

SUSTENTABILIDADE DE *DATA CENTERS* COM O USO DA TI-VERDE

MARCOS M. F. PINTO¹
PATRÍCIA KLINKERFUS DE CAMPOS²
VIVIANE RAMALHO DE AZEVEDO³

RESUMO

Os *Data Centers* são grandes consumidores de energia elétrica, causando impactos ao meio ambiente durante o seu ciclo de vida. O objetivo deste trabalho é apresentar vantagens tecnológicas com foco ambiental através da TI-Verde para a sustentabilidade dos *Data Centers*. Estes centros de processamentos de dados computacionais são responsáveis por parte de emissão de gases de efeito estufa relacionados ao processo de geração de energia. Neste aspecto, a TI-Verde surge com uma nova modalidade de conhecimentos, onde foi possível perceber por meio deste trabalho que sua aplicação traz reais retornos em eficiência energética. Foi apresentado um estudo de caso que tratou dados de 3 grandes empresas que aplicaram conceitos e atitudes de TI-Verde em seus *Data Centers*. Concretizando vantagens voltadas a diminuição de consumo de energia, e tornando estes centros tecnológicos ecologicamente corretos, tais práticas de tecnologia verde não pretendem diminuir a intensidade do uso da informação, mas mostrar como as novas tecnologias poderão ajudar a diminuir seu impacto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Centro de Processamento de Dados, Tecnologia da Informação, TI-Verde, Sustentabilidade, Consumo Energético.

¹ Graduando do 6º semestre do curso de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação, da Faculdade de Tecnologia de Bragança Paulista (FATEC Bragança Paulista) – “Jornalista Omair Fagundes de Oliveira”. E-mail: murillo.psoft@outlook.com

² Graduação em Análise de Sistemas pela Universidade São Francisco - Itatiba (1992); Pós graduação - Latu Sensu - em Administração de Empresas, com ênfase em Marketing - Universidade São Francisco - Bragança Paulista (2002); Graduação em Licenciatura Plena em Matemática pelo Instituto Educacional Oswaldo Quirino - Faculdades Oswaldo Cruz - São Paulo (2003); Mestrado em Educação pela Universidade São Francisco - Itatiba (2007) e Pós graduação - Latu Sensu - em Designer Instrucional - Universidade Federal de Itajubá (2010). Docente na FATEC de Bragança Paulista e na Faculdade de Ciências Aplicadas de Extrema (FAEX).

³ Mestre pela Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP na área de Automação (2015), Especialista em Design Instrucional pela UNIFEI (2011), Graduada em Análise de Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2000). Docente da Faculdade de Tecnologia de Bragança Paulista (FATEC Bragança Paulista) – “Jornalista Omair Fagundes de Oliveira”.

SUSTAINABILITY OF DATA CENTERS WITH THE USE OF TI-GREEN

ABSTRACT

The Data Centers are large power consumers, causing bad impacts in the environment during their cycle life. The main purpose of this paper is to show technological advantages with environmental focus through the Green-IT for Data Centers sustainability. These computational data processing centers are responsible for part of greenhouse gas emissions resulted from power generation process. In this aspect, the Green-IT arises as a new knowledge modality, where it was possible to notice with this research that its application brings real returns in energetic efficiency. A study case was presented and it showed data of 3 big enterprises that applicate concepts and actions of Green-IT in their Data Centers. It was then testified the advantages related to the decrease in energy consumption, and turning these technology centers ecologically correct, these practical implementations of green technologies do not intend to reduce the intensity on the use of information but to show how the new technologies could help reducing the environment impact.

KEYWORDS: *Data Centers, Information Technology, Green IT, Sustainability, Power Consumption.*

1. INTRODUÇÃO

Com uma sociedade moderna e seus anseios por inovações e desejos tecnológicos, a tecnologia da informação vem alcançando uma porcentagem crescente de usuários, trazendo à tona estratégias baseadas em quesitos ambientais voltado para sustentabilidade. Com uma grande concentração de aparelhos tecnológicos que o mercado tem disponibilizado, a TI tornou-se responsável por uma fatia considerável de emissão de dióxido de carbono (CO²) lançado na atmosfera, por conta do trabalho dos componentes eletrônicos de um computador.

Os *Data Centers*⁴ são os que mais emitem o gás poluente, pois eles precisam manter sua infraestrutura ativa, para a operacionalização dos seus componentes tecnológicos, que por sua vez geram calor e conseqüentemente necessitam de refrigeração, ocasionando a elevação de consumo de energia. Esse preocupante consumo energético é o problema abordado nesse trabalho.

O **problema** encontrado caracteriza-se segundo pesquisas realizadas sendo o seguinte: “Os computadores diretamente consomem demasiada energia elétrica, mas também indiretamente em sua produção e descarte causam impacto no meio ambiente e colaboram no aumento de emissões de gases poluentes” (Murugesan, 2008). “Um computador gera cerca de uma tonelada de CO² ao ano e seus componentes contêm materiais tóxicos, o que resulta num grande problema ambiental ao se considerar o seu descarte” (Richter, 2012).

Diante deste cenário, **objetiva-se** apresentar as práticas que uma tecnologia preocupada com a degradação do meio ambiente, intitulada por “Tecnologia da Informação Verde” ou “TI verde”, tem como alternativa para redução do consumo de energia, além de listar os resultados obtidos em aplicações, onde foram adquiridos benefícios em soluções apresentadas para reduzir o impacto ambiental causado por estes centros computacionais.

⁴ **Data center**, ou centro de processamento de dados, é um ambiente projetado para concentrar servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados, e sistemas ativos de rede, como switches, roteadores e outros.

Alinhando a TI com a sustentabilidade que é um termo de suma **relevância** usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico, material e tecnológico sem agredir o meio ambiente, serve-se de recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Seguindo estes parâmetros, a humanidade pode garantir o desenvolvimento sustentável.

Em termos **metodológicos** a pesquisa utilizada foi a bibliográfica, de caráter qualitativo, baseada em livros e artigos científicos. Unido a aplicação de um estudo de caso, de caráter exploratório e qualitativo. Neste estudo foram analisados os resultados e sucessos obtidos em 3 empresas, que utilizaram a TI Verde para alcançar melhorias no consumo energético dos seus *Data Centers*.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Toda evolução e crescimento tem seu preço. A evolução abordada neste artigo, é especificamente sobre o desenvolvimento tecnológico sustentável que a humanidade está passando. Anteriormente na década de 90 surgiram os primeiros *Data Centers*. Seu objetivo principal foi o de centralizar em um único ambiente físico toda a necessidade computacional, seja para servidores de internet, banco de dados, modelos meteorológicos de alta resolução e muito mais. Imagina-se atualmente um *data center* como sendo o cérebro de uma empresa ou instituição de pesquisa, onde são armazenados os processos e informações mais importantes. Estes Centros devem ser projetados para atender rigorosos padrões internacionais, como segurança física e lógica dos dados. Mas o objetivo desse artigo não é discutir apenas o papel ou a importância dos atuais *data centers*, mas sim as soluções tecnológicas sustentáveis que surgiram como aplicação para minimizar riscos ao meio ambiente.

2.1 Abrangência da Tecnologia da Informação

Atualmente os recursos da computação estão sendo cada vez mais requisitados no cotidiano empresarial e pessoal, devido a facilidade que a tecnologia oferece como auxílio às diversas áreas que se encontram no mercado. O assunto “Tecnologia da Informação” entra como termo principal dentro da evolução da computação e é classificada como termo estratégico para desenvolvimento mútuo.

Com toda inovação e recursos tecnológicos, a tecnologia da informação também trouxe a preocupação ambiental, pois o funcionamento dos componentes computacionais agride o homem e o meio ambiente. Existem coeficientes que se destacam em relação a agressão ambiental que requerem uma atenção maior, o primeiro é o aumento no consumo de energia elétrica, quanto mais componentes computacionais um *data center* tiver, mais energia eles irão consumir e quanto maior a necessidade de produção energética, maior o impacto no meio ambiente. O segundo é a necessidade de gerir a produção dos recursos subsistentes na tecnologia da informação, que por sua vez não é saudável para o homem e meio ambiente pois os insumos de construção causam muita agressão ao meio assim como os componentes dos produtos em si. Logo os recursos de TI, além de trazerem benefícios acarretam algumas desvantagens.

Tendo em vista a realidade das desvantagens dos recursos de TI é que surge o conceito de TI Verde. Também conhecido como *Green IT*, tem por objetivo erradicar ou diminuir os danos causados pelos recursos de TI ao meio ambiente mantendo as suas vantagens. Tendo sua aplicabilidade tanto no nível de produção destes recursos, quais recursos tem uma melhor adaptação ao contexto que está sendo informatizado e como melhor gerir estes recursos.

2.2 Tecnologia da Informação

Atualmente a TI tornou-se não só uma necessidade, mas também uma estratégia utilizada pelas empresas tanto para gerenciamento dos seus processos

administrativos, quanto para otimização dos serviços ofertados aos clientes, por meio TI as empresas estão conhecendo melhor os seus clientes e melhor atendendo-os assim como traçando metas e estratégias para conseguir novos clientes.

Um processo semelhante são as instituições de repartição pública, todavia aqui no Brasil a maioria das instituições ainda não aderiu ou aderiu em parte o uso de recursos de TI nos seus processos, muitas vezes a burocracia impede o processo de informatização; apesar disso, alguns setores públicos já estão fazendo uso extensivo dos recursos de TI e obtendo ótimos resultados. (Revista Digital, 2011).

Um cenário importante para o processo de conscientização são as instituições de ensino superior que através dos centros de pesquisas descobrem recursos tecnológicos menos agressivos ao meio ambiente. A Universidade como centro de disseminação de informação, conhecimento e pesquisa, tem o dever de servir de modelo para a sociedade, adotando rotinas administrativas consideradas “verdes” (Murugesan, 2008).

Tecnologia da Informação é entendida como o conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos de computação que visam a produção, o armazenamento, a transmissão, o acesso, a segurança e o uso das informações.

2.3 Tecnologia da Informação Verde

Segundo Murugesan (2009) TI Verde corresponde a soma da economia de energia com gestão de recursos desde a cadeias produtivas, e todo o ciclo que vai da extração de matéria-prima até o final da vida útil do equipamento, incluindo seu descarte. Tem como foco diminuir o desperdício e ser mais eficiente nos processos e recursos da organização.

Todo o ambiente da tecnologia da informação com sua aplicação focada no desenvolvimento sustentável é conceituado como TI Verde. Não tem sua aplicação limitada às organizações empresariais, mas engloba todo ambiente computacional. Toda organização tende a avançar economicamente, e o surgimento da informatização tecnológica alavancou o processo.

Todavia o uso do processo de TI não é o suficiente, sendo necessário o gerenciamento deste processo, em que surge a dependência da TI Verde. Além disso, a TI como um processo que causa danos ambientais e humanos acarreta, conseqüentemente, danos à organização, principalmente nas que cujo processo principal é a produção de TI. Logo o desenvolvimento sustentável se torna uma necessidade para a organização e gera benefícios para empresa como economia de recursos, manutenção do meio ambiente e melhora na imagem diante da sociedade. Toda empresa que se preze tem que adotar o conceito de que a implementação de uma TI Verde a beneficiará de diversas formas, tais como: redução de consumo energético, descarte de forma sustentável, a preocupação com o meio ambiente, redução de CO² na atmosfera, entre outros.

2.4 Entendendo o Que São Data Centers

Data Center, ou Centro de Processamento de Dados é um ambiente projetado para concentrar servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados, e sistemas de ativos de rede, como *switches*, roteadores, entre outros. Por isso, é considerado o sistema nervoso das empresas, com a finalidade de abrigar milhares de servidores e bancos de dados, bem como processar grandes quantidades de informação.

Os equipamentos geralmente são montados em ou armários metálicos, possuem proteção contra incêndios, além de sistemas de resfriamento, para manter uma temperatura estável. Na maioria dos casos, ficam localizados em grandes galpões com acesso restrito de funcionários, por questões de segurança. Esses espaços são fundamentais para serviços e atividades de diversos setores da economia: energia, iluminação, telecomunicações, *Internet*, transportes, tráfego urbano, bancos, sistemas de segurança, saúde pública, entretenimento, e muitos outros.

A vida na maioria das cidades depende do bom funcionamento e da disponibilidade de um ou vários *Data Centers*. Atualmente, eles têm capacidade de

processamento quatro vezes maior do que os antigos Data Centers, mesmo ocupando apenas 40% do espaço em comparação com os modelos mais antigos.

2.5 Aplicação da Tecnologia da Informação Verde em Data Centers

Esse tema ganhou relevância, devido, em grande parte, aos crescentes custos energéticos, à maior demanda por eletricidade e às preocupações ambientais. “Estima-se que o custo de infraestrutura física de um *data center*, incluindo fontes de energia, cabeamento, *racks*, sistemas de ar condicionado e todos mecanismos de segurança, variam entre 80 a 150 mil dólares, para cada servidor, em um prazo de 10 anos.” (Bini, 2015). Desse total, 20% são gastos apenas com energia elétrica. E parte desse valor é desperdiçada na forma de energia térmica onde há ocorrência de aquecimento de componentes. Compreende-se que uma grande fatia dos custos, incluindo dinheiro e energia, é utilizada com o resfriamento dos servidores, e o atual desafio é evitar esse tipo de desperdício.

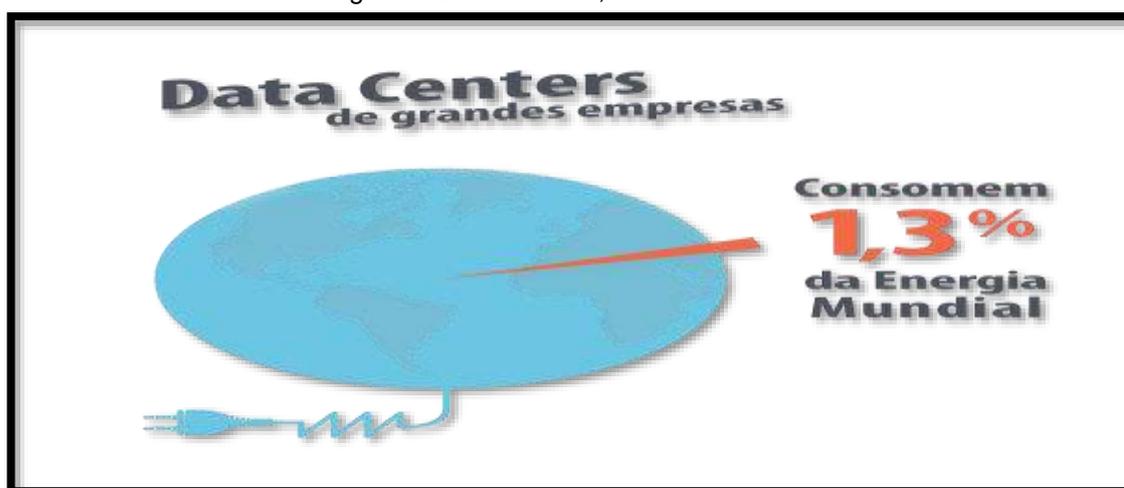
Voltando à questão de ganho de desempenho e alta performance, não se pode ignorar a tendência cada vez maior do uso da *Cloud*⁵. A *Cloud* vai muito além de armazenar seus dados em servidores remotos conceitua-se como: “Um termo usado para descrever um ambiente de computação baseado em uma rede massiva de servidores, sejam virtuais ou físicos. *Cloud computing* pode ser visto como o estágio mais evoluído do conceito de virtualização.” (Taurion, 2008)

Podemos destacar algumas vantagens diretas no uso de *Cloud Computing* em data centers: Software sempre atualizados; O acesso pode ser feito de qualquer lugar, bastando ter internet; Utilização do hardware de acordo com sua demanda; nem mais, nem menos do que o necessário; Melhor controle de gastos, sem necessidade de manutenção; menor consumo de energia, espaço físico e, principalmente, uso racional dos recursos naturais. Uma das grandes preocupações do século gira em torno do consumo (e geração) de energia, pois o crescimento foi exponencial nas últimas décadas, e nada indica que essa demanda deixará de crescer nos próximos anos.

⁵ Cloud: Servidores basicamente virtuais disponíveis através da internet.

Ainda que haja algumas estratégias para a diminuição do consumo de energia, de acordo com estudo da Universidade de Stanford (Estados Unidos), os centros de processamentos de dados de grandes empresas mundiais como ilustrado na figura 1 consomem cerca de 1.3% da energia de todo o mundo. Se formos além, as previsões para daqui a cinco anos apontam um aumento de 100% no período. Portanto, a busca por alternativas tem se tornado assunto mais do que recorrente e sim, necessário.

Figura 1: Data Centers, Consumo Mundial



Fonte: <http://blogbrasil.comstor.com/bid/339230/Data-Center-sustent-vel-pode-ajudar-a-reduzir-custos-nas-empresas;>

3. ESTUDO DE CASO

Antes de uma empresa abrir um novo *datacenter* ela precisa pensar em locais, infraestrutura, possíveis situações de emergência que podem acontecer e como contorná-las, dentre outros itens. Estudou-se 3 empresas que fizeram uso da tecnologia da informação verde para tornar sustentáveis seus centros de processamentos de dados, com principal objetivo de gerar menor agressão ao meio ambiente. Neste estudo de caso, será apresentado os benefícios obtidos por essas empresas através da utilização de tecnologia verde. Abaixo, segue tabela 1 com as empresas estudadas:

Tabela 1 – Empresas do estudo de caso

EMPRESA	LOCAL
LOCAWEB	BRASIL
ALGAR TECH	BRASIL
EMC	EUA

Fonte: elaborada pelos autores.

3.1 Locaweb

A Locaweb construiu em 2010 o maior *data center* verde da América Latina, preocupou-se em focar os recursos no conceito tecnologia sustentável. Este centro computacional foi projetado especificamente para tecnologia de computação em nuvem. A qual aumentou a eficiência operacional e reduziu o consumo de energia e emissão de CO2 em aproximadamente 30%.

No *data center* LocaWeb, a entrada de energia conta com transformadores redundantes, que possibilita manutenção em uma das linhas sem interrupções no fornecimento de energia elétrica. Caso haja falhas no fornecimento dessa fonte de energia, entram em ação em menos de 6 segundos uma pequena usina com cinco geradores de 500 k/watts. Para manter em funcionamento toda a infraestrutura, os motores dos geradores dessa usina foram construídos exatamente para a LocaWeb, que por sua vez são movidos a combustão e emitem nível zero de fumaça evitando danos ao meio ambiente. Os geradores podem trabalhar durante sete dias ininterruptos sem necessidade de reabastecimento, mesmos nos grandes períodos de *blackout*. A infraestrutura conta com sistema de *nobreaks* modulares *Hot Swap*, facilitando a troca de um deles estiver com problema. O sistema de condicionamento do ambiente é monitorado por um equipamento de precisão que controla a temperatura e a umidade nos níveis adequados, tudo feito através do software que gere todo funcionamento do sistema.

Outra iniciativa sustentável adotada foi a tecnologia *free-cooling* que garante auto eficiente energética no sistema, um sensor inteligente detecta quando o ar externo está com índice de umidade e temperatura desejáveis então o sistema capta

o ar para dentro da sala e faz um mistura controlada com o ar de retorno dos servidores desta forma é possível economizar até 40% , “Na América Latina é possível reduzir-se o consumo energético de um centro de dados em até 40% em condições climáticas favoráveis ”(KHOURI, 2016).

Abaixo segue a tabela 2 com o resumo dos benefícios atingidos com o uso da TI-Verde na LocaWeb.

Tabela 2: Ganhos Sustentáveis com o projeto da empresa LocaWeb.

LOCAWEB	
PROJETO	GANHOS
Cloud computing	Redução do consumo de energia de 30%
	Redução de 30% na emissão de CO2
Free-cooling	Redução do consumo de energia em até 40%

Adaptado de: www.locaweb.com.br

3.2 Algar Tech

Esse é um projeto de eficiência energética que utiliza a luz solar e permite gerar e consumir energia elétrica na própria empresa. Com esse movimento, a companhia apresenta o primeiro *call center* e *data center* verde da América Latina, registrando a geração de 5% da energia consumida anualmente, e uma economia de R\$ 125 mil por ano.

Desenvolvido para o *data center* este projeto consiste em um sistema fotovoltaico⁶ composto por 1230 módulos de 245Wp, capazes de gerar 450 MWh/ano. O volume gerado poderia alimentar pelo menos 150 residências de consumo médio, ou seja, que atualmente registrem o valor de R\$ 170 na conta mensal de energia (ALGAR, 2012).

Com o projeto, a Algar Tech vai solicitar o Selo Solar – certificação do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Ideal) que reconhece empresas, residências e instituições públicas e privadas que investem em

⁶ Célula fotovoltaica, pilha elétrica que só produz corrente quando está iluminada, e cuja força eletromagnética é proporcional à luminosidade que recebe.

eletricidade solar. Para ter o selo a edificação da Algar Tech enquadrada na classe tarifária A4 precisa apresentar uma geração solar fotovoltaica de no mínimo 50 MWh/ano, e a Algar Tech vai registrar, com o projeto, 450 MWh/ano.

O projeto que durou 5 meses e teve investimento na ordem de 2 milhões de reais traz ganhos financeiros e reduz o impacto ambiental. O poder de neutralização na emissão de CO2 corresponde ao plantio de 1600 árvores.

Abaixo segue a tabela 3 que explica os benefícios atingidos através do uso da TI-Verde.

Tabela 3: Ganhos com os projetos da empresa ALGAR TECH em sustentabilidade.

ALGAR TECH	
PROJETO	GANHOS
Sistema fotovoltaico	Economia de R\$125.000,00 por ano
	Redução de 11 toneladas de CO2

Adaptado: www.algar.com.br

3.3 Dell EMC

O uso de energia está entre as maiores preocupações da EMC.

Em 2012, implementaram iniciativas de eficiência no uso de energia em suas instalações. Essas iniciativas variam da contenção de corredores quentes e frios dos *data centers* a sistemas expandidos de monitoramento de energia que capturam mais dados sobre o impacto de sistemas mecânicos no desempenho geral da construção.

Também reduziram o uso de energia por meio do projeto de otimização de *ESS* (*Environmental Stress Screening, triagem de problemas ambientais*). O projeto, em seu quarto ano, concentrou-se no aumento da capacidade e da eficiência das câmaras de *ESS*. Proporcionou uma nova forma do uso de nitrogênio líquido, para obter mais eficiência com implicações nas emissões de CO2 e na economia de água. Embora esse projeto aumente o uso de energia pela EMC são diversos os benefícios alcançados por tais recursos utilizados. “As emissões do projeto do ano de 2010 aumentaram em 1.632,93 toneladas de CO2, ele causa uma redução muito maior de emissões na cadeia de fornecimento, já as emissões do projeto de 2012 em diante diminuíram em 11.879,58 toneladas de CO2, a expectativa da empresa EMC é de

economizar US\$4,3Mi por ano com os benefícios alcançados através dos projetos apresentados acima, reduzir em 6,5 toneladas de CO₂ o equivalente a retirada de 1600 veículos das ruas e a redução 129 mil m³ por ano no consumo de água.” (EMC, 2012).

Em 2012, implementaram um datacenter virtual 100% eficiente no uso de energia localizado em Durham, Carolina do Norte, ganhou a certificação Ouro do LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design, liderança em energia e projeto ambiental*).

As tecnologias eficientes usadas nesse local abrangem: Resfriamento de ar gratuito por mais da metade do ano; Tecnologia *Flywheel*, que elimina a necessidade de baterias em sistemas de energia ininterruptos; Contenção de corredores quentes e frios, que aumenta o controle de regulação de temperatura para equipamentos de alta densidade.

Em 2015, realizaram-se alguns grandes projetos no *data center* internacional de Cork:

1. Conclusão do projeto *Hot Aisle Containment*, que resultou em melhoria do fluxo de ar por meio de azulejos estáticos e ventilados; prevenção de vazamento de ar frio por meio de vedação das lacunas dos gabinetes de servidor; e melhoria da eficiência do fluxo de ar por meio de separação eficiente do ar quente e frio.

2. Resfriamento da contenção do *data center*, que permitiu que a equipe aumentasse a temperatura interior e reduzisse o consumo de energia mecânico em 24%.

3. Otimização do projeto de resfriamento por ar fresco gratuito. Aproveitamento da baixa temperatura média local para ajudar a resfriar a instalação, reduziu o consumo anual de eletricidade grandemente em 2012.

Abaixo segue a tabela 4 que explica os benefícios atingidos através do uso da TI-Verde.

Tabela 4: Ganhos com os projetos da empresa EMC em sustentabilidade.

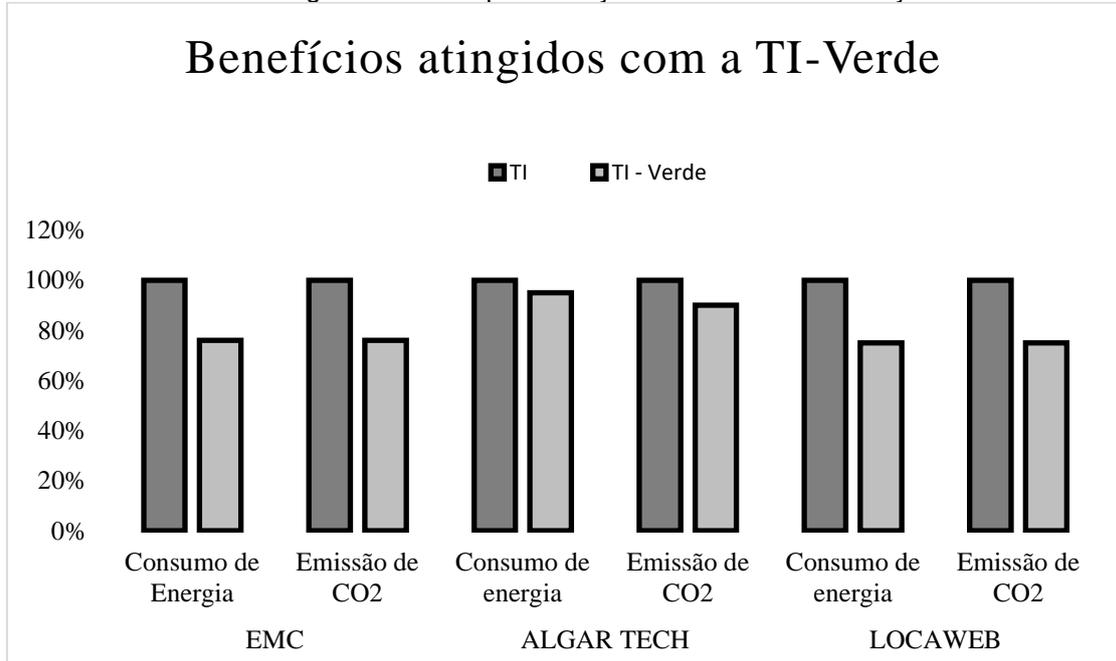
EMC	
PROJETO	GANHOS
ESS	Economia de US\$4,3Mi por ano
	Redução de 6,5 toneladas de CO2
	Redução 129 mil m ³ por ano
Resfriamento por ar fresco gratuito	Redução de 4.329 milhões de kWh por ano
Resfriamento da contenção do datacenter	Redução do consumo de energia em 24%

Adaptado de: www.emc.com

3.4 Benefícios atingidos através do uso da TI verde nos datacenters estudados

No gráfico 1, a seguir, foram apresentadas as implementações realizadas como comparativo da TI-Verde com a TI Convencional nos Data Centers estudados anteriormente neste estudo de caso.

Gráfico 1: Benefícios atingidos com a implementação da TI verde com relação a TI convencional



Fonte: elaborada pelos autores.

A utilização das práticas de TI Verde, abrange dois objetivos corporativos constatados no estudo de caso: a diminuição dos impactos ambientais, e redução de custos.

O gráfico 1, é apresentado, com o objetivo de compreender que a tecnologia de informação convencional resolve os problemas organizacionais, mais é neste cenário dos *Data Centers* que a TI Verde entra como uma atualização, para a resolução dos futuros problemas causados pela TI ao meio ambiente.

É possível observar no gráfico 1 os reais benefícios obtidos com a tecnologia verde neste estudo de caso. Ao avaliar os resultados de consumo de energia e emissão de CO₂, notamos que, as três empresas estudadas de fato apresentaram resultados que melhoram sua eficiência energética e reduziram notoriamente a emissão de dióxido de carbono na atmosfera. A empresa EMC foi a que obteve retorno de sua aplicação de TI Verde, gerando uma economia de US\$ 4,3 Milhões por ano, uma redução de 6,5 toneladas de CO₂, redução do consumo de energia em 24% de toda a infraestrutura computacional.

4. CONCLUSÃO

Com o uso da tecnologia da informação o mundo se automatizou, porém o grande consumo de energia e emissão de dióxido de carbono (CO₂) gerou uma agressão ao meio ambiente consideravelmente alta. O estudo abordado nesse artigo, teve como principal foco apresentar os resultados, que as empresas obtiveram com o uso das práticas de tecnologia verde, para reduzir o impacto ambiental produzido pelos componentes computacionais.

Podemos constatar que práticas de TI Verde, como área geográfica, fizeram com que as empresas pensassem estrategicamente em locais onde iriam construir a infraestrutura de seus *Data Centers*, para poder, por exemplo, reduzir custos com energia elétrica e ar-condicionado. Dependendo da localidade em que o centro de processamento de dados se encontra, pode-se utilizar o clima como aliado para diminuição de custos com resfriamento dos componentes computacionais.

A sustentabilidade é a chave para a otimização de um *Data Center*, no decorrer dos últimos anos as empresas estão se atentando mais com a aplicação de gestão ambiental votada para TI.

Práticas de TI Verde devem ser aplicadas estrategicamente ao se implementar um projeto tecnológico, como observado no estudo de caso apresentado, onde três grandes empresas obtiveram retornos positivos ao implantar TI Verde em seus *Data Centers*.

REFERÊNCIAS

HARMON, R. R; AUSEKLIS, N. **Sustainable IT services: assessing the impact of green computing practices**. *PICMET*, 2 a 7 de agosto 2009.

HEINRICH, R. E; TORRES, C. R. **Eficiência Energética e Risco Operacional em um “Data Center”**. *Unisanta Science and Technology*, Nº2, Vol.2, p.94-98, 06/Dezembro/2013.

MURUGESAN, S. H. (2008) **Harnessing Green IT: Principles and Practices**. pp 24-33. *IT Pro January/February*. **Green Computing**: University of Pittsburgh. Disponível em: <<http://www.sis.pitt.edu/~dtipper/2011/GreenPaper.pdf>>. Publicado em 2011 acessado em 13/abril/ 2016.

RICHTER, R. M. **TI Verde: Sustentabilidade por meio da Computação em Nuvem**. Disponível em <<http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacao-e-pesquisa/007-workshop-2012/workshop/trabalhos/desenvgestti/ti-verde-sustentabilidade.pdf>>. Publicado em 2012 acesso em 01/abril/2016.

SCHULZ, M.A; SILVA, T.N. **TI Verde e Eficiência Energética Em Data Centers**. *Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 121-133, maio/ago. 2012.

SILVA, N.R; JUNIOR, F.H. **TI Verde: Sustentabilidade Por Meio Da Virtualização De Servidores**. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias - IPTEC*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 30-42, jan./dez. 2013.

SOBRAL, F.A; JUNIOR, F.H. **Data Center Verde: Implantação De Um Sistema De Refrigeração Em Uma Instituição De Ensino Superior**. In.: III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos - III SINGEP; III Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade – S2IS. Anais do III SINGEP e II S2IS – São Paulo – SP – Brasil – 09, 10 e 11/11/2014.

TAURION, C. **O que é Cloud Computing?** Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/1008/o_que_e_cloud_computing>. Acesso em: 22/10/2016

KHOURI, T. **Eficiência operacional deve ser mantra dos CIOs em 2016**. Disponível em: < <http://cio.com.br/opiniao/2016/03/31/eficiencia-operacional-deve-ser-mantra-dos-cios-em-2016/>>. Acesso em 23/Out/2016

ALGAR TECH, **O Lançamento dos painéis fotovoltaicos da Algar Tech é o primeiro data center verde da américa latina**. Disponível em: < <http://www.algar.com.br/praticas-e-tendencias/sustentabilidade/primeiro-data-center-verde-da-america-latina>>. Acesso em 26/Out/2016

ALGAR. **Conheça o 1º Data Center Verde da América Latina**, Disponível em: <<http://www.algar.com.br/praticas-e-tendencias/inovacao/algar-abre-1-data-center-verde-da-america-latina> > . Acesso em 28/Out/2016

EMC. **Datacenters eficientes**, Disponível em: <<http://brazil.emc.com/corporate/sustainability/operations/data-centers.htm>>. Acessado em: 30/Out/2016

BINI, W. **Tecnologia Sustentável: O desenvolvimento de data centers ecológicos**, Disponível em:<<https://corporate.canaltech.com.br/coluna/data-center/O-desenvolvimento-de-data-centers-ecologicos/>>. Acesso em: 08/Nov/2016.