



# Energia elétrica e eficiência energética em Data Center

Apresentação do sistema elétrico de um data center e do sistema de arrefecimento, com suas características e peculiaridades e a conceituação de data center verde e sua importância para a redução do impacto ambiental da TI.

Prof.º Aldo Rocha

### Propósito

O projeto e a gestão de um data center é uma atividade importante no cotidiano de um profissional de TI. Entender como dimensionar o sistema elétrico e o sistema de ar-condicionado é fundamental para operação dos sistemas críticos das corporações.

### Objetivos

- Identificar os componentes elétricos que estão inseridos no contexto de data center.
- Identificar os componentes do sistema de ar-condicionado de um data center.
- Reconhecer os componentes que permitem melhorar a eficiência energética de um data center.

### Introdução

Os dias de hoje são conhecidos como “a era dos dados”. Provavelmente você já ouviu a frase: dados são o novo petróleo do mundo! De fato, o processamento desse grande volume de dados permitirá a geração exponencial de oportunidades em negócios. Assim, o crescimento da demanda de processamento em nuvem causou o aumento da quantidade de equipamentos em data center e, com isto, um aumento na demanda de energia elétrica.

O aumento do consumo energético implica maior dissipação de energia térmica, e assim, o uso de condicionadores de ar é obrigatório em ambientes computacionais. Veremos durante este estudo que nem todos os equipamentos são iguais e também quais são os requisitos para sua aplicação em data center.

Finalmente, serão abordados os esforços para redução do consumo energético, como os fabricantes lidam com essa realidade e como reduzir o impacto ambiental de um data center.

# Proporcionalidade de energia

Neste módulo, estudaremos os principais componentes do sistema de energia elétrica que fazem parte da estrutura de um data center e como esses componentes interagem entre si para garantir a disponibilidade da operação dos serviços de TI instalados em um data center.

Proporcionalidade de energia é o conceito que relaciona a carga computacional dos equipamentos instalados no Data center com o consumo de energia elétrica. A carga computacional é a relação entre o tempo que a CPU (sigla para Central Process Unit, ou Unidade Central de Processamento) é utilizada com o tempo total do sistema. Por exemplo, se, ao longo de 60 segundos, a CPU executa um processo durante 30 segundos, a carga computacional é de 50%.

A proporcionalidade de energia é um requisito fundamental no projeto do data center, tanto para os sistemas auxiliares (elétrica, refrigeração) quanto para seus componentes (servidores). Ela também é significativa porque a maioria das máquinas do data center são demandadas em cargas que podem variar consideravelmente. Por exemplo, dados do Google em 2013 mostram utilizações médias variando de 15% a 60% para um cluster de servidores (grupo de servidores que operam em conjunto) e 40% a 85% para outro. No entanto, os sistemas de computação são projetados atualmente para serem mais eficientes sob carga de pico (BARROSO *et al.*, 2013).

A relação linear entre carga e consumo de energia seria o ideal, entretanto, na prática, isso não ocorre. Existem duas maneiras principais de obter proporcionalidade de energia mais próxima da linear:

### 1ª maneira

Desligando componentes que não são usados e consolidando o trabalho em menos componentes.

### 2ª maneira

Projetando dispositivos e sistemas que gerenciam seus componentes de maneira eficiente, isto é, desligam subsistemas não utilizados automaticamente.

A energia para o data center é um fator imprescindível e sensível porque é fundamental não só para a alimentação dos servidores e equipamentos de rede, como também para o sistema de refrigeração, que é considerado um grande consumidor de energia elétrica.

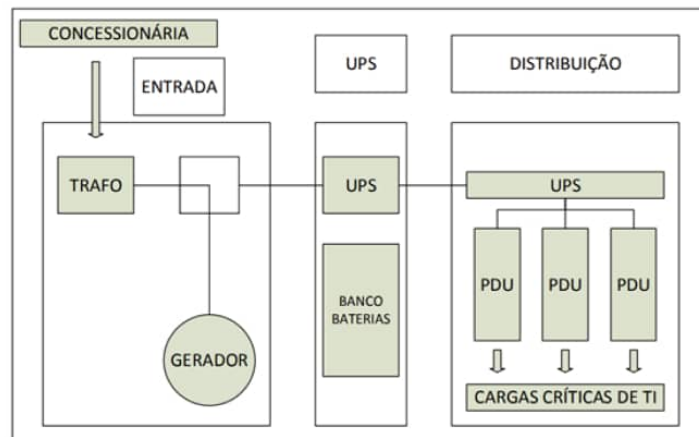
Quando se projeta a distribuição de energia, deve-se ter em mente os seguintes critérios de projeto:

- queda de tensão;
- fator de agrupamento;
- temperatura;
- proteção.

# Sistema de distribuição elétrica

Pode-se dizer que distribuição elétrica é o sistema mais crítico no contexto de funcionamento de um data center. Você, com toda certeza, nunca soube de um data center funcionando sem energia. Logo, o sistema de distribuição de energia precisa ter disponibilidade 24x7 (24 horas por dia, 7 dias por semana); a indisponibilidade causará impactos que podem acarretar perda de receita, prejuízo com a imagem da empresa e desgaste na relação com clientes.

Ao avaliar a capacidade do sistema elétrico de um data center, considera-se a potência necessária para alimentar o site — essa potência é medida em kilowatt (KW). É prudente considerar uma reserva para contingência ou previsão de expansão. Alguns data centers possuem subestação própria de alta tensão, 13,8KV, com rede de distribuição exclusiva, ou seja, a ligação direta entre a subestação do data center e a concessionária de energia elétrica.



Configuração da distribuição elétrica de um data center

O planejamento inicial correto no projeto conceitual é fundamental, pois será muito mais difícil e caro realizar mudanças e melhorias em um circuito já instalado. É de competência do projetista otimizar o sistema elétrico para que haja redução nos custos de investimento e operação do data center. A imagem acima mostra um exemplo de configuração da distribuição elétrica de um data center.



### Saiba mais

As linhas de transmissão são responsáveis por transportar energia por longas distâncias em grandes torres. Além disso, elas conectam usinas geradoras aos grandes consumidores (alta tensão) e distribuidoras de energia.



Linha de Transmissão Elétrica

O sistema elétrico deve ser projetado de acordo com a carga elétrica a ser suportada e, principalmente, a classificação "Tier elétrico" que deseja obter. Dependendo do Tier elétrico desejado, pode ser primordial que um data center possua redundância no fornecimento de energia, isto é, duas concessionárias que realizam o seu abastecimento utilizando linhas de transmissão distintas.

Ao implementar um sistema de energia elétrica redundante, reduz-se o risco de falhas. Essa estratégia é eficaz na mitigação de riscos de falhas e quedas de energia que impactarão no serviço prestado. Você já deve ter tido notícia de surtos na rede elétrica que danificaram equipamentos de TI, é o mesmo cenário que ocorre em residências onde eletrodomésticos "queimam" por "picos de energia". Daí a importância da redundância do sistema elétrico para o aumento do grau de confiabilidade e segurança dos sistemas instalados no data center.



### A fonte de alimentação ininterrupta

Ainda na linha de contingência, é comum a utilização de geradores de energia elétrica de grande capacidade e uma fonte de alimentação ininterrupta, do inglês uninterruptible power supply (UPS).



### Manutenção na UPS

Esse termo nada mais é que uma classificação para os dispositivos como os no-breaks, que você já deve ter ouvido falar ou visto alguma vez.

Além dos equipamentos de redundância e proteção, ao planejar essa infraestrutura, deve-se levar em consideração o comprimento dos cabos entre os equipamentos alimentados e os quadros elétricos.

Isso porque é necessário pensar no dimensionamento dos custos de instalação, dissipação de calor e na eficaz e eficiente organização e ocupação da infraestrutura de distribuição dentro do data center.

Você pode questionar a importância de conhecer o sistema de distribuição elétrica de um data center, uma vez que o projeto desse subsistema é atribuição de um engenheiro eletricista e não do profissional de TI.

Entretanto, é responsabilidade do profissional de TI especificar os requisitos do sistema elétrico e planejar o uso do espaço físico necessário para receber os equipamentos, quadros e toda a infraestrutura de distribuição elétrica.

Para isso a TIA (Telecommunications Industry Association), criadora da norma EIA/TIA-942, apresenta o padrão Tier que é um padrão mundialmente reconhecido para confiabilidade e desempenho geral de data center. Esse padrão se propõe a definir um nível de desempenho para cada uma de suas opções: Tier I, Tier II, Tier III e Tier IV. A organização escolhe o nível de Tier considerando a disponibilidade e criticidade das aplicações que os envolvem e, claro, requisitos de qualidade e custo-benefício são levados em consideração. No quadro, a seguir, você poderá visualizar as características para cada um deles:

## Níveis de Data Center de acordo com a EIT/TIA-942.

DISPONIBILIDADE		DOWNTIME	ALIMENTAÇÃO E RESFRIAMENTO	IMPLEMENTAÇÃO
Tier 1	99,671%	28,8 horas	Não possui	3 meses
Tier 2	99,741%	22 horas	Caminho único com componentes redundantes	3 a 6 meses
Tier 3	99,982%	1,6 horas	Múltiplos caminhos, mas só um ativo	15 a 20 meses
Tier 4	99,995%	0,4 horas	Múltiplos caminhos ativos	15 a 20 meses

Extraído de Zucchi *et al.*, 2013, p. 48

Em resumo, para que um sistema elétrico de um data center esteja completo, é necessário que tenhamos a presença de subestações, quadros elétricos, geradores, transformadores, sistemas de UPS, baterias e outros equipamentos. Quanto maior o nível de Tier necessário para atender os requisitos de negócio, mais complexos e mais sofisticados e redundantes devem ser o sistema de distribuição elétrica.

São fatores que afetam a classificação de um data center, referente ao sistema elétrico:

#### Redundância

É um fator dentre aqueles de fundamental importância, tendo em vista que sua remoção afetará diretamente a classificação do data center quanto à disponibilidade e redundância.

#### Capacidade

Removida essa dimensão, impacta diretamente em perda de classificação, o que refletirá na classificação de infraestrutura do data center.

#### Qualidade

Economia na aquisição de equipamentos de baixa qualidade resultará em classificação de forma negativa.

#### Expansão

No planejamento do data center, o ideal é que já seja provisionada, se for estratégica a expansão, pois assim poderá ser feita de forma estruturada e não ter sua classificação afetada.

#### Manutenção e operação

Manutenção preventiva e proativa deve ser planejada, caso contrário, a má qualidade de manutenção e operação faz com que o data center caia na classificação.

Nos próximos tópicos serão apresentados em mais detalhes os principais componentes de um sistema de elétrico. Então, lembre-se: todo data center deveria ter uma fonte alternativa de energia, uma unidade UPS e um sistema de aterramento para a sala de equipamentos (Data Hall).

Um Data Hall é um espaço seguro e totalmente fechado em um data center que contém gabinetes de servidores de vários tamanhos. Além de treliças suspensas e grades de suporte de teto, um data hall é tipicamente caracterizado por um “piso branco” elevado que permite fluxo de ar dinâmico e infraestrutura de resfriamento sob o piso.



Data Hall

## Sistema de força ininterrupta (UPS) – No-Break

Como já mencionado anteriormente, um data center com boa classificação precisa ser composto por componentes de qualidade e com redundância. Nesse cenário, o UPS é praticamente um item obrigatório para qualquer projeto de data center, desde os mais simples e, principalmente, aqueles mais sofisticados.

O UPS é, basicamente, um equipamento capaz de fornecer energia elétrica armazenada em algum dispositivo, normalmente em um banco de baterias. Seu principal objetivo é fornecer energia quando existir uma interrupção no fornecimento de energia da concessionária.

Trata-se de uma prática padrão ter uma UPS instalada no data center, até porque são esses dispositivos que mantêm os servidores e equipamentos de redes energizados até que o gerador ou uma fonte alternativa de energia assuma a responsabilidade de alimentar o sistema. É responsabilidade do UPS prover energia para todos os equipamentos de TI do data center, além disso, deve alimentar também:

- **detecção, alarme e combate a incêndio;**
- **equipamentos de segurança física.**



### Saiba mais

A importância de um dispositivo UPS não se limita a isso. Outra missão muito importante é a de corrigir possíveis problemas na entrada de energia, corrigindo as distorções na forma de onda de tensão, variações ou surto de tensão, muito comuns no sistema de energia de países como o Brasil, que ainda sofre com a defasagem tecnológica dos equipamentos

São variados os modelos de UPS no mercado, as baterias de chumbo ácido ainda são as mais comuns, mas inovações vêm chegando e o mercado japonês já apresentou um sistema com bateria de lítio e carga por meio de luz solar.

Existem diversos tipos de UPS e cada uma possui características diferentes. Entre os diversos tipos de sistemas de UPS, os mais comuns são:

### UPS Off-line

Diagrama de blocos para UPS off-line. As características principais desse tipo de configuração são o tamanho e o baixo custo, mas, como todo sistema simples, tem suas limitações. É indicado para baixas potências. O modo de funcionamento passa pela programação de uma chave de transferência que utiliza como fonte primária a entrada de CA (corrente alternada) vinda da rede e passando por um filtro. Se houver um defeito na fonte primária, a chave vai comutar para o modo bateria/inversor, conforme pode ser visualizado na imagem acima.



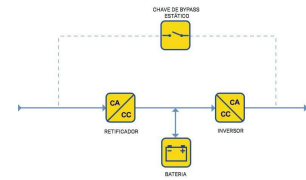
### UPS interativo

Diagrama de blocos de um UPS Interativo. Este sistema possui um conjunto de bateria para suprir a carga continuamente. Possui um inversor que alimentará a carga durante a operação normal, além da chave estática utilizada para transferir a carga automaticamente.



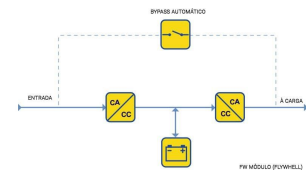
### UPS de dupla conversão

Diagrama de blocos de uma UPS de dupla conversão. Este é considerado o mais comum na estrutura de data centers, a topologia de blocos presente no tipo off-line é a mesma nesse tipo de UPS, a diferença é que o circuito primário se dá por meio de retificador e inversor. Como você poderá ver na imagem acima, a tensão de entrada é convertida em corrente contínua (CC) pelo retificador e é, mais uma vez, convertida depois em corrente alternada (CA) pelo inversor, resultando em uma saída de ótima qualidade.



### UPS rotativo (Flywheel)

Diagrama de blocos de uma UPS FLYWHEEL Este tipo de UPS é para sistemas que necessitam de um tempo de transferência muito curta nas ocorrências de falta de energia elétrica ou quedas abruptas de tensão oriundas da concessionária. Nessas ocorrências, utiliza-se um equipamento chamado flywheel. Esse sistema não utiliza baterias e, por isso, sua autonomia é de minutos, dando tempo apenas para a realização de desligamento do sistema, evitando, assim, maiores danos.



## Quadros elétricos e PDUs

A distribuição da energia alocada dentro da sala de computadores precisa ser feita de forma balanceada e os equipamentos que são responsáveis por exercer essa função são chamados de Unidade de Distribuição de Energia, do inglês Power Distribution Unit (PDU).

Um data center vai possuir modelos de PDUs maiores que irão alimentar vários racks de servidores. A função dessas PDUs é realizar a filtragem para melhorar a qualidade da energia.

Uma PDU pode ser uma simples régua de tomadas, utilizada para conectar os ativos de TI dentro do rack e em equipamentos mais sofisticados montados em um gabinete, e possuem comportamento ativo, como, por exemplo, filtragem de ruídos elétricos.



### Atenção

Alguns modelos de PDU mais complexos e montados em gabinetes incluem quadros elétricos com disjuntores principais, reguladores de tensão e transformadores isolamento.

## Geradores



Os geradores de energia, como diz o próprio nome, têm a função de converter energia mecânica, química ou outra forma de energia, em energia elétrica. Esses equipamentos, geralmente, fazem uso de gás ou óleo combustível. Os geradores para data center buscam utilizar combustível de baixa emissão de poluentes minimizando, assim, o impacto no meio ambiente.



Gerador a Diesel

Um exemplo de gerador para data center é o movido por motores a diesel, que possuem 20 cilindros que consomem 750 litros de diesel por hora, com a finalidade de produzir 3500kW de energia elétrica, suprimindo todo o site em uma suposta falta de energia.



Sistema de geração de energia limpa - solar

O mercado vem trazendo alternativas para reduzir esse impacto ambiental. A redução da emissão de poluentes poderá ser alcançada com o uso de turbinas movidas a biogás, sistemas eólicos ou o uso de energia solar. Um fator impeditivo para sua adoção é o alto custo, que encarece o projeto do data center e inviabiliza a instalação desse tipo de tecnologia.

O grupo gerador é responsável por suportar a carga total no evento de falha da concessionária. Pode-se instalar geradores em configuração distribuída ou paralela, mas para conseguir a classificação tier 3 ou 4, é preciso que eles estejam instalados paralelamente, garantindo assim os níveis de redundância.

O processo de comutação entre a energia de origem da concessionária e do grupo gerador é realizado por meio de uma chave de transferência automática (ATS - *Automatic Transfer Switch*). A partir do momento em que a fonte de alimentação principal falha, a ATS enviará um comando de partida para o gerador. No momento que a energia fornecida pelo gerador atinge a frequência e tensão adequadas, a chave conecta o sistema de distribuição ao gerador.



### Atenção

Os geradores têm o objetivo de suportar a operação 24 horas x 7 dias. Para manter esses níveis, deve-se considerar as condições de manutenção preventiva, o acréscimo de novos componentes e a reposição operacional de consumíveis após interrupções não programadas.

É necessário dimensionar a capacidade que sobra dos geradores, pois dessa forma, é possível que os geradores entrem em atividade de forma sincronizada e automatizada. Caso seja instalado mais de um gerador, a USCA (Unidade de Supervisão de Corrente Alternada) avalia a carga, e no caso de um único gerador suportar a carga, será acionado o gerador que menos trabalhou até aquele momento.

As USCA's são responsáveis por coletar as informações da rede, como tensão e corrente, tanto do lado do gerador como da rede, e a partir de uma série de análises, ela pode partir um grupo gerador (em caso de falha na rede, baixa tensão ou falta de fase) e fazer a transferência, assim como pode partir junto com a rede, efetuar o sincronismo de frequência e tensão com a rede, ficando o grupo-gerador e a rede ligada juntos, e a USCA faz a transferência de carga, o que chamamos de rampa.

A USCA, em geral, faz o controle da tensão da saída do gerador e da velocidade do motor para controle da frequência, assim como monitora os dados do grupo e efetua a proteção e o arrefecimento quando necessário. O tempo de respostas dos geradores é também um fator importante a considerar: existem geradores que permanecem em stand-by para evitar que ocorra demora ao serem acionados.



### Saiba mais

Para alcançar a certificação Tier III elétrico, um data center deverá possuir um gerador que o mantenha funcional durante, pelo menos, 72 horas. Isso só será possível quando o tanque de diesel for capaz de armazenar a quantidade de diesel suficiente para este tempo de operação. Por ser um volume grande, esse requisito aumenta a complexidade do projeto e da implantação do data center.

Ao projetar o data center, em relação aos geradores, o projetista deverá planejar a expansão do site para a carga máxima suportada, assim como o chaveamento primário deverá atender todos os requisitos do projeto. A imagem ao lado traz um exemplo real de gerador utilizado em data center de uma empresa cliente deste autor.



Grupo gerador data center 20kVA

## Energia elétrica no data center

No vídeo a seguir apresentaremos os principais componentes do Sistema Elétrico de um Data center.



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

## Proporcionalidade de Energia



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Sistema de força ininterrupta (UPS) – No-Break



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Verificando o aprendizado

### Questão 1

Um data center é uma instalação física centralizada onde se encontram computadores corporativos, rede, armazenamento e equipamentos de energia que são responsáveis por manter o data center ligado e em operação. Acerca dos componentes de energia em um data center, analise as alternativas a seguir e assinale qual delas representa componentes desse grupo:

A

Switch e roteador.

B

Rack e piso elevado.

C

PDUs e cabeamento.

D

Servidores Blades e switch.

E

PDUs e UPSs.

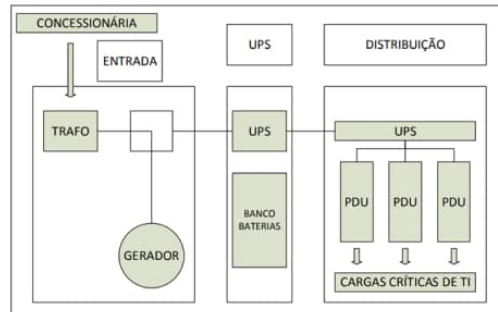


A alternativa E está correta.

Switches e roteadores são dispositivos inseridos no contexto de data center, mas dentro de funções de conectividade. Rack é armário do data center, é nele que a maioria dos dispositivos são organizados. Piso elevado não está na categoria de dispositivos do grupo energético que ajudam na estruturação e organização. PDUs, conforme estudado, faz parte do contexto de dispositivos elétricos, por ser um painel de distribuição de energia. Porém, switch é um item de conectividade, fazendo com que a questão esteja errada. Servidores Blade são aqueles que permitem compartilhamento de componentes, além de aumentarem a densidade dos servidores; e switch é um item de conectividade. As PDUs estão inseridas no contexto de energia porque têm a função de ser um painel de distribuição de energia; e a UPS (no-break) são as unidades de força ininterruptas, atuando imediatamente após uma queda de energia.

### Questão 2

Analise a imagem a seguir.



A partir do conhecimento adquirido sobre a importância de cada componente de energia inserido em uma estrutura de data center, avalie as asserções a seguir e as relações propostas entre elas:

I – Ao projetar uma estrutura de um data center, é uma prática eficaz promover a redundância elétrica. Para tal, deverão existir duas entradas de energia elétrica originadas em concessionárias diferentes.

Porque

II – Sem essa redundância na entrada, os sistemas de UPS não funcionarão, devido à origem única.

A respeito dessas asserções, assinale a alternativa correta:

A

As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.

B

As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.

C

A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.

D

A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.

E

As asserções I e II são proposições falsas.



A alternativa C está correta.

Os sistemas de UPS são geralmente compostos por baterias, ou seja, sua fonte de energia é própria. No caso de uma queda de energia da fonte principal, os no-breaks assumirão, ao menos, para permitir que o sistema seja desligado adequadamente, não havendo relação de seu funcionamento com redundância na origem de energia.

### Sistemas de ar-condicionado para data center

A bibliografia sobre o tema retrata que são variadas as técnicas de climatização para data center e que planejar o sistema de climatização do data center é de fundamental importância, visando garantir o normal funcionamento dos dispositivos inseridos naquele ambiente. Para tal, deve-se levar em consideração fatores ambientais como a temperatura e a umidade relativa do ar.

O custo de geração de energia está cada vez mais alto, e as opções tecnológicas que vêm surgindo têm o propósito de resolver a questão ambiental, fator que não impacta nos custos de implementação.

Na operação de data center estruturado, tem-se a informação de que o custo de energia elétrica para refrigeração varia entre 40 % e 45% do custo total de energia para operação do site.

Isso ocorre porque todos os dispositivos presentes na sala de computadores dissipam energia em forma de calor

E qual o impacto disso?

Se um dispositivo está há um longo tempo em operação dissipando calor, a sala começa a aquecer e, com o tempo, a temperatura máxima de operação do equipamento será ultrapassada, o que poderá ocasionar danos.



Se você está há horas com seu notebook ligado e puser a sua mão na parte inferior, vai sentir o calor sendo dissipado pelo equipamento. Por que é importante ressaltar isso? Porque um equipamento que atua por muito tempo fora das especificações recomendadas pelo fabricante começará a ter degradação de seu desempenho e consequentemente sua vida útil será afetada.

E quando trazemos isso para o cenário de uma estrutura de data center, trata-se de um fator crítico, pois como já explanado anteriormente, o data center é o local onde temos serviços críticos em operação.



#### Atenção

A infraestrutura do data center precisa garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos de TI e isso não se resume à qualidade da energia elétrica entregue às cargas.

O projeto de climatização do data center, conhecido como sistema HVAC (Heat, Ventilation and Air conditioning; aquecimento, ventilação e condicionamento de ar) é tão importante quanto o projeto de distribuição elétrica (MARIN, 2011). Consome entre 40% a 45% da potência elétrica total demandada, isto é, a cada 10kW consumidos, 4kW são utilizados pelo sistema de ar-condicionado.

Diferentes técnicas de climatização em data center são conhecidas. Esses métodos incluem:

- utilização de ar-condicionado de precisão;

- bloqueios mecânicos que irão forçar a entrada e circulação de ar frio na sala de servidores;
- utilização do ar externo sem necessidade de resfriá-lo antes de entrar na sala de servidores (técnica conhecida como free cooling).

A decisão sobre a prática a ser utilizada não deverá interferir na consideração de fatores como:

- a conformidade do sistema HVAC com a necessidade do site;
- a conformidade com os requisitos de climatização de acordo com tamanho do data center;
- o direcionamento do fluxo de ar;
- o custo com consumo elétrico do sistema de ar-condicionado que varia entre 40% e 45% do custo total de energia elétrica.

Explicada a necessidade de utilização de equipamento de ar-condicionado em estruturas de data center, agora você precisará distinguir a diferença entre o ar-condicionado de conforto e o ar-condicionado de precisão.

## Ar-condicionado de conforto e de precisão

O ar-condicionado de conforto é aquele utilizado nas residências, local de trabalho, comércio etc. É um dispositivo projetado para atender à necessidade das pessoas no que diz respeito à sensação e ao bem-estar térmico em um ambiente totalmente voltado para elas.

Já os condicionadores de ar de precisão são desenvolvidos especialmente para os ambientes em que seja necessário o controle do arrefecimento com exatidão, por isso, é muito comum existirem diversos sensores visando a um melhor monitoramento e controle dos comandos executados.

Para os data centers, o cenário é ainda mais específico, pois não só a temperatura precisa ser controlada com rigor, como a umidade relativa e o fluxo de ar também. Vejamos os motivos pelos quais esses parâmetros precisam ser controlados.

### Umidade relativa

- quando muito alta, pode potencializar a corrosão, devido à condensação da água;
- quando baixa, aumenta o potencial de carga estática, e com isso, potencializa a probabilidade de descarga elétrica.

### Fluxo de ar

É comum nos equipamentos de TI haver uma ventoinha responsável por circular o ar sobre uma superfície de troca de calor. A velocidade do ar nessa superfície é importante para o bom desempenho do arrefecimento dos equipamentos. A soma do fluxo de ar de todas as ventoinhas deve ser menor que o fluxo de ar do condicionador de ar. Assim, o fluxo de ar frio é garantido e não ocorrerá aquecimento na sala.

Um sistema de ar-condicionado de precisão é projetado exatamente para ambientes de infraestrutura, como é o caso do data center. Se você já teve a oportunidade de entrar em uma sala de data center, percebeu que os equipamentos de climatização têm funcionamento ininterrupto, a capacidade do controle de temperatura é precisa, e resfria muito mais rapidamente o ambiente.



### Dica

Compreender a diferença entre sistemas de conforto e precisão é importante. Em muitos casos, por questões de custo, os sistemas de conforto são utilizados de maneira inapropriada para resfriar o data center, o que representa um risco muito grande. Sistemas de conforto não atendem aos requisitos específicos e poderão gerar interrupção de serviço. Além disso, o controle irregular da umidade irá danificar os equipamentos ao longo do tempo.

A norma NBR 14565:2013 recomenda que a temperatura, em qualquer ponto interno da sala de computadores, esteja entre 18°C e 27°C, e a umidade relativa do ar deverá ser de no mínimo 30% e no máximo 60%.

Além da escolha do equipamento apropriado, a disposição física dos racks de servidores é importante. A organização da sala possibilita implementar o conceito de corredor frio e corredor quente.

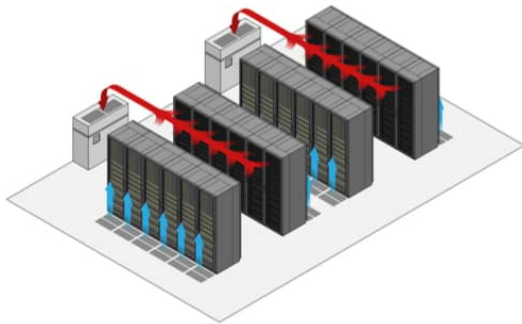


Ilustração corredor frio e quente

Nesse conceito, os racks são posicionados de modo que os ativos de TI fiquem de frente um para os outros. O ar frio é enviado por baixo do piso elevado e, com isso, resfria a parte frontal e remove o ar quente da parte traseira.

Para encerrar este tópico, precisamos trazer de forma mais específica o conceito de free cooling mencionado anteriormente. Esse sistema faz uso do ar externo ao ambiente para refrigerar o data center. Em países que possuem clima propício, esse método promove uma grande economia com os gastos de energia, exatamente por fazer uso dos recursos naturais para resfriar o ambiente. Mas é importante ressaltar que os processos de monitoramento e controle ainda são questões obrigatórias para

sustentabilidade do data center; além disso, questões relacionadas ao nível de umidade relativa do ar também continuarão tendo que ser respeitadas.

## Condicionamento de ar em data center

No vídeo a seguir mostraremos a operação do sistema de controle dos condicionadores de ar de um data center.



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

## Sistemas de ar-condicionado para data center



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Ar-condicionado de conforto e de precisão



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Verificando o aprendizado

### Questão 1

Toda operação na sua empresa depende da disponibilidade imediata e contínua de seus computadores, servidores e outros sistemas eletrônicos. Todos os equipamentos eletrônicos em operação geram calor e quando operados de forma constante, esse calor começa a ultrapassar a temperatura tolerada pelo equipamento, precisando ser gerenciado e dissipado para manter a operação, evitando danos ao sistema. Sobre climatização de data center, assinale a alternativa correta:

A

O ar-condicionado split ou de conforto é o equipamento convencional, exclusivo para utilizarmos em data center.

B

O ar-condicionado de precisão atua em data center com operações em medidas de BTU e seus componentes internos são feitos sob medida para operar em calor latente ou úmido.

C

O ar-condicionado de conforto tem funcionamento similar aos equipamentos de precisão, porém, seus componentes são projetados para operar em calor sensível.

D

O ar-condicionado de precisão possui componentes como compressores e serpentinas, operam em calor sensível, o calor gerado por equipamentos eletrônicos energizados.

E

O ar-condicionado de conforto é utilizado para missão crítica dos sistemas comuns de ar-condicionado, começando pela necessidade de uma operação contínua.



A alternativa D está correta.



Equipamento de climatização mais apropriado para data center é o ar-condicionado de precisão, por ter componentes específicos para operação contínua. Os ares-condicionados de precisão são especialistas para atuarem em ambiente com calor sensível, que é um calor com origem por equipamentos. O ar-condicionado de conforto tem especialidade de atuação em calor latente ou úmido, ou seja, com muitas pessoas e geração de umidade. O ar-condicionado de conforto não é indicado para missão crítica e operação contínua. Essas unidades não foram feitas para operar 24 horas.

## Questão 2

Equipamentos de TI dissipam energia em forma de calor. Dessa forma, é necessário um sistema de resfriamento potente (e eficiente) para o data center. Sobre as técnicas de resfriamento estudadas, assinale a alternativa correta:

A

Aparelhos de ar condicionado de conforto podem ser utilizados em data centers, porém, não permitem a configuração de corredor quente e corredor frio.

B

Ao dispor os equipamentos de forma que o ambiente seja configurado em zonas quentes e frias, aumenta o consumo energético.

C

Na técnica de free cooling, o ar externo é usado para resfriar ou para expelir o calor do data center, porém, só pode ser utilizada em países com clima compatível.

D

Não há necessidade de equipamentos de ar-condicionado em data centers.

E

A vazão de ar dos equipamentos de ar-condicionado do data center não é importante. O importante são a temperatura e a umidade.



A alternativa C está correta.

Devemos utilizar ar-condicionado de precisão em data centers. Contudo, em países frios, podemos recolher o ar frio externo, purificá-lo, controlar sua umidade e utilizá-lo para resfriamento dos equipamentos.

## Considerações Iniciais

Atualmente, o consumo de energia é uma preocupação constante de pessoas, empresas e governos, uma realidade global por conta de aspectos ambientais. Para as empresas, uma preocupação principalmente por conta da questão financeira, otimização de custos e potencialização de lucros.

No Brasil, pode-se dizer que a preocupação é ainda maior: você já deve saber o porquê. Se não sabe, basta consultar sua última fatura de energia. Isso mesmo. O Brasil possui uma das tarifas de energia mais alta do mundo.

No cenário de Tecnologia da Informação e Serviços, os data centers são considerados grandes consumidores de energia e nesse mundo em que a tecnologia evolui diariamente, o consumo deve expandir exponencialmente ao longo do tempo. Para tanto, é necessária a criação de estratégias que contribuam para que essa relação seja sustentável. Veremos a seguir justificativas para o propósito da T.I. verde e como distinguir os tipos de métricas do Green Grid.

## Tecnologia Verde

A sustentabilidade do meio ambiente é um tema em evidência no mundo. Todas as empresas e pessoas discutem o assunto sobre opções de menor degradação. A criação de fontes de energia limpa ganha força em um cenário chamado sustentabilidade empresarial, principalmente no que diz respeito à continuidade nos aspectos sociais, econômicos e ambientais da sociedade humana.

É realidade que a indústria de TI vem causando um grande impacto no meio ambiente, pois seu uso crescente leva a um maior consumo de energia e, consequentemente, contribui para o esgotamento dos recursos naturais. Essas são as principais preocupações quando falamos dos impactos de TI no meio ambiente, pois o alto uso dessa tecnologia contribui significativamente para a emissão de gases de efeito estufa.



### Saiba mais

Desde o início dos trabalhos e do desenvolvimento da área de Tecnologia da Informação, o foco dessa indústria é a aplicação de equipamento e serviços que atendam à expectativa e às necessidades de seus clientes. Para isso, voltou-se a prioridade para construção do que chamamos de poder computacional, que é responsável por processar todo esse o volume de dados dos processos de negócio.

Esse crescimento inicial, focado em atender o cliente, deixou de lado questões importantes como: consumo de energia, produção de calor e espaço físico, que são fatores primordiais para o atendimento de novos serviços.

Essa corrida em busca da sustentabilidade ambiental e empresarial aumentou devido à publicidade dada ao alto volume de emissão de gases de efeito estufa com origem nos data centers. Há a necessidade de inovar nesse sentido, dado que não há previsibilidade de reduzir o volume da capacidade de processamento via hardware.



Com isso, vieram movimentações corporativas, governamentais e da sociedade focadas em indicadores ambientais, gerenciamento de carbono e incentivo ao compartilhamento de energia limpa, resultando em data center verde, lixo eletrônico e logística reversa.

Em resposta a esses desafios, o termo TI Verde surgiu recentemente, com referência a iniciativas centradas na transformação de TI em formas chamadas de ambientalmente corretas.

O primeiro relatório sobre TI Verde foi publicado por Gartner (2007), e depois disso o termo tornou-se predominante. Embora seja amplamente utilizado, o termo TI Verde tem sido conceituado de várias maneiras, com um escopo mais restrito ou mais amplo e com uma diversidade de conceitos e terminologias (DEDRICK, 2010).

E, afinal, o que é a chamada TI Verde ou Green IT?



TI Verde é o ramo da tecnologia da informação que tem o foco em sustentabilidade, fazendo uso de recursos computacionais com a finalidade de reduzir o consumo de energia, utilização de matéria prima e emissão de dióxido de carbono. Além disso, a TI Verde busca potencializar prática de reciclagem de lixo eletrônico para reduzir o impacto desses ao meio ambiente.

---

(POLENTINI, 2016)

A redução da emissão de gás carbônico para a atmosfera é uma preocupação de todos, inclusive de data centers que ainda vão surgir e contribuir para essa degradação. Sendo assim, é necessário priorizar processos, tecnologias e ações com foco na sustentabilidade ambiental.



### Curiosidade

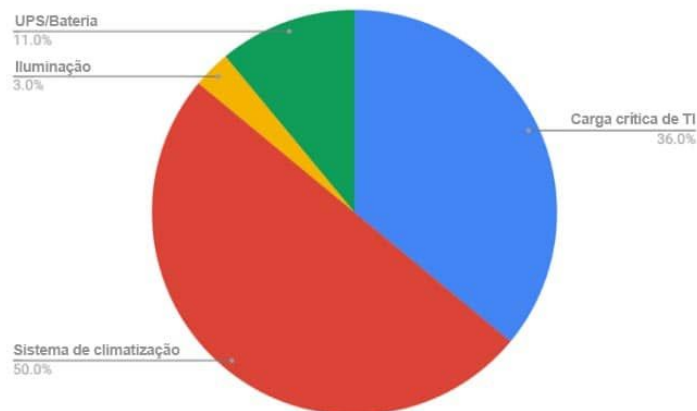
Vale ressaltar que a preocupação com a criação de produtos energeticamente eficientes não é recente. Em 1992, a United States Environmental Protection Agency (USEPA), agência de proteção ambiental americana, criou a “Energy Star”, uma das primeiras certificações que destacam produtos de TI considerados energeticamente eficientes, criando incentivos para que as empresas de hardware pratiquem atitudes mais “verdes”.

A partir de atitudes como essa, passou-se a utilizar o termo “TI Verde” como referência a melhores práticas para a utilização eficiente da energia. Você já deve ter visto em algum computador, ou monitor o selo ao lado:

Essa certificação foi criada com objetivo de estimular a redução do consumo de energia elétrica em TI. O consumo de energia elétrica causa um considerável impacto ambiental. Por essa razão, tem sido reforçada a necessidade de estimular o conceito de data center verde, isto é, um data center no qual exista a preocupação com o impacto ambiental do consumo de energia elétrica. A imagem a seguir mostra a proporção do uso de energia em diferentes componentes do data center.



Selo Energy Star



Consumo de energia elétrica em Datacenter por categoria

Lembre-se que o consumo de energia elétrica com climatização é definido pelo consumo de energia elétrica dos servidores, entre 40% e 50%. Sendo assim, a redução do consumo nos servidores implica na redução global do consumo de energia elétrica. Veremos agora algumas alternativas encontradas para essa redução.

### Primeira Alternativa

---

Uma alternativa para a redução do consumo de energia é a racionalização e virtualização dos servidores, alternativa que está inserida no movimento de migração de infraestruturas corporativas para a nuvem. Além disso, busca realizar ajustes criteriosos em configurações que visam à economia de energia nos computadores e servidores, e ajustes de precisão em ar-condicionado.

### Segunda Alternativa

---

A segunda alternativa é a utilização dos conhecidos Thin Clients, que são computadores de baixo custo e que não possuem HD que processam informações no servidor. Eles aparecem como solução porque fazem um menor uso de energia quando comparados a computadores comuns e, por serem compactos, ocupam menos espaço, melhorando as estações de trabalho e reduzindo o consumo de energia.

### Terceira Alternativa

---

O terceiro ponto importante é a estruturação de uma logística reversa, pois a coleta de produtos obsoletos de seus clientes promove o descarte correto e organizado desses resíduos, potencializando a possibilidade de melhor reciclagem e utilização.



Thin client

---

A TI Verde ou a Green IT pode e deve ser utilizada em toda uma estrutura empresarial para promover o uso consciente de equipamentos eletrônicos, como desktops e notebooks, pois, assim como em diversificados contextos, a educação é o ponto de partida para a eficiência de recursos e a redução dos impactos ao meio ambiente. E como isso se reflete na prática? Existem algumas práticas, como:

- transações eletrônicas sem utilização de documento impresso, as chamadas e-billing;
- implantação de lojas virtuais, nas quais toda a interação e recibos são eletrônicos;
- redução do consumo de papel;
- uso de bancos de dados centralizados com informações acessíveis a todos;

- monitoramento do sistema elétrico, otimizando e balanceando a distribuição de energia;
- virtualização de servidores.

O primeiro passo para atingir a eficiência energética é ter conhecimento sobre os dados de consumo energético. Para isso, a operação precisa ser medida com métricas estruturadas que visam melhorar o desempenho energético de um site. Nos próximos tópicos, demonstraremos algumas delas.

## Métricas e o green grid

Algumas companhias de TI, no ano de 2007, uniram-se e formaram o chamado Green Grid, entre as mais conhecidas estavam Intel, Dell, VMware, AMD e outras, todas com o propósito de propagar práticas que melhorariam a eficiência no consumo de energia em data center. A propagação de informação sobre métricas permite que gestores de TI possam estimar o nível de eficiência em data center, e entre elas estão:

## PUE – Power Usage Efficiency

Essa métrica consiste na divisão da carga total da infraestrutura pela carga crítica de TI (MARIN, 2013). E como essa equação seria representada? Veja a seguir:

$$PUE = \text{Cinfraestrutura} \div \text{CTI}$$

Para exemplificar o uso da fórmula, vamos trabalhar um cenário fictício em um data center, caracterizado, representado no quadro a seguir:

Sistema	Carga
Equipamento críticos de TI	600 kVA
Climatização	800 kVA
Iluminação	300 kVA
Sistema de UPS	200 kVA
Total	1900 kVA

Consumo de um Data Center

$$PUE = 1900 \div 600 = 3,16$$

O resultado de 3,16 não aponta um cenário ideal. O ideal e utópico seria um resultado de PUE = 1, representando que toda energia injetada no data center tem destino à utilização dos equipamentos de TI. Ainda segundo Marin (2013), não existem dados concretos sobre PUE em data centers ativos, mas essa métrica tem sido adotada como padrão para medição da eficiência energética no cenário de data center. PUE maior ou igual a 3, como o do nosso exemplo, representa um data center ineficiente, quando avaliado o critério de eficiência energética.

## DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency

Esse parâmetro é utilizado para definir a porcentagem de eficiência relacionada à carga de T.I. sobre a carga da infraestrutura (MARIN, 2013). E isso poderá ser representado da seguinte forma:

$$\text{DCiE} = (\text{CTI} \div \text{Cinfrastructure}) \times 100$$

Vamos exemplificar o cálculo a seguir com os valores utilizados no quadro **Consumo de um data center**:

$$\text{DCiE} = (600 \div 1900) \times 100 = 31,57\%$$

É consenso na literatura que data centers que atingem valores de eficiência energética (PUE) entre 1,2 e 1,5 são considerados eficientes, enquanto valores de PUE maiores que 2,5 indicam ineficiência energética.

Correlacionando o PUE com o DCiE, podemos chegar à conclusão de que para que um data center seja considerado com eficiência energética é necessário que 83% ou mais da carga energética deverá ser direcionada para os ativos de TI.

O grande desafio é saber como aumentar a eficiência energética.

Existem métodos que podem ser utilizados para esse objetivo? A resposta é sim.

Atualmente, a evolução tecnológica permite que sejam implementadas tecnologias voltadas especificamente para a eficiência energética de data center. Um exemplo disso seriam as substituições de equipamentos antigos por novos e com novas tecnologias. De imediato, seria notada uma diferença no consumo. Hoje em dia é comum que os equipamentos venham com selos que descrevem sua eficiência energética. São conhecimentos como esses que fazem gestores terem as melhores decisões quando da escolha por investir em novos equipamentos.

Muitos data centers possuem serviços e plataformas antigas que são mantidos em operação, mesmo que não haja nenhum usuário fazendo utilização do serviço. O que fazer com esse tipo de data center? A resposta certa é aposentadoria planejada, com planejamento do desligamento e posterior descarte.

## Os desafios da eficiência energética

No vídeo a seguir mostraremos algumas estratégias para reduzir o consumo energético em data centers.



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Vem que eu te explico!

Os vídeos a seguir abordam os assuntos mais relevantes do conteúdo que você acabou de estudar.

## Tecnologia Verde



### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Power Usage Efficiency



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

## Verificando o aprendizado

### Questão 1

A TI Verde é uma tendência mundial com o objetivo de implementar práticas ecologicamente corretas ao setor de tecnologia. Esse conceito está relacionado aos valores éticos das empresas, contribuindo com sua reputação no mercado e benefícios comerciais com a redução de custos envolvidos. Com relação à redução de custos, assinale qual das alternativas a seguir está correta:

A

Por precaução, servidores com mais de dez anos de operação sem usuário ativos devem ser mantidos on-line.

B

Virtualização é uma técnica que consome mais energia, pois dessa forma é possível ter mais servidores operando em apenas um.

C

A utilização de microprocessadores em recursos computacionais é capaz de reduzir o consumo energético em momentos de menor demanda.

D

A utilização de microprocessadores aumenta o calor latente nos dispositivos do data center, aumentando o grau de aquecimento, logo, não é uma boa prática.

E

Além de trazer benefícios no curto/médio prazo no que diz respeito à economia em um ecossistema de data center, a adoção de uma TI Verde não irá demandar qualquer investimento inicial.



A alternativa C está correta.

Servidores obsoletos e sem usuários ativos devem entrar em um plano de aposentadoria. Virtualização é uma técnica que contribui para a economia de energia tendo em vista que reduz o número de dispositivos físicos ligados. A utilização de microprocessadores contribui com o consumo inteligente de dispositivos reduzindo o desperdício. Ao adotar a TI Verde, existem ganhos de redução e custos no curto/médio prazo, mas para isso é necessário investimento.

### Questão 2



Suponha que em um data center o consumo total de energia seja de 1370W e o consumo em equipamentos de TI seja de 500W. Assim:

$$\text{PUE} = 1370\text{W} \div 500\text{W} = 2,74$$

A respeito desse cálculo, assinale a alternativa correta:

A

Esse data center possui alta eficiência energética, uma vez que seu PUE é menor que 3.

B

Não é possível definir a eficiência energética, uma vez que não está especificado como a potência total é consumida.

C

É um data center ineficiente energeticamente, uma vez que seu PUE é maior que 2,5.

D

Não é possível afirmar nada sem conhecer o DCiE.

E

O  $\text{PUE} = 2,74$  pode indicar tanto um data center eficiente quanto ineficiente. Para definir a eficiência, é necessário conhecer os equipamentos instalados.



A alternativa C está correta.

É consenso que o PUE determina a eficiência energética de um data center. PUE menor que 1,5 indica um data center eficiente, enquanto um PUE maior que 2,5 indica uma sala ineficiente.

## Considerações finais

Como vimos, os recursos de servidores estão aumentando na mesma proporção ou além da taxa de ganhos de melhoria de desempenho previstos. O desafio para as empresas proprietárias de infraestrutura de Tecnologia da Informação é hospedar e operar todo esse poder computacional no data center. Com mais poder computacional em cada volume de unidade, a indústria está experimentando um aumento significativo na densidade de energia e, portanto, um desafio maior de resfriamento.

A capacidade de agora lidar com tarefas computacionais, que antes eram inatingíveis, vem elevando exponencialmente os custos de energia a novos níveis. Métodos para reduzir a energia usada no resfriamento dessas máquinas estão sendo estudados em todo o setor. Uma das áreas que está sendo considerada é o aumento da temperatura ambiente de entrada do servidor do data center. O de ASHRAE (2004) já sugeria um limite recomendado de 20° a 25°C para os data centers mais avançados. Na verdade, o aumento da temperatura ambiente pode levar a um aumento no uso de energia de alguns componentes e sistemas no data center, conforme a temperatura aumenta.

O uso geral de energia da sala pode diminuir apenas marginalmente ou até mesmo aumentar em temperaturas mais altas. Trouxemos análises que indicam que há uma temperatura ideal para a operação do data center que dependerá das características individuais de cada um, incluindo equipamentos de TI, arquitetura do sistema de refrigeração, localização do data center (por exemplo, condições ambientais externas), bem como outros fatores. Impactos adicionais de um aumento da temperatura ambiente de entrada, como problemas de confiabilidade e complexidade operacional, também são discutidos. Conclui-se que o simples aumento da temperatura ambiente no data center pode não ter o efeito desejado de redução do uso de energia.

### Podcast

No podcast a seguir identificaremos como os componentes dos sistemas de energia e ar-condicionado impactam no consumo energético.



#### Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para ouvir o áudio.

### Explore +

Pesquise sobre a tecnologia líquida de arrefecimento de servidores, principalmente a tecnologia de computação imersa, no site Asperitas.

### Referências

ASHRAE. **Thermal Guidelines for Data Processing Environments**. 1. ed. Atlanta: Ashrae 2004.

DEDRICK, J. **Green IS**: concepts and issues for information systems research. Communications of the Association for Information Systems, v. 27, n. 1, p. 11-18, 2010.

FILHO, M. F. **Ferramentas DCIM para a gestão de energia**. Revista de Redes, Telecom e Instalações - RTI, ano 16, n. 185, p. 54-61, out. 2015.

GARTNER. **Green IT**: The new industry shock- wave. California, USA: ITXPO Conference, abr., 2007.

BARROSO, L. A.; CLIDARAS, J.; HOEZLE, U. **The Data center as a Computer**: an Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines. 2. ed. California, USA: Morgan & Claypool, 2013.

MARIN, P. S. **Data Centers**: desvendando cada passo: projeto, infraestrutura física e eficiência energética. 1. ed. São Paulo: Érica, 2011.

POLETINI, R. A. **Data Center**: manual compacto da operação, 1. ed. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2016.

RASMUSSEN, N. **The Different Types of UPS Systems**, White Paper 1, 2011.

ZUCCHI, W. L.; AMÂNCIO, A. B. **Construindo um Data Center**. Revista USP, v. 97, n. 43, 2013.