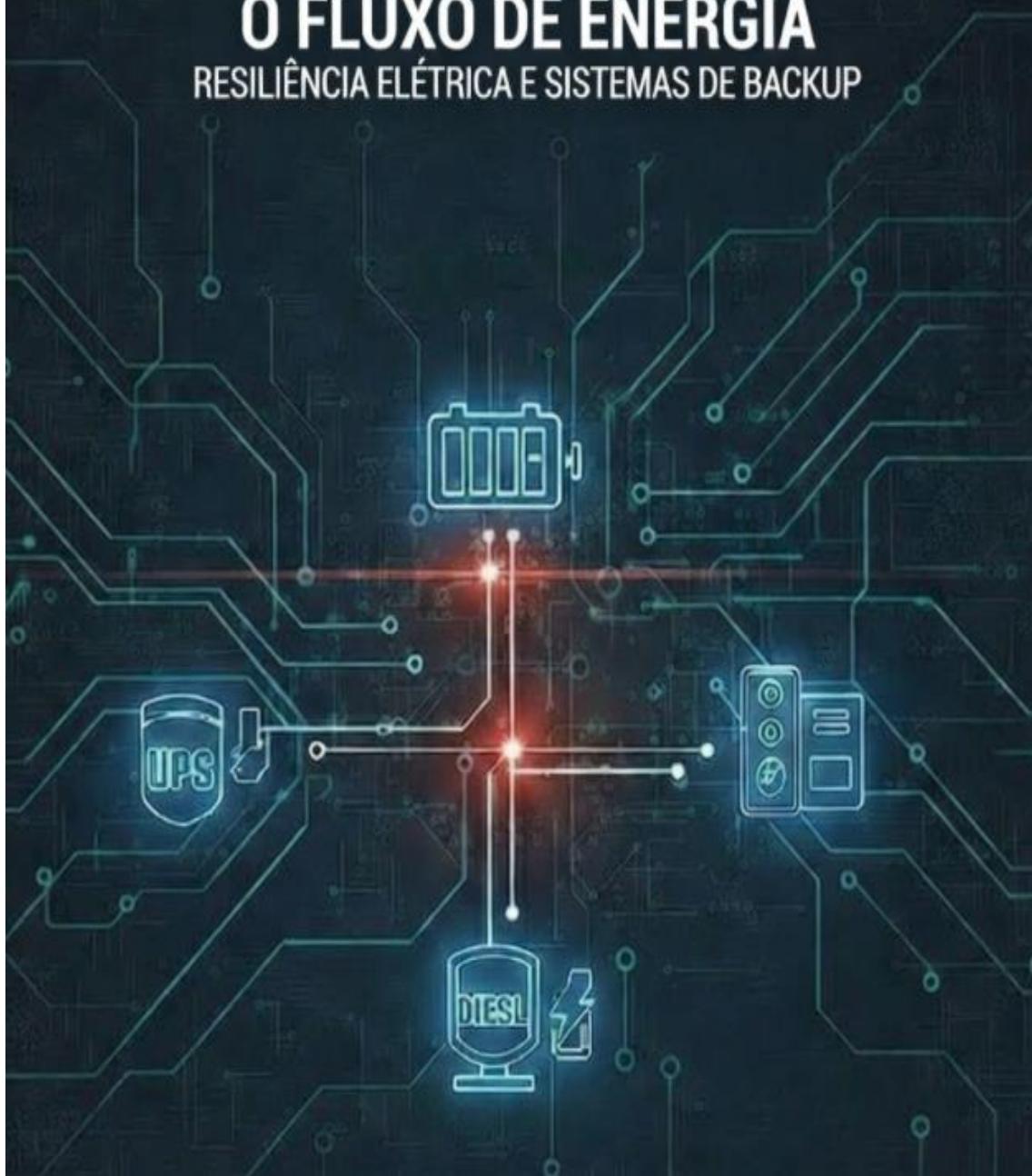


BIBLIOTECA OPERACIONAL DE DATA CENTERS

VOLUME 2

O FLUXO DE ENERGIA

RESILIÊNCIA ELÉTRICA E SISTEMAS DE BACKUP



Sumário Executivo: Volume 2

Este volume mergulha nos sistemas físicos que compõem o Data Center. O objetivo é fornecer ao Engenheiro Operacional a visão sistêmica necessária para entender como cada componente sustenta a disponibilidade do site.

- **Prefácio: A Fortaleza Viva**
- **2.1. Tiers e a Arte da Manutenção:** A arquitetura que suporta o *uptime*.
- **2.2. A Arquitetura Física:** Zonas de segurança, estanqueidade e o pleno de ar.
- **2.3. O Caminho da Energia:** O fluxo elétrico da concessionária ao rack.
- **2.4. Gestão Térmica:** O ciclo de vida do calor e a eficiência (PUE).
- **2.5. Proteção contra Incêndio:** Detecção precoce e supressão química.
- **2.6. O Cérebro da Operação:** A tríade BMS, EPMS e DCIM.
- **2.7. Armazenamento e Autonomia:** O papel das Baterias.
- **2.8. Grupogeradores:** A autonomia mecânica da fortaleza.
- **2.9. Checklist de Integridade da Fortaleza:** Protocolo de verificação sistêmica.
- **Glossário Técnico**

Prefácio: A Fortaleza Viva

Se o Volume 1 foi sobre o espírito do Guardião, o Volume 2 é sobre o corpo da Fortaleza. Entrar em um Data Center é entrar em um dos ambientes mais controlados e redundantes criados pelo homem. Aqui, as paredes não apenas sustentam o teto, elas barram interferências eletromagnéticas, resistem ao fogo e mantêm a estanqueidade térmica.

Neste volume, deixamos de lado o comportamento humano para mergulhar nos sistemas. Você aprenderá que um Data Center não "está" ligado, ele é mantido ligado por uma dança precisa entre mecânica, elétrica e lógica. O bom Analista Operacional não vê apenas um gerador ou um *chiller*, ele vê o fluxo da energia e a troca de calor como processos contínuos que nunca, sob hipótese alguma, podem ser interrompidos.

Bem-vindo ao coração da máquina. Onde a redundância é a lei e a manutenção é a religião.

2.1. O Labirinto da Disponibilidade: *Tiers* e Manutenção Concorrente

Muitos profissionais decoram as definições do *Uptime Institute*, mas poucos entendem como o *Tier* afeta o seu sono durante uma manutenção preventiva. A grande diferença entre os níveis não é apenas a quantidade de equipamentos, mas a capacidade de **Manutenção Concorrente**.

Tier II vs. Tier III: O Divisor de Águas

- **Tier II (Redundância de Componentes):** Você tem um gerador reserva e um UPS reserva, mas eles podem compartilhar o mesmo caminho elétrico (quadros, cabos, barramentos). Se você precisar dar manutenção em um barramento crítico, o site pode precisar de uma parada programada.
- **Tier III (Manutenção Concorrente):** Aqui nasce a tranquilidade do operador. O site possui múltiplos caminhos de distribuição (cabeamento e painéis independentes). Você pode desligar qualquer componente ou caminho para manutenção sem afetar a carga de TI. O sistema continua operando em "N" enquanto você trabalha no "+1".

O Suporte às Preventivas (Onde o Tier se paga)

A manutenção é o que garante que o Data Center chegue aos 10 ou 20 anos de vida útil.

- **Manutenção em Tier III/IV:** O sistema permite isolar um *Chiller* ou um *No-break* completamente via *Bypass* físico ou manobra de transferência de carga entre caminhos A e B. O Analista Operacional deve dominar as **Manobras de Isolamento** para garantir que, ao tirar um gigante da linha, o outro assuma sem oscilações.
- **O Risco da Manutenção:** Ironicamente, a maioria das paradas em Data Centers ocorre durante manutenções preventivas por erro humano ou falha de componentes no momento da manobra. Por isso, quanto maior o *Tier*, maior a proteção que o site oferece contra o erro do operador.

2.2. A Arquitetura da Fortaleza: Zonas, Estanqueidade e Proteção

Um Data Center não é um armazém de tecnologia; é um ambiente projetado para sobreviver a ameaças externas e internas. A arquitetura física é a primeira camada de proteção da disponibilidade.

Zoneamento e Barreiras Corta-Fogo

A inteligência do layout consiste em isolar riscos.

- **Segregação de Riscos:** Salas de baterias (risco químico/térmico) são separadas das salas de UPS, que por sua vez são separadas das salas de racks (TI).
- **Paredes e Portas Corta-Fogo (CF):** Não são apenas pesadas; elas possuem selagem intumescente que se expande com o calor. O Analista Operacional deve garantir que essas portas nunca fiquem abertas com "calços". Uma porta aberta anula a proteção de todo um setor.
- **Estanqueidade:** O ambiente deve ser estanque para manter a pressurização do ar condicionado e a eficácia de um eventual disparo de gás supressor de incêndio.

O Piso Elevado e o Pleno de Ar

Muitos veem o piso elevado apenas como um local para esconder cabos, mas ele é o **pulmão** do Data Center.

- **Pleno de Insuflamento:** O espaço entre a laje e o piso elevado serve como um duto gigante de ar gelado.
- **Integridade do Piso:** Cada placa retirada para manutenção deve ser recolocada ou sinalizada imediatamente. Placas faltando causam perda de pressão, fazendo com que o ar

gelado não chegue aos racks mais distantes (os chamados *Hot Spots*).

- **Passagens de Cabos (*Grommets*):** Buracos sem vedação no piso são "vazamentos de dinheiro" e eficiência térmica.

Áreas de *Staging* e Ante-salas

O *Bunker* deve ser mantido limpo.

- **Área de *Staging*:** É o local de transição. Equipamentos devem ser desembalados aqui. Papelão e plástico geram partículas e são combustíveis; por isso, nunca devem entrar na sala de racks.
- **Eclusas (*Man-traps*):** Garantem que a pressurização do ar e a segurança física não sejam rompidas. Nunca se abre as duas portas ao mesmo tempo.

2.3. O Caminho da Energia: A Corrente Sanguínea da Operação

Para o aspirante, a eletricidade parece mágica; para o experiente, ela é um fluxo que precisa ser domesticado. Vamos seguir o elétron desde a rua até o processador.

1. A Entrada da Concessionária e a Subestação

A energia chega em Alta ou Média Tensão para ganhar eficiência. O transformador do site reduz essa tensão para os níveis de consumo (ex: 380V ou 220V).

- **Ponto de Atenção:** O monitoramento começa aqui. Oscilações na entrada podem indicar problemas na rede externa que exigirão a partida dos geradores antes mesmo da queda total.

2. O Grupogerador (O Coração de Emergência)

Quando a concessionária falha, o gerador é quem assume o site.

- **O Ciclo de Partida:** Em média, um gerador deve estar pronto para assumir a carga em menos de 10 a 15 segundos.
- **O QTA (Quadro de Transferência Automática):** É o cérebro que percebe a falta de energia e ordena a troca de fontes. O Analista Operacional deve conhecer o comando manual deste quadro para casos de falha da lógica automática.

3. O UPS / No-Break (A Barreira Ininterrupta)

O gerador leva segundos para subir; o servidor não suporta milissegundos sem energia. O UPS limpa a energia e sustenta a carga via baterias durante a transição.

- **Dupla Conversão:** A energia da rua é convertida para DC (carregando baterias) e depois reconvertida para AC pura. O servidor nunca "vê" a energia bruta da rua.

4. PDU e Racks: A Entrega Final

A energia chega aos racks através de PDUs (*Power Distribution Units*).

- **Balanceamento de Fases:** Um erro comum de quem está no início é carregar demais uma fase da PDU e deixar outras vazias. Isso gera aquecimento nos cabos e ineficiência no UPS. A carga deve estar sempre equilibrada.

"Na infraestrutura, a simplicidade é o último grau da sofisticação. Quanto mais limpo o seu caminho elétrico e mais vedado o seu ambiente térmico, menor a chance de a física trabalhar contra você."

O Fluxo Lógico da Energia (Do Macro ao Micro)

Para facilitar a compreensão, imagine a energia como um rio que precisa chegar a milhares de pequenos portos (os servidores) sem nunca parar de correr.

1. **A Concessionária (Utility):** É a fonte primária. A energia chega "suja" e instável.
2. **A Subestação/Transformador:** Onde a voltagem é reduzida para níveis seguros de distribuição interna.
3. **O QTA (Quadro de Transferência Automática):** O "juiz" do sistema. Ele decide se a energia vem da rua ou se deve dar ordem de partida aos **Grupogeradores**.
4. **O UPS (No-break):** O filtro e a reserva imediata. Se o QTA falha ou o gerador ainda está a subir rotação, as baterias do UPS seguram a carga. É aqui que a energia se torna "pura" (onda senoidal perfeita).
5. **PDU (Unidade de Distribuição):** O centro de ramificação. Ele recebe o "tronco" de energia e divide em vários circuitos menores.
6. **STS (Static Transfer Switch - Opcional):** Um dispositivo ultra-rápido que permite trocar entre dois caminhos elétricos (A e B) em milissegundos sem desligar o servidor.
7. **PDU de Rack / Régua de Tomadas:** A entrega final no servidor.

2.4. Gestão Térmica: O Ciclo de Vida do Calor

Se a energia é o sangue, o sistema térmico é a respiração. Um servidor que aquece demais entra em *thermal shutdown* (desliga-se por segurança), o que para nós é um incidente. O objetivo aqui não é "fazer frio", mas **remover o calor**.

O Ciclo de Refrigeração (Onde o Calor vai?)

Existem duas formas principais de levar o calor para fora do Data Center:

1. **Expansão Direta (DX)**: Semelhante a um ar condicionado comum, mas de precisão. O gás refrigerante troca calor diretamente com o ar da sala. É comum em sites menores ou modulares.
2. **Água Gelada (*Chilled Water*)**: Um sistema mais complexo e eficiente para grandes sites.
 - **Chillers**: Máquinas gigantes (geralmente no telhado) que gelam a água.
 - **CRAH (Computer Room Air Handler)**: Unidades dentro da sala de máquinas que usam essa água gelada para resfriar o ar dos racks.

Dinâmica de Ar: Corredor Frio e Corredor Quente

A regra de ouro é: **Nunca misture o ar**.

- **Corredor Frio**: As frentes dos racks estão viradas uma para a outra. É aqui que o ar gelado é insuflado (pelo piso elevado ou dutos).

- **Corredor Quente:** As costas dos racks expelem o ar quente para um corredor isolado, de onde o ar é sugado de volta para as máquinas de ar condicionado.
- **Confinamento:** O uso de portas e tetos para isolar um dos corredores. Isso aumenta drasticamente a eficiência e evita os "Hot Spots" (pontos onde o ar quente fica estagnado).

O PUE (*Power Usage Effectiveness*)

Como Analista Operacional, você ouvirá muito este termo.

- **A fórmula:** Energia Total do Site / Energia Consumida pelo TI.
- O ideal é o mais próximo de **1.0**. Se o seu PUE é 2.0, significa que para cada 1W que o servidor usa, você gasta mais 1W apenas com luz e ar condicionado. Operação de excelência busca baixar o PUE através de uma gestão térmica impecável (fechar buracos no piso, usar placas cegas nos racks, etc.).

"Ar condicionado de Data Center não serve para o conforto humano, serve para a sobrevivência do silício. Se você sente frio na sala, o sistema está a trabalhar; se você sente conforto, o sistema pode estar a falhar."

2.5. Detecção e Combate a Incêndio: O Instinto de Sobrevivência

A regra de ouro em Missão Crítica é: Água e eletrônica não se misturam. Por isso, os sistemas de Data Center são projetados para atuar antes que a primeira chama apareça e para extinguir o fogo sem deixar resíduos.

Detecção Precoce (VESDA - *Very Early Smoke Detection Apparatus*)

Enquanto um sensor de fumaça comum espera que o fumo suba até ao teto, o **VESDA** é proativo.

- **Como funciona:** Uma rede de tubos espalhada pela sala aspira o ar constantemente e leva-o para uma câmara de análise a laser.
- **Sensibilidade:** Ele consegue detectar partículas invisíveis de pirólise (quando um cabo começa a aquecer antes de arder).
- **O papel do Operador:** Quando o VESDA alerta, o Analista Operacional tem a hipótese de localizar o componente em sobreaquecimento e isolá-lo antes que se torne um incêndio real.

O Combate por Agentes Limpos (Gás)

Se a detecção falhar e o fogo se confirmar, entra em cena a supressão por gás (FM-200, Novec 1230 ou Inergen).

- **Ação Química/Física:** Estes gases não "molham" o equipamento. Eles extinguem o fogo removendo o calor ou deslocando o oxigénio a um nível onde a vida humana ainda é possível, mas a combustão não.
- **O Disparo:** O gás é libertado sob alta pressão. É um evento violento e barulhento que exige que a sala esteja **estanque** (portas fechadas e ar condicionado em modo específico) para que a concentração do gás se mantenha e abafe o fogo.

Pre-Action (A Salvaguarda da Água)

Em áreas onde o uso de água é obrigatório por norma (como escritórios ou áreas de utilidades), usa-se o sistema ***Pre-Action***.

- Diferente do *sprinkler* comum, o tubo está seco. A água só entra na tubagem se dois eventos ocorrerem: detecção de fumaça e rompimento do bulbo térmico. Isso evita disparos acidentais por pancadas nos *sprinklers*.

2.6. O Cérebro da Operação: BMS, EPMS e DCIM

Um Analista Operacional não pode estar em todos os lugares ao mesmo tempo. Os sistemas de gestão são os seus "olhos digitais".

1. **BMS (Building Management System):** Foca-se nas utilidades prediais. É onde controla os *Chillers*, as bombas de água, os exaustores e a iluminação. É o sistema que garante que o prédio "respira" bem.
2. **EPMS (Electrical Power Monitoring System):** É o sistema de alta precisão para a elétrica. Monitoriza a qualidade da onda, harmônicas, consumo por fase e o estado dos disjuntores em tempo real.
3. **DCIM (Data Center Infrastructure Management):** É o nível mais alto. Integra a infraestrutura com o TI. Ajuda a planear onde colocar um novo servidor sem sobrecarregar a energia ou criar um ponto quente.

"O sistema de combate a incêndio é a sua última linha de defesa. Se ele disparar, o projeto falhou na detecção. O bom operador resolve o problema no alerta do VESDA, nunca no disparo do gás."

2.7. Baterias: O Elo Mais Fraco (e Mais Vital)

Se o UPS é o cérebro que mantém a energia ininterrupta, as baterias são os seus músculos. Ironicamente, a maioria das falhas de UPS em Data Centers não ocorre por eletrônica, mas por falha nas baterias.

Tipologias Comuns

- 1. VRLA (Chumbo-Ácido):** As mais comuns. São seladas e de baixo custo inicial, mas sensíveis à temperatura. Cada 8°C acima dos 25°C corta a vida útil da bateria pela metade.
- 2. Lítio (Li-ion):** A nova fronteira. São mais leves, ocupam menos espaço e suportam mais ciclos de carga, mas exigem um sistema de gestão (BMS de bateria) muito mais rigoroso devido ao risco térmico.

O Fenômeno do "Caminho Aberto"

Uma bateria falha quase sempre no momento em que é solicitada. Se um único vaso (bateria) do banco "abrir" o circuito, todo o banco de baterias pode ficar indisponível, deixando o UPS sem suporte.

- **A Inspeção do Guardião:** Procure por estufamentos, oxidação nos bornes (zinabre) ou cheiro de ovo podre (liberação de gases).

2.8. Grupogeradores: A Autonomia da Fortaleza

Quando a concessionária falha por horas, o gerador é o que separa um Data Center funcional de um prédio escuro.

1. O Motor Diesel e a Rampa de Carga

O gerador é um motor de combustão acoplado a um alternador. O maior desafio é o "**Degrau de Carga**": o momento em que o gerador recebe o impacto de toda a energia do Data Center de uma só vez.

- Se a rampa for muito agressiva, a frequência cai e o UPS pode rejeitar a energia do gerador, voltando para as baterias.

2. Gestão de Combustível

O Engenheiro Operacional deve ser um mestre da logística de diesel.

- **Tanques de Dia (Daily Tanks):** Tanques menores dentro da sala de máquinas para consumo imediato.
- **Tanque de Granel:** A reserva externa. É vital monitorizar a qualidade do diesel; a formação de borra (micro-organismos) pode entupir filtros e parar o motor em plena crise.

3. Aquecimento de Bloco (*Pre-Heater*)

Um gerador de Data Center nunca está "frio". Ele possui resistências que mantêm o óleo e a água aquecidos. Isso garante que o motor atinja a rotação nominal em menos de 10 segundos. Se o bloco estiver frio, ele não pegará a tempo.

2.9. Checklist de Integridade da Fortaleza

Este protocolo deve ser executado periodicamente (ou durante a passagem de turno) para garantir que os sistemas críticos não perderam redundância ou eficiência.

Arquitetura e Estanqueidade

- [] **Portas Corta-Fogo:** Todas estão fechadas e sem calços?

- [] **Piso Elevado:** Existem placas abertas sem sinalização ou vedação?
- [] **Grommets:** As passagens de cabos estão vedadas para evitar fuga de ar?
- [] **Área de Staging:** Há presença de papelão ou material combustível na sala de TI?

Sistemas Elétricos

- [] **Painéis Elétricos:** Algum disjuntor apresenta ruído (fricção) ou calor excessivo (se houver termografia disponível)?
- [] **UPS:** O painel indica modo "Online"? Há alarmes de bateria ou bypass ativo?
- [] **PDU/Racks:** As fases estão balanceadas? (Verificar via EPMS ou leitura local).
- [] **Illuminação de Emergência:** Os blocos autônomos estão operacionais?

Gestão Térmica

- [] **Setpoints:** A temperatura de insuflamento está de acordo com o padrão do site?
- [] **Vazamentos:** Há sinais de umidade ou gotejamento sob as máquinas de ar (CRAC/CRAH) ou tubagens?
- [] **Confinamento:** As portas do corredor quente/frio estão fechadas e seladas?
- [] **Alarmes:** Alguma unidade de ar está em "Standby por falha"?

Proteção contra Incêndio

- [] **Painel de Incêndio:** Indica "Normal"? Alguma zona está em "Bypass" ou "Isolada"?
- [] **VESDA:** O display indica fluxo de ar normal e ausência de poeira/fumaça?
- [] **Cilindros de Gás:** Os manômetros indicam pressão na zona verde?

Baterias e Geradores

- [] **Baterias:** Há sinais visuais de estufamento ou corrosão (zinabre) nos bornes?
- [] **Gerador (Modo):** A chave de comando está em "Automático"?
- [] **Combustível:** O nível do tanque diário está acima de 80%?
- [] **Pre-Heater:** Ao tocar o bloco do motor (com cuidado), ele está aquecido?
- [] **Vazamentos de Fluido:** Há manchas de óleo ou aditivo sob o motor?

Glossário Técnico: O Idioma da Fortaleza

- **AC (Alternating Current):** Corrente Alternada. A forma de eletricidade que chega da concessionária e alimenta a maioria dos equipamentos.
- **ATS / QTA (Automatic Transfer Switch / Quadro de Transferência Automática):** Dispositivo que alterna a fonte de alimentação entre a concessionária e o gerador de forma automática.
- **BMS (Building Management System):** Sistema de gestão predial que controla utilidades como ar-condicionado, ventilação e iluminação.
- **CRAH (Computer Room Air Handler):** Unidade de tratamento de ar que utiliza água gelada para resfriar a sala de TI.
- **CRAC (Computer Room Air Conditioner):** Unidade de ar condicionado que utiliza expansão direta (gás refrigerante) para resfriar o ambiente.
- **DC (Direct Current):** Corrente Contínua. O tipo de energia armazenada nas baterias e utilizada internamente pelos servidores.
- **DCIM (Data Center Infrastructure Management):** Software que integra a gestão de ativos (TI) com a infraestrutura física (energia e climatização).
- **DX (Direct Expansion):** Expansão Direta. Sistema de refrigeração que usa gás refrigerante para troca térmica direta com o ar.

- **EPMS (Electrical Power Monitoring System):** Sistema focado no monitoramento de alta precisão de parâmetros elétricos e qualidade de energia.
- **FM-200 / Novec 1230:** Agentes limpos (gases) utilizados para extinção de incêndio sem danos aos equipamentos eletrônicos.
- **Grommets:** Vedações (escovas ou borrachas) colocadas nos cortes do piso elevado para evitar a fuga de ar gelado.
- **Hot Spot:** Ponto de calor excessivo localizado, geralmente causado por falha no fluxo de ar ou má distribuição de carga.
- **PDU (Power Distribution Unit):** Unidade que recebe energia em grande escala e a distribui em circuitos menores para os racks.
- **PUE (Power Usage Effectiveness):** Métrica de eficiência energética calculada pela divisão da energia total do site pela energia usada pelo TI.
- **STS (Static Transfer Switch):** Chave de transferência estática de altíssima velocidade, usada para alternar fontes elétricas sem desligar o hardware.
- **Tier:** Classificação do Uptime Institute que define o nível de redundância e disponibilidade de um Data Center.
- **VESDA (Very Early Smoke Detection Apparatus):** Sistema de detecção precoce de fumo por aspiração de ar a laser.
- **VRLA (Valve Regulated Lead Acid):** Tipo comum de bateria de chumbo-ácido regulada por válvula, selada e de baixa manutenção.