

# BOAS PRÁTICAS EM DATA CENTER PARA USO DE TECNOLOGIA VERDE

*GOOD PRACTICES IN DATA CENTER FOR USE OF GREEN TECHNOLOGY*

Josiane Martins Silva, GUIRARDI

[josianemartinssilva@hotmail.com](mailto:josianemartinssilva@hotmail.com)

Sistemas de Informação, Centro Universitário Padre Anchieta

Edilson Gomes, FEITOZA

[edilson.feitoza@anchieta.br](mailto:edilson.feitoza@anchieta.br)

Professor do Centro Universitário Anchieta (Jundiaí/SP), Especialista em Rede de Computadores pela UNIP/SP.

## Resumo

A eficiência energética em data centers é uma das principais preocupações dos gestores de tecnologia da informação. Uma das razões é que o consumo de energia elétrica se tornou responsável pelas maiores despesas relacionadas com o ambiente. O artigo tem a finalidade de estimular a preservação ambiental e explorar a aplicabilidade de boas práticas de tecnologia da informação verde para obter melhor eficiência energética em data centers. As práticas apresentadas no artigo consistem-se em virtualização, e consolidação de servidores, desativação de servidores inativos, aquisição de servidores energeticamente eficientes, layout da área mais eficiente, confinamento de corredores quentes e frios, dispositivos de gerenciamento de fluxo de ar, controle de temperatura e umidade, economizadores a ar e a água e aparelhos de iluminação com eficiência energética.

**Palavras-chave:** TI verde; data center; eficiência energética; práticas.

## Abstract

Energy efficiency in data centers is a major concern of information technology managers. One of the reasons is that electricity consumption has become responsible for the higher expenses related to the environment. The article aims to stimulate environmental preservation and explore the applicability of green information technology best practices for better energy efficiency in data centers. The practices presented in the article consist of virtualization and server consolidation, deactivation of inactive servers, acquisition of energy efficient servers, more efficient layout of the area, confinement of hot and cold corridors, air flow management devices, control of temperature and humidity, air and water economizers and energy efficient lighting appliances.

**Keywords:** Green IT; data center; energy efficiency; practices.

## INTRODUÇÃO

Para demonstrar responsabilidade com o meio ambiente as empresas têm adotado o termo "data center verde" ou "data center sustentável" que abrange o uso consciente da tecnologia a favor da sustentabilidade. Com o uso de alternativas e boas práticas que podem reduzir custos, minimizar efeitos causados ao ambiente, diminuir o consumo excessivo de energia elétrica, reutilizar recursos naturais e inovação tecnológica.

Possuir data center sem planejamento sustentável tem provocado grande consequência nas organizações como o aumento excessivo do consumo de energia elétrica, o descarte incorreto de equipamento não utilizados, e danos ambientais.

Segundo (CARRERO, 2015, p.688) “Os custos de energia dos *datacenters* são uma grande preocupação da TI Verde, porque mais da metade de todos os custos de energia elétrica relacionados à TI são pelos *datacenters*.”

O funcionamento do data center verde, tem como propósito, estimular a preservação ambiental. Visa discutir o impacto causado ao meio ambiente e o consumo excessivo de energia. Com a aplicação de técnicas e ferramentas disponíveis no mercado, escolher alternativas qualificadas, para minimizar essas decorrências.

Concentrar no gerenciamento de datacenter, serviços e dispositivos de TI, climatização, energia, estrutura física e monitoramentos. Implementar algumas alternativas como: virtualização e consolidação de servidores, desativar servidores sem uso, aquisição de servidores energeticamente eficientes, layout e confinamento de corredores quentes e frios, dispositivos de gerenciamento do fluxo de ar, ajustes de temperatura e umidade de entrada, economizadores a ar e a água.

A disposição estrutural do artigo é composta por seções com conceitos de sustentabilidade, Tecnologia da informação verde, Data center, Computação em nuvem, Eficiência energética, e análise de resultados. A sessão sustentabilidade mostra em geral como preservar o ambiente. Tecnologia da informação verde (TI verde) destaca o uso de técnicas conscientes da área de TI voltada para o meio ambiente.

A sessão data center ressalta sobre o seu conceito, uso e importância para as organizações. Computação em nuvem sobre os recursos disponibilizados em nuvens vantagens e desvantagens e eficiência energética descreve formas de economizar energia no data center. Para análise de resultado foi realizada a verificação dos requisitos estudados, e se essas ferramentas e técnicas são realmente eficientes.

Para o desenvolvimento deste artigo foi examinado artigos, e publicações em sites relacionados a sustentabilidade e tecnologia da informação verde, com a finalidade de autenticidade das informações sobre o assunto abordado.

Portanto o projeto percorrerá a respeito de técnicas que podem ser implementadas aos data centers, buscando minimizar desperdícios e tornar processos relacionados a tecnologia da Informação mais eficazes.

## SUSTENTABILIDADE

De acordo com os autores Vita e Engelmann a sustentabilidade “visa estabelecer um equilíbrio entre o que a natureza nos oferece e o limite de consumo dos recursos naturais, de maneira que a qualidade de vida do homem esteja em harmonia com a capacidade do planeta.” (VITA; ENGELMANN, 2016, p.130).

São ações que utilizam os recursos naturais de maneira eficiente para que não comprometa o amanhã. Fica notável que as ações sustentáveis vividas hoje, pode garantir condições suficiente para manter a qualidade de vida da população no futuro.

A sustentabilidade expõe o modo que as pessoas devem agir, buscando qualidade de vida, porém respeitando a natureza. Para (AQUINO, et al, 2015, p.107), existem três fatores importantes dentro da sustentabilidade, “o desenvolvimento sustentável está pautado nos seus três pilares: social, ambiental, e econômico [...]”. Para que ela realmente ocorra, esses princípios necessitam estar relacionados entre si.

A sustentabilidade social está relacionada ao indivíduo, seu bem-estar e suas condições de vida. “Entende-se como a criação de um processo de desenvolvimento sustentável pela visão de uma sociedade equilibrada, que busca um novo estilo de vida adequado ao momento presente e ao futuro.” (FROEHLICH, 2014, p.157).

A sustentabilidade ambiental refere-se à conservação do meio ambiente, seus recursos naturais e o modo que são utilizados. “[...] é definida como a desmaterialização da atividade econômica, pois uma diminuição do processamento de material pode reduzir a pressão sobre os sistemas naturais e ampliar a prestação de serviços ambientais para a economia.” (Sartori, et al, 2014, p.4).

A sustentabilidade econômica baseia na produção, organização de bens e serviços. “Do ponto de vista econômico, a sustentabilidade prevê que as empresas têm que ser economicamente viáveis.” (DIAS; MARQUES, 2013, p.72) É manter o crescimento econômico, sem prejudicar o meio ambiente.

Cada um dos princípios acima mencionado deve ser analisado dentro de cada caso para que todos trabalhem em harmonia, alinhado ao planejamento estratégico da organização, para atingir um resultado satisfatório, dentro das empresas e também na vida de toda a sociedade.

Além dos elementos ambientais, sociais e econômicos a sustentabilidade empresarial abrange ainda outros aspectos importantes. De acordo com os autores (DOS SANTOS; DA SILVA, 2017, p.84) “Há também requisitos de suma importância como a ética, transparência, a prática da governança corporativa de maneira efetiva, o bem-estar dos funcionários e a seleção de fornecedores engajados com a sustentabilidade[...]”.

Além disso inserir o desenvolvimento sustentável nas empresas é uma oportunidade de inovação. Utilizar tecnologias que tornam os processos de forma mais limpa, pode reduzir custos e obter benefícios e, ainda, preservar o meio ambiente.

Entretanto a crescente inovação tecnológica é responsável pela comodidade, acessibilidade, conforto e vantagens econômicas. No entanto, tem causado consequências para a sociedade, o consumismo exagerado, o desperdício de energia, de água e de diversos outros recursos.

Com isso as reservas de recursos naturais não renováveis estão cada vez mais escassas, os resíduos sólidos aumentam a cada dia, e os espaços para armazenamento do lixo

eletrônico estão diminuindo. As pessoas e as empresas estão muito preocupadas com os benefícios oferecidos pela natureza, esquecendo os danos que vêm causando ao meio ambiente ao longo dos anos.

O intuito do desenvolvimento sustentável é a preservação do planeta. Agir de modo sustentável é responsabilidade de toda a sociedade, em suas casas, nas empresas e em todos os lugares. Algumas ações são importantes para garantir melhoria de vida da população:

- Garantir o replantio de áreas exploradas
- Preservar de áreas verdes
- Uso de fontes de energia renováveis
- Reciclar
- Descartar corretamente o lixo eletrônico
- Controlar a exploração de recursos naturais
- Reduzir do consumo de água e energia elétrica
- Evitar o consumismo desnecessário
- Promover e aplicar os conceitos de sustentabilidade.

Desse modo para reduzir os efeitos causados ao meio ambiente deve ser colocado em prática as ações citadas acima. Deve evitar o consumo exagerado de tecnologias sem necessidade, aplicar práticas de redução de energia elétrica e água, controlar a exploração de recursos naturais não renováveis, reduzir o lixo eletrônico, descartando-o em locais específicos para o descarte, doar equipamentos eletrônicos que ainda funcionem, devolver ao fabricante, vender e comprar aparelhos usados.

## **TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE**

Nas palavras de (LUNARDI, et al, 2012, p.3) “TI Verde possibilita identificar o que as organizações precisam para se tornarem mais verdes e a extensão com que têm progredido em direção à TI Verde.”

É a aplicabilidade inteligente de práticas constante do uso de técnicas e recursos de computação da forma mais eficiente possível, economia de energia e consciência ambiental nas áreas relacionadas à tecnologia.

Para (DA SILVA, et al, 2015, p.60). “A redução do consumo de energia é uma ação prioritária da TI Verde”. Os autores acima afirmam que o objetivo principal da TI verde é utilizar técnicas adequadas para minimizar o consumo de energia elétrica nas empresas.

A dependência crescente das tecnologias nas corporações, as áreas de tecnologia da informação têm se transformado em grandes consumidores de energia, e uso de processos de gestão e manutenção inadequados e antigos tem deixado visível que o efeito sobre o meio ambiente é gigantesco.

A TI Verde consiste na criação, produção, uso e descarte conscientes e voltados para o meio ambiente. Podem ser consideradas boas práticas de acordo com Soldati (2017) todas aquelas que dentro da área de tecnologia, envolvem:

Controlar e otimizar o consumo excessivo de energia elétrica gerado pelos servidores e dispositivos de rede, principalmente quando os equipamentos são antigos, e que não possui controle eficiente de consumo de energia.

- Reciclar componentes eletrônicos;
- Gerenciar o descarte de lixo eletrônico e resíduos;
- Diminuir o uso de metais pesados e outros componentes tóxicos na fabricação de componentes e produtos eletrônicos;
- Usar soluções de software para problemas de hardware; e
- Adotar uma forma de auditoria constante.

Os equipamentos com mais tecnologia consomem menos energia, pode possuir partes de seus componentes reciclados e com maior durabilidade de uso, isso faz com que o descarte desse equipamento seja o mais demorado possível.

O autor (PEREIRA, 2009, p.104) acredita que as empresas que adota as práticas de TI verde, além de cuidar do ambiente está também reduzindo custos.

Entre as questões afirmativas sobre as práticas da TI Verde na empresa e a importância da TI Verde para o desenvolvimento sustentável. A empresa constata no que se refere às práticas da TI Verde adotada pela empresa, dispõe da racionalização do uso de energia, racionalização no uso de insumos (papel, equipamentos e materiais de uso), utilização de certificações ambientais[...]; e existe a conscientização social a limitação de recursos através da evidência com as certificações ambientais obtidas e do conscientização dos próprios funcionários.

Apesar de a economia de energia vir em primeiro lugar, também outros elementos precisam ser considerados, como por exemplo diminuir o uso de insumos, utilizar produtos que não oferecem risco a natureza, descartar lixo de maneira correta e também conscientizar os funcionários sobre a importância da implantação de técnicas de TI verde na empresa.

As práticas de TI verde pode ser aplicada em três etapas: grupo tático, grupo estratégico e grupo *deep it*. Nas palavras das autoras Pinto e Savoine (2011, p.7).

TI Verde de incrementação tática: As práticas contidas nesse nível não afetam a infraestrutura de TI, e também não modificam as políticas internas da empresa, apenas agregam algumas medidas de controle do uso excessivo de energia elétrica. [...] TI Verde Estratégico: As práticas relacionadas a esse nível exigem mudança na infraestrutura de TI da empresa. [...] TI Verde a Fundo: Este nível é a integração dos dois níveis anteriores, porém com uma diferença, ele requer maiores gastos, pois visa uma mudança total de instalações, desempenho de equipamentos e padronização de processos[...].

Cada um dos níveis acima citado apresenta suas próprias particularidades e funções. E nas subseções abaixo será especificado, as características e aplicabilidade de cada grupo.

### **Grupo tático**

De acordo com Abreu “Nesse nível é proposto medidas de redução de gastos elétricos quando excessivos”. (ABREU, 2012, p.5) Esse grupo inclui medidas que controlam o consumo excessivo de energia elétrica. São medidas simples de ser implementadas e não geram custos.

Esse grupo não faz alteração nem de infraestrutura e nem de políticas internas. “Não modifica a infraestrutura de TI, nem as políticas internas.” (NUNES, et al, 2011, p.2) A implementação da TI Verde neste grupo pode ocasionar resistência por parte dos

colaboradores. Para suavizar essa resistência é viável investir em campanhas de conscientização de sustentabilidade.

### **Grupo estratégico**

Gianelli afirma que nesse grupo “É necessária a realização de uma auditoria sobre a infraestrutura de TI e seu uso relacionado ao meio ambiente, desenvolvendo e implementando novos meios viáveis de produção de bens ou serviços de forma ecológica.” (GIANELLI, 2016, p.24).

Refere-se a um nível mais profundo que o grupo tático, pois abrange o planejamento de práticas voltadas para infraestrutura.

### **Grupo *deep it***

Este grupo é a integração dos dois grupos anteriores. “Incorpora o projeto e implementação estrutural de um porque tecnológico visando a maximização do desenvolvimento com o mínimo gasto elétrico, incluindo projetos de sistemas de refrigeração, iluminação e disposição de equipamento no local [...]” (NUNES, et al, 2011, p.2). A implementação das práticas relativas a este grupo demanda um custo muito maior se comparado aos custos dos outros dois grupos.

Esses grupos especificados, podem ser indicadores da evolução do compromisso da TI com o meio ambiente e mostrar que ao adotar qualquer grupo, mesmo que seja o mais simples, já traz um retorno não só para o meio ambiente, mas também mostra e traz uma redução de custos para a empresa que, afinal de contas, é o que mais interessa.

## **DATA CENTER**

É considerado um espaço físico planejado para abrigar servidores, e outros componentes como sistemas de processamento e armazenamento de dados e ativos de rede. Surgiu da necessidade de manter todos esses recursos em um mesmo ambiente. Nele estão concentrados os sistemas computacionais de uma empresa ou organização onde necessita de uma atenção específica. (Bandeira, et al, 2017)

Os equipamentos são montados em racks com o propósito de abrigar servidores e bancos de dados, e processar grandes quantidades de informação. Possuem sistemas de resfriamento dos racks, para manter a temperatura estável e proteção contra incêndios. Geralmente, por questões de segurança ficam localizados em locais com acesso restrito de funcionários.

Zunchi e Amâncio (2013) consideram que o data center é o sucessor dos centros de processamento de dados dos anos 70 e 80, com capacidade de processamento e de armazenamento superior à do ambiente legado. Está relacionado a um ambiente com convivência de equipamentos de diversos fornecedores.

Conforme apontado é possível notar que o data center moderno tem uma maior capacidade de armazenamento e processamento de dados. Com a adesão de novas tecnologias e substituição de equipamentos ultrapassado, fica notável a mudança quando comparada ao antigo centro de processamento de dados.

Da Silva e Junior consideram que “A construção de um Data Center leva em consideração vários fatores” (DA SILVA; JUNIOR, 2013, p.35). Para Zunchi e Amâncio. “Antes de tudo, um data center precisa ser bem planejado, ou melhor, precisa ser projetado” (ZUNCHI; AMÂNCIO, 2013, p.45).

De acordo com as afirmações dos autores citados no parágrafo acima, ambos descrevem que uma construção de um data center não é tão simples, e que antes de tudo necessita de um projeto, ou seja, um planejamento. Conseqüentemente requer uma análise inicial e demanda de diversos aspectos que são extremamente importantes.

Para Da Silva e Junior (2013), em empresas de alto caráter sustentável, tudo é metodicamente projetado. Favorecendo a questão ambiental quando a mesma investe em alta tecnologia, nos sistemas de refrigeração e no fornecimento de energia para os recursos de TI. Tudo é feito de acordo com a regulamentação de segurança de dados exigidas pelo Banco Central e órgãos internacionais do segmento.

Zunchi e Amâncio (2013), esclarecem que sem um planejamento adequado as conexões dos novos equipamentos passam a ser feitas sem seguir um padrão necessário. E para que um data center seja planejado de forma eficiente necessita da estabilidade de três fatores: tendências tecnológicas, padronização e modularidade.

De acordo com os autores, o grande obstáculo em planejar um novo projeto de data center, é conseguir maior eficiência em relação aos elementos de construção e instalação como:

- Energia consumida nos equipamentos de rede e servidores;
- Ar condicionado;
- Fornecimento e manutenção da energia;
- Elementos que não são prejudiciais ao meio ambiente;
- Segurança e controle de acesso.

Os autores Zunchi e Amâncio destacam os fatores responsáveis pela dificuldade em planejar um novo data center:

O desafio dos novos projetos de data center é conseguir maior eficiência dos diversos elementos construtivos e de instalação, o que se traduz em menor consumo. Entre os vários elementos a serem considerados, pode-se citar: energia para alimentação dos equipamentos de rede e servidores; ar condicionado; geração e manutenção da energia; elementos de detecção e combate a incêndio que não agridam a natureza e que não coloquem em risco a continuidade das atividades; segurança e controle de acesso uma vez que os dados armazenados podem ser de extrema importância para quem os armazena” (ZUNCHI; AMÂNCIO, 2013, p.50).

Em conformidade ao que foi escrito pode-se observar que vários elementos são levados em consideração quando se trata de um data center sustentável. Nota-se responsabilidade desde o consumo de energia até o controle de acesso. Já que estão armazenadas informações de extrema importância para a organização.

As oportunidades para o aumento da eficiência energética de um data center vão desde o projeto de estruturas, até medidas baratas e simples. Para que isso ocorra, os departamentos de TI e de instalações da empresa precisam trabalhar muitas vezes em conjunto com ajuda externa para buscar novas formas de enfrentar desafios ambientais.

## COMPUTAÇÃO EM NUVEM

A definição de computação em nuvem nas palavras de (ALVES, et al, 2013, p.3) “A computação em nuvem é a expressão usada para descrever sistemas que permitem que usuários, desenvolvedores e empresas usem a Internet para acessar programas e dados armazenados em centrais de processamento de dados”.

Pois com essa implantação, as organizações necessitam de uma pequena infraestrutura composta pelos dispositivos utilizados e por uma robusta rede de acesso, deixando a responsabilidade de manter a infraestrutura a plataforma e aplicativos atualizados para os provedores.

Nas palavras de Souza “A computação em nuvem pode ser definida, de forma simplificada, como um paradigma de infraestrutura que permite o estabelecimento do SaaS sendo um grande conjunto de serviços baseados na web com o objetivo de fornecer funcionalidades[...]”. (Souza, 2009) Como o armazenamento é feito através da internet, fica possível acessar informações da empresa sendo indispensável a conexão com a internet.

Computação em nuvem, se refere à ideia de utilizar, em qualquer lugar e independente de plataforma, as mais variadas aplicações por meio da internet com a mesma facilidade de tê-las instaladas em nossos próprios computadores, com a evolução constante da tecnologia computacional e das telecomunicações, o acesso à internet vem se tornando cada vez mais amplo e rápido e esse cenário está criando uma condição perfeita para a popularização da computação em nuvem (ALECRIM, 2015).

De acordo com os autores (ALVES, et al, 2013, p.4). Existem quatro tipos de implantação de computação em nuvem que estão divididos em Nuvem Privada, Nuvem Pública, Nuvem Comunitária e Nuvem Híbrida. Abaixo uma breve ideia sobre cada modelo:

“No modelo de implantação de nuvem privada, a infraestrutura de nuvem é provisionada para uso exclusivo por uma única organização compreendendo vários consumidores internos (ALVES, et al, 2013, p.4)”. Quando a aplicação ou máquina virtual é alojada dentro da empresa.

“No modelo de implantação de nuvem pública, a infraestrutura de nuvem é provisionada para uso aberto ao público em geral, sendo acessada por qualquer usuário que conheça a localização do serviço” (ALVES, et al, 2013 p.4). Quando a aplicação ou máquina virtual é alojada em um fornecedor que atende diversos clientes. Os benefícios desse modelo é rápido provisionamento do que será consumido, escalabilidade, e padronização de processos.

“Na implantação do modelo de nuvem comunidade, a infraestrutura de nuvem é provisionada para uso exclusivo por uma comunidade específica de consumidores de organizações que têm preocupações comuns (ALVES, et al, 2013, p.4). Esse modelo permite ser administrado pelas próprias empresas ou por terceiros.

Já no modelo de implantação de nuvem híbrida nos dizeres dos autores (ALVES, et al, 2013, p.4), “[...] a infraestrutura de nuvem existe em uma composição de duas ou mais infraestruturas de nuvem distintas, que permanecem como entidades únicas ligadas por uma tecnologia padronizada[...] que permite a portabilidade de dados e aplicações”. É considerado nuvem híbrida quando a empresa faz uso de ambos os locais de armazenamento.



Ao falar dos ganhos da computação em nuvem Souza descreve que: “As características essenciais são vantagens que as soluções de computação em nuvem oferecem. Algumas destas características, em conjunto, definem exclusivamente a computação em nuvem e faz a distinção com outros paradigmas”. (SOUZA, 2009).

Seguindo o raciocínio do autor, a computação em nuvem traz benefícios para as empresas como: escalabilidade, maior agilidade, baixo custo, acesso móvel, colaboração, segurança, diminuição de risco, alta disponibilidade, gerenciamento do uso de recursos, praticidade e atualização. É muito prático fazer uma atualização no servidor já instalado em nuvem, pois todas as configurações do sistema podem ser realizadas remotamente.

Mesmo com todas as vantagens descritas pelo autor acima, Cunha (2012) diz que a computação em nuvem também possui desvantagens: a possibilidade de vazamento de informações, o risco de perda de dados e/ou informações sensíveis pela empresa contratante, necessidade de conexão com a internet.

## **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

“A eficiência resume-se na busca de menor quantidade de energia para o fornecimento da mesma quantidade de valor energético.” (BUSSE, 2010, p.2) Baseia-se no modo com que uma tarefa é executada com o mínimo de gasto energético e utilizar de modo eficiente a energia para atingir um resultado esperado.

Simples atitudes que muitas vezes são esquecidas, ou até mesmo deixada de lado pelas empresas na hora de projetar um data center podem contribuir para a redução do consumo de energia elétrica.

“A economia dos recursos de energia é umas principais vantagens que as empresas obtêm com a TI Verde.” (Nunes, et al, 2011, p.5) A energia está presente no cotidiano das empresas, porém existem formas de amenizar o consumo de energia elétrica nos data center e serão citadas nos tópicos abaixo.

### **Virtualização de servidores**

Segundo Soldati “Um servidor virtual é uma instância de alguma plataforma de sistema operacional que roda em uma configuração física qualquer de servidor.” (SOLDATI, 2011, p.101).

Com o passar do tempo sua tecnologia foi aprimorada e utilizada de forma que traz benefícios em sua utilização em data centers pois além de reduzir custos ela facilita a manutenção e utilização de recursos.

O autor Soldati (2011, p.101) acrescenta que “Com a utilização de servidores virtuais em um Data Center, a primeira melhoria observada é na capacidade de processamento dos servidores, que são menos sujeitos à redundância [...]” Por existir vários servidores virtuais em um servidor físico, o processamento, é sempre direcionado para um servidor e de modo algum fica parado.

Segundo Da Silva (2017, p.5) A virtualização de servidores surgiu da necessidade de consolidar servidores em uma única máquina física, utilizar de forma mais eficiente os recursos computacionais e diminuir gastos.

De acordo com a afirmação do autor, o fato de que vários sistemas executados em apenas uma máquina física, diminui gastos tanto energético quanto gastos operacionais. Já que servidores virtuais carregam mais rápido, reduz a indisponibilidade, e também diminui o tempo de recuperação de falhas.

Fica notável na virtualização a redução do uso de servidores físicos:

A virtualização de servidores proporciona uma redução drástica das necessidades de alimentação de TI. A virtualização quase sempre reduz consideravelmente o número de servidores instalados. A eliminação de um servidor é uma eliminação estrutural de consumo de aproximadamente 200-400 W, dependendo da tecnologia. Portanto, o consumo de energia elétrica evitado é de aproximadamente US\$380 por ano por servidor eliminado, e o TCO total em 10 anos poupado por essa eliminação estrutural é de aproximadamente US\$7.680 por servidor eliminado. Essa economia é substancialmente maior do que o custo do servidor em si. (RASMUSSEN, 2012, p.7).

Conforme Rasmussen afirma a virtualização reduz o número de servidores instalado. De acordo da tecnologia aplicada, a retirada de um servidor é uma eliminação de consumo em torno de 200- 400 W. A economia gerada no uso da virtualização pode ser maior do que o custo do servidor.

A virtualização pode ser indicada a qualquer tipo de empresa que tem necessidade de mais de um servidor. Seu custo de implantação não é alto, já que seu investimento com servidores e aquisição de equipamentos e software traz um retorno com a redução de gastos com manutenção, e economia de energia. Algumas vantagens da virtualização segundo Dos Santos, (2014):

- Menor Aquecimento / Economia de Energia
- Redução de Custos de Aquisição e Redução do Espaço Físico
- Menor tempo de parada em manutenções programadas
- Rápida recuperação de falhas, backup otimizado e Recuperação de Desastres fácil
- Ambientes de Testes
- Provisionamento rápido de novos aplicativos e servidores
- Independência de fornecedor
- Isolamento de Serviços e Aplicações
- Manter sistema legado
- Automatização de processos e contabilização de recursos
- Migração para a Computação em Nuvem facilitada

Mesmo possuindo vários benefícios a virtualização de servidores também possui desvantagens. Algumas desvantagens segundo (GHANNOUM; RODRIGUES, 2018):

- Grande uso do espaço em disco
- Sem acesso direto ao hardware
- Desempenho
- Segurança
- Acúmulo de máquinas virtuais
- Necessidade de um servidor físico
- Performance de softwares ou sistemas

## **Consolidação de servidores**

Para (DA SILVA, 2017, P.6). “A consolidação de servidores busca diminuir a quantidade de servidores físicos utilizados para um mesmo serviço sem que estes fiquem ociosos ou com baixa relação de utilização/energia gasta.” Já para Schulz e Silva (2012, p.127), “A consolidação é uma forma de associar os processos em um menor número possível de máquinas”.

A consolidação de servidores, procura reduzir o número de servidores físicos. Consolidar é uma excelente estratégia, pois diminui gastos com energia e refrigeração por integrar diversos servidores em uma única máquina física. Da mesma forma diminui a necessidade de espaço físicos em racks, reduzindo também gastos com manutenção.

Diante das definições citadas pelos autores acima compreende que a consolidação de servidores visa facilidade de gerenciamento dos servidores, já que torna o sistema mais simples. Reduz custos de operação, economiza energia elétrica, já que com os equipamentos centralizados é possível planejar melhor a refrigeração e outros aspectos de alto consumo energético. Faz uma utilização mais eficiente dos servidores, sendo que é possível utilizar um mesmo servidor para serviços distintos.

Existe várias formas de consolidar servidores, segundo Da Silva (2017, p.7):

A consolidação de servidores pode ser realizada de diversas formas, como combinando aplicações em um único servidor com uma instância de sistema operacional rodando; criando grupos (também conhecidos como *clusters*) de servidores, que atuem como uma única aplicação e necessitem apenas de um único servidor de *backup*; virtualizando servidores, conforme visto no item 1 e diminuindo o portfólio de aplicações, removendo serviços redundantes.

As vantagens de consolidar servidores são as mesmas encontradas na virtualização e também na desativação de servidores. Outra questão para completar o contexto da citação é simplificar a complexidade dos servidores, possibilitando a facilidade da padronização dos servidores, diminuindo gastos com manutenções e aumentando o tempo total de disponibilidade dos serviços.

## **Desativação de servidores inativos**

Normalmente o equipamento de TI em relação a sua capacidade é muito pouco utilizado. Mesmo com o dispositivo inativo o equipamento ainda consome energia. Para que isso não ocorra, deve-se verificar e remover servidores sem finalidade, que não estão ativos.

Para Da Silva (2017, p.6) esta observação “envolve geralmente a desativação destes servidores, enquanto se aguarda alguma indisponibilidade referente a ele. Outra possibilidade é a migração da carga de trabalho para outro servidor, e posterior análise de como o serviço se comporta”.

Dessa forma permite a remoção dos servidores antigos e sem uso, diminuindo o consumo de energia elétrica e o desperdício de calor. Pode também ser feita uma migração para outro servidor.

## **Aquisição de servidores energeticamente eficientes**

A obtenção de hardwares que possuem inovações tecnológicas, e que são energeticamente eficientes possibilita o mesmo desempenho do equipamento utilizando uma quantidade inferior de energia.

Da Silva acredita que “No caso de servidores, a utilização de fontes de energia mais eficientes, melhores reguladores de voltagem, processadores que consomem menos energia e *coolers* mais eficientes são as funcionalidades desejadas.” (DA SILVA, 2017, p.8)

De acordo com a citação acima esses servidores usam tecnologia apropriadas nos termos como, processadores que gastam menor energia, melhores reguladores de tensão, fontes de alimentação mais eficientes e ventiladores de resfriamento mais ativo.

## **Layout de área mais eficiente**

Para que calor seja eliminado da forma mais eficiente nos servidores, é necessário a implantação do procedimento de posicionar os racks de maneira que produza corredores quentes e frios. “Nessa estratégia, organizam-se as fileiras de *racks* de tal modo que a parte da frente dos servidores fique virada umas para as outras, deixando a parte de trás dos servidores confinada” (DA SILVA, 2017, p.9). Essa disposição pode reduzir perdas de energia e prolongar a vida dos servidores.

Esse esquema de distribuição controla de modo eficiente o fluxo de ar minimizando gastos com climatização. Sendo assim para data center que possuir uma distribuição de modo diferente necessita de reajustes que pode tornar o projeto um pouco mais trabalhoso. Terão que ser feitas adequações nos cabos para os racks reposicionados, ajustes no sistema de climatização, custos para nova configuração na distribuição de energia elétrica e custos com mão de obra.

## **Confinamento de corredores quentes e frios**

Os corredores frios enclausurados proporcionam a separação física do ar frio do ar quente por meio do confinamento do corredor frio. Já o corredor quente é separado fisicamente dos demais ambientes de produção.

“O confinamento de corredores, sejam eles quentes ou frios, refere-se a barreiras físicas usadas junto aos corredores quentes e frios para eliminar a mistura do ar frio insuflado com o ar quente” (DA SILVA, 2017, p.10). Desse modo as temperaturas são gerenciadas facilmente, e tem uma necessidade menor de climatização.

A finalidade do enclausuramento do corredor frio, e do corredor quente é a mesma. Otimizar a temperatura do ar de entrada para os servidores com redução de custos operacional e aumento na capacidade de refrigeração.

Segundo Da Silva (2017, p.10), “Em relação à *datacenters* que utilizam o *layout* de corredores quentes e frios, o confinamento pode resultar em uma economia de 5% a 10% em energia, e reduzir a energia de ventiladores e *chillers* em 20% a 25%.”

No entanto essa alteração pode ser executada tanto em corredores quentes como também em corredores frios, sem existir entre um e outro nenhuma diferença substancial. Ambos

manifestam benefícios e restrições, então melhor escolha é aproveitar ao máximo as vantagens dos dois e eliminar as desvantagens.

### **Dispositivos de gerenciamento de fluxo de ar**

Aperfeiçoar o fluxo de eliminação de ar quente e a entrada de ar fresco nos ambientes embaixo dos pisos elevados do data center, mantendo a organização do espaço para que a estruturação do cabeamento não atrapalhe o funcionamento do sistema de refrigeração.

Segundo Villela (2011, p.5), gerenciamento do fluxo de ar pode ser feito da seguinte forma:

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

Os itens acima mostram que utilizar racks para melhor controle do fluxo de ar, dispõem de corredores independentes de ar quente e frio e que possuem entradas de ar em diferentes direções.

### **Controle de temperatura e umidade**

Deve ser instalado em todo data center uma série de sensores de temperatura, umidade, potência e pressão. Colocado para controlar a regulação de temperatura e umidade. Verificar se a unidade HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) usa a temperatura de entrada do servidor, e não a temperatura do ar de retorno, como a temperatura do ponto de ajuste.

Nas palavras de Da Silva “Modificar os níveis atuais pelos quais um *datacenter* trabalha requer um controle rigoroso da temperatura de todos os pontos passíveis de *hot spots*. É necessário distribuir sensores por racks, piso elevado e na própria unidade CRAC” (DA SILVA, 2017, p.11).

Os CRAC (*Computer Room Air Conditioner*) possuem sensores de temperatura e umidade próximo a entrada de ar. Cada unidade do CRAC tem capacidade de esfriar e esquentar, e de umidificar e desumidificar. Onde a umidade é muito alta a água pode condensar dentro dos servidores causando curtos circuitos e onde a umidade é muito baixa pode gerar falhas de descarga eletrostática.

A verificação de indicadores temperatura e umidade na proporção a temperatura geral vai sendo elevada gradativamente. “A *Energy Star* recomenda que a diferença entre o servidor mais baixo no *rack* e o mais alto esteja entre 21°C e 25°C (ou seja, 4°C de diferença entre o ponto mais baixo e o mais alto).” (DA SILVA, 2017, p.11).

Geralmente as unidades do CRAC de data center utilizam muita energia para manter os níveis necessário de umidade então expandir o limite de umidade permite economizar energia.

## **Economizadores a ar e a água**

O economizador a ar aproveita o ar externo do local e o distribui diretamente aos servidores. “[...]consiste no arrefecimento de um edifício por meio de ventilação pela introdução de ar exterior, utilizando a energia livre desse ar, desde que este apresenta uma temperatura inferior à do ar interior [...]” (TAVARES, 2012, p.1)

Integrado com o sistema central de climatização, o economizador a ar, filtra partículas contaminantes antes de remeter ao data center o ar externo. Mesmo em ambiente com climas mais quentes, essa solução pode ser eficiente pois consegue aproveitar as temperaturas do inverno ou noites mais frias.

O economizador integrado a água usa a capacidade de resfriamento evaporativo e podem pré-resfriar a água antes de chegar ao resfriador. Eles podem ser integrados ou não com o resfriador. Ao contrário do economizador de ar o economizador a água pode ser adaptado.

Para Da Silva (2017, p.12), “Economizadores a água podem ser uma ótima opção para *datacenters* com plantas de resfriamento por água ou ar. Sua torre de resfriamento gera água gelada, que servirá como substituta do *chiller* durante os meses de inverno”.

Assim disponibiliza, uma redundância ao *chiller*, reduzindo o risco de indisponibilidade no data center por consequência de ter ocorrido falha ou erro inesperado.

## **Aparelhos de iluminação com eficiência energética**

Usar uma tecnologia de iluminação mais eficiente, luzes com baixo consumo de energia elétrica, desligar as luzes quando não houver ninguém no local ou de acordo com o horário, e para diminuir a necessidade de iluminação é recomendado o uso de cores claras. Nas palavras de Da Silva “[...] o uso de luzes com baixo uso de energia, como LED, o desligamento das luzes quando não houver ninguém na área do prédio, o uso de cores claras no ambiente para diminuir a necessidade de iluminação [...]” Da Silva (2017, p.17).

Sensores integrados e switches identificam movimento, temperatura e níveis de luz, notificando esses dados através de um software de fácil utilização, modificando os dados de consumo de energia em conhecimentos práticos, que constituem, através da sua API, outros sistemas de construção, reduzindo custos.

## **ANÁLISE DE RESULTADOS**

Através dos resultados obtidos foi feita duas tabelas para mostrar de forma clara ao leitor sobre as práticas de TI verde aplicada ao data center. A tabela 1 mostra algumas práticas apresentadas no decorrer do texto. Mostrando a porcentagem de economia de energia elétrica ao ser implantada. Esses métodos são eficazes para data centers novos, mas outras já podem ser implantadas em data center já existente.

**Tabela 1.** Estratégias práticas para reduzir o consumo de energia nos data centers, indicando a porcentagem de economia de energia elétrica.

	Economia	Orientação	Limitações
<b>Dimensionamento correto do DCPI</b>	10 - 30%	Uso de uma arquitetura modular e dimensionável de alimentação e resfriamento  A economia é maior para sistemas redundantes	Para novos projetos e algumas expansões
<b>Virtualize os servidores</b>	10 – 40%	Não é tecnicamente uma solução de infraestrutura física, mas tem um impacto radical  Envolve a consolidação de aplicativos em menos servidores, normalmente servidores <i>blade</i> Também libera a capacidade de alimentação e refrigeração para a expansão	Requer grandes mudanças nos processos de TI  Para conseguir economia em uma instalação existente, pode ser necessário desligar alguns equipamentos de alimentação e refrigeração
<b>Arquitetura mais eficiente de sistemas de ar condicionado</b>	7 – 15%	O resfriamento por fileira é mais eficiente em alta densidade (White Paper 130)  Caminhos de ar mais curtos exigem menos potência de ventilador  As temperaturas de alimentação e retorno do CRAC são mais elevadas, aumentando a eficiência, a capacidade e evitando a desumidificação, reduzindo, assim, os custos de umidificação.	Para novos projetos  Os benefícios são limitados aos projetos de alta densidade
<b>Modos de economia dos condicionadores de ar</b>	4 –15%	Muitos condicionadores de ar oferecem opções de economizador  Isso pode proporcionar uma economia substancial de	Para novos projetos  Difícil de readaptar

		<p>energia, dependendo da localização geográfica</p> <p>Alguns data centers têm sistemas de ar condicionado com modos de economizador, mas a operação com o economizador fica desativada</p>	
<b>Layout de área mais eficiente</b>	5 –12%	<p>O layout da área afeta muito a eficiência do sistema de ar condicionado</p> <p>Envolve a distribuição corredor quente / corredor frio através de um posicionamento adequado do sistema de ar condicionado.</p>	<p>Para novos projetos</p> <p>Difícil de readaptar</p>
<b>Equipamentos de energia mais eficientes</b>	4–10%	<p>Os novos sistemas de <i>nobreak</i> de alta qualidade apresentam 70% menos perdas do que os nobreaks antigos com cargas típicas</p> <p>A eficiência com cargas leves é o principal parâmetro, NÃO a eficiência com carga plena</p> <p>Não se esqueça de que as perdas dos nobreaks devem ser resfriadas, o que dobra seus custos</p>	<p>Para novos projetos ou readaptações</p>
<b>Posicione corretamente as placas de piso ventiladas</b>		<p>Muitas placas ventiladas estão localizadas incorretamente ou em quantidade errada em grande número de data centers comuns</p> <p>Os locais corretos NÃO são intuitivamente óbvios</p> <p>Uma avaliação profissional pode garantir um resultado ideal</p> <p>Benefício adicional - redução de pontos de concentração de calor.</p>	<p>Somente para data centers que usam piso elevado</p> <p>Fácil, mas exige orientação especializada para alcançar o melhor resultado</p>



<b>Coordenação de aparelhos de ar condicionado</b>	0–10%	<p>Muitos data centers têm vários condicionadores de ar que realmente lutam entre si</p> <p>Um pode aquecer enquanto o outro resfria</p> <p>Um pode desumidificar enquanto o outro umidifica</p> <p>O resultado é um desperdício gigantesco</p> <p>O diagnóstico pode exigir uma avaliação profissional</p>	Em qualquer data center com mais de um condicionador de ar
<b>Instale aparelhos de iluminação com eficiência energética</b>	1 – 3%	<p>Desligue algumas ou todas as luzes de acordo com a hora do dia ou o movimento</p> <p>Use uma tecnologia de iluminação mais eficiente</p> <p>Não se esqueça que a potência de iluminação também deve ser resfriada, duplicando o custo</p> <p>O benefício é maior em data centers de baixa densidade ou parcialmente preenchidos</p>	A maioria dos data centers pode se beneficiar
<b>Instale painéis de isolamento</b>	1 – 2%	<p>Diminua a temperatura de entrada dos servidores</p> <p>Também economiza energia através do aumento da temperatura do ar de retorno do CRAC.</p> <p>Barato e fácil com os novos espelhos cegos encaixáveis, como os da Schneider Electric</p>	Para qualquer data center, antigo ou novo

Fonte: RAUSMUSSEN (2012, p.11)

A tabela acima se refere a algumas técnicas para redução de energia elétrica em data center. A economia referida na tabela está associada com o projeto e instalação, outras citadas podem ser incorporadas aos equipamentos fornecidos pelos fabricantes.

A análise de resultados foi obtida de forma hipotética, com base em informações de soluções já consolidadas e largamente utilizadas por várias empresas, métodos que podem ser implantados em novos datacenters ou podem ser adaptados a datacenters já existentes.

**Virtualização de Servidores:** Solução que tem como objetivo consolidar servidores, isto é, ser capaz de unir 5 ou 10 servidores físicos em um só com um ganho imediato de espaço físico, redução de energia elétrica e menos uso de ar condicionado. Ainda garantindo o benefício de ter um gerenciamento técnico centralizado e um custo de licenciamento e suporte técnico também reduzido.

**Layout eficiente:** Com a consolidação de servidores, é possível gerenciar melhor o ambiente de data center, criando corredores adequados de correntes de ar quente e frio melhorando a distribuição física e a acessibilidade aos servidores físicos.

Deve-se verificar e remover servidores sem finalidade, que não estão ativos. Pois desativar servidores sem uso diminui o desperdício de calor.

Adquirir hardwares que possuem novas tecnologias, e que são energeticamente eficientes possibilita o mesmo desempenho do equipamento, utilizando uma quantidade inferior de energia.

Além do layout eficiente é importante o confinamento de corredor quente e frio, já que ele proporciona a separação do ar quente do ar frio trazendo economia com ar condicionado. Dispositivos de gerenciamento do fluxo do ar, controle de temperatura e umidade, e também os economizadores a ar e a água fazem parte da economia de energia com refrigeração e climatização.

Os economizadores a ar aproveitam o ar de fora e o distribui diretamente sobre os servidores enquanto o economizador a água usa o resfriamento evaporativo que pré resfria a água antes dela chegar ao resfriador. Por fim aparelhos de iluminação eficiente usando lâmpadas de LED, e manter as luzes apagadas quando não houver movimento.

A tabela 2 faz uma comparação entre data center convencional e computação em nuvem. Nela mostra as principais diferenças: a tecnologia usada, o modo de funcionamento, segurança, serviço, desvantagem e custo.

**Tabela 2.** Comparando data center e computação em nuvem

	Data center	Computação em nuvem
<b>Tecnologia</b>	Segurança, disponibilidade, desempenho, gerenciamento e eficiência	Dinâmica, escalabilidade, flexibilidade, acessibilidade e maior distribuição dos arquivos.
<b>Modo de funcionamento</b>	Funciona como um servidor comum, ligado para que os dados estejam armazenados durante todo	Não necessita de um local físico. Os dados estão armazenados na nuvem, em diversos servidores espalhados.

	o dia e sejam acessados a qualquer momento.	
<b>Segurança</b>	<p>Pode ser considerado mais seguro, pois é mais simples escolher e dar acesso a somente algumas pessoas para chegar nos arquivos armazenados.</p> <p>A empresa é responsável pelos seus dados.</p>	<p>Apesar de ser mais acessível, permite que, por meio de conexões com a internet, as informações sejam localizadas de qualquer lugar.</p> <p>Os dados ficam em provedores de terceiros.</p>
<b>Serviços</b>	Não há qualquer tipo de compartilhamento de espaço com outra empresa — o servidor é dedicado (ou seja, exclusivo)	É mais flexível e possui poder de processamento maior, além de muito menos burocracias. Se for preciso alterar a memória para salvar mais informações, tudo é feito de maneira simplificada.
<b>Desvantagem</b>	A empresa tem capacidade de armazenamento limitada, não sendo possível alterar a quantidade de espaço sem que seja feita a compra e instalação de novos equipamentos.	Os recursos de armazenamento estarão sendo compartilhados na nuvem do provedor.
<b>Custos</b>	É necessário investir certas quantias para iniciar o processo de uso do serviço, pois serão instalados equipamentos novos, um espaço deve ser reservado para essas máquinas, além da equipe que vai administrar. Essa opção acaba por ficar mais cara devido à quantidade de fatores envolvidos, como softwares e gastos de energia.	Os provedores de <i>Cloud Computing</i> oferecerem diversos planos mais acessíveis, com funções que o empresário pode determinar como mais necessárias ou não conforme a realidade atual do negócio. Outro ponto é que esse serviço não depende da montagem de uma infraestrutura, novos equipamentos, ficando disponível para uso em espaços de tempo mais curtos.

Fonte: DIAS (2017)

A decisão de escolher por um data center local ou em nuvem vai depender do porte da empresa. Ter um data center interno pode representar gastos com gestões de acesso físico, energia, climatização e equipamentos.

A computação em nuvem pode ser paga mensalmente ou por hora de acordo com o uso. Qualquer empresa que deseja ter alto performance computacional sem investir em equipamentos e ambiente físico pode optar por computação em nuvem. Ambos possuem vantagens para as empresas então as organizações precisam levar em consideração o valor disponível para o investimento.

## CONCLUSÕES

Este artigo proporcionou um estudo da aplicabilidade de práticas de TI Verde em data center, com o foco na economia de energia elétrica. Buscado desde o descarte correto de lixo eletrônico, utilização da virtualização de servidores e computação em nuvem. Deixando notável que as práticas de TI verde utilizadas em data centers, traz benefícios não somente para o meio ambiente, mas também para as empresas que as adotam.

Para eficiência energética não deve considerar apenas o fato de se produzir gastando menos. Mas que essa produção tenha um menor impacto ambiental. A principal contribuição dessa conduta é trazer um equilíbrio ambiental e também qualidade de vida para a sociedade.

A virtualização facilita muitas operações, estão entre as principais vantagens da virtualização a redução do espaço físico e redução dos gastos com energia e refrigeração, no entanto é necessário fazer uma avaliação se essa virtualização não trará contratempo em situação de falhas, como por exemplo a queima de um host físico fará todas as máquinas virtuais parar ou então se as máquinas virtuais terão desempenho necessário para operações críticas.

Tanto os corredores de ar frio quanto o quente apresentam benefícios e restrições. A melhor opção a ser adotada é apostar em eliminar as desvantagens e aproveitar ao máximo das vantagens de ambos.

As organizações que aderem recursos de TI verde terão economia desde a compra de equipamentos, na infraestrutura, de energia, manutenção e uma boa imagem. No entanto torna se necessário que os profissionais da área de TI se conscientizem sobre os impactos ambientais de seus data centers. Inserindo a questão de sustentabilidade na lista dos parâmetros.

Portanto o tempo todo surgem novidades que devem ser avaliadas e analisadas a sua aplicabilidade num cenário verde. As contribuições deste artigo não se restringem ao que foi escrito e fica aberto para que sejam analisadas pesquisas futuras. Sugere em trabalhos futuros o estudo de práticas de TI verde que não foram apresentadas neste artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. F. *Ti Verde – Implementação de Práticas Sustentáveis em Empresa de Tecnologia da Informação.* 2012. Disponível em:

<<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/25916208.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

ALECRIM, Emerson. *O que é cloud computing (computação nas nuvens)?*, 2015. Disponível em: <<https://www.infowester.com/cloudcomputing.php>>. Acesso em: 11 set. 2018.

ALVES, D. M.; COSTA, M.; FURTADO, M. R. S.; MORAVIA, R. V. *Computação em nuvem: um estudo sobre seus conceitos, tecnologia e aplicação*. Disponível em: <[http://revistapensar.com.br/tecnologia/pasta\\_upload/artigos/a57.pdf](http://revistapensar.com.br/tecnologia/pasta_upload/artigos/a57.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; CAMELLO, T. C. F.; MARTINS, T. P.; ALMEIDA, J. R.; SILVA, A. C. M.; GALVÃO, V.; BORDON, I. C. A.; RIBEIRO, L. S. S.; STECHER, L.; DE OLIVEIRA, M. J. A.; DA SILVA, M. V.; DOS SANTOS, R. M.; MATTIOLO, S. R.; SCAGLIUSI, S. R.; GARCIA, V. S. G. *Sustentabilidade Ambiental*. 1. ed. Rio de Janeiro: Rede Sirius; OUERJ, 2015. Disponível em: <[http://www.rsirius.uerj.br/pdfs/sustentabilidade\\_ambiental.pdf](http://www.rsirius.uerj.br/pdfs/sustentabilidade_ambiental.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2018.

BANDEIRA, A. K. R.; MONTEIRO, A. J. F.; ALVES, J. B.; DE OLIVEIRA, J. M. S.; GUIMARÃES, O. M. *Fundamentos de data center*. 2017. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/Mauryliosilva/fundamentos-de-data-center-79294047>>. Acesso em 17 dez.

BUSSE, B. N. *Textos acadêmicos sobre eficiência energética: uma amostra quantitativa dos últimos 40 anos de pesquisa*. 2010. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=textos-academicos-sobre-eficiencia-energetica-1644617.pdf>>. Acesso em: 17 dez.2018.

CARRERO, M. P.; LOPES, N. S. *Boas práticas da ti verde adotadas pelas empresas como forma de uso eficiente dos recursos energéticos*. Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC 2015-2016. Disponível em: <<https://www.google.com/search?q=praticas+verde+em+data+center&ei=O3saXOmCEcuAwgTnppeQDQ&start=40&sa=N&ved=0ahUKEwipjPWWsazfAhVLgJAKHWfTBdI4HhDy0wMItQE&biw=1385&bih=652#>>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

CUNHA, J. F. S. R. *Computação em nuvem e considerações contratuais*. 2012

Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=e6c46d6ccf72dec9>>. Acesso em: 10 set. 2018.

DA SILVA, L. B.; BOMFIM, L. H. da S.; JUNIOR, G. L.; DE OLIVEIRA, M. N. *TI verde: uma proposta de economia energética usando virtualização*. *Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas* • Aracaju • V.1 • N.2 • p. 57 - 74 • Jun. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/exatas/article/download/2255/1294>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

DA SILVA, M.K. *Soluções de TI verde e eficiência energética para datacenters*. Disponível em :< <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/3022> >. Acesso em: 01 ago. 2018.

DA SILVA, Newton Rocha; JUNIOR, Flavio Hourneaux. *Ti verde: sustentabilidade por meio da virtualização de servidores*. IPTEC - Revista Inovação, Projetos e Tecnologias, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 30-42, jan./dez. 2013. Disponível em:

<<http://www6.uninove.br/ojs/journaliji/index.php/iptec/article/view/3/pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

DIAS, L. S.; MARQUES, M. D. *Responsabilidade social das organizações empresariais diante do desenvolvimento sustentável*. IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 10, 2013, p. 67-75. Disponível em: <[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/viewFile/564/732](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/viewFile/564/732)>. Acesso em: 07 set. 2018.

DIAS, Luiz. *Data Center ou Computação em Nuvem? Entenda cada tipo*. 2017 Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/empreendedorismo/data-center-ou-computacao-em-nuvem-entenda-cada-tipo/104706/>> Acesso em: 18 set. 2018

DOS SANTOS; Élcio Henrique; DA SILVA, Mirela Auxiliadora. *Sustentabilidade empresarial: um novo modelo de negócio*. Revista Ciência Contemporânea jun./dez. 2017, v.2, n.1, p. 75 – 94. Disponível em: <<http://uniesp.edu.br/sites/biblioteca/revistas/20180301124814.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

DOS SANTOS, F. U. *Benefícios da virtualização de servidores*. 2014. Disponível em: <<https://www.bluesolutions.com.br/2014/07/os-12-beneficios-da-virtualizacao-de-servidores-no-datacenter/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

FROEHLICH, Cristiane. *Sustentabilidade: Dimensões e métodos de mensuração de resultados*. DESENVOLVE: Revista de Gestão do Unilasalle (ISSN 2316-5537), Canoas, v. 3, n. 2, set. 2014. Disponível em: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/desenvolve/article/viewFile/1316/1182>>. Acesso em: 10 set. 2018.

GIANELLI, Álvaro. *Práticas sustentáveis em ti verde no instituto federal de São Paulo: limites e possibilidades*. 2016. Disponível em:

<<http://www.fae.br/mestrado/dissertacoes/2016/PR%C3%81TICAS%20SUSTENT%C3%81VEIS%20EM%20TI%20VERDE%20NO%20INSTITUTO%20FEDERAL%20DE%20S%C3%83O%20PAULO%20limites%20e%20possibilidades.pdf>>. Acesso em 17 dez. 2018

LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. *TI Verde e seu Impacto na Sustentabilidade Ambiental*. Disponível em:

<[http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/5381/2012\\_ADI1891.pdf?sequence=1](http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/5381/2012_ADI1891.pdf?sequence=1)>. Acesso em 07 set. 2018.

NUNES, A. C. P.; DAS CHAGAS, A. C.; CAMILO, A.; DOS SANTOS, N. M. *A TI Verde na Sociedade Atual*. 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5306016-A-ti-verde-na-sociedade-atual.html>>. Acesso em: 10 set. 2018.

PEREIRA, Glauber Ruan Barbosa. *Práticas da ti verde que contribuem para o desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em indústrias do RN*. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Políticas e Gestão Públicas; Gestão Organizacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/12129/1/Pr%C3%A1ticasTIVerde\\_Pereira\\_2009.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/12129/1/Pr%C3%A1ticasTIVerde_Pereira_2009.pdf)>. Acesso em 07 set. 2018.

PINTO, Thays Mayara da Costa; SAVOINE, Márcia Maria. *Estudo sobre ti verde e sua aplicabilidade em Araguaína*. Revista científica do ITPAC. Volume 4. Número 2. Abril de 2011. Publicação 3. Disponível em: <[HTTPS://ASSETS.ITPAC.BR/ARQUIVOS/REVISTA/42/3.PDF](https://assets.itpac.br/arquivos/revista/42/3.pdf)>

RASMUSSEN, NEIL. *Implantação de data centers com eficiência energética*. 2012. disponível em: <[http://www.smartups.com.br/white\\_papers/NRAN-6LXSHX\\_R1\\_BR.pdf](http://www.smartups.com.br/white_papers/NRAN-6LXSHX_R1_BR.pdf)>. acesso em 28 set. 2018.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M.S. *Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura*. Ambiente & Sociedade. São Paulo v. XVII, n. 1 n p. 1-22 n jan.-mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n1/v17n1a02.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

SCHULZ, M. A.; SILVA, T. N. *Ti verde e eficiência energética em data centers*. Revista de gestão social e ambiental – RGAA, SÃO PAULO, V.6, N.2, P.121 – 133, MAIO/AGO.2012.

SOBRAL, F. A.; JUNIOR, F. H. *Data center verde: implantação de um sistema de refrigeração em uma instituição de ensino superior*. Disponível em:

<<http://repositorio.uninove.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/963>>. acesso em: 01 ago. 2018.

SOLDATI, M. K. *TI verde – virtualização de servidores*. Fasci-Tech – Periódico Eletrônico da FATEC-São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, v. 1, n. 5, Out/Dez 2011, p. 97 a 104.

SOUSA, Flávio. *Computação em Nuvem: Conceitos, Tecnologias, Aplicações e*

*Desafios*. III Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí –

ERCEMAPI. 1 ed. Piauí: SBC, 2009, v. 1, p. 150-175.

TAVARES, C. M. *Impacto da Influência do Ar Novo na Climatização de Edifícios*. 2012. Disponível em: <[http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2619/1/DM\\_CristovaoTavares\\_2012\\_MES.pdf](http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2619/1/DM_CristovaoTavares_2012_MES.pdf)>. Acesso em: > Acesso em 17 dez. 2018.

VILLELA, Vitor Souza. *Eficiência Energética em data centers*. Disponível em: <<https://dcomp.sor.ufscar.br/verdi/topicosCloud/EficienciaEnergetica.pdf>>. Acesso em 10 set. 2018.

VITA, J. B.; ENGELMANN, W. *Direito, economia e desenvolvimento sustentável II*. Disponível em:

<<https://www.conpedi.org.br/publicacoes/02q8agmu/y9agq5n5/PAS72Up0fy364A49.pdf>>.

Acesso em 16 dez. 2018.

ZUCCHI, Wagner Luiz; AMÂNCIO, Anderson Barreto. *Construindo um Datacenter*. Revista USP, São Paulo, n. 97 • P. 43-58 • Março/Abril/Maio 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/61684/64573>>. Acesso em: 10 set. 2018.