2014), a sua construção tem como ideia central a conservação de energia durante todo o seu ciclo de vida.

Soma-se a isso a proposição de Patil e Duttagupta (2014), que afirmam que os datacenters verdes foram projetados para obter a máxima eficiência de energia e o mínimo impacto ambiental, utilizando, para isso, tecnologias avançadas, como o uso de fontes de energia verdes para alimentá-las e o uso de materiais de construção ecológicos, dentre outras práticas eficientes e sustentáveis.

Por fim, tanto Tolond (2012) quanto Silva (2018) discorrem sobre a necessidade de tecnologias inteligentes e ecologicamente corretas, *eco-friendly*, valorizando a máxima eficiência energética e uma infraestrutura de tecnologia e de engenharia ambientalmente sustentável. Desse modo, apesar das diferenças entre os outros autores e a distinção das abordagens propostas, nota-se que a proposição é semelhante em todos os estudos, isto é, busca-se um modelo de centro de processamento mais moderno e pautado por valores atuais, no qual os datacenters verdes devem ser ecologicamente corretos, autossustentáveis e eficientes em sua plenitude.

4.2.Virtualização de Servidores

Durante as décadas de 70 e 80, os *Storages*, equipamentos com alta capacidade de armazenamento de dados, ocupavam o espaço de um armário e os custos para adquirir esses equipamentos eram na casa de milhares de dólares. Contudo, com a evolução dos anos e, conseqüentemente, da tecnologia, dispositivos com a mesma capacidade possuem o tamanho de um cartão de crédito e custam algumas centenas de dólares, representando, pois, uma grande modificação no setor tecnológico e mais acessibilidade para os usuários.

Como a tecnologia não para de evoluir, a forma de armazenamento é, hoje, outro aspecto fundamental e que deve ser analisado pelas empresas. Nesse contexto, de acordo com Moraes e Carvalho (2008), a virtualização de servidores é uma das tecnologias que proporcionam a economia de energia elétrica no ambiente de datacenter. Além da economia no consumo de energético, a virtualização diminui investimentos em novos servidores, tendo em vista que servidores existentes podem ser virtualizados por meio de *softwares* específicos, bem como é possível conseguir uma otimização de espaço físico para alocação dos *racks*.

4.3.Mitos da TI Verde

Atualmente, fabricantes de *hardware* oferecem sistemas que atendem rigorosamente os padrões de eficiência e de produção sustentável, no qual os materiais tóxicos são eliminados ou minimizados, permitindo um consumo de energia menor dos datacenter. No entanto, embora possa parecer que se tornar verde é um objetivo comum, é a execução real das atividades de um centro de processamento que importam para este estudo.

Logo, contrapondo o senso comum, é possível assinalar a existência de alguns mitos sobre TI verde, como os mencionados por Alvares (2010) e Chickowski (2009), citados por Turban e Volonino (2013), que podem ser divididos em 3 tipos distintos, a saber:

I. O caso de negócio para TI verde é claro: Tentar quantificar as reduções de custo de TI verde pode ser impossível ou não aplicável se a computação em nuvem é usada. O beneficiário de servidores energeticamente eficiente não é a empresa, mas o seu contratante.³

II. A TI verde é um resultado realizável: A TI verde é um processo contínuo e inclui políticas que definem um modo de operar em longo prazo, exigindo, portanto, a manutenção das práticas verdes. A eficiência energética e a produção ambientalmente responsável precisam fazer parte da política de aquisição de *hardware*, uma vez que a evolução da TI verde equivale, também, ao desenvolvimento dos padrões estabelecidos, o que justifica, novamente, a necessidade um processo de melhoria contínuo.

III. Todo mundo se preocupa com TI verde: A *Society for Information Management* (SIM) entrevistou CEOs e líderes executivos sobre suas prioridades, com base em uma lista de 20 preocupações em TI e negócios, mas, curiosamente, a TI verde não era uma delas. Verificou-se, então, que, dentre as principais prioridades empresariais, a redução de custos devido à recessão e o alinhamento da TI e dos negócios são as preferências atuais nos negócios. (TURBAN; VOLONINO, 2013, p. 425)

Reconhecer, portanto, a existência de mitos acerca da TI verde é fundamental, já que o próprio processo de implementação e execução é poroso, demorado e contínuo, devendo, ao ser aplicado na organização de uma empresa, receber manutenção e aprimoramento, o

³ Nesse contexto, partindo do pressuposto que este é um mito, como afiançam os autores, a quantificação dos custos é possível mesmo na computação em nuvem. Tanto servidores internos e outros hardwares quanto a computação em nuvem permitem que o analista possa discriminar e quantificar os benefícios de um projeto verde (TURBAN; VOLONINO, 2013). Além disso, como elemento que busca corroborar a informação apresentada, é possível questionar, por exemplo, a redução de custos que um provedor pode obter mesmo com a computação em nuvem.

que implica no afastamento, pois, de gestores e CEOs que não alicerçam as políticas empresariais em valores sustentáveis, ou que não encontram espaço no orçamento da empresa, devido a falta de investidores, em alguns casos, e interesse de modificação das operações tecnológicas atuais.

4.4.Fontes Renováveis de Energia

Como já mencionado, grandes empresas têm investido em tecnologias e parques energéticos que sustentem as suas operações, visto que os datacenters são grandes consumidores de energia elétrica, trabalhando, às vezes, próximos da potência máxima disponível, o que evidencia um problema de gestão e de infraestrutura elétrica, não possibilitando a utilização adequada de qualquer tipo de métrica disponível para melhorar a eficiência do sistema.

Dentre todas as dificuldades encontradas pelos centros de processamento, é possível destacar a falta de tempo para implementar novos modelos e administrar os sistemas existentes. O reconhecimento do aumento expressivo da demanda por mais *hardware* e por *bytes* de armazenamento é, portanto, um traço essencial para os gestores de TI, o que implica em um olhar crítico acerca do orçamento, do custo de energia, da refrigeração, da automação, das medidas anti-incêndio, do espaço estruturado, UPS, GMG, dentre outros aspectos. Torna-se necessário, então, por esse motivo, efetuar um planejamento de longo prazo, avaliando a questão energética e a utilização de fontes renováveis de energia, buscando, assim, manter a capacidade de atendimento da demanda atual e futura dos datacenters.

De acordo com Barros, Borelli e Gedra (2015), existem alguns tipos de energias renováveis, como a energia hidráulica, a biomassa, a energia eólica, a energia solar e a transformação de energia solar em energia elétrica, por exemplo, mas é preciso, inicialmente e de acordo com a infraestrutura do centro de processamento, analisar qual tipo de energia pode ser utilizado em um datacenter.

Vê-se, por exemplo, que, segundo um estudo realizado pela *Greenpeace* (2017), os principais datacenters, como as instalações da Apple e da Microsoft, já utilizam energia renovável como fonte energética principal, ora a biomassa como fonte de energia limpa, no caso da Apple, ora a energia eólica, no caso da Microsoft, por exemplo. Além disso, conforme Carvalho (2016), a Microsoft, em 2016 e com possibilidade de renovação do

vínculo, contratou as turbinas eólicas da fazenda *Bloom Wind*, no Kansas, como fornecedora de 178 *megawatts*, enquanto as fazendas *Silver Age* e *Happy Jack*, em Wyoming, poderiam prover mais 59 *megawatts*.

Outro exemplo é a estratégia utilizada pelos datacenters do Google, que, em 2019, compraram energia renovável suficiente para cobrir 100% do consumo elétrico previsto, o que coloca a empresa americana como a maior compradora de energia renovável do mundo, com mais de 50 contratos de longo prazo para comprar energia de usinas eólicas e solares (GOOGLE DATACENTERS, 2020).

Portanto, nesse contexto, é possível afirmar que Apple, Microsoft, Google e Amazon são exemplos de grandes empresas que adotam práticas ecologicamente corretas e autossustentáveis, preservando o meio ambiente e, ao mesmo tempo, garantindo o funcionamento de suas operações.

A utilização de novas fontes de energia elétrica têm sido buscadas como forma de diversificar a matriz energética dos países, desenvolvendo, nesse movimento, alternativas autossustentáveis e reduzindo os impactos socioambientais causados pela geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. Tal interesse social, empresarial e ambiental justifica, então, a necessidade de se pensar maneiras de discutir a viabilidade da implantação de energias consideradas renováveis e ecologicamente corretas no âmbito da Tecnologia da Informação.

Contudo, se nem todas as grandes empresas podem empreender projetos de sustentabilidade energética, é preciso, pois, avaliar a infraestrutura dos centros de processamento, uma vez que, segundo Guilherme Borini, em “5 passos para melhorar a eficiência do seu datacenter” (2017, n.p), ao citar um estudo da Gartner Group sobre eficiência energética em datacenters, afirma que:

os gastos fixos com energia estão aumentando cerca de 10% ao ano, resultado de um maior custo por quilowatt-hora (kWh) e pela demanda subjacente especialmente por servidores de alto consumo de energia. Cerca de 10% dos gastos operacionais de um datacenter são com energia e essa porcentagem subirá para 15% nos próximos cinco anos.

Refletir sobre esse aumento expressivo é essencial para que se possa manter a eficiência e a qualidade dos serviços, além, é claro, da sustentabilidade financeira das empresas. Note que, segundo a GADCOM (2026), *Datacenter Dynamics*, 80% das despesas anuais do datacenter vêm de custos operacionais e de energia, o que, na prática, pode gerar um

bom desperdício de recursos, caso haja má adequação dos serviços, espaços físicos ou *hardwares*.

De acordo com o mesmo artigo (GADCOM, 2016), em uma pesquisa realizada em parceria com o Ponemon Institute, ao analisar a estrutura de custos de 41 datacenters, observou-se que o custo médio da capacidade computacional, consumo energético e operacional, representa 80% ou mais das despesas anuais do centro de processamento, reforçando, pois, a necessidade de práticas autossustentáveis e eficientes.

Dessa forma, ao alicerçar este estudo nos artigos e dissertações mencionadas, é possível verificar que há um consenso entre os autores e artigos aqui apresentados sobre a TI verde, principalmente no que diz respeito a eficiência energética em datacenter e a energia ecologicamente correta e autossustentável, sendo que a necessidade de economizar energia elétrica e otimizar os ativos de rede constituem o núcleo de toda a discussão.

Consoante a isso, segundo a ANSI/TIA-942-A (2012), a eficiência energética deve ser considerada no projeto da infraestrutura de telecomunicações do datacenter, aplicando as mesmas recomendações ao projeto de cabeamento, caminho e espaços.

Embora obter 100% de energia limpa seja um sonho distante, conforme afiança a um artigo da Delta Power Solutions ([s.d.]), muitos empresários adotaram uma estratégia “híbrida” para se aproximarem deste ideal, o que inclui o uso de energia renovável, geração de energia *on-site* e grades remotas, como as estratégias de TI da Apple, com a implantação de 55.000 painéis solares, o uso de células de combustível do eBay e o emprego de energia solar e eólica, no caso da Microsoft, por exemplo. As pequenas e médias empresas podem, ainda, cooperar com seus prestadores de serviços públicos para o acesso à eletricidade limpa ou energia renovável, levando em consideração a instalação de novos datacenters em localizações mais próximas de possíveis fontes de energia limpa.

Por fim, a métrica PUE pode fornecer uma base para a medição de eficiência energética e é muito importante para a criação de um datacenter sustentável e ecologicamente correto. Ainda que o investimento milionário em datacenters verde não seja uma realidade para todas as empresas, o que as diferencia dos grandes *players*, como visto anteriormente, é fundamental que a infraestrutura dos datacenters seja auditada, uma vez que isso permitirá melhorar a eficiência energética dos centros de processamento e implementará uma política sustentável e ecologicamente correta.

Desse modo, as métricas de rotina da PUE e as ferramentas de administração, tal como a DCIM, para encontrar áreas com baixa eficiência em TI devem fazer parte da operação de grandes e pequenas empresas, visando a redução da emissão de carbono e ampliando a utilização de servidores individuais, o que garantirá a otimização dos processos e o Retorno Sobre o Investimento (ROI) das empresas, além, é claro, de assinalar a presença de valores e princípios energéticos, um “selo verde” para as empresas interessadas em eficiência energética.

CONCLUSÃO

Atualmente, a necessidade por sistemas cada vez mais eficientes e com um poder de processamento inesgotável tem permeado as discussões e as políticas de expansão das grandes empresas de tecnologia, mas a ampliação do uso de modelos energéticos utilizados normalmente pelos datacenters mostra-se, ao que parece, ineficiente e com custos muito elevados de operação, o que exige um novo olhar para o setor.

Nesse contexto, a discussão acerca do TI verde e, consequentemente, dos datacenters verdes é notória, seja pela necessidade de adotar operações mais autossuficientes e econômicas, seja pela “onda verde” que tomou conta dos debates ambientais. Logo, exibir um “selo verde” é, hoje, portanto, uma maneira de agregar valor ao serviço ofertado para o seu público consumidor e, ao mesmo tempo, configura práticas operacionais que, apesar do investimento financeiro inicial ser elevado, podem, no futuro, gerar uma redução considerável do custo energético da empresa.

O consumo de energia dos centros de tecnologia da informação e comunicação contribui com, aproximadamente, 2% do valor global total da pegada de carbono deixada no planeta, sendo que 15%, mais ou menos, desse valor é fruto da operação dos datacenters. Com valores tão elevados e com uma perspectiva de alta nos próximos anos, a utilização de energias renováveis e mais baratas constituem, pois, o novo modelo tecnológico adotado contemporaneamente.

Todavia, embora não tenha sido o objeto de análise deste trabalho, que privilegiou os grandes *players* tecnológicos, resta, pois, como sugestão para um futuro trabalho de pesquisa, o mapeamento de Datacenters verdes no Brasil, visto que há um enorme potencial de energias renováveis e fontes limpas, além, é claro, da inovação tecnológica

que tem surgido nos últimos anos e do aumento da necessidade de investimentos em redes mais confiáveis e centros de processamento de dados mais modernos.

Logicamente, no entanto, a adoção de um datacenter verde não é uma realidade para todas as empresas de tecnologia, já que é necessário um investimento muito alto em novas matrizes energéticas, porém, é possível adotar sistemas que diminuam o gasto de energia corrente e signifiquem uma redução considerável nos custos de operação de uma empresa.

Se não é possível, para todos os empreendimentos do setor, adotarem uma matriz energética sustentável e mais econômica, seguindo, por exemplo, os grandes *players* tecnológicos, que investem na construção e ampliação do parque energético utilizado, apostar, quando possível, na computação em nuvem e, também, na adoção de práticas energéticas e estruturais compartilhadas com outras empresas pode ser uma solução energética eficiente e inteligente.

Além disso, pensar na infraestrutura dos servidores e em uma arquitetura mais funcional do espaço é essencial para que a empresa possa se valer, também, da edificação como um elemento que propicie a eficiência do sistema, principalmente na redução da temperatura e, conseqüentemente, no menor gasto com a refrigeração local do datacenter.

Por fim, a TI verde e a adoção de datacenters mais eficientes fazem parte de um processo contínuo e necessário de evolução das práticas organizacionais e de gestão das empresas do setor tecnológico, uma vez que a eficiência energética e a utilização responsável dos recursos ambientais sustentam, hoje, as políticas empresariais e comerciais mais modernas e aceitas pela sociedade.

O datacenter verde é, pois, a evolução de um padrão de funcionamento tecnológico já estabelecido, mas demanda, por isso, investimento em longo prazo, adequação das matrizes energéticas, manutenção rotineira dos equipamentos, aprimoramento dos *hardwares* utilizados, inclusive com o uso de baterias, tecnologia que se torna cada vez mais eficiente e barata, e a contratação de gestores que alicercem as políticas empresariais a partir de valores ambientais e sustentáveis.

Desse modo, ao adotar um conjunto de ações organizacionais e estruturais autossustentáveis, é possível certificar⁴ um datacenter e, com isso, agregar valor a marca

⁴ Dentre os inúmeros selos e certificações, é possível citar a Certificação Leed (*Leadership in Energy and Environmental Design*), a Certificação DGNB, a Certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) e o Processo AQUA, por exemplo.

de uma empresa, reduzindo, pois, as emissões de CO₂ e o impacto ambiental, ao mesmo tempo em que reduz a dependência do sistema de transmissão energético regular e as possíveis inconstâncias da matriz energética, garantindo, então, nesse novo modelo de exploração dos centros de processamento de dados, mais eficiência, valor, confiabilidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ANSI/TIA-942-A. **Telecommunications infrastructure standard for datacenters**. 2012. Disponível em: <<https://blog.siemon.com/standards/tia-942-and-tia-942-a-“data-center-infrastructure”-standards>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

AWS. **AWS e sustentabilidade**. 2020. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/about-aws/sustainability/>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BARROS, Benjamin Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luís. **Eficiência energética: técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos**. São Paulo: Érica, 2015.

BIOMASSA BR ENERGIAS RENOVAVEIS. **Energia limpa**. 2012. Disponível em: <<http://www.biomassabr.com/bio/resultadonoticias.asp?id=1499>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

BORINI, Guilherme. **5 passos para melhorar a eficiência do seu data center**. 2017. Disponível em: <<https://itforum365.com.br/5-passos-para-melhorar-eficiencia-do-seu-data-center/>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

CARVALHO, Lucas. **Microsoft vai abastecer um datacenter inteiro apenas com energia eólica**. 2016. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/microsoft-tera-um-data-center-totalmente-abastecido-por-energia-eolica/63920>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

DELTA POWER SOLUTIONS. **Visão Geral das Estratégias de Energia Ecologicamente Corretas e Técnicas para Modernos Data Centers**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.deltapowersolutions.com/media/download/White-Paper_Overview-of-Green-Energy-Strategies-and-Techniques-for-Modern-Data-Centers_WP0014_pt-br.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

GADCOM. **80% dos custos anuais do datacenter vêm de despesas com energia e operacionais, diz relatório da Emerson Network Power**. 2016. Disponível em: <<http://www.gadcom.com.br/2016/10/novo-estudo-do-cebds-revela-que-beneficios-concedidos-aos-empregados-estimulam-o-uso-de-meios-de-transporte-motorizado-individual-2/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

GOOGLE DATA CENTERS. **Eficiência**. 2020. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/about/datacenters/efficiency/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

GOOGLE DATA CENTERS. **Energia renovável**. 2020. Disponível em: <[https://www.google.com/intl/pt-](https://www.google.com/intl/pt-BR/about/datacenters/renewable/#:~:text=Em%202019%2C%20o%20Google%20comprou,mundo%20pelo%20terceiro%20ano%20consecutivo)

[BR/about/datacenters/renewable/#:~:text=Em%202019%2C%20o%20Google%20comprou,mundo%20pelo%20terceiro%20ano%20consecutivo](https://www.google.com/intl/pt-BR/about/datacenters/renewable/#:~:text=Em%202019%2C%20o%20Google%20comprou,mundo%20pelo%20terceiro%20ano%20consecutivo)>. Acesso em: 18 mar. 2020.

GREENPEACE. **Clicking clean: who is winning the race to build a green internet?**. 2017. Disponível em: <<http://www.clickclean.org/usa/en/>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MORAES, Samuel; CARVALHO, Daniel. **Otimização da Infraestrutura de Data Center para atender a demanda de alta densidade de equipamentos e virtualização**. São Paulo, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.advisor.net.br/papers/113-Advisor-DC.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MURUGESAN, San; GANGADHARAN, G. R. **Harnessing Green IT: principles and practices**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Ltd, 2012.

PATIL, Tarkeshwar C.; DUTTAGUPTA, Siddhartha P. Auto híbrido — Sistema de geração de energia verde sustentável para alimentação de data center verde. **Proceedings of The 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Energy and Communication (CIEC)**, p. 331-334, 2014.

SIQUEIRA, Paulo de. **Data center verde: eficiência energética para Data Centers**. 2020. Disponível em: <<https://zeittec.com.br/data-center-verde-eficiencia-energetica-para-data-centers/>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

SILVA, Fernando Barreira da. **Critérios para implantação de infraestrutura de Data Centers alinhados aos princípios da TI verde: um levantamento junto a especialistas**. 2018. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2018.

TELECO. **Data Center II**: eficiência energética em Data Centers. [20-?]. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdatacenter2/pagina_2.asp>. Acesso em: 12 mar. 2020.

THE GREEN GRID et al. **Harmonizing Global Metrics for Datacenter Energy Efficiency**. 2014. Disponível em: <<https://www.thegreengrid.org/en/resources/library-and-tools/215-Harmonizing-Global-Metrics-for-Data-Center-Energy-Efficiency---March-2014>>. Acesso em: 16 mar. 2020.

TOLOND, I. **Smart green ICT framework** – green ICT definition. E2Readiness, 2012. TURBAN, Efraim; VOLONINO, Linda. **Tecnologia da informação para gestão**. Trad. Aline Evers. Porto Alegre: Bookman, 2013.

UDDIN, Mueen; RAHMAN, Azizah Abdul. Energy efficiency and low carbono enabler green IT framework for data centers considering green metrics. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 16, n. 1, p. 4079-4093, 2012. Disponível em: <encurtador.com.br/sEFLM>. Acesso em: 20 jun. 2020.

UPTIME INSTITUTE. **Selo de aprovação e Assessment Efficient IT**. Disponível em: < <https://pt.uptimeinstitute.com/professional-services/efficient-it>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

VERAS, MANOEL. **Data Center**: componente central da infraestrutura de TI. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência energética**: fundamentos e aplicações. Campinas: Elektro; Universidade Federal de Itajubá; Excen; Fupai, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/372132-Eficiencia-energetica-fundamentos-e-aplicacoes.html>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

YE, H.; SONG, Z; SUN, Q. Design of green data center deployment model based on Cloud computing and TIA942 heat dissipation standard. Proceedings – 2014 IEEE Workshop on electronics, computer and applications, IWEAC 2014. **Anais... IEEE**, 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6845649/>>. Acesso em: 12 jun. 2020.