



Introdução a Datacenter

Datacenter é um conjunto integrado de elementos tecnologicamente avançados com a finalidade de prover serviços de Tecnologia da Informação (TI) com alto valor agregado, como conectividade, armazenamento e processamento de dados.

Prof. Isaac Newton Ferreira Santa Rita

Propósito

Compreender os conceitos básicos sobre datacenter é fundamental à formação do técnico em infraestrutura de TI, pois ele é o elemento central no provimento de serviços de TI com alto valor agregado. Além disso, esse conhecimento facilitará o desenvolvimento de projetos de datacenters e sua respectiva manutenção e modernização.

Preparação

Antes de iniciar este conteúdo, é recomendado ter um computador com acesso à internet para realizar os trabalhos propostos. Além disso, você deve ter em mãos lápis e caderno para fazer anotações e cálculos que serão apresentados durante este estudo.

Objetivos

- Identificar as características básicas de um datacenter.
- Identificar os principais componentes de TI de um datacenter.
- Reconhecer a normatização de disponibilidade de um datacenter.
- Reconhecer as etapas de projeto de um datacenter.

Introdução

Neste conteúdo, vamos aprender sobre os conceitos fundamentais do datacenter. Para isso, passaremos pelas categorias de datacenter, os principais serviços, a terceirização e suas tendências. Depois, vamos apresentar os principais componentes de TI de um datacenter, observando, dentro do conceito, as características de cada elemento e as funcionalidades que eles agregam ao datacenter.

Além disso, veremos como os datacenters são classificados em relação à sua disponibilidade de acesso, e quais características devem ser observadas para o atingimento desse nível de disponibilidade. Por fim, serão mostradas as condições necessárias para a confecção de um projeto de datacenter, observando a metodologia e os critérios fundamentais desse projeto.

Orientação sobre unidade de medida

Em nosso material, unidades de medida e números são escritos juntos (ex.: 25km) por questões de tecnologia e didáticas. No entanto, o Inmetro estabelece que deve existir um espaço entre o número e a unidade (ex.: 25 km). Logo, os relatórios técnicos e demais materiais escritos por você devem seguir o padrão internacional de separação dos números e das unidades.

Definição de datacenter

O datacenter, ou data center, é o local onde estão concentrados dispositivos de alta tecnologia com objetivo de fornecer serviços de grande valor agregado, tipicamente processamento e armazenamento de dados, em larga escala, destinados a determinado grupo, seja ele público, privado ou misto.

A história do datacenter tem seu início, em 1964, com o lançamento do IBM System 360, ilustrado pela imagem a seguir, um computador de grande porte, cujo ambiente de instalação previa um espaço dedicado ao cabeamento elétrico e de dados, e um eficiente sistema de refrigeração para dar vazão ao calor gerado, originando, assim, aquilo que entendemos como **datacenter**.



IBM System 360.

De lá para cá, o datacenter consolidou-se como o local ideal para a concentração de dispositivos de Tecnologia da Informação, uma vez que permite o acondicionamento desses elementos em gabinetes padronizados (rack), providos de todos os sistemas auxiliares necessários ao seu funcionamento.

Categorias de datacenter

Datacenter empresarial (Enterprise Datacenter - EDC)

Este tipo de datacenter está fisicamente instalado nas dependências da empresa proprietária. **É o principal tipo de datacenter existente no mercado**, pois cerca de 70% das empresas que possuem algum tipo de datacenter usam essa categoria.



Enterprise Datacenter.

Datacenter de internet (Internet Datacenter - IDC)

Este tipo de datacenter é normalmente operado por grandes provedores de serviços de telecomunicações, em que o objetivo principal é prover serviços de conexão, armazenamento, processamento ou hospedagem a outras empresas por meio de grande estrutura de TI.

Os **IDC** são normalmente demandados por empresas com a possibilidade de hospedarem seus sistemas em ambientes terceirizados, por pequenas empresas que não possuem viabilidade de manter um EDC, ou por empresas que buscam contingências para seus EDC.

Co-location Datacenter

Neste serviço, a empresa contratante realiza a instalação de seus equipamentos na infraestrutura do IDC, obtendo todos os serviços de energização, refrigeração e conexão por meio do IDC. Entretanto o gerenciamento, a manutenção e o suporte técnico para a aplicação são de responsabilidade da empresa contratante.

Edge Datacenter

Os Edge Datacenter (Datacenter de Borda), também conhecidos como Internet Exchange (**IX**) ou Ponto de Troca de Tráfego (**PTT**), são datacenters construídos em posições estratégicas com a finalidade de acelerar o acesso aos principais serviços demandados pelos usuários (Netflix, Youtube, Facebook, Instagram etc.).

Além de elevar a qualidade dos serviços neles hospedados, possuem a capacidade de reduzir o tráfego de rede na infraestrutura crítica de telecomunicações.

Hyperscale Datacenter

São datacenters proprietários das maiores companhias de internet do mundo, empresas que ofertam diferentes tipos de serviços, mas com grande demanda mundial, como Google, Amazon etc.

Esses datacenters possuem capacidade gigantesca de armazenamento e processamento, bem como muita demanda de conexão. Eles também precisam manter o funcionamento dos serviços sem interrupção e com a possibilidade de escalar sua demanda de TI conforme a necessidade.

Serviços externos ao datacenter

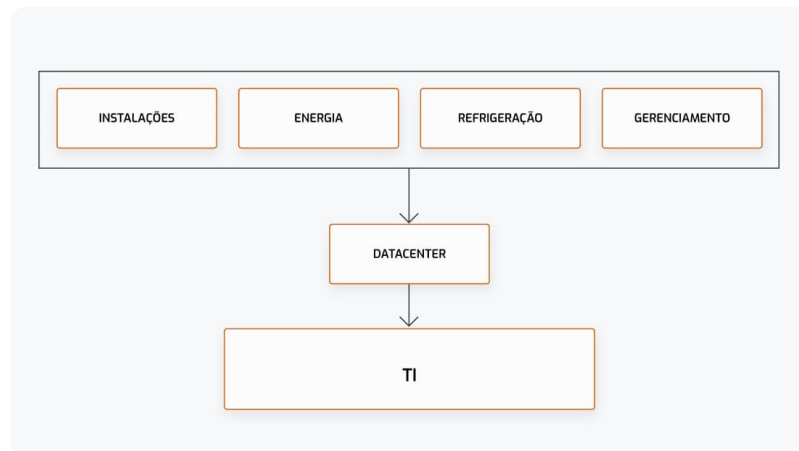
O datacenter é o componente central da TI no fornecimento de serviços de processamento, armazenamento e de conexão. É comum associar o datacenter aos componentes de TI que ele hospeda, como servidores, storages ou dispositivos de rede, entretanto, é mais adequado estruturá-lo em termos de serviços.



Atenção

Para que o datacenter opere corretamente, ele necessita de uma série de serviços externos. Dentre os serviços necessários à manutenção da operação do datacenter, podemos destacar os que estão associados às instalações, à energia, à refrigeração e ao gerenciamento.

A imagem a seguir ilustra os serviços ofertados pelo datacenter e aqueles que são demandados por ele para operação.



Serviços associados ao datacenter.

Instalações

As instalações de um datacenter são essenciais para o bom funcionamento dos dispositivos ali instalados e para a adequação dos serviços necessários à operação do próprio datacenter.

Essas instalações são, logicamente, adequadas às especificidades demandadas por cada projeto de datacenter. Para a padronização dessas instalações, a Norma **ANSI/EIA/TIA-942** (TIA-942) apresenta os requisitos de construção de um datacenter, observadas suas necessidades, até a pronta ativação dele.

Nessa norma, podemos encontrar referência para elementos de infraestrutura do datacenter, como:

- Arquitetura de rede.
- Instalações elétricas.
- Sistemas mecânicos.
- Redundância de sistemas elétricos, mecânicos e de telecomunicações.
- Sistema de combate a incêndio.
- Segurança de instalações.

Como exemplo, apresentamos, por meio da imagem a seguir, a topologia típica de um datacenter referenciado pela norma **TIA-942**, em que podemos observar os seguintes elementos:

1

Entrance Room (ER)

A **Sala de Entrada** é um espaço, onde há interconexão entre o cabeamento estruturado do datacenter e os sistemas externos.

2

Main Distribution Area (MDA)

A **Área de Distribuição Principal** é o espaço central onde está localizado o ponto de distribuição para o sistema de cabeamento estruturado do datacenter.

3

Horizontal Distribution Area (HDA)

A **Área de Distribuição Horizontal** é o espaço que suporta o cabeamento para os equipamentos da área de distribuição. Os equipamentos de comutação normalmente estão localizados na HDA.

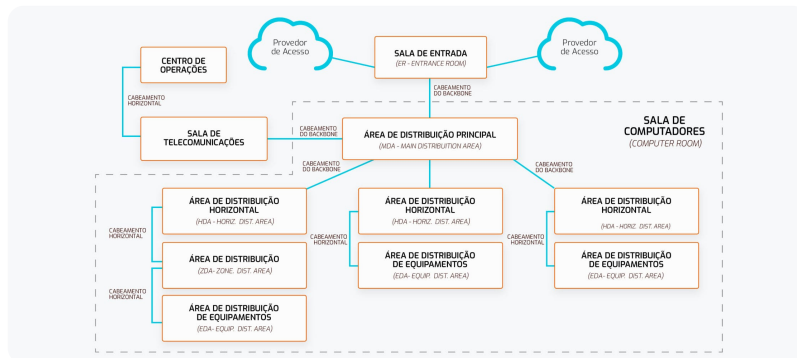
4 Zone Distribution Area (ZDA)

A **Área de Distribuição por Zona** é o ponto de conexão opcional do cabeamento horizontal.

5

Equipment Distribution Area (EDA)

A **Área de Distribuição de Equipamentos** é um espaço destinado aos equipamentos finais, incluindo sistemas computacionais, equipamentos de rede, rack e gabinetes.



Topologia típica de um datacenter.

Energia

O consumo de energia de um datacenter é uma das maiores preocupações de seus administradores, pois está intimamente ligado aos aspectos ambientais e possui relação direta com os lucros associados à operação do Datacenter.

Essa demanda energética deve-se à concentração de equipamentos de TI, como servidores, switches, roteadores, storages etc. nos datacenters, cada um deles com diversos processadores que, de forma conjunta, geram muito calor e demandam muita energia elétrica para funcionar.

Para suprir a demanda energética desses espaços, os administradores de datacenter têm buscado alternativas limpas, por meio de fontes de energias renováveis, como a eólica, solar ou das marés.

Consumo energético do datacenter

Para determinar o consumo de energia elétrica de um datacenter, os engenheiros precisam levar em conta diversos fatores, dentre eles o consumo dos equipamentos instalados naquele ambiente.

Para isso, é necessário entender a diferença entre potência e energia.



Comentário

Potência é a energia consumida em determinado período, e o Sistema Universal utiliza o Watt (W) como unidade, que representa o consumo de 1(um) Joule (J) de energia em 1(um) segundo. Assim, um servidor com consumo de 1500W consome 1500J por segundo.

Para facilitar, os provedores de energia elétrica realizam a contabilidade de energia consumida por meio da unidade KWH (KWxH). Assim, para calcular o consumo mensal do servidor já mencionado, devemos realizar a seguinte conta:

$$\begin{aligned}T_{(\text{horas})} &= 1_{\text{mes}} \times 30_{\text{dias}} \times 24_{\text{horas}} \\T_{(\text{horas})} &= 720\text{H} \\P &= 1500 \text{ W} = 1,5\text{KW} \\E(\text{KWH}) &= 1,5\text{KW} \times 720\text{H} = 1080\text{KWH}\end{aligned}$$

Agora que encontramos o consumo energético mensal do servidor, podemos calcular o custo da energia consumida, por meio da multiplicação desse valor pelo valor unitário do KWH cobrado pela operadora. Suponha que a operadora de sua região cobre **R\$ 0,30/KWH**.

$$\begin{aligned}V_{R\$} &= E_{KWH} \times \text{Valor}_{KWH} \\V_{R\$} &= 1080 \times 0,30 \\V_{R\$} &= R\$324,00\end{aligned}$$

Então, teremos um custo de **R\$ 324,00** para manter o servidor em questão operando ininterruptamente pelo período de **1 mês**.



Comentário

Uma vez entendido como é realizada a contabilidade do consumo de um equipamento, basta realizarmos o somatório dos consumos de todos os equipamentos que compõem o datacenter para chegarmos ao valor de consumo total de energia e ao respectivo custo de operação dele.

Eficiência energética do datacenter

Seria interessante que toda energia consumida pelos datacenters estivesse relacionada aos equipamentos de TI neles existentes. Entretanto, parcela significativa dessa energia está relacionada à manutenção de sistemas auxiliares à infraestrutura de TI, como geração de energia (geradores), energia ininterrupta (UPS), climatização, segurança patrimonial e incêndio, iluminação, monitoramento e automação.

O **PUE** (*Power Utilization Effectiveness*) mede a eficiência energética de um datacenter, relacionando toda energia elétrica consumida por ele com aquela consumida diretamente pelos ativos de TI.

$$PUE = E_{TOTAL} / E_{TI}$$



Comentário

O ideal seria que um datacenter possuísse PUE igual a 1 (um), entretanto, os datacenters mais eficientes trabalham com PUE de cerca de 1,1.

Climatização

O projeto de climatização de um datacenter, ou sistema **HVAC** (*Heat, Ventilation and Air Conditioning* - aquecimento, ventilação e condicionamento de ar), é tão importante quanto o próprio sistema elétrico, pois ele demanda até 40% de toda energia consumida pelo datacenter.

Diversos fatores estão ligados à eficiência do HVAC, dentre eles, podemos destacar a densidade de equipamentos nos rack, a localização e a topologia do datacenter.

Os principais parâmetros ligados ao sistema de climatização são:

Temperatura

É o nível de calor existente em um corpo, normalmente medido em **Kelvin (K)**, **Celsius (C)** e **Fahrenheit (F)**.

Temperatura de Bulbo Seco (TBS)

TBS é um termômetro que mede a temperatura do ambiente onde está inserido.

Termômetro de Bulbo Úmido (TBU)

O **TBU** refere-se à **temperatura do ambiente**, levando em consideração também a umidade contida no ar.

Umidade

A **umidade absoluta** em uma base volumétrica é a quantidade absoluta de água em uma porção da atmosfera, normalmente medido em kg/m³.

Umidade relativa do ar

É a relação entre a quantidade de água existente no ar (**umidade absoluta**) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (**ponto de saturação**).

Ponto de orvalho

Designa a temperatura na qual o vapor de água presente no ar passa ao estado líquido pelo processo de condensação.

Calor sensível (c)

É a quantidade de calor necessária para que uma unidade de massa de uma substância altere sua temperatura.

Calor latente (L)

É a quantidade de calor que, ao ser fornecida ou retirada de um corpo, não altera sua temperatura, mas causa mudança em seu estado físico.

Além disso, o dimensionamento dos equipamentos de refrigeração é realizado por meio da unidade **BTU/h**, que tecnicamente representa a potência necessária para reduzir a temperatura de meio litro de água (500ml) em 0,56°C no período de uma hora.

A conversão de W (Watt) para BTU/h é realizada pelo fator de multiplicação **0,293** apresentado na fórmula a seguir.

$$W = 0,293 * BTU/h$$

Gerenciamento

O serviço de gerenciamento dos datacenters está subdividido em dois principais componentes. O **primeiro** está relacionado ao monitoramento de segurança das instalações, dos equipamentos relacionados à geração e transmissão de energia e à climatização. O **segundo** relaciona-se propriamente com o gerenciamento dos dispositivos de TI.

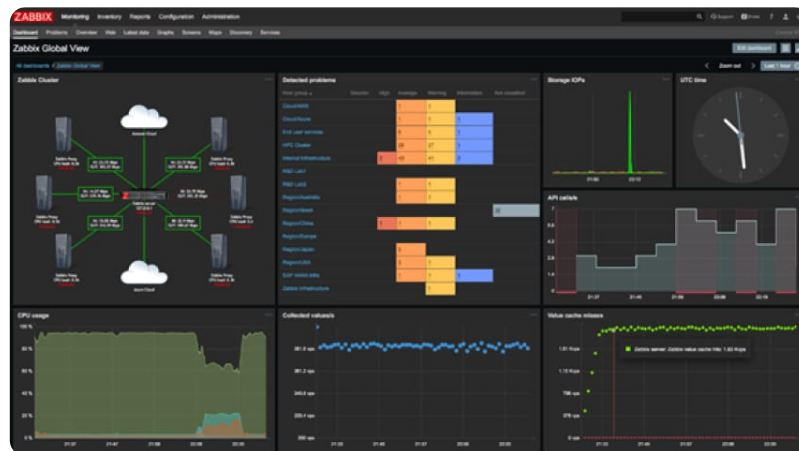
Esses processos de gerenciamento normalmente são realizados de forma centralizada em ambientes de monitoramento conhecidos como *Datacenter Operation Center* (**DCO** – Central de Operação de Datacenter) ou *Network Operation Center* (**NOC** – Central de Operações de Rede), como podemos ver na imagem a seguir.



Sistema de gerenciamento do datacenter.

Para realizar esse monitoramento, existem diversas ferramentas livres e corporativas disponíveis no mercado, normalmente baseadas em protocolos de rede **TCP/IP** customizados ao gerenciamento de sistemas e dispositivos. Dentre os protocolos existentes, podemos destacar o **SNMP** (*Simple Network Management Protocol*), o **RMON** (*Remote Network Monitoring*) e o **WBEM** (*Web-based Enterprise Management*), sendo o primeiro o mais difundido comercialmente.

A imagem a seguir ilustra a ferramenta de gerenciamento de rede **Zabbix**, baseada em SNMP, que pode ser baixada no portal Zabbix.

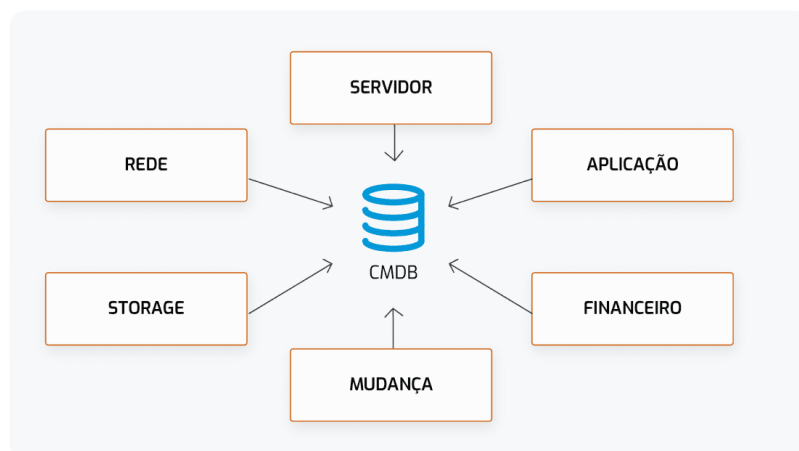


Ferramenta de gerenciamento de rede Zabbix.

Gerenciamento de configuração

O gerenciamento de configuração é um dos principais tipos de gerenciamento a serem realizados em ambientes de TI, pois os Itens de Configuração (IC) são verdadeiros registros temporais do comportamento dos dispositivos de TI de uma rede.

O Banco de Dados de Gerenciamento de Configuração (**CMDB - Configuration Management Database**) é o sistema de armazena as IC de todos os dispositivos de um datacenter. A imagem a seguir ilustra um típico CMDB.



Banco de Dados de Gerenciamento de Configuração (CMDB).

O datacenter e seus serviços

Acompanhe agora os principais serviços que devem existir em um datacenter e sua importância para a operação dele. Vamos lá!



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.

Consumo Energético do Datacenter



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Climatização



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Um rack de TI em um datacenter possui 8(oito) servidores de armazenamento instalados. Sabendo que cada um desses servidores em operação consome 150W, calcule o custo mensal de energia elétrica demandada por eles quando o custo do KWH fornecido pela operadora é de 0,20 R\$/KWH.

A

R\$ 112,50

B

R\$ 145,60

C

R\$ 172,80

D

R\$ 207,20

E

R\$ 300,00



A alternativa C está correta.

Resposta correta: R\$ 172,80

Questão 2

O consumo de energia de um datacenter foi medido e verificou-se que os equipamentos de TI eram responsáveis por 35% de todo o consumo do total de energia do datacenter. Calcule o PUE aproximado desse datacenter.

A

1.00

B

1.75

C

2.45

D

2.86

E

3.50



A alternativa D está correta.

$$\begin{aligned} PUE &= E_{TOTAL}/E_{TI} \\ E_{TI} &= 0.35E_{TOTAL} \\ PUE &= E_{TOTAL}/(0.35E_{TOTAL}) = \frac{1}{0.35} = 2.8571 \end{aligned}$$

Introdução

Os diversos componentes de TI existentes em um datacenter são os responsáveis por realizar o armazenamento, o processamento e a entrega da informação demandada pelos usuários. Esses dispositivos possuem funções específicas e são distribuídos em modelos de camadas associadas ao protocolo IP (*Internet Protocol*).

O modelo mais conhecido é o **OSI** (*Open Systems Interconnect*), proposto pela **ITU-T** (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*) e pela **ISO** (*International Organization for Standardization*) em 1983.

Esse modelo prevê a existência de **7** (sete) **camadas**, e cada uma delas fornece um conjunto de funções para a camada de cima. O quadro a seguir apresenta cada uma das camadas e suas respectivas funções.

Nº	Camada	Função
7	Aplicação	Aplicações (transferência de arquivos, envio de e-mail, terminal virtual).
6	Apresentação	Formatação dos dados, conversão de códigos e caracteres (compressão e criptografia).
5	Sessão	Negociação e conexão com outros nós.
4	Transporte	Oferece métodos para a entrega de dados.
3	Rede	Roteamento de pacotes.
2	Enlace	Comutação de quadros.
1	Física	Transmissão e recepção dos bits brutos através do meio físico de transmissão.

Quadro: Modelo OSI de camadas.

Elaborado por: Isaac Santa Rita.

Outro modelo bastante difundido é o **TCP/IP**, que foi concebido em 1982 e leva o nome de dois dos principais protocolos utilizados atualmente, o TCP (*Transmission Control Protocol*) e o IP (*Internet Protocol*).

O modelo TCP/IP possui **4** (quatro) **camadas** e apresenta uma relação direta com as camadas do modelo OSI, conforme apresentado pela tabela a seguir, na qual se pode evidenciar que as camadas 1 e 2 do modelo OSI estão representadas pela **camada de acesso à rede do modelo TCP/IP**, e que as camadas 5, 6 e 7 do modelo OSI estão representadas pela **camada de aplicação do modelo TCP/IP**.

Nº	TCP IP	OSI	Função
4	Aplicação	Aplicação	Aplicações (transferência de arquivos, envio de e-mail, terminal virtual).
		Apresentação	Formatação dos dados, conversão de códigos e caracteres (compressão e criptografia).
		Sessão	Negociação e conexão com outros nós.
3	Transporte	Transporte	Oferece métodos para a entrega de dados.

Nº	TCP IP	OSI	Função
2	Internet	Rede	Roteamento de pacotes.
1	Acesso à rede	Enlace	Comutação de quadros.
		Física	Transmissão e recepção dos bits brutos através do meio físico de transmissão.

Quadro: Modelo TCP/IP e OSI de rede.

Extraído de: Rvelandia / Wikimedia / CC-BY-SA-4.0, adaptado por Isaac Santa Rita.



Atenção

As camadas dos modelos OSI e TCP/IP estão intimamente ligadas a alguns tipos de equipamentos de rede, como os switches e roteadores, cujas funções estão relacionadas às informações contidas nas camadas 2 e 3 do modelo OSI.

Rack

O rack é um elemento-chave no ambiente do datacenter, pois nele são instalados os equipamentos que realizarão todo o processamento de dados. Também é unidade fundamental no dimensionamento de consumo de energia, necessidade de refrigeração e dimensionamento espacial do datacenter.

Esses elementos são classificados de acordo com a sua altura, que deve ser mensurada em **Rack Unit** (Unidade U).

Um Rack Unit é uma medida padrão para dispositivos de TI, que possuem 19 polegadas (482,60mm) de largura e a altura unitária de 1U (4,445cm).

As principais dimensões de altura dos racks são **42U, 36U, 24U e 12U**, podendo haver variações. Já a profundidade desses dispositivos pode variar bastante, sendo muito comum as de **500mm, 600mm, 700mm, 800mm, 900mm, 1000mm, 1100mm**. A imagem a seguir apresenta um rack padrão de 42U.



Rack 42U (Padrão 19 polegadas).

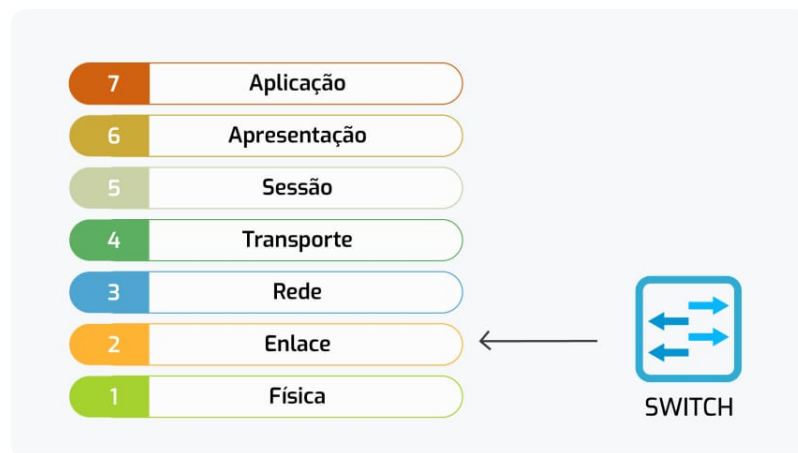
Switch

Os switches são os principais elementos de conectividade de um datacenter. Eles são os responsáveis por conectar outros dispositivos de TI em uma rede local (LAN – *Local Área Network*). Para isso, utilizam a grande densidade de portas que possuem, como podemos observar na imagem a seguir.



Switch Cisco 2960.

Os **switches estão associados à camada 2 do modelo OSI**, ou seja, à camada de enlace de dados, conforme ilustrado a seguir, por isso, processam o encaminhamento de pacotes por meio da leitura do endereço físico dos dispositivos de rede.



Switch elemento da camada de Enlace de Dados.

Os switches podem ser classificados quanto ao método de encaminhamento ou à forma de gerenciamento.

Quanto ao método de encaminhamento:

Store-and-Forward

Neste método, os switches armazenam todo o quadro em processamento em um buffer de memória interna antes de encaminhá-lo à porta de saída.

Cut-Through

Este método é bem mais rápido que o Store-and-Forward, pois nele os switches realizam somente a leitura dos endereços MAC (Media Access Control) de destino e dão início ao encaminhamento deles.

Quanto à forma de gerenciamento:

Switches não gerenciáveis

Esses dispositivos não podem ser gerenciados remotamente, pois não possuem endereços de rede (IP).

Switches gerenciáveis

Esses dispositivos possuem endereço IP e podem ser acessados remotamente.

Roteador

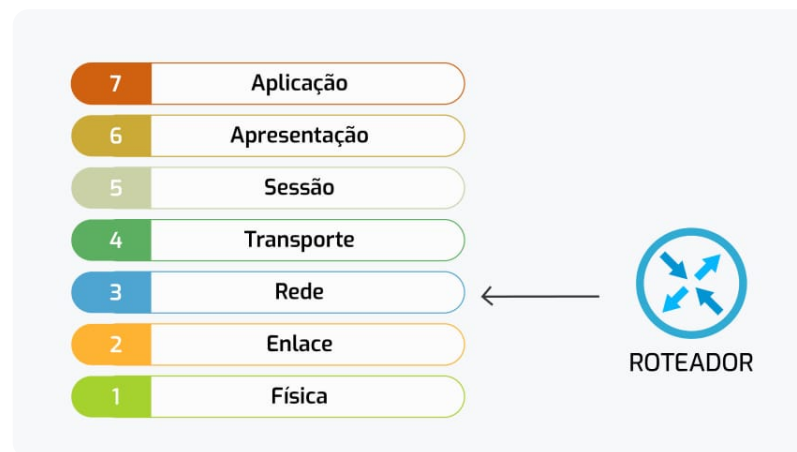
O roteador é o elemento de rede capaz de encaminhar pacotes entre redes locais diferentes, ou seja, toda vez que desejamos acessar um portal ou um dispositivo que não esteja na mesma rede local que a nossa, precisaremos passar por um dispositivo com capacidade de roteamento.

A imagem a seguir ilustra um roteador típico, e podemos verificar que, diferentemente do switch, ele apresenta baixa densidade de portas.



Roteador Cisco 2911 (Frente e verso).

Os roteadores estão associados à camada 3 do modelo OSI, ou seja, à camada de rede, conforme vemos a seguir, por isso, realizam o encaminhamento de pacotes baseado no IP de destino deles.



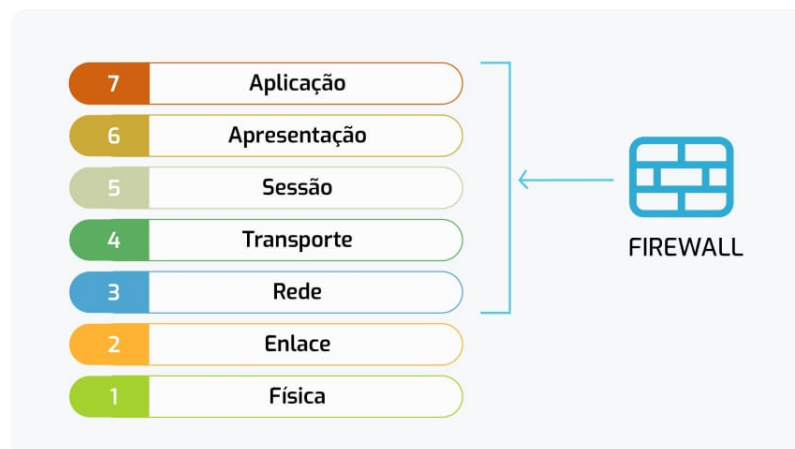
Roteador elemento da camada de rede.

Firewall

Os firewalls são dispositivos de rede, na forma de software ou hardware, cuja finalidade é controlar o tráfego de rede de acordo com a política de segurança de uma instituição. Esses dispositivos foram desenvolvidos na década de 1980 para proteger redes de computadores de grande vulto, que já apresentavam problemas devido à atividade incipiente da comunidade hacker.

Os dispositivos firewall são capazes de atuar em diversas camadas do modelo OSI, podendo, assim, realizar a proteção de maneira mais efetiva para aplicações públicas, bem como garantir a proteção de eventuais sistemas abertos incorretamente, ou que possuam alguma vulnerabilidade.

A imagem a seguir mostra a capacidade de atuação desses dispositivos de rede no modelo OSI. Observe que eles podem atuar desde a camada de rede até a camada de aplicação.



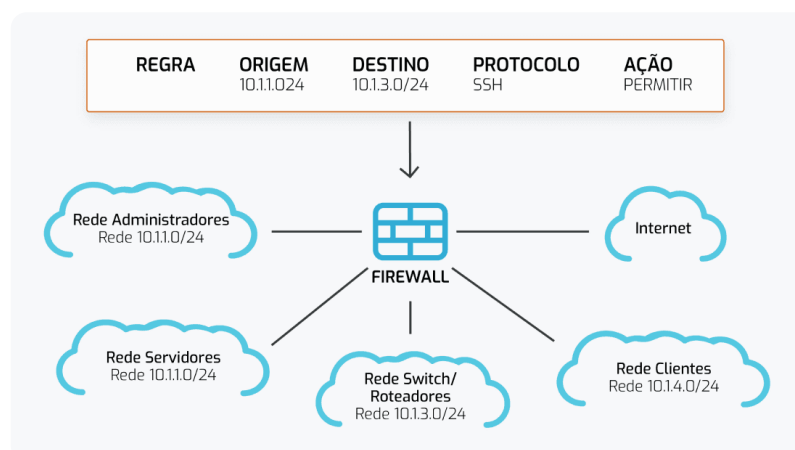
Firewall elemento multicamada.



Comentário

Para melhor entendermos a aplicação dos firewalls e sua utilidade na proteção do datacenter, imagine que um administrador de rede precise proteger contra acessos indevidos a console de administração dos roteadores e switches que compõem o datacenter. Para isso, ele deve aplicar regras de proteção de acesso a essas interfaces de administração nos equipamentos firewall estrategicamente posicionados.

A imagem a seguir ilustra a proteção configurada em um firewall para permitir acesso, somente pela rede de administradores, à console de administração dos equipamentos switches e roteadores, efetuada por meio do protocolo SSH (*Secure Shell*).



Regra de segurança de acesso SSH.

Storage

Em termos gerais, **um storage é um dispositivo de TI com grande capacidade de armazenar dados**, e isso é possível por meio da concentração de discos de armazenamento em um único chassi, com a finalidade de multiplicar a capacidade individual de armazenamento desses discos.

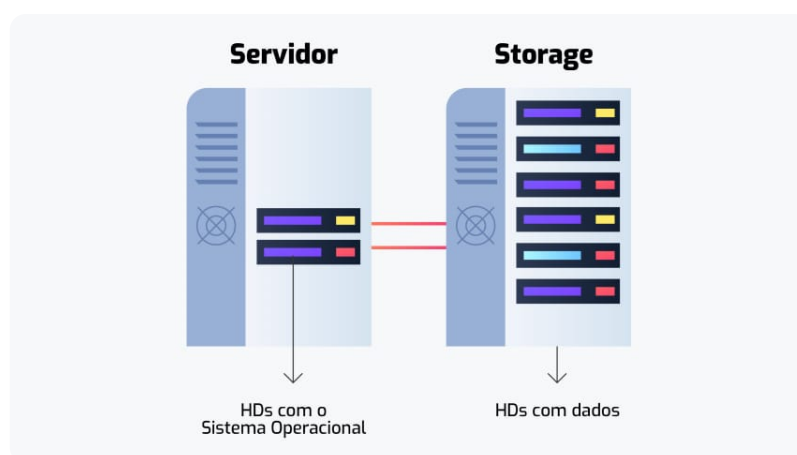
Além da grande capacidade de armazenamento de dados, esses dispositivos devem entregar acesso a esses dados de forma rápida e eficiente. Na imagem a seguir, temos um storage da Dell, no qual podemos observar a existência de diversos discos de armazenamento em sua estrutura.



Storage Dell MD 1200.

Os storages são normalmente ligados a um ou mais servidores, que realizam acessos aos dados armazenados neles.

A imagem a seguir ilustra a relação entre servidor e storage, evidenciando-se a capacidade de armazenamento de dados de cada um deles.



Relação storage servidor.

Todo storage tem um gabinete principal, no qual ficam as controladoras e é conectado aos demais gabinetes. É nesse gabinete que são definidos o tipo de **RAID** (*Redundant Array of Inexpensive Drives*), a divisão dos HDs e quais servidores terão acesso a eles.



Comentário

A expansão da capacidade de armazenamento de um storage se dá pela inserção de gabinetes de armazenamento mais simples, sem a necessidade de novas controladoras.

Essa conexão pode ser realizada por meio de conexões *Small Computer System Interface* (**SCSI** – Interface de Sistema Computacional), para dispositivos com poucos gabinetes agregados, ou por meio de uma rede específica para tráfego de dados entre esses dispositivos, conhecida como *Storage Area Network* (**SAN** – Rede de Armazenamento de Área), quando há necessidade de conectar muitos gabinetes de armazenamento.

Tipos de Storage

DAS (Direct Attached Storage)

No *Direct Attached Storage* (**DAS** – Storage Conectado Diretamente), não existe nenhuma inteligência relacionada à gestão dos Hard Drives (**HDs**). Essa gestão é realizada unicamente pela placa instalada no servidor, uma controladora **RAID**, responsável por distribuir os dados nos HDs, que cuidam da redundância e do monitoramento do arranjo.

Normalmente, esse tipo de storage é pequeno, com capacidade de até **8, 12 ou 16** HDs, sendo associado a um único servidor.



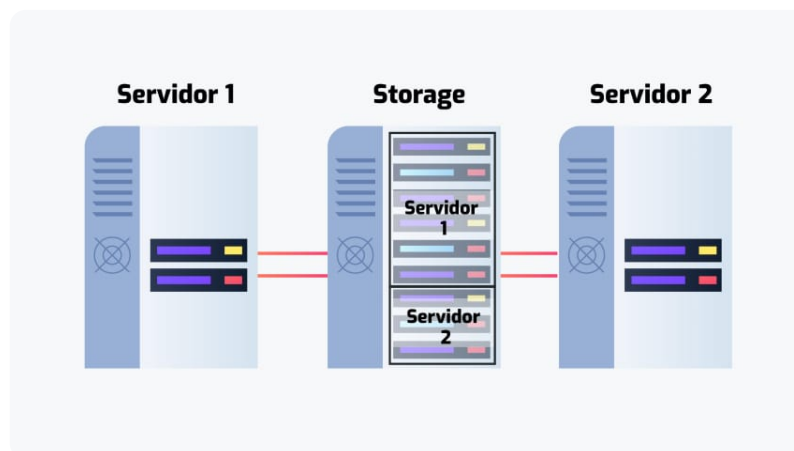
Comentário

O DAS é recomendado para aplicações específicas, como banco de dados, ou virtualização em apenas um servidor, o que limita sua operação a ambientes pequenos, que demandem alta performance sem redundância.

Gerenciado

Quando o storage possui um gabinete principal com uma controladora, é possível compartilhar os dados contidos nele entre vários servidores, separando uma quantidade específica de HDs para cada servidor em um RAID específico.

A imagem a seguir mostra um storage compartilhando dados entre dois servidores, por meio de uma rede **SAN** (*Storage Area Network*), em que o servidor 1 possui acesso aos dados armazenados em 7 (sete) HDs, e o servidor 2 possui acesso aos dados armazenados nos outros 3 (três) HDs.

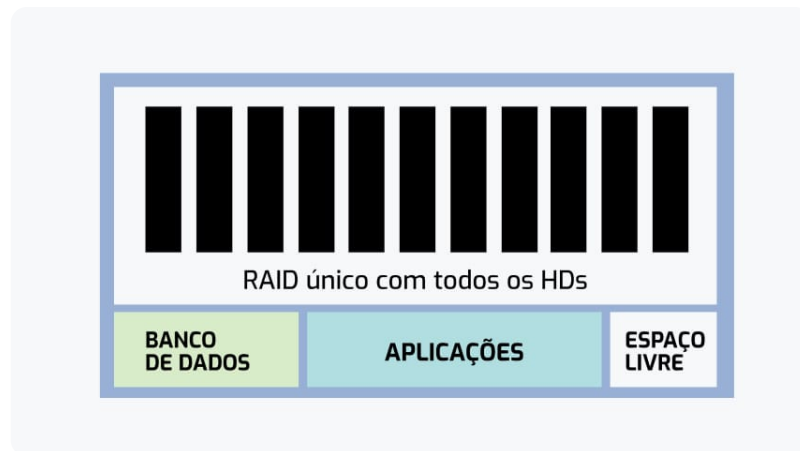


Relação storage servidor.

Quando conectados diretamente aos servidores, por meio de cabos SCSI, a arquitetura de conexão recebe o nome de *Direct Attached Storage* (DAS – Storage Conectado Diretamente), que é diferente da SAN, na qual temos switches específicos para essa aplicação.

Virtualizado

No storage virtualizado, os HDs são todos disponibilizados para a alocação de serviços, não sendo necessária a definição pontual da quantidade de HDs para cada servidor. No exemplo da imagem a seguir, podemos verificar que, uma vez realizado o RAID nos HDs, eles podem ser alocados dinamicamente a diversas aplicações demandadas por servidores diferentes.



Storage virtualizado.



Comentário

A grande vantagem inicial dessa configuração é poder usar o espaço livre conforme a demanda. À medida que o uso vai crescendo, torna-se possível alocar dinamicamente o espaço livre para os volumes que dele necessitam.

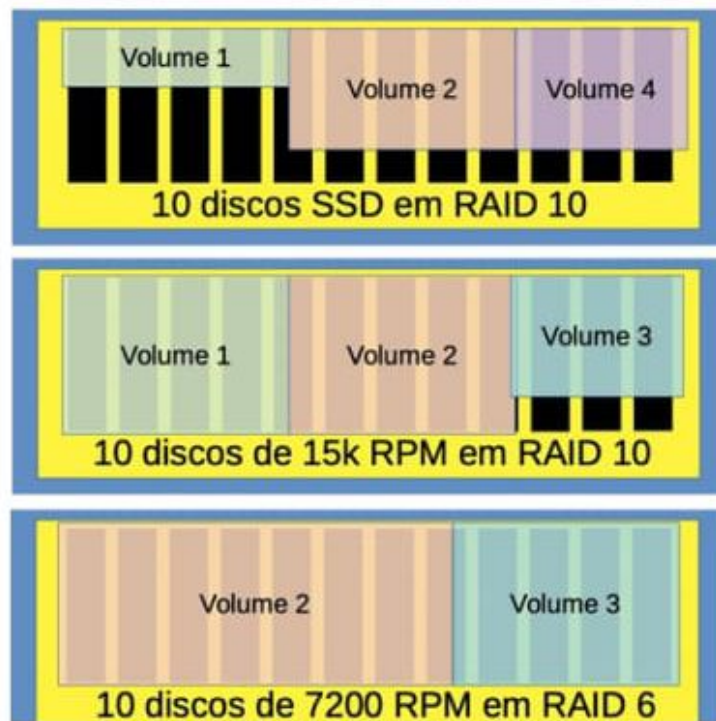
Virtualização em camadas

Devido à diferença de performance e custos dos HDs que compõem os storages, criou-se o conceito de **virtualização em camadas**, que permite distribuir os dados armazenados de acordo com a necessidade de desempenho.

A imagem a seguir apresenta um storage virtualizado dividido em 3 (três) camadas:

- A **primeira camada**, mais performática, é formada pela lâmina composta por HDs do tipo SSD (Solid State Drive).
- A **segunda camada** é formada por HDs com velocidade de 15K RPM (rotações por minuto).
- A **terceira camada** é formada por HDs menos performáticos de até 7200 RPM.

STORAGE VIRTUALIZADO EM CAMADAS



Storage virtualizado em camadas.

Além disso, a imagem anterior apresenta a alocação de 4 (quatro) volumes de dados com necessidades de performance diferentes:

Volume 1

Configurado com **alta prioridade**, e observa-se que o uso principal acontece apenas em alguns blocos, que estão na primeira camada, os demais dados permanecem em camadas menos performáticas.

Volume 2

Configurado com **média prioridade**, e observa-se que os blocos mais acessados estão na primeira camada, enquanto os demais blocos, pouco acessados, estão nas camadas 2 e 3, por serem menos custosas.

Volume 3

Configurado com **baixa prioridade**, seus dados nunca estarão na primeira camada, mesmo aqueles com maior demanda de acesso.

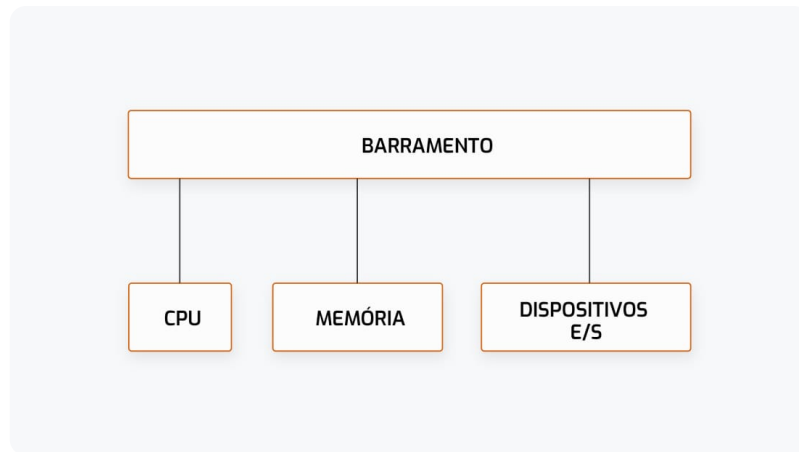
Volume 4

Configurado com **altíssima prioridade**, todos os dados armazenados estão na primeira camada.

Servidores

Em um datacenter, o processamento de dados é realizado pelos servidores, que são computadores de alta performance compostos por hardware e software. No **hardware** estão incluídos equipamentos eletrônicos como processadores, memórias, barramento interno e dispositivos de entrada e saída. E no **software**, todos os programas executados neste servidor.

A arquitetura básica do hardware dos servidores está ilustrada na imagem a seguir, em que se pode observar a ligação existente entre o processador (CPU – Central Process Unit), as memórias, o barramento interno e as conexões de entrada e saída.



Arquitetura de um computador.



Comentário

Os servidores utilizados em datacenters são PCs otimizados para uso intensivo, pois normalmente estão em operação 24 horas por dia. Dessa forma, devem ser robustecidos para possuírem elevado desempenho e serem tolerantes a falhas.

Sistema Operacional (SO)

O Sistema Operacional (**SO**) é o conjunto de programas com uma série de instruções para gerenciar e integrar o software com o hardware e, assim, permitir que aplicativos como uma simples calculadora utilizem o poder de processamento de um computador/servidor.

O SO surgiu com o objetivo de facilitar a interação entre os programadores e o hardware dos dispositivos, atuando como um intermediador que oferece ao usuário uma interface de comunicação amigável.

Os principais sistemas operacionais utilizados nos servidores em datacenters são:

Unix

É um sistema operacional multitarefa e multiusuário e orientado a arquivos.

Linux

É um sistema operacional baseado em Unix, bastante estável, de código aberto, e com muitas versões livres de licenciamento.

Windows

É o sistema operacional mais conhecido, baseado na linguagem de programação C, foi concebido inicialmente como interface gráfica do MS-DOS (Microsoft Disk Operating System).

Servidores, storages e sistemas operacionais. Como integrar esses componentes na prática?

Veja como servidores, storages e sistemas operacionais operam como um sistema único. Vamos lá!



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.

Racks



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Switch



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Roteadores



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Os switches são os principais dispositivos de conectividade no datacenter. Eles são responsáveis por

A

realizar o processo de roteamento dos pacotes IP. Para isso, realizam a leitura do endereço IP de destino.

B

realizar o processo de comutação de pacotes. Para isso, realizam a leitura do endereço físico de destino dos dispositivos.

C

realizar o processo de armazenamento de dados, pois possuem grande quantidade de espaço de memória para realizar a salvaguarda de dados.

D

realizar o processo de comutação de filtragem de pacotes. Para isso, possuem uma série de regras que controlam o tráfego de dados entre as redes de computadores.

E

realizar o processamento de dados, pois possuem grande capacidade computacional para realização de operações lógicas e aritméticas.



A alternativa B está correta.

Os switches são dispositivos que realizam o processo de comutação de pacotes. Para isso, fazem a leitura do endereço físico de destino dos dispositivos (Media Access Control - MAC) contido nesses pacotes. O funcionamento do switch está baseado em uma tabela que associa os endereços físicos de um dispositivo com uma de suas interfaces de rede. Assim, após o preenchimento dessa tabela, ele passa a ser capaz de comutar os pacotes de uma máquina para outra pertencente à mesma LAN.

Questão 2

Os storages são dispositivos de TI presentes no datacenter. Eles são responsáveis por

A

realizar o processo de roteamento dos pacotes IP. Para isso, realizam a leitura do endereço IP de destino.

B

realizar o processo de comutação de pacotes. Para isso, realizam a leitura do endereço físico de destino dos dispositivos.

C

realizar o processo de armazenamento de dados, pois possuem grande quantidade de espaço de memória para realizar a salvaguarda de dados.

D

realizar o processo de comutação de filtragem de pacotes. Para isso, possuem uma série de regras que controlam o tráfego de dados entre as redes de computadores.

E

realizar o processamento de dados, pois possuem grande capacidade computacional para realização de operações lógicas e aritméticas.



A alternativa C está correta.

Os storages possuem grande capacidade de armazenamento de dados e entregam acesso a esses dados de forma rápida e eficiente. Em termos gerais, um storage é um dispositivo de TI com grande capacidade de armazenar dados, e isso é possível por meio da inserção de vários Hard Drives (HD) de discos rígidos (HDD – Hard Drive Disk) ou de estado sólido (SSD – Solid State Drive) em um servidor.

Introdução

Como vimos, o datacenter é o elemento central da infraestrutura de TI de qualquer organização, e para operar, ele necessita de uma série de serviços externos, destacando-se os serviços associados às instalações, à energia, à refrigeração e ao gerenciamento.



Comentário

A confiabilidade da entrega desses serviços está intimamente ligada à disponibilidade do datacenter, por isso, esses serviços devem ser implementados de forma integrada para possibilitar o atingimento do grau de disponibilidade necessário às aplicações nele hospedadas.

Para o datacenter atingir os níveis de serviços almejados, seus sistemas devem, de forma independente, também possuir, minimamente, o mesmo nível de serviço global projetado para todo o datacenter. Para isso, esses sistemas são instalados com diversos níveis de redundância, a fim de garantir o nível de disponibilidade desejado.

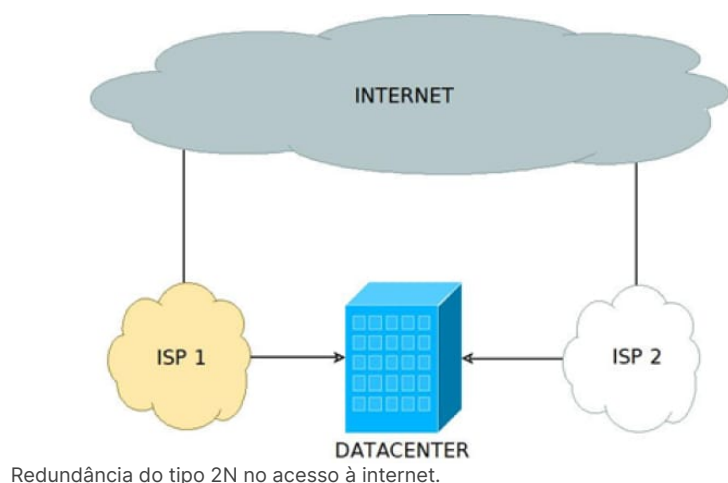
Redundância

Em TI, redundância está relacionada a alternativas criadas por meio de componentes, conexões e dispositivos com a finalidade de elevar o nível de disponibilidade associado a uma aplicação, um serviço ou um equipamento.

Existem diversas definições da redundância associadas aos datacenters, sendo as mais utilizadas aquelas apresentadas pela norma TIA-942, que podemos verificar a seguir:

1. **Sistema (N):** é o sistema básico, havendo somente um dispositivo, módulo, caminho ou unidade. Não suporta falhas, pois não há sistema ou módulo sobressalente;
2. **Sistema (N + 1):** trata-se de um único sistema com 1 (um) módulo, caminho ou unidade adicional, além do mínimo necessário para satisfazer o requisito básico. Suporta falha em 1 (uma) única unidade modular;
3. **Sistema (N + 2):** trata-se de um único sistema com 2 (dois) módulos, caminhos ou unidades adicionais, além do mínimo necessário para satisfazer o requisito básico. Suporta falha em até 2 (duas) unidades modulares;
4. **Sistema (2N):** possui 2 (dois) sistemas completos redundantes. Suporta falha em até um sistema inteiro;
5. **Sistema 2(N + 1):** possui 2 (duas) unidades completas do sistema N+1. Suporta falhas simultâneas em até um sistema completo e um módulo do sistema sobressalente.

Como exemplo, pode-se observar o sistema de redundância **2N**, apresentado pela imagem a seguir, para o acesso à internet de um datacenter, em que podemos notar a existência de 2 (dois) provedores de acesso (**ISP – Internet Service Provider**) diferentes para esse serviço.



Redundância do tipo 2N no acesso à internet.

TIER (Nível)

Geral

Medir objetivamente a disponibilidade de um datacenter é uma tarefa bastante difícil, por isso, o *Tier Standard*, do Instituto Uptime, que é referência mundial na medida de confiabilidade e desempenho geral do datacenter, estabeleceu 4 (quatro) níveis de desempenho, conhecidos como TIER, para categorizar esses ambientes de acordo com o tempo de disponibilidade provido por ele.

E como é feita essa classificação dos ambientes?

Resposta

Essa classificação é realizada por meio da avaliação da arquitetura, das telecomunicações, dos aspectos elétricos e dos aspectos mecânicos do datacenter.

Nesse processo de avaliação, para que um datacenter obtenha a classificação de TIER 2, por exemplo, ele precisa obter, minimamente, essa classificação em todos os aspectos avaliados.

Para exemplificar, observe as tabelas a seguir com a avaliação de 2 (dois) datacenters. Na avaliação do **Datacenter 1**, o aspecto arquitetura recebeu classificação de TIER 3, o que não influenciou no resultado geral, pois havia aspectos com classificação menor.

AVALIAÇÃO DO DATACENTER 1		
ASPECTO	TIER	TIER geral do datacenter
Telecomunicações	2	2
Arquitetura	3	
Elétricos	2	
Mecânicos	2	

Tabela: Avaliação do Datacenter 1.

Elaborada por: Isaac Santa Rita

Já na avaliação do **Datacenter 2**, somente o aspecto elétrico não recebeu a classificação TIER 4, o que fez com que o TIER geral do datacenter seguisse o menor resultado obtido, o TIER 3.

AVALIAÇÃO DO DATACENTER 2		
ASPECTO	TIER	TIER geral do datacenter
Telecomunicações	4	3
Arquitetura	4	
Elétricos	3	
Mecânicos	4	

Tabela: Avaliação do Datacenter 2.

Elaborada por: Isaac Santa Rita.



Atenção

Para a certificação de um datacenter em determinado TIER, é necessário que todos os aspectos avaliados obtenham, minimamente, a certificação geral almejada, caso contrário, a menor certificação individual será adotada como TIER geral do datacenter.

TIER datacenter

TIER 1 (datacenter)

Um datacenter TIER 1 é um datacenter básico sem redundância, ou seja, com classificação de redundância do tipo N. Tem um único meio de fornecimento para cada sistema crítico, como a distribuição de energia e o sistema de resfriamento, sem a existência de componentes redundantes.

Em um datacenter desse nível, é necessário realizar interrupções da operação para efetuar manutenções planejadas. Além disso, também é necessário interromper a operação quando ocorrem falhas esporádicas em sua infraestrutura.

TIER 2 (datacenter)

Um datacenter TIER 2 possui redundância do tipo N+1. Ou seja, possui um único meio para o provimento de sistemas críticos, como o de energia e refrigeração, mas possui componentes redundantes neste caminho, que lhe conferem alguma tolerância a falhas mais simples e uma consequente melhora de disponibilidade geral.

Instalações com TIER 2 são ligeiramente menos suscetíveis a interrupções de suas operações durante a realização de atividades planejadas e não planejadas, quando comparadas com um datacenter do tipo TIER 1. Entretanto, como não existem sistemas redundantes completos, esses datacenters ficam suscetíveis à interrupção no caso de falha geral de qualquer um de seus sistemas críticos.

TIER 3 (datacenter)

Um datacenter TIER 3 possui nível de redundância 2N, ou superior, para seus principais sistemas, como os de energia e refrigeração, mas com apenas um deles na condição ativa, o que confere grande nível de disponibilidade a esse tipo de datacenter.

Esse nível de redundância permite que manutenções preventivas programadas sejam realizadas em seus sistemas principais sem a necessidade de interromper sua operação, uma vez que esses sistemas podem ter sua operação redirecionada ao sistema redundante.

Entretanto, atividades não planejadas, como erros de operação ou falhas dos componentes da infraestrutura das instalações do datacenter, ainda poderão causar algum tipo de interrupção da operação até que seus sistemas redundantes sejam acionados.

TIER 4 (datacenter)

Um datacenter TIER 4 possui nível de redundância 2N, ou superior, para os principais sistemas, como os de energia e refrigeração, e além disso, a redundância está em operação simultaneamente ao sistema principal.

Esse modelo de operação confere aos datacenters TIER 4 **alto grau de disponibilidade**, pois, além de permitir a realização de manutenções programadas sem necessidade de interrupção de sua operação, eles também podem sofrer uma interrupção não programada em seus sistemas críticos, uma vez que as redundâncias ativas desses sistemas suprirão o datacenter enquanto o sistema principal estiver em processo de recuperação.

Disponibilidade dos datacenters

Veja, a seguir, um resumo da disponibilidade dos datacenters de acordo com a certificação TIER geral obtida no processo de avaliação.

DISPONIBILIDADE DATACENTER		
TIER	Disponibilidade	Downtime Máximo Anual
1	99.671%	28,8 horas
2	99.741%	22,0 horas
3	99.982%	1,6 horas
4	99.995%	0,4 horas

Tabela: Disponibilidade TIER do datacenter.

Elaborada por: Isaac Santa Rita.

TIER de telecomunicações

TIER 1 (telecomunicações)

A infraestrutura TIER 1 de telecomunicações possui as seguintes características:

- Há uma única chegada de sinal pelo provedor de acesso.
- Há um único sistema de cabeamento estruturado interligando a Sala de Entrada (ER – Entrance Room), Área Principal de Distribuição (MDA - Main Distribution Area) e a Área de Distribuição Horizontal (HDA – Horizontal Distribution Area).

Possui os seguintes pontos com possibilidade de falha:

- Falha no provedor de acesso;
- Falha no equipamento do provedor de acesso;
- Falhas nos equipamentos roteadores e switches, caso não sejam redundantes;

- Falhas nas salas ER, MDA e HDA;
- Problemas no cabeamento estruturado do backbone ou horizontal.

TIER 2 (telecomunicações)

A infraestrutura TIER 2 de telecomunicações possui as seguintes características:

- Atende a todos os requisitos TIER 1;
- Possui redundância para ativos de TI críticos, como roteadores, LAN Switch, SAN Switch e Switch do provedor de acesso;
- Possui redundância de cabeamento estruturado entre a ER, a MDA e a HDA;
- Possui dois pontos de acesso diferentes para o sinal do provedor de acesso.

Possui os seguintes pontos com possibilidade de falha:

- Falha no sistema elétrico ou de refrigeração dos equipamentos ligados aos provedores de acesso na ER;
- Falha no sistema elétrico ou de refrigeração dos roteadores ou switches nas MDA ou HDA;
- Falha nos equipamentos roteadores e switches, caso não sejam redundantes.

TIER 3 (telecomunicações)

A infraestrutura TIER 3 de telecomunicações possui as seguintes características:

- Atende a todos os requisitos TIER 2;
- Possui duas salas de entrada (Entrance Room - ER), preferencialmente em pontos opostos do datacenter, e sem compartilhamento de sistemas de proteção, distribuição de energia e refrigeração;
- Possui redundância para ativos de TI críticos como roteadores, LAN Switch, SAN Switch e Switch do provedor de acesso;
- Possui redundância de cabeamento estruturado entre a ER, a MDA e a HDA;
- Possui dois provedores de acesso diferentes e provimento de serviço por entradas diferentes.

Possui os seguintes pontos com possibilidade de falha:

- Falha no sistema elétrico ou de refrigeração dos roteadores ou switches nas MDA ou HDA.

TIER 4 (telecomunicações)

A infraestrutura TIER 4 de telecomunicações possui as seguintes características:

- Atende a todos os requisitos TIER 3;
- Possui MDA principal e secundária construídas em pontos opostos do datacenter, e sem compartilhamento de sistemas de proteção, distribuição de energia e refrigeração;
- Possui cabeamento estruturado dedicado da MDA principal e da MDA secundária para cada uma das duas ER;

- Possui redundância para ativos de TI críticos como roteadores, LAN Switch, SAN Switch e Switch do provedor de acesso nas MDA principal e secundária e na ER, para que elas possam operar em caso de falha em suas respectivas salas redundantes;
- Possui redundância de cabeamento estruturado das HDA para cada uma das MDA.

Possui os seguintes pontos de falha:

- Caso MDA, ER e HDA principal e secundária venham a falhar simultaneamente.

A seguir, apresentamos a consolidação das necessidades para obter os diversos níveis de certificação TIER de telecomunicações de um datacenter, com base na norma TIA-942:

TELECOMUNICAÇÕES				
CERTIFICAÇÃO	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
CRITÉRIOS				
Cabeamento, Rack e Gabinetes de acordo com as especificações TIA	SIM	SIM	SIM	SIM
Múltiplo provedor de acesso com separação mínima de 20 m	NÃO	SIM	SIM	SIM
Provedor de acesso de serviço redundante	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Sala de Entrada Secundária	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Área de Distribuição Secundária	NÃO	NÃO	NÃO	OPCIONAL
Cabeamento do Backbone Redundante	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Cabeamento Horizontal Redundante	NÃO	NÃO	NÃO	OPCIONAL
Fonte de Alimentação Redundante em Roteadores e Switches	NÃO	SIM	SIM	SIM
Switchs e Roteadores redundantes	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Conformidade com a ANSI/TIA/EIA-606-A e seu anexo B	SIM	SIM	SIM	SIM
Nomenclatura em ambas as pontas de Patch Cords	NÃO	SIM	SIM	SIM
Documentação de Patch Pannel de acordo com ANSI/TIA/EIA-606-A e seu anexo B	NÃO	NÃO	SIM	SIM

Tabela: Disponibilidade TIER do datacenter.

Elaborada por: Isaac Santa Rita.

TIER elétrico

Assim como previsto para a infraestrutura de telecomunicações, a norma TIA-942 também prevê uma série de especificações para a certificação TIER do sistema elétrico do datacenter. Essas especificações estão diretamente relacionadas ao nível de disponibilidade desejado para esse sistema durante a operação de um datacenter.

Neste processo de certificação, a norma vale-se de 10 fatores de verificação para certificar um datacenter entre os quatro TIER disponíveis. A seguir, serão apresentados os principais aspectos avaliados durante o processo de certificação elétrica do datacenter, de acordo com a norma TIA-942.

Geradores

São fundamentais para a operação do datacenter, pois possuem a capacidade de suprir a demanda energética dos principais sistemas do datacenter e seus sistemas auxiliares durante um período de falha da operadora de energia.

Sistema Nobreak (UPS - *Uninterruptible power supply*)

A principal função do nobreak é fornecer energia ininterrupta para atender à demanda energética do datacenter e seus sistemas principais e auxiliares, durante a ausência total de energia proveniente de rede elétrica, ou do sistema gerador. Isso é possível por meio da utilização de baterias internas ou externas.

Aterramento

O sistema de aterramento elétrico possui a função de proteger os indivíduos e equipamentos contra descargas elétricas provenientes da atmosfera, de energia estática dos equipamentos etc.

O processo completo, com todos os pontos de certificação elétrica TIER, é extenso e pode ser verificado na própria norma TIA-942, entretanto, o quadro a seguir ilustra dois itens do processo de certificação do subsistema de nobreak, para que você possa observar como ele é realizado.

ELÉTRICO				
CERTIFICAÇÃO	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
Nobreak				
Redundância de nobreak	N	N+1	N+1	2N
Topologia de nobreak	Único ou paralelos / redundância	Paralelo com redundância ou c/ módulo redundante	Paralelo com redundância ou c/ módulo redundante, ou sistema redundante	Paralelo com redundância ou c/ módulo redundante, ou sistema redundante

Quadro: Certificação TIER elétrico (Sistema Nobreak) da norma TIA-942.

Extraído de: ANSI/TIA-942, 2005, Anexo G, adaptado por Isaac Santa Rita.

TIER mecânico

Assim como previsto nos outros aspectos avaliados, a norma TIA-942 também prevê uma série de especificações mecânicas relacionadas ao nível de certificação TIER que o datacenter pode obter.

Dentre os aspectos avaliados, pode-se destacar dois deles:

Sistema de controle da qualidade do ar

Esse sistema deve ser capaz de manter o ambiente do datacenter dentro dos seguintes requisitos:

- Temperatura: Entre 20° e 25°C.
- Umidade relativa do ar: Entre 40% e 55%.

Sistema de proteção contra incêndio

Esse sistema é composto por três subsistemas principais:

- **Detecção de incêndio:** Capaz de identificar princípios de incêndios.
- **Alarme de incêndio:** Capaz de avisar a existência de um incêndio.
- **Combate ao incêndio:** Capaz de combater um incêndio já iniciado.

O processo com todos os pontos de certificação mecânica TIER é extenso e pode ser verificado na norma TIA-942, entretanto, o quadro a seguir ilustra a parte que cabe ao subsistema de refrigeração, para que você possa observar como ele é realizado.

MECÂNICO				
CERTIFICAÇÃO	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO				
Unidades de refrigeração interna	Sem unidades redundantes	Uma unidade redundante por área crítica	Unidades necessárias para manter o sistema de refrigeração funcionando com a perda de uma das fontes de energia	Unidades necessárias para manter o sistema de refrigeração funcionando com a perda de uma das fontes de energia
Sistema elétrico do sistema de refrigeração	Sistema elétrico único	Sistema elétrico único	Sistema múltiplo de alimentação elétrica	Sistema múltiplo de alimentação elétrica
Controle de umidade da sala de computadores	Existente	Existente	Existente	Existente

Quadro: Certificação TIER mecânico (Subsistema de refrigeração) TIA-942.

Extraído de: ANSI/TIA-942, 2005, Anexo G, adaptado por Isaac Santa Rita.

TIER arquitetura (estrutura)

A certificação TIER de arquitetura está relacionada à parte estrutural do datacenter, avaliando aspectos como a capacidade de sustentação do piso principal e do piso elevado em suportar o peso dos equipamentos mais pesados do datacenter, como os nobreaks e os bancos de baterias.

Além da capacidade de suportar o peso dos equipamentos, a estrutura do datacenter também é avaliada neste processo em quesitos que observam seu tamanho, sua arquitetura, sua proteção contra a irradiação eletromagnética, seu controle de acesso, sua capacidade de não transmitir vibração aos equipamentos de TI, seu suporte ao calor extremo, entre outros.

O processo completo, com todos os pontos de certificação de arquitetura TIER, é extenso e pode ser verificado na própria norma TIA-942, entretanto, o quadro a seguir ilustra 3 (três) itens que cabem ao sistema de controle de acesso do datacenter, para que você possa observar como ele é realizado.

ARQUITETURA				
CERTIFICAÇÃO	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
Controle de acesso e monitoramento				
Sala de Geradores	Fechadura industrial	Detector de intrusão	Detector de intrusão	Detector de intrusão
Portas de emergência	Fechadura industrial	Monitorada	Liberação por código de acesso	Liberação por código de acesso
Abertura das janelas de acesso ao exterior	Monitorada	Detector de intrusão	Detector de intrusão	Detector de intrusão

Quadro: Certificação TIER arquitetura (Sistema de Controle de Acesso) TIA-942.

Extraído de: ANSI/TIA-942, 2005, Anexo G, adaptado por Isaac Santa Rita.

Como garantir a confiabilidade das aplicações de negócio?

Veja agora as correlações entre a certificação TIER e a disponibilidade das aplicações da camada de negócio do cliente do DC. Vamos lá!



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.

Redundâncias e o impacto na disponibilidade



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

TIER Mecânico



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Um datacenter passou por um processo de certificação em que foram avaliados os aspectos elétricos, mecânicos, de telecomunicações e de arquitetura, obtendo os resultados apresentados a seguir:

AVALIAÇÃO DO DATACENTER		
ASPECTO	TIER	TIER geral do datacenter
Telecomunicações	4	X
Arquitetura	2	
Elétricos	3	
Mecânicos	4	

De acordo com as avaliações dos aspectos individuais, qual é o TIER geral obtido por esse datacenter, seguindo a norma TIA-942?

A

TIER 1.

B

TIER 2.

C

TIER 3.

D

TIER 4.

E

Não obteve certificação.



A alternativa B está correta.

Embora em alguns aspectos tenha obtido certificação de maior grau, esse datacenter obteve no aspecto arquitetura a certificação TIER 2, o que impõe para a certificação geral esse grau. A norma TIA-942 utiliza a classificação em TIER do Instituto Uptime para classificar os datacenters em uma dessas 4 (quatro) TIER. Essa classificação é realizada por meio da avaliação da arquitetura, das telecomunicações, dos aspectos elétricos e dos aspectos mecânicos do datacenter.

Nesse processo de avaliação, para que um datacenter obtenha a classificação de TIER 2, por exemplo, ele necessita obter, minimamente, essa classificação em todos os aspectos avaliados.

Questão 2

No processo de certificação do aspecto elétrico, qual o menor nível de redundância que o sistema de nobreak deve apresentar para obter certificação nível TIER 4?

A

N

B

N + 1

C

N + 2

D

2N

E

2(N+1)



A alternativa D está correta.

De acordo com a norma TIA-942, o nível mínimo de redundância para o sistema de nobreak, para obtenção da certificação TIER 4, é o 2N.

Introdução

Projetar um datacenter é um grande desafio de engenharia, pois envolve diversos fatores de diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, é imprescindível que o projetista utilize técnicas de gestão de projetos eficientes, observe os princípios fundamentais do projeto e faça uso de ferramentas que auxiliem no correto dimensionamento desses fatores.

Gestão de projetos

A gestão de projetos é essencial para o bom desempenho de uma empresa de qualquer área de atuação. Ao longo dos anos, novas técnicas foram criadas e aprimoradas para o gerenciamento de prioridades, prazos e custos relacionados aos projetos.

O *Project Management Institute* (PMI) é uma instituição internacional sem fins lucrativos que associa profissionais de gestão de projetos, cujas funções são:

Criação

Criar padrões profissionais de gestão de projetos.

Produção

Produzir conhecimento por meio da investigação.

Promoção

Promover a gestão de projetos como profissão, por meio dos seus programas de certificação.

Dentre os trabalhos desenvolvidos pelo PMI está o **PMBOK** (*Project Management Body of Knowledge*), que é uma espécie de enciclopédia sobre gerenciamento de projetos.

Segundo o PMBOK, um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

Ou seja, um projeto é tudo aquilo que precisamos realizar para gerar algo novo, seja uma casa, um sistema informatizado ou um datacenter.

No caso específico do projeto de um datacenter, este se inicia com o levantamento das necessidades de negócio do projeto, e termina com a entrada do datacenter em operação, de acordo com o dimensionamento especificado.



Comentário

O PMBOK apresenta 9 (nove) áreas de conhecimento que compreendem os elementos de gestão de projetos: integração, escopo, tempo, qualidade, custo, comunicação, recursos humanos, contratação e risco.

Segundo o PMBOK, existem **5 processos básicos** relacionados à execução de um projeto, são eles:

1

Iniciação

Neste processo, o escopo inicial é definido e os recursos financeiros são comprometidos.

2

Planejamento

Neste processo, define-se como a execução irá ocorrer, observando escopo, tempo, custo, controle e encerramento, sempre com ênfase no cumprimento das metas.

3

Execução

Neste processo, há a coordenação dos recursos do projeto para a realização do trabalho descrito no planejamento.

4

Monitoramento e Controle

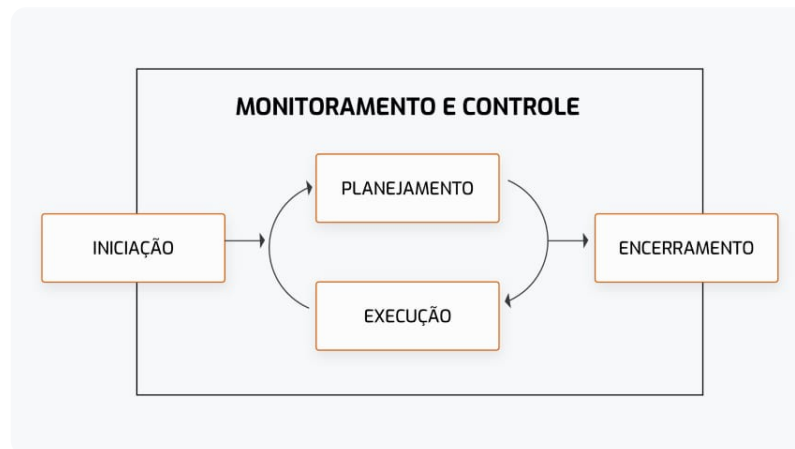
Neste processo, o desempenho do projeto é observado e medido de forma periódica, para identificar variações em relação àquilo que fora planejado.

5

Encerramento

Neste processo, estão a aceitação do projeto, a revisão, a documentação de lições aprendidas, a atualização de ativos dos processos e o arquivamento de documentos importantes.

A imagem a seguir apresenta o relacionamento entre esses processos durante a execução de um projeto.



Processos de gerenciamento de projetos.

A gerência de projetos, como prevista no PMBOK, acompanha o andamento do projeto desde o início até a conclusão, quando é finalizado. Além disso, ela propicia a comunicação, o planejamento, a coordenação e a resolução de problemas que normalmente ocorrem durante a implantação de projetos.

De forma geral, diversas atividades que ocorrem durante a execução de um projeto podem ser gerenciadas como se fossem elementos modulares da gerência geral. Para que essas atividades sejam coordenadas, existem alguns aspectos fundamentais como:

Definir regras para gerenciar produtos e serviços contratados

É de suma importância definir formas, prazos, responsabilidades, entre outros, no relacionamento com fornecedores, pois essas atividades podem impactar o resultado final do projeto.

Acompanhamento e documentação

É fundamental manter a documentação atualizada e supervisionar as atividades realizadas durante a execução do projeto.

Atualizar expectativas

É recomendado manter todos os envolvidos no projeto atualizados sobre suas limitações, uma vez que elas podem sofrer alterações no período de implantação.

Considerar atrasos

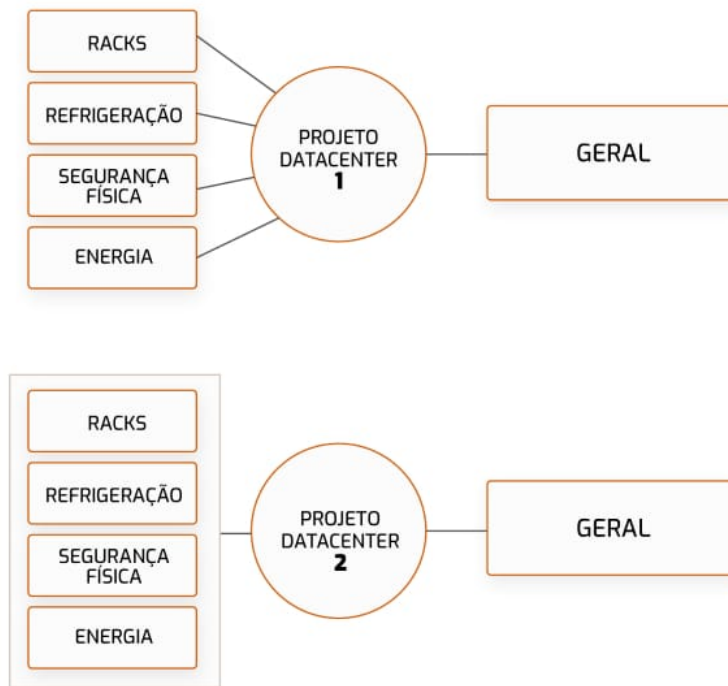
É fundamental possuir tolerância temporal para que eventuais atrasos pontuais não afetem os prazos pré-acordados de entrega do projeto.

Coordenar múltiplos fornecedores

A coordenação de diversos fornecedores é uma atividade fundamental para o sucesso do projeto, por isso, é comum que gerentes de projetos elejam um dos fornecedores para coordenar grupos de atividades afins, facilitando a gerência geral do projeto.

A imagem a seguir ilustra o gerenciamento do projeto de um datacenter realizado de duas maneiras diferentes:

1. O gerente de projeto **realiza** a gestão dos subprojetos de Energia, Refrigeração, Racks e Segurança Física associados à implantação do datacenter;
2. O gerente de projetos **entrega** a gestão dos subprojetos mencionados a um de seus fornecedores, e por intermédio dele o gerente de projeto realizará o acompanhamento das entregas previstas para os subprojetos supracitados.



Formas de gerenciamento de projetos.

Critérios fundamentais do projeto

Projetar um datacenter exige grande esforço de toda equipe envolvida, pois a tecnologia existente nos dispositivos de um datacenter está constantemente em evolução e, por isso, o projeto precisa ser concebido sob a óptica que deverá sofrer alterações em curto período de tempo.

Nesse sentido, os projetistas do datacenter devem estar atentos a uma série de critérios fundamentais ao sucesso de sua empreitada, evidenciando-se o conceito de modularidade, a localização do datacenter, o espaço físico, a conectividade, os sistemas de energia e refrigeração, entre outros.

Modularidade

A modularidade é um conceito bastante utilizado na construção dos datacenters, pois eles devem ser projetados para estar em constante adaptação, uma vez que a demanda de TI é crescente e as mudanças de tecnologias são constantes.



Atenção

Os sistemas auxiliares do datacenter, como de refrigeração, de energização, entre outros, devem ser construídos de forma modular, assim, toda vez que a demanda por um desses sistemas aumentar, será possível acrescentar novos módulos para suprir a referida necessidade.

Como exemplo, podemos citar um storage modular com capacidade de operar até **50** discos rígidos simultaneamente. Toda vez que houver maior demanda por espaço em disco, bastará adicionar novos discos rígidos para que o problema seja sanado.

Rack Location Unit (RLU)

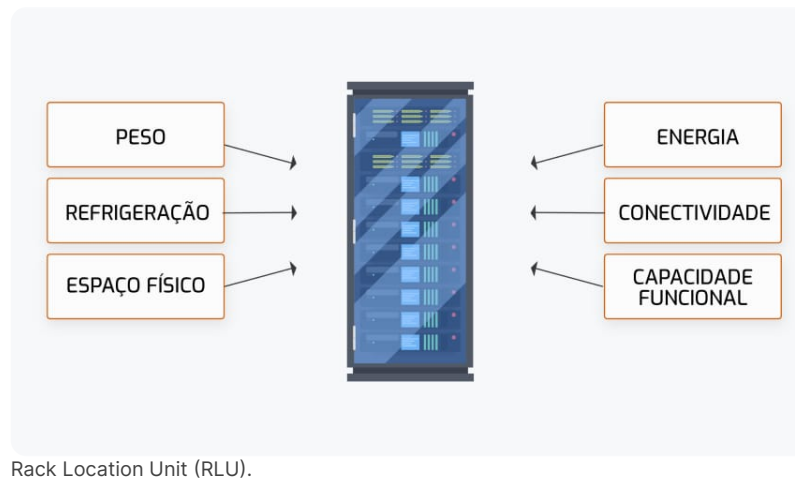
O **rack** é a unidade existente em praticamente todo datacenter. Ele armazena os dispositivos de TI e, consequentemente, é uma excelente referência para estimar as demandas de energia, refrigeração, sustentação, entre outras, do datacenter.

Por esse motivo, a *Stanford University Network* (SUN) criou o conceito de *Rack Location Unit* (RLU), que tem por objetivo auxiliar o projeto do datacenter por meio da observação dos requisitos básicos de cada rack, apresentados a seguir:

1. **Energia:** Relacionada aos aspectos de demanda energética que cada rack possui no datacenter, como tensão, corrente elétrica, número de fases, potência e tipos de redundância;
2. **Refrigeração:** Relacionada à demanda de refrigeração que cada rack possui;
3. **Espaço físico:** Relacionado às necessidades espaciais do rack e às suas dimensões de refrigeração;
4. **Peso:** Relacionado ao peso associado a cada Rack municiado de seus dispositivos de TI;
5. **Conectividade:** Relacionada às necessidades de velocidade de conexão de que cada rack necessita para atender às demandas de seus ativos de TI;
6. **Capacidade Funcional:** Relacionada às necessidades de capacidade funcional como processamento, memória física, espaço em disco etc.

Com base nessas informações, pode-se chegar às demandas de cada rack individualmente e, por conseguinte, de todo o datacenter. Essa é uma metodologia bastante utilizada pelos projetistas para dimensionar os sistemas e os subsistemas do datacenter.

A imagem a seguir ilustra a relação estabelecida pela RLU e o rack no processo de dimensionamento do datacenter.



Localização

O local de instalação do datacenter talvez seja um dos fatores mais importantes a serem definidos em um projeto desse tipo, pois essa definição pode impactar diretamente os custos associados à operação, a disponibilidade do datacenter e a obtenção de mão de obra para sua manutenção.

Em relação aos **custos**, evidenciam-se as diferentes taxas cobradas pelas operadoras de energia elétrica e a necessidade de maior consumo de energia no processo de refrigeração em cidades com predominância de altas temperaturas.

Quanto à disponibilidade do datacenter, podemos destacar o impacto gerado pelas discrepâncias de qualidade de conexões ofertadas em diferentes cidades onde o datacenter pode ser instalado.

Em relação aos **recursos humanos**, é fundamental ao datacenter estar instalado em uma localidade com suficiente oferta de mão de obra para sua operação, tendo em vista a necessidade de pessoal qualificado para operá-lo, sob pena de elevar o seu grau de indisponibilidade.

A seguir, apresentamos uma lista com os principais aspectos que devem ser considerados na escolha do local de instalação do datacenter:

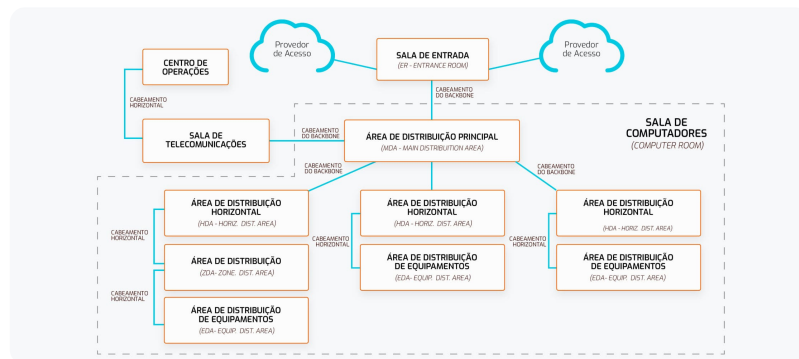
- Custo da energia.
- Riscos relacionados a desastres naturais.
- Interferência eletromagnética.
- Vibração.
- Clima.
- Recursos humanos.
- Outros.

Espaço físico

A definição do espaço físico necessário para um datacenter comportar todos os sistemas contidos nele pode ser realizada de duas maneiras principais, que são:

1. Pela observação do número de pessoas que o datacenter deve suportar.
2. Por meio da contabilidade de racks que ocuparão o ambiente.

Além disso, o layout dos datacenters deve observar o que prescreve a norma TIA-942, cuja topologia típica está apresentada a seguir.



Topologia típica de um datacenter

Dessa forma, o espaço físico a ser utilizado pelo datacenter deve contemplar as necessidades dos racks nele instalados, os diversos ambientes previstos na arquitetura da norma TIA-942 e uma tolerância espacial para contemplar futuras instalações, de acordo com sua previsão de crescimento.

Conectividade

O cabeamento estruturado de um datacenter é fundamental à sua infraestrutura, uma vez que por meio dele que os dados trafegam entre os diversos dispositivos ali instalados.



Atenção

O projeto do cabeamento estruturado deve ser muito bem dimensionado, tanto em sua parte física quanto em sua parte lógica, para atender às demandas de tráfego de dados das aplicações em operação nesse ambiente.

A norma TIA-942 nos auxilia com diversas topologias de cabeamento estruturado para datacenter, com a finalidade de atender às necessidades de dados em geral, de voz e de imagem, levando em conta diversos critérios relacionados à eficiência energética e sustentabilidade.

Além disso, o projeto do datacenter deve se atentar à conectividade necessária entre a rede interna do datacenter e outras redes, como a internet, pois essa conexão é vital à sua operação, uma vez que sem ela não haverá conectividade entre as aplicações hospedadas naquele ambiente e o restante do mundo.

Sistema de energia

O sistema elétrico é, sem dúvida, **o sistema mais crítico do datacenter**. Uma falha nesse sistema implica falha de todo o datacenter. Por isso, ele deve ser projetado com o melhor nível de redundância possível, para suportar eventuais falhas da operadora de energia.

O sistema elétrico é projetado para atender à demanda energética dos dispositivos de TI e dos sistemas auxiliares necessários à operação do datacenter. Ademais, os níveis de redundância desse sistema são fundamentais à certificação TIER almejada pelo datacenter.

Os principais componentes do sistema elétrico de um datacenter são:

1

Nobreak

É um sistema de fornecimento secundário de energia elétrica, que opera durante a interrupção do fornecimento de energia pela fonte principal. É também conhecido pelo acrônimo **UPS** (*Uninterruptible Power Supply*).

2 Gerador de energia elétrica

É um dispositivo utilizado para a conversão da energia mecânica, química, ou outra forma de energia, em energia elétrica. Para datacenter, utilizamos principalmente os geradores a diesel, por serem mais rápidos no processo de estabilização energética.

3

Banco de baterias

É o conjunto de baterias, normalmente ligado ao sistema nobreak gerador, para suprir a demanda energética do datacenter até que o sistema primário ou secundário de energia entre em ação.

4

Cabeamento elétrico

É o cabeamento dimensionado para conduzir a energia elétrica entre os diversos dispositivos do datacenter, de forma segura e com mínima perda de energia.

5

Quadros de força

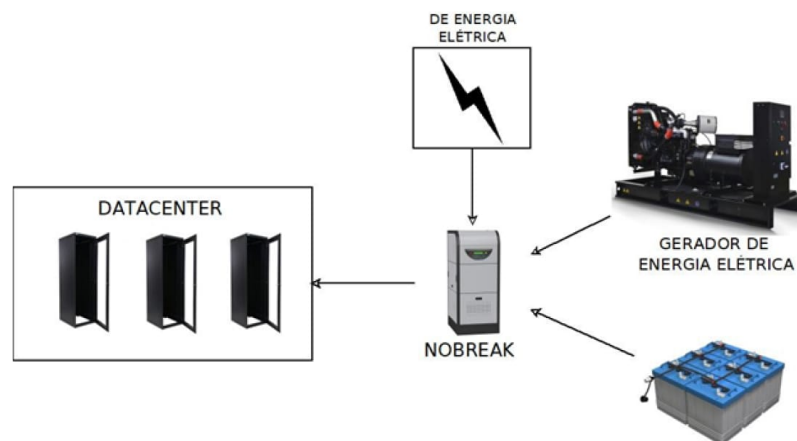
É o local com um conjunto de chaves para direcionar a condução de energia e efetuar a proteção energética dos dispositivos do datacenter.

6

Operadora de energia elétrica

É a fonte principal de energia do datacenter.

A imagem a seguir ilustra o sistema de alimentação energética de um datacenter, em que podemos observar o nobreak como peça central, responsável por chavear a alimentação elétrica entre o sistema principal, representado pela operadora de energia elétrica, e o sistema de alimentação secundária, composto pelo próprio nobreak, banco de baterias e gerador.



Sistema de alimentação energética de um datacenter.

Sistema de refrigeração

O sistema de refrigeração é o responsável por manter o clima dentro do datacenter nas condições necessárias ao funcionamento dos dispositivos de TI. Para isso, ele precisa absorver o calor gerado pelos próprios equipamentos de TI, pelos sistemas secundários e pelo ambiente.



Atenção

A refrigeração é fundamental à operação dos equipamentos de TI, pois o aquecimento pode paralisar máquinas e interromper o funcionamento do datacenter. Além disso, o sistema de refrigeração é um dos maiores consumidores de energia de um datacenter, por isso, também deve haver grande preocupação em elevar sua eficiência energética.

É recomendado que o datacenter opere com um sistema de ar-condicionado de precisão, pois, diferentemente dos equipamentos comuns, os condicionadores de ar utilizados nesses ambientes devem possuir alta eficiência no controle da temperatura, qualidade e umidade do ar.

Segundo a Norma TIA-942, os parâmetros a seguir são referência para boa operação dos equipamentos de TI em ambientes de datacenter:

- Temperatura de Bulbo Seco (TBS): 20°C (68°F) até 25°C (77°F).
- Umidade Relativa: 40% até 55%.
- Máximo ponto de orvalho: 21°C (69,8°F).
- Máxima variação de temperatura por hora: 5°C (9°F).

Em sua maioria, os datacenters são refrigerados a ar, o que implica a necessidade dos racks, que suportam os equipamentos de TI, de possuírem geometria adequada à circulação desse ar, para que haja o resfriamento correto nas máquinas nele instaladas.

Ferramentas de planejamento de projeto

Ferramentas de planejamento para auxiliar o projeto de construção, ou ampliação de um datacenter, são fundamentais para o seu correto dimensionamento. Elas auxiliam os projetistas a serem mais assertivos na definição dos principais fatores de decisão do projeto.

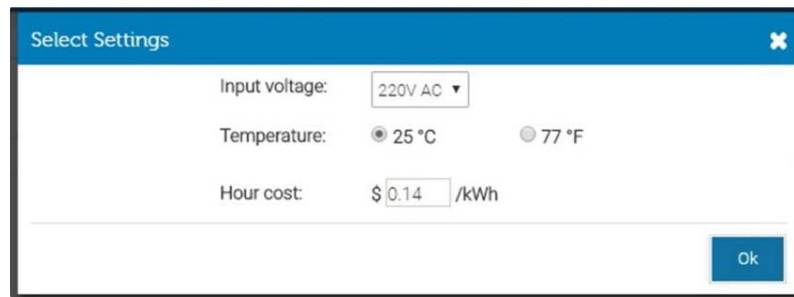


Comentário

O DellEMC Enterprise Infrastructure Planning Tool (Dell EIPT) é uma das diversas ferramentas existentes no mercado para estimar o consumo de energia e a necessidade de refrigeração associada a um conjunto de racks, que comportam os equipamentos de TI em um ambiente de datacenter.

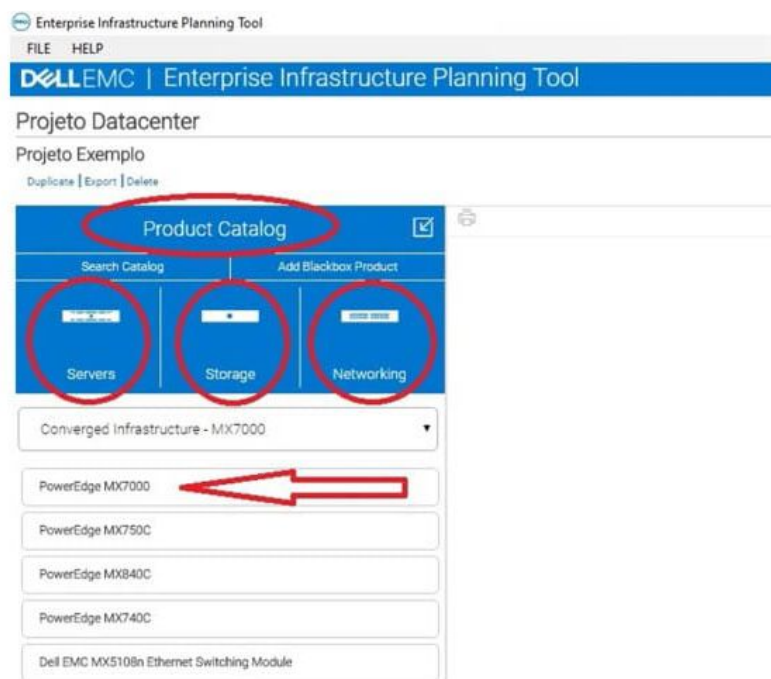
Por intermédio dessa plataforma é possível realizar o planejamento de consumo de energia, a necessidade de sustentação do piso e a demanda de refrigeração associada ao datacenter. Isso é feito por meio do somatório das necessidades individuais dos equipamentos de TI inseridos no projeto.

Além disso, a ferramenta nos permite configurar o tipo de entrada de energia dos dispositivos, a temperatura do ambiente onde o datacenter está instalado e o custo do KWH cobrado pela operadora de energia elétrica da região. A imagem a seguir ilustra essas opções, disponíveis na barra superior do programa.



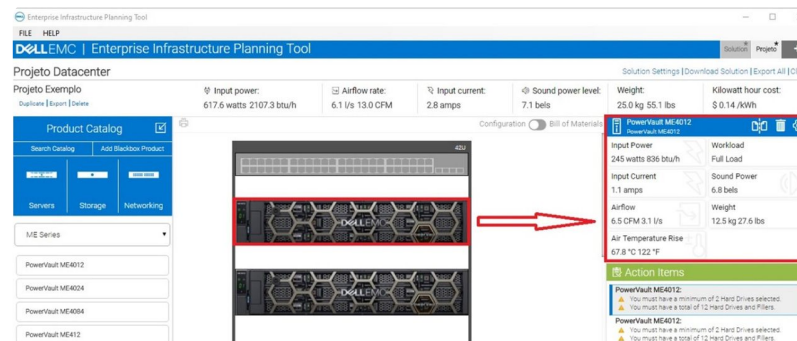
Opções do programa Dell EIPT.

A imagem a seguir ilustra a tela inicial desse programa, evidenciando-se o catálogo de produtos que podem ser utilizados, com 3 (três) tipos de dispositivos: servidores, storages e equipamentos de rede. Além disso, uma vez selecionado o tipo de dispositivo, será apresentada uma lista de equipamentos que podemos utilizar em projetos realizados no Dell EIPT.



Tipos de dispositivos do programa Dell EIPT.

Após a inserção de um dispositivo, podemos observar as características técnicas dele, por meio do painel apresentado à direita, bastando, para isso, clicar no dispositivo que desejamos analisar. A imagem a seguir mostra as características do Storage PowerVault ME4012, adicionado ao rack padrão de 42U.



Características do Storage PowerVault ME4012.

Ao clicar no rack do projeto em construção, vemos o somatório das necessidades de todos os equipamentos nele incluídos. A consolidação das necessidades de todo projeto pode ser obtida na faixa superior do painel do Dell EIPT.

A próxima imagem evidencia as necessidades do rack 02 (rack da direita), que possui 1(um) switch e 2(dois) storages instalados. Além disso, a imagem mostra as necessidades globais do projeto, que envolvem a utilização de dois racks, conforme apresentado na barra superior do painel.



Características do Storage PowerVault ME4012.



Comentário

Outra funcionalidade do programa é a possibilidade de exportar o projeto para arquivos de leitura. Nesses arquivos é viável obter um relatório com todas as necessidades dos equipamentos de TI individualizados, de todos os racks envolvidos no projeto, em que é apresentado o somatório das características individuais das máquinas nele instaladas e, por fim, as características do projeto como um todo.

Assim, as ferramentas de planejamento para datacenter, como o *Dell EMC Enterprise Infrastructure Planning Tool*, tornam os projetistas desses ambientes mais assertivos quanto às suas necessidades.

Essa assertividade é fundamental para reduzir a probabilidade de erros de projetos em seu início, uma vez que o incorreto dimensionamento do datacenter pode acarretar desperdício de recursos financeiros devido ao superdimensionamento, ou à própria indisponibilidade de operação do datacenter, caso ele venha a ser subdimensionado em fatores críticos como refrigeração, energia e espaço físico.

Como planejar a instalação de equipamentos no rack

Veja a seguir como planejar a instalação dos equipamentos no rack e que parâmetros de projeto a ferramenta disponibiliza. Vamos lá!



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.

Gestão de Projetos



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Sistema de energia



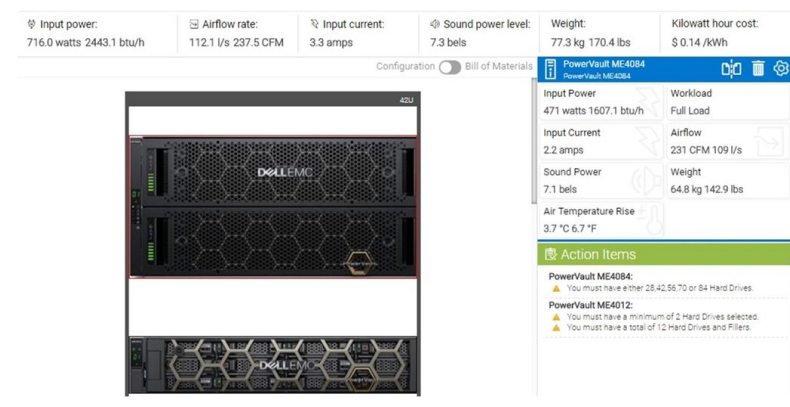
Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para assistir ao vídeo.

Verificando o aprendizado

Questão 1

Considere um novo rack contendo um servidor Dell ME4084 e um storage Dell ME 4012, conforme apresentado na imagem a seguir.



Segundo a ferramenta **Dell Enterprise Infrastructure Planning Tool** que analisa esse projeto, qual o consumo total de potência associado à inserção desse rack no datacenter?

A

471W

B

1607,1W

C

716,0W

D

2443.1W

E

179,0W



A alternativa C está correta.

A imagem mostra as necessidades globais do projeto, que envolvem a utilização de dois racks, sendo apresentadas na barra superior do painel.

Questão 2

Qual a corrente elétrica adicional que será inserida nos cabos de energia que alimentam o datacenter?

A

2,0 Amperes.

B

2,5 Amperes.

C

3,0 Amperes.

D

3,3 Amperes.

E

3,7 Amperes.



A alternativa D está correta.

Essa figura mostra as necessidades globais do projeto, que envolvem a utilização de dois Racks, sendo apresentadas na barra superior do painel.

Considerações finais

Neste conteúdo, apresentamos os conceitos fundamentais do datacenter, passando por suas classificações, seus sistemas e sua importância em projetos desse tipo. Também mostramos os principais componentes de TI que ocupam esses ambientes e suas respectivas funções.

Além disso, aprendemos como os datacenters são classificados quanto à disponibilidade de acesso e ao processo de certificação associado a esse critério, que engloba muitas variáveis.

Por fim, conhecemos técnicas de gestão de projetos, os princípios fundamentais do projeto e uma ferramenta que auxilia no dimensionamento do datacenter.

Podcast

Para encerrar, ouça sobre os principais subsistemas de um datacenter e suas principais características.



Conteúdo interativo

Acesse a versão digital para ouvir o áudio.

Explore +

Realize o Download da última versão da norma técnica ANSI TIA-942 para verificar in loco o processo de certificação de datacenter. O download desse documento e de outras informações úteis pode ser realizado por meio do portal TIA ONLINE.

Referências

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a internet**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

MARIANO, D. C. B. **Infraestrutura de TI**. Grupo A Educação S.A., 2020.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. **Redes de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson Universities, 2011.

VERAS, M. **Datacenter: componente central da infraestrutura de TI**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

_____. **Virtualização: componente central do datacenter**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

_____. **Cloud Computing: a nova arquitetura de TI**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.