

# Datacenters – conceitos fundamentais

1. História
2. Requisitos gerais
3. Desafios emergentes
4. Normalização
5. Norma TIA-942
6. Layout geral de um datacenter
7. Organização em racks
8. Eficiência energética
9. Segurança

# História



# História



[www.ibm.com](http://www.ibm.com)



# História



[www.ibm.com](http://www.ibm.com)

# História



[www.ibm.com](http://www.ibm.com)

# História – 60’ e 70’

- Grandes salas de computadores.
- Operacionalidade do equipamento difícil.
- Infraestruturas físicas (arrefecimento, racks, chão falso,...)
- Existência de um “mainframe” para o cálculo mais exigente.
- Consumo elevado de energia, mas sem preocupações ambientais.
- Segurança: elevada, devido ao custo avultado dos computadores.
- Principal uso: fins militares.

# História – 80’ e 90’

- Popularização dos computadores e das “salas” adequadas
- Datacenters privados.
- Noção de “batch”, “server” e “time sharing”
- Desenho hierárquico assente em normas
- O “alarme” do bug do ano 2000!
- Principal uso: instituições bancárias e seguros. Empresas (multi)nacionais de média/grande dimensão.

# História – 2000'

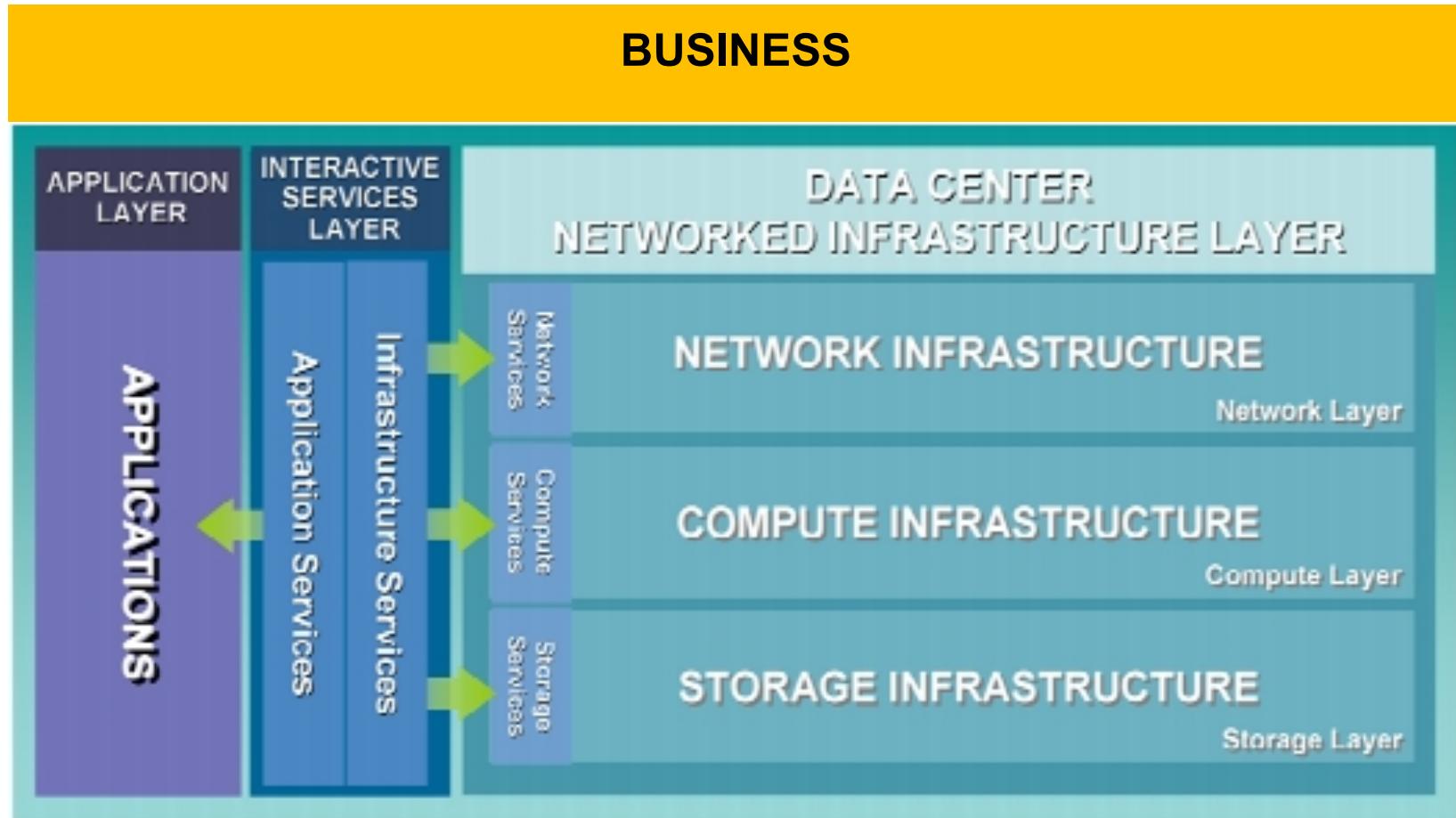
- O *boom* do “dot com” popularizou (ainda mais) os datacenters
- Alta disponibilidade, tolerância a falhas e afins.
- Negócios assentes em serviços informáticos e em datacenters
- Mais recentemente: “cloud” e a distribuição efetiva de datacenters
- Preocupações ambientais crescentes

# Enquadramento

*“Datacenter as a computer”*

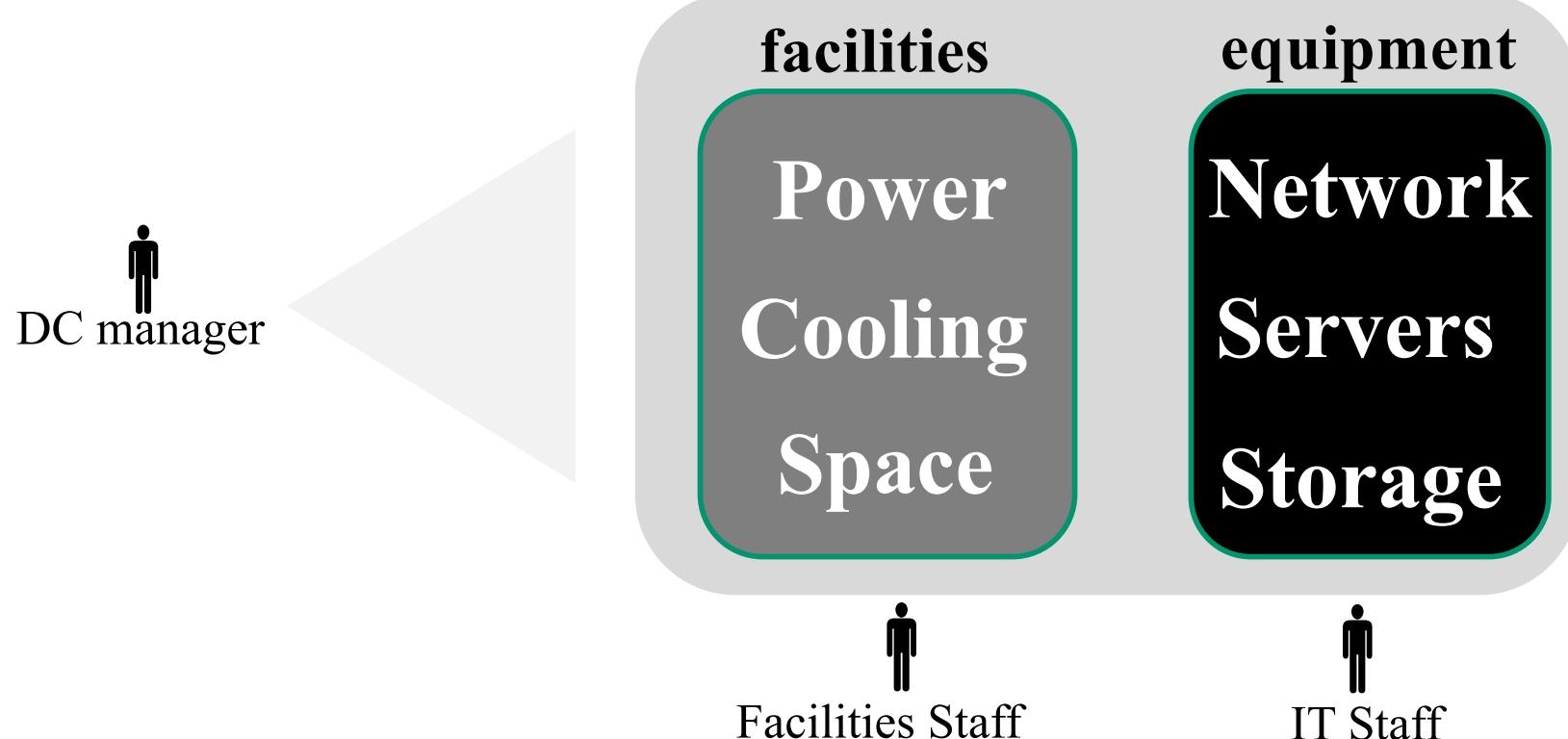


# Enquadramento

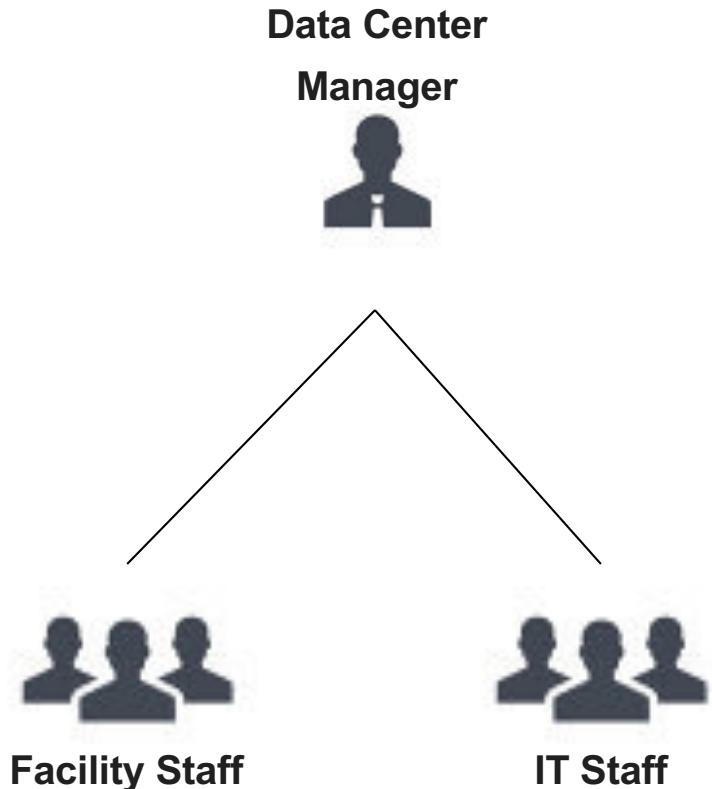


# Enquadramento

## Componentes essenciais de um datacenter moderno



# Enquadramento



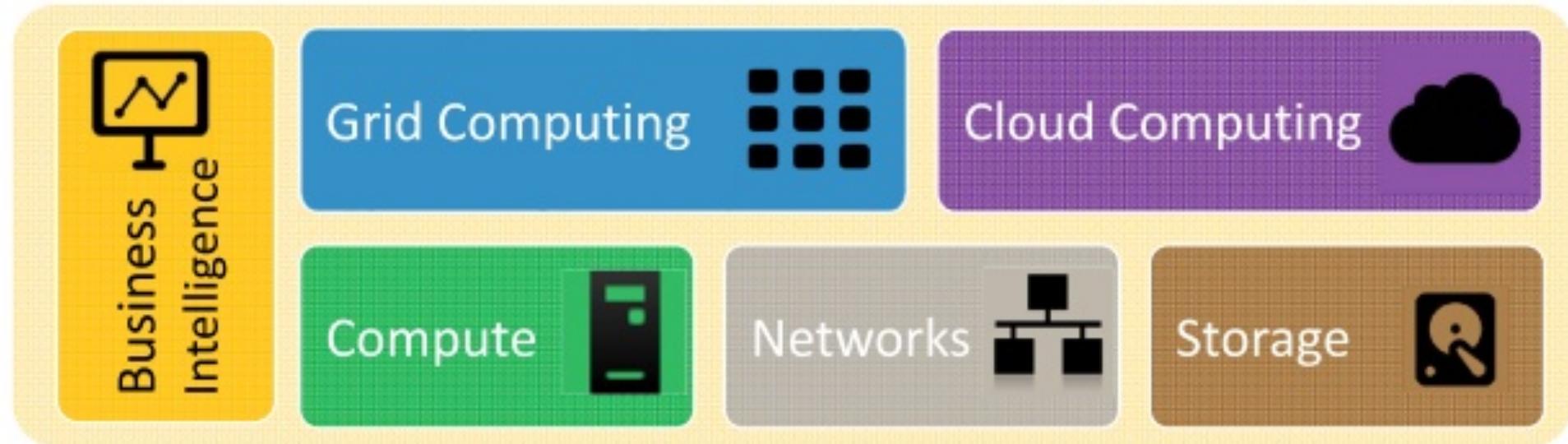
**DC Manager:** Responsável por todas as operações inerentes ao funcionamento do DC.

**DC Facility Staff:** Responsável pelas operações referentes às “facilities”, como sejam AVAC, energia e edifício.

**DC IT Staff:** Responsável pelas operações de TI no DC, como a gestão de sistemas operativos, storage e backups, entre outras,

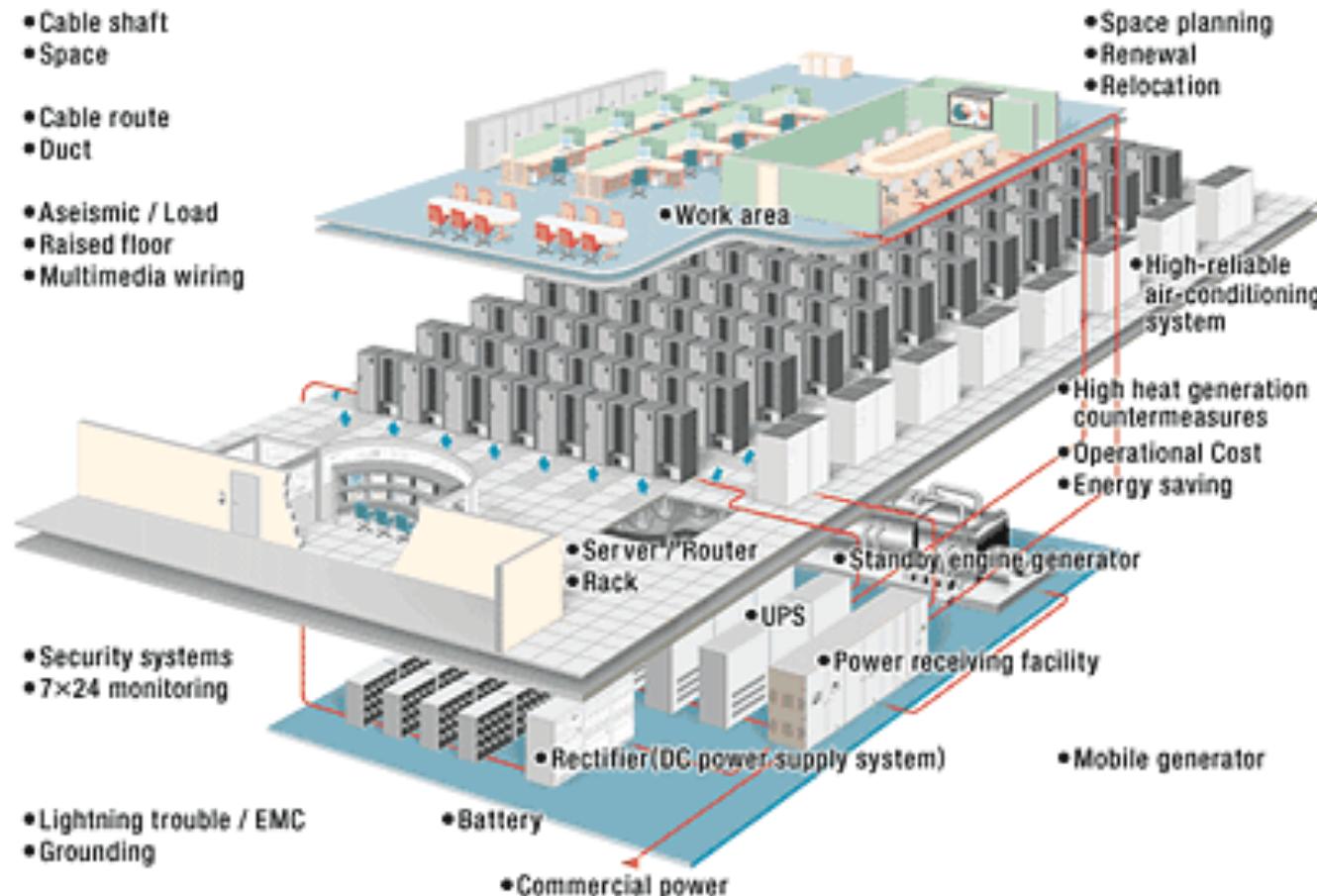
# Enquadramento

Áreas principais na gestão de datacenters – desafios



Challenges in Modern Data Centers Management; <http://webcourse.cs.technion.ac.il/>

# Visão global



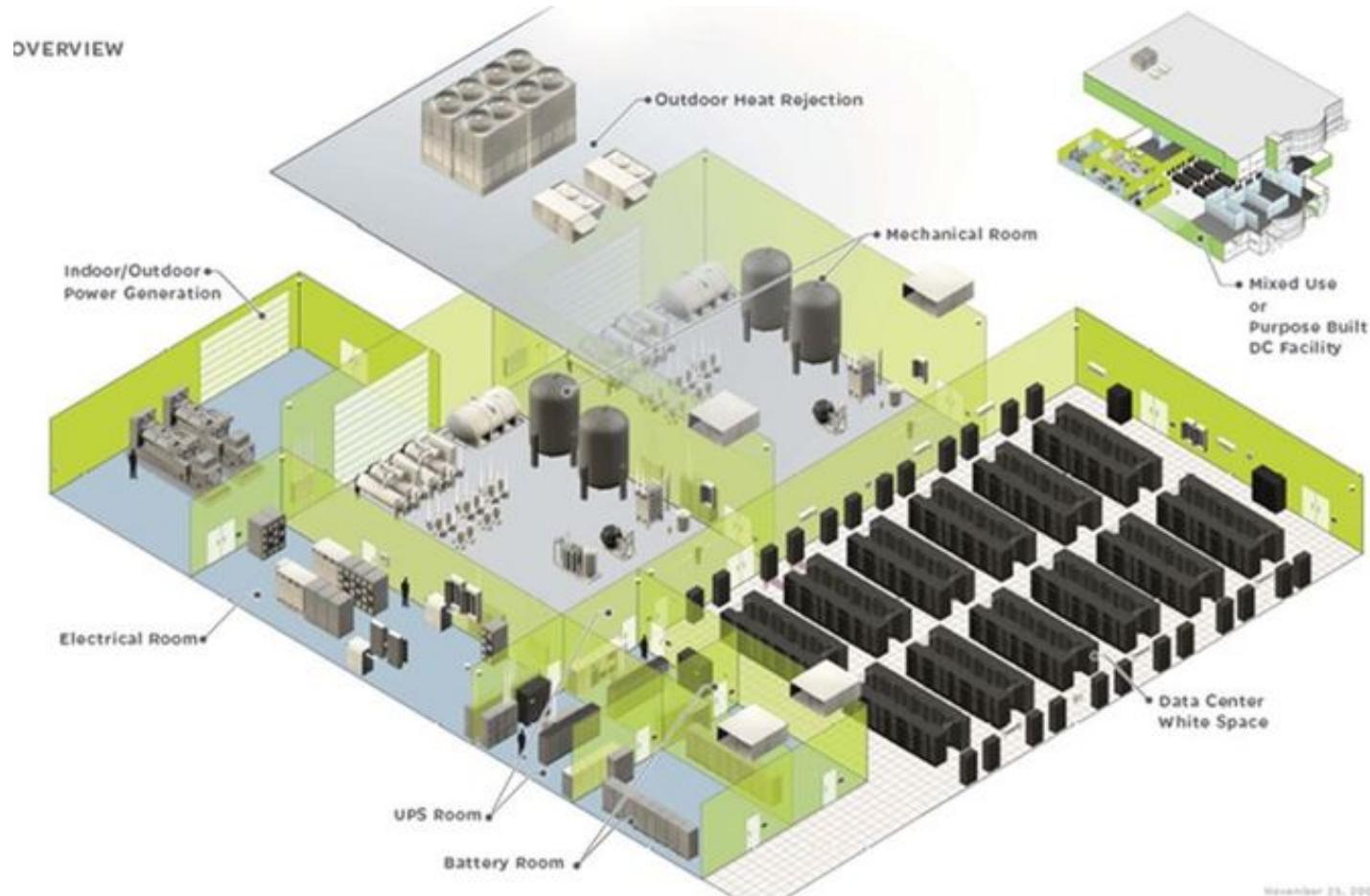
Operations room

Equipment room

Facilities

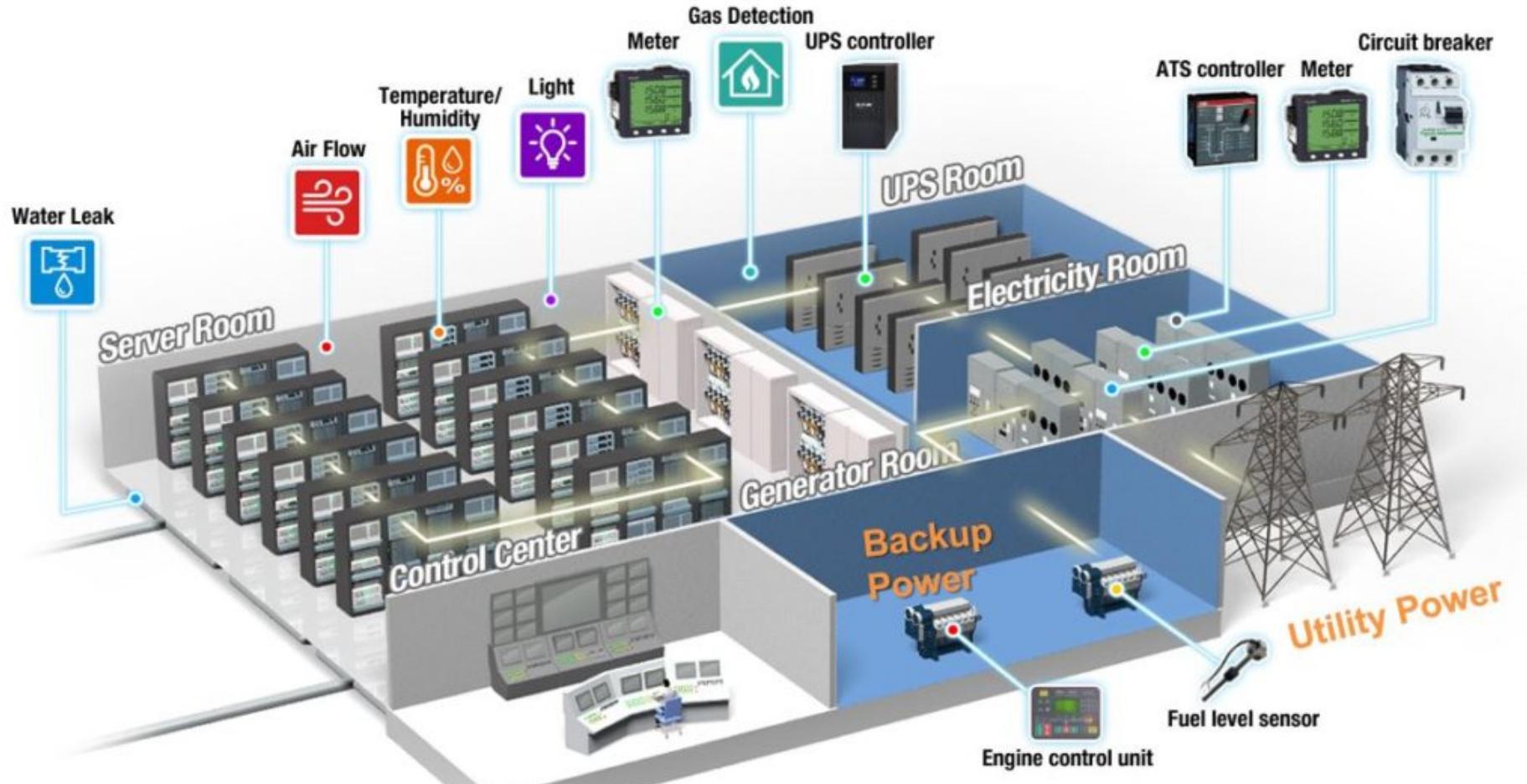
<http://www.ntt-f.co.jp>

# Visão global



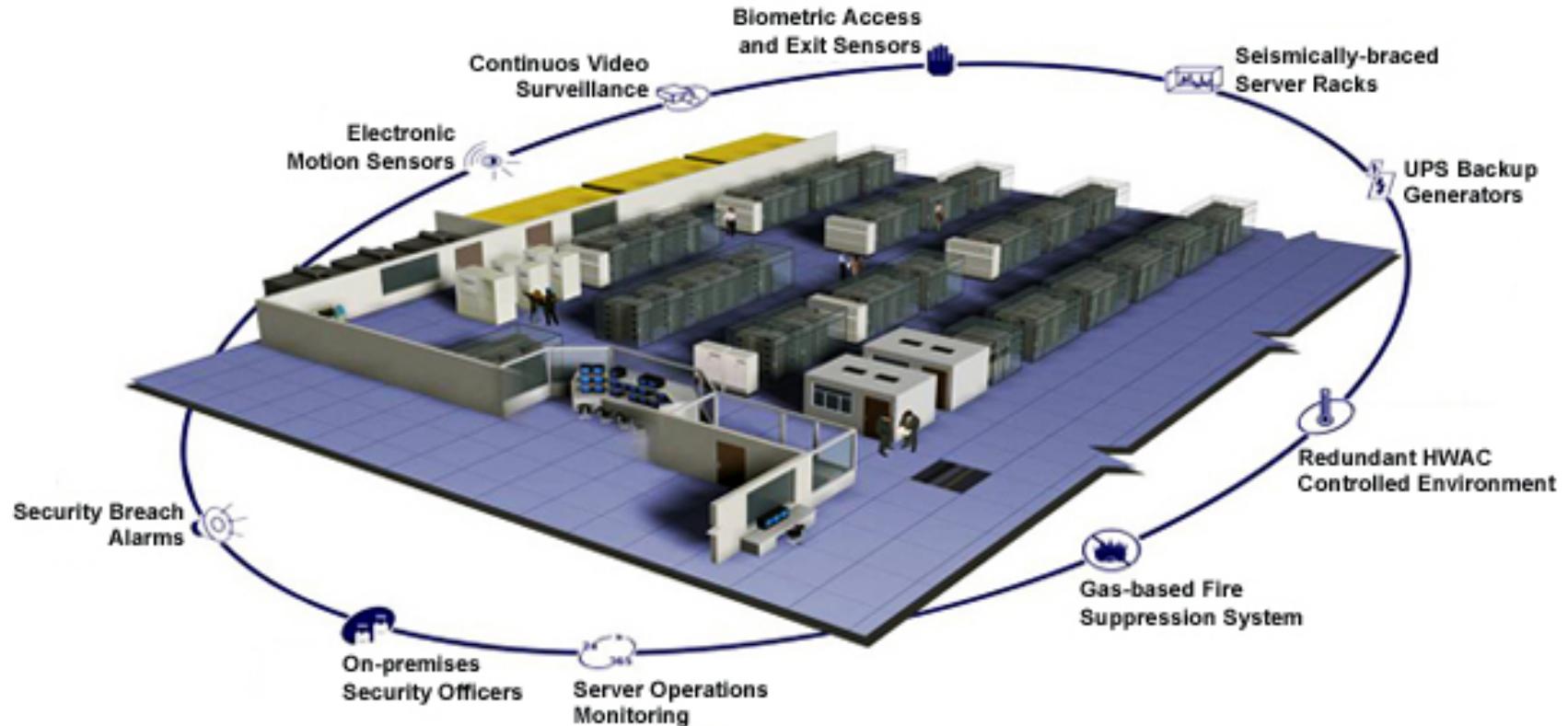
<https://www.neteon.net>

# Visão global



<https://www.neteon.net>

# Visão global



<http://www.ntt-f.co.jp>

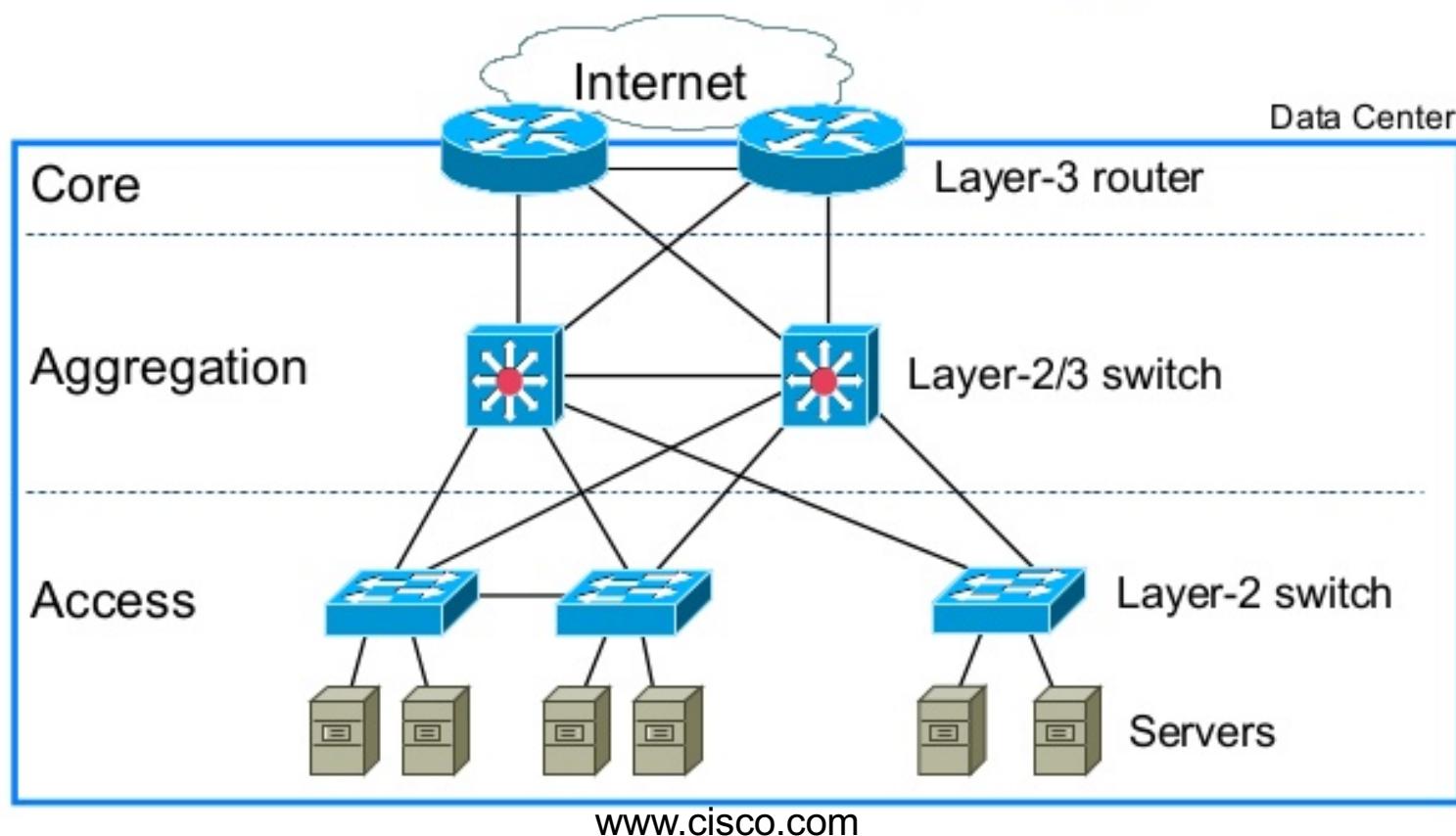
Deteção de incêndio  
Deteção de intrusões

Vigilância  
Operação  
Monitorização

24x7

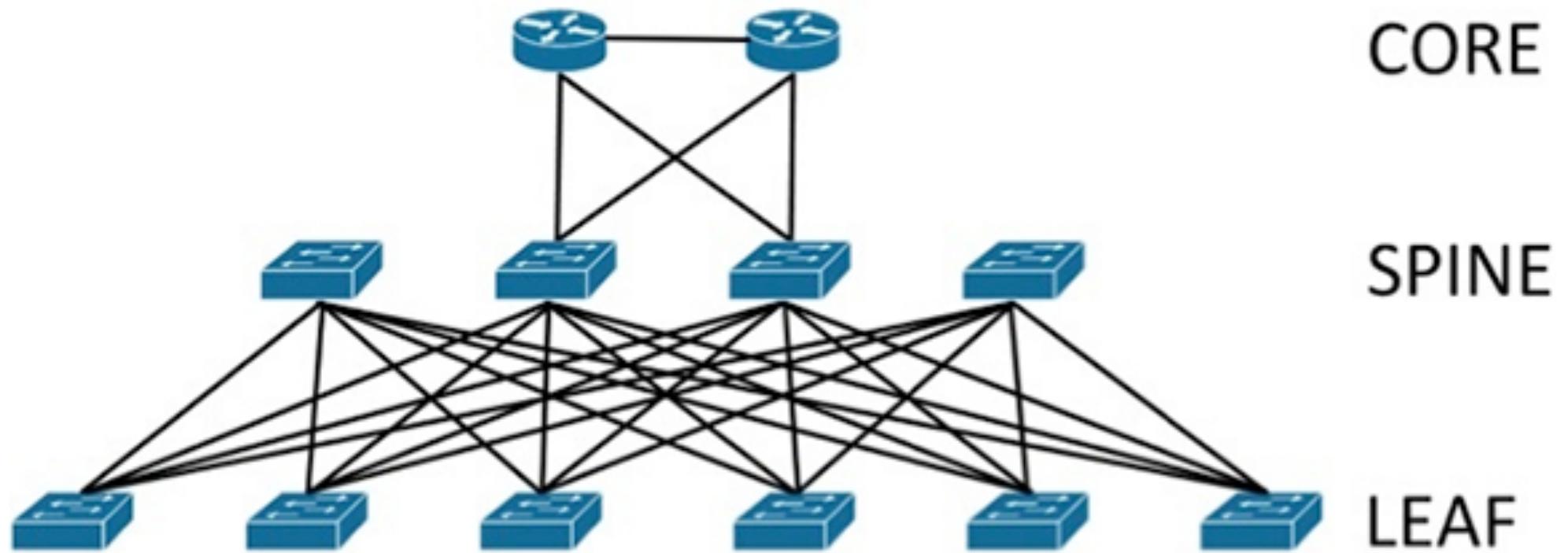
# Topologia de rede

## Topologia clássica: Three-Tier



# Topologia de rede

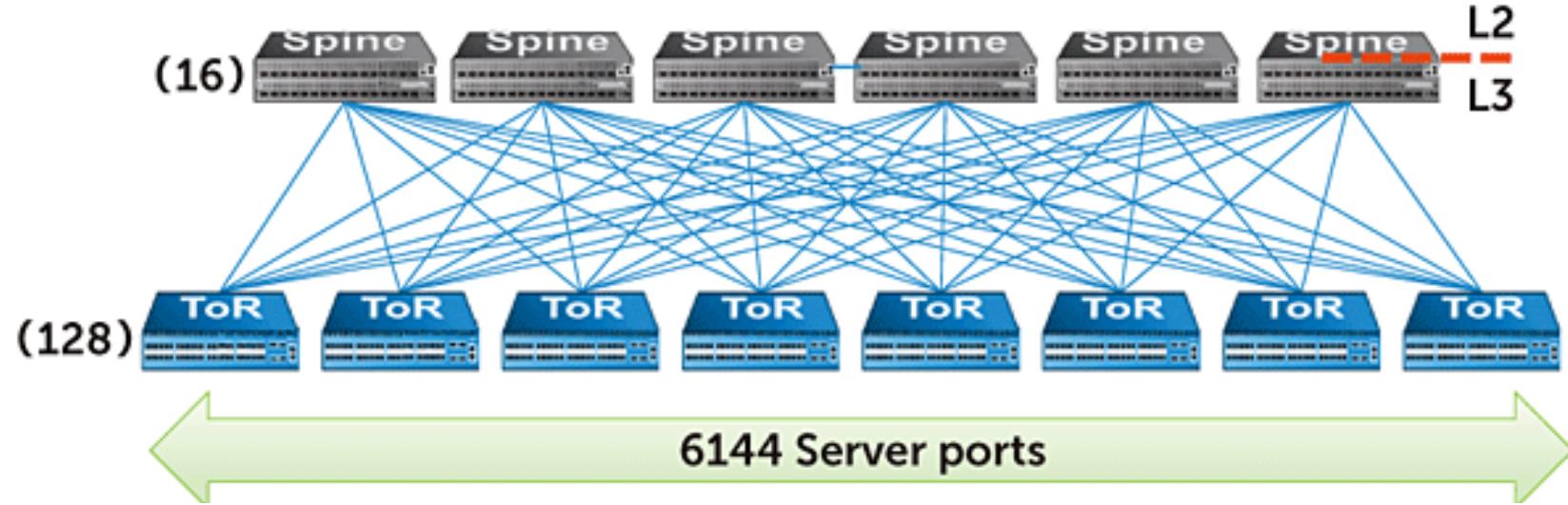
Topologia “spine-leaf” (fat-tree / Clos topology)



# Topologia de rede

- Access Layer = Leaf switches
- Full-mesh → access (leaf) + aggregation (spine)
- Implementação pode ser L2 ou L3:
- Encaminhamento por todas as portas (STP desativado)
- Escalabilidade considerável pelo efeito “fabric” (L2/L3)

# Topologia de rede

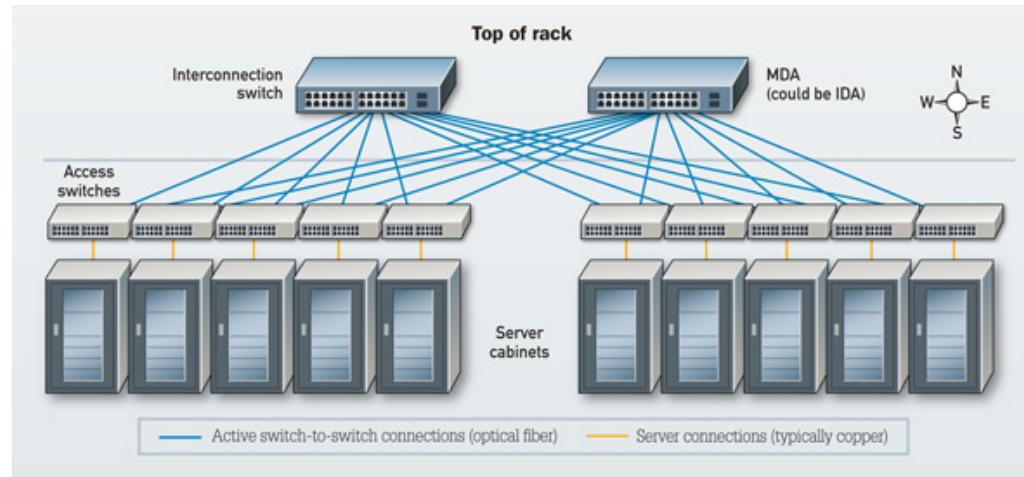


Top-of-Rack (ToR) agrega acesso dos servidores (leaf)

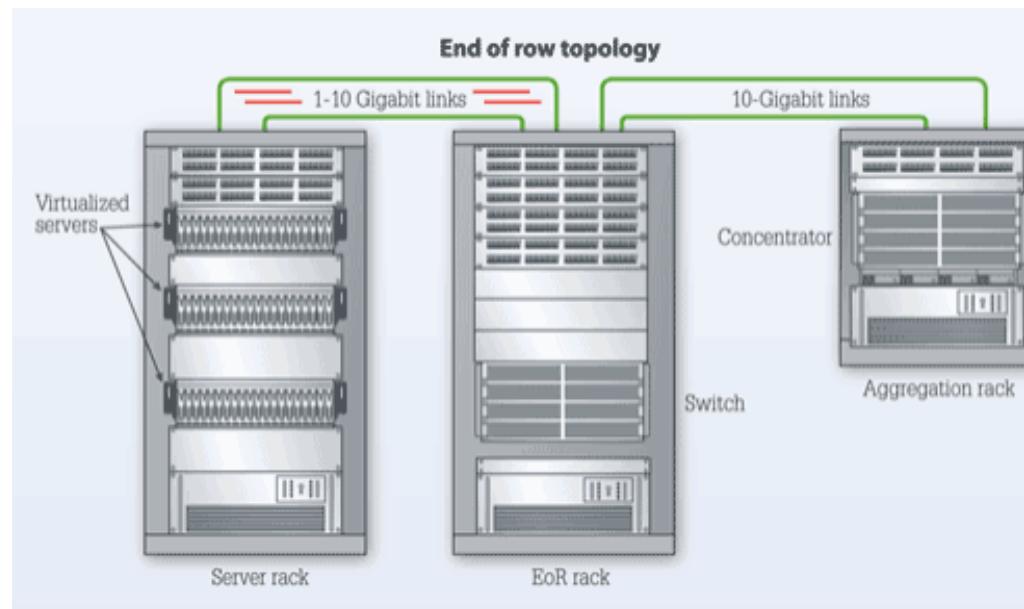
Estratégia alternativa a “End of Row”

Gestão centralizada e encaminhamento virtualizado (SDN)

# Topologia de rede



**Top of Rack (ToR)**



**End of Row**

# Topologia de rede

Multi-tier leaf-spine

Dcell

Hypercube

FiConn

Toroidal (ring-based)

Bcube

Jellyfish

CamCube

Scafida

Butterfly

Topologias implementadas em cenários específicos

# Topologia de rede

Um site



[www.google.com](http://www.google.com)

World wide



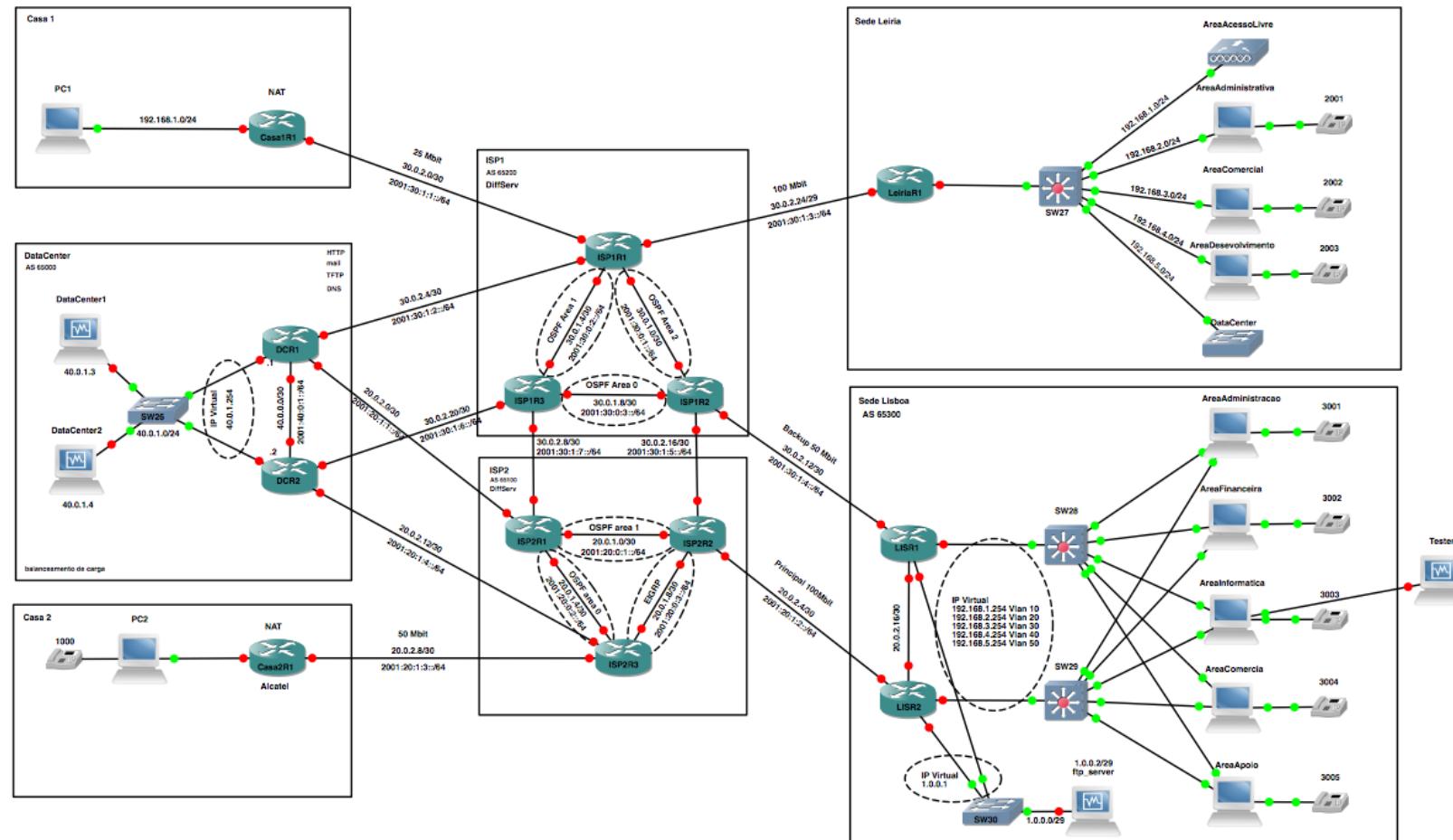
[www.google.com](http://www.google.com)



[www.claranet.pt](http://www.claranet.pt)

# Topologia de rede

Exemplo: Cenário prático no GNS3 com múltiplos sites



Rui Rodrigues, Hernani Gama; Trabalho prático das UCs de TAR e SvM; Ed.14/15

# Topologia de rede

## Alojamento físico num “condomínio”

- Cada inquilino (*tenant*) gere o seu espaço físico e facilities
- Algumas facilities são partilhadas
- CAPEX reduzido
- Preço do aluguer:
  - por m<sup>2</sup> utilizado
  - serviços disponíveis (portaria, energia, ...)
- Exemplo: itconic (<http://www.itconic.com>)

# Topologia de rede

## Alojamento em infraestrutura própria:

- Companhia é dona do espaço e faz a sua gestão
- Maior segurança e controlo de toda a infraestrutura
- CAPEX muito elevado
- Exemplo: grandes companhias (banca, seguros, ...)

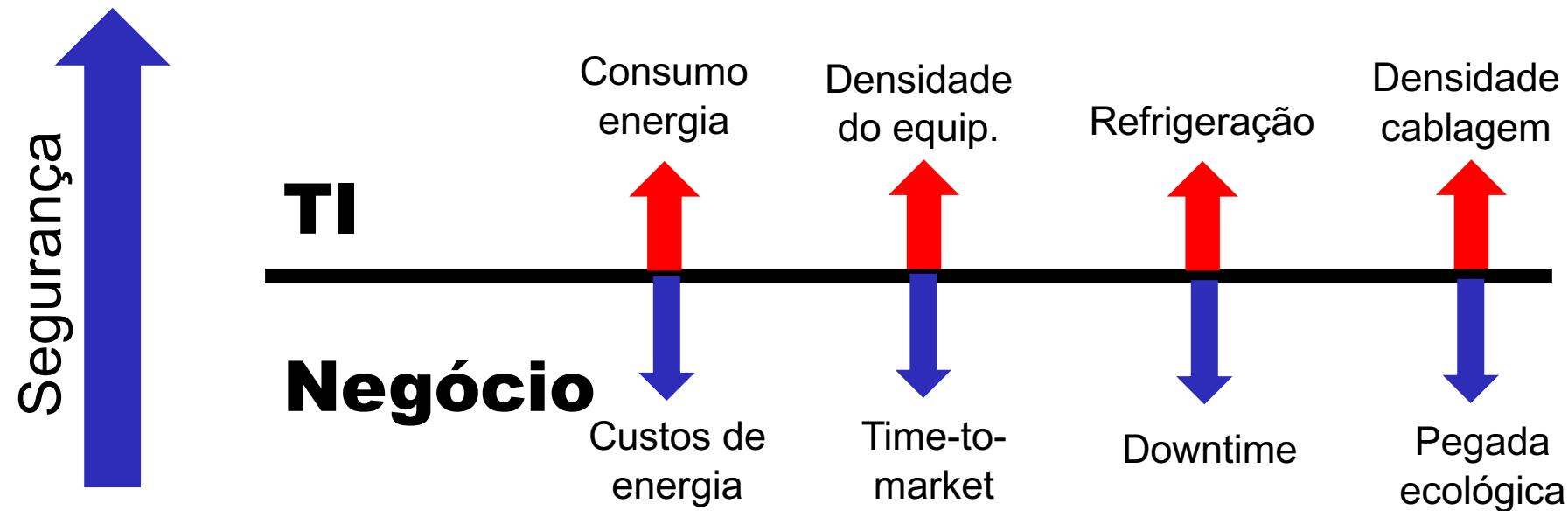
# Requisitos gerais

- *Business continuity*
- Segurança (infraestrutura e dados)
- Edifício, infraestrutura física e *facilities*: TIA-942
- Equipamentos de telecomunicações: Telcordia GR-3160
- Uso de normas no desenho, conceção e implementação
- Modularização e escalabilidade para prever crescimento
- “*lights-out datacenter*” ou “*dark datacenter*”
- Acesso remoto e monitorização

# Desafios no planeamento

- Localização física
- Aplicação eficiente das normas
- Dimensionamento do número de datacenters
- Definição de políticas de substituição de equipamento
- Virtualização
- Automatização (configuração, reserva de recursos, gestão de versões, processos, ...)
- Cuidados redobrados com a segurança

# Desafios no planeamento



# Desafios no planeamento

## Desenho modular

- Crescimento à medida das necessidades
- Escalabilidade da operação

## Freecooling

- Obter ar do exterior para arrefecimento
- Eficiência do processo de refrigeração
- Cumprir requisitos ASHRAE

## Certificações

- Uptime Tier:
  - Ao nível do design
  - Ao nível das facilities
- Certificação LEED
- Cerificação ambiental

**Visão integrada do edifício no ecossistema**

# Normalização

- “*Telecommunications Infrastructure - Standard for Data Centers: TIA-942*” <http://www.tia-942.org/>
- “*ANSI/NECA/BICSI -002 Data Center Design and Implementation Best Practices*”
- “*Label Standards – TIA-606*”
- “*Information technology –Generic cabling for customer premises - ISO/IEC 11801*”

# Normalização

- “*Information Security Management System Standard: ISO 27001*” - <http://www.iso.org>
- “*ISO 50001:2011 Energy Management System Standard*” - <http://www.iso.org>
- “*ITIL -Information Technology Infrastructure Library*” (*best practices*)
- “*Information technology - Service management: ISO 20000*” - <http://www.iso.org>

# Normalização: TIA-942 - componentes

**Layout, espaços e facilities**

**Infraestrutura de cablagem**

**Níveis de fiabilidade**

**Considerações ambientais**

# Normalização: TIA-942 – componentes

## Cablagem

- cobre e fibra óptica
- conectores e cabos
- equipamentos de interligação
- distâncias dos cabos
- gestão do espaço

## Facilities

- dimensionamento do datacenter
- metodologia de gestão de energia
- caminhos de cabos e espaços
- AVAC, segurança e operações
- gestão do espaço e escalabilidade

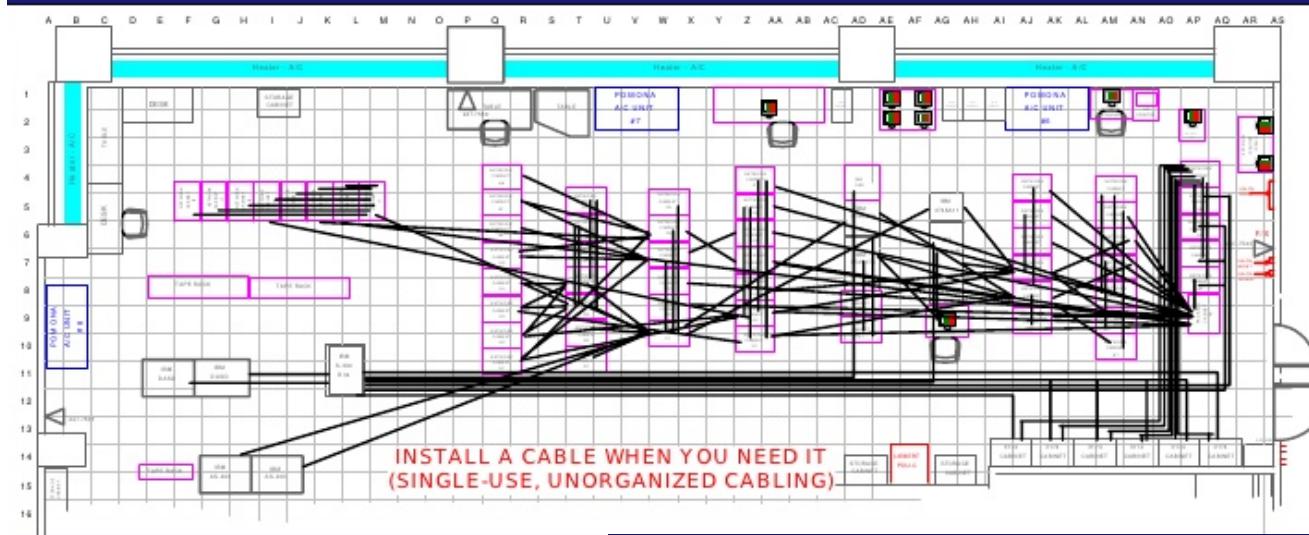
## Rede

- suporte de sistemas legados
- uso de tecnologias emergentes

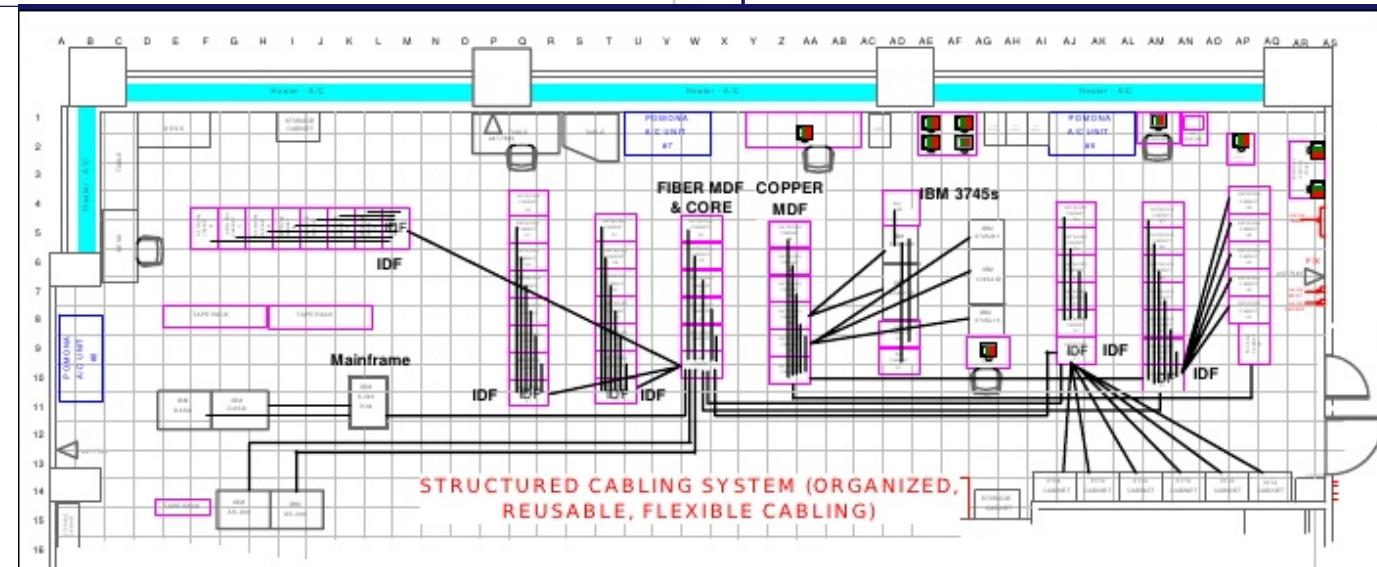
## Anexos (com boas práticas)

- Annex A Cabling Design Considerations
- Annex B Telecom infrastructure Admin
- Annex C-Access provider information
- Annex D - Coordination of equipment plans with other engineers
- Annex E - Data center space considerations
- Annex F - Site selection

# Normalização: TIA-942 - cablagem

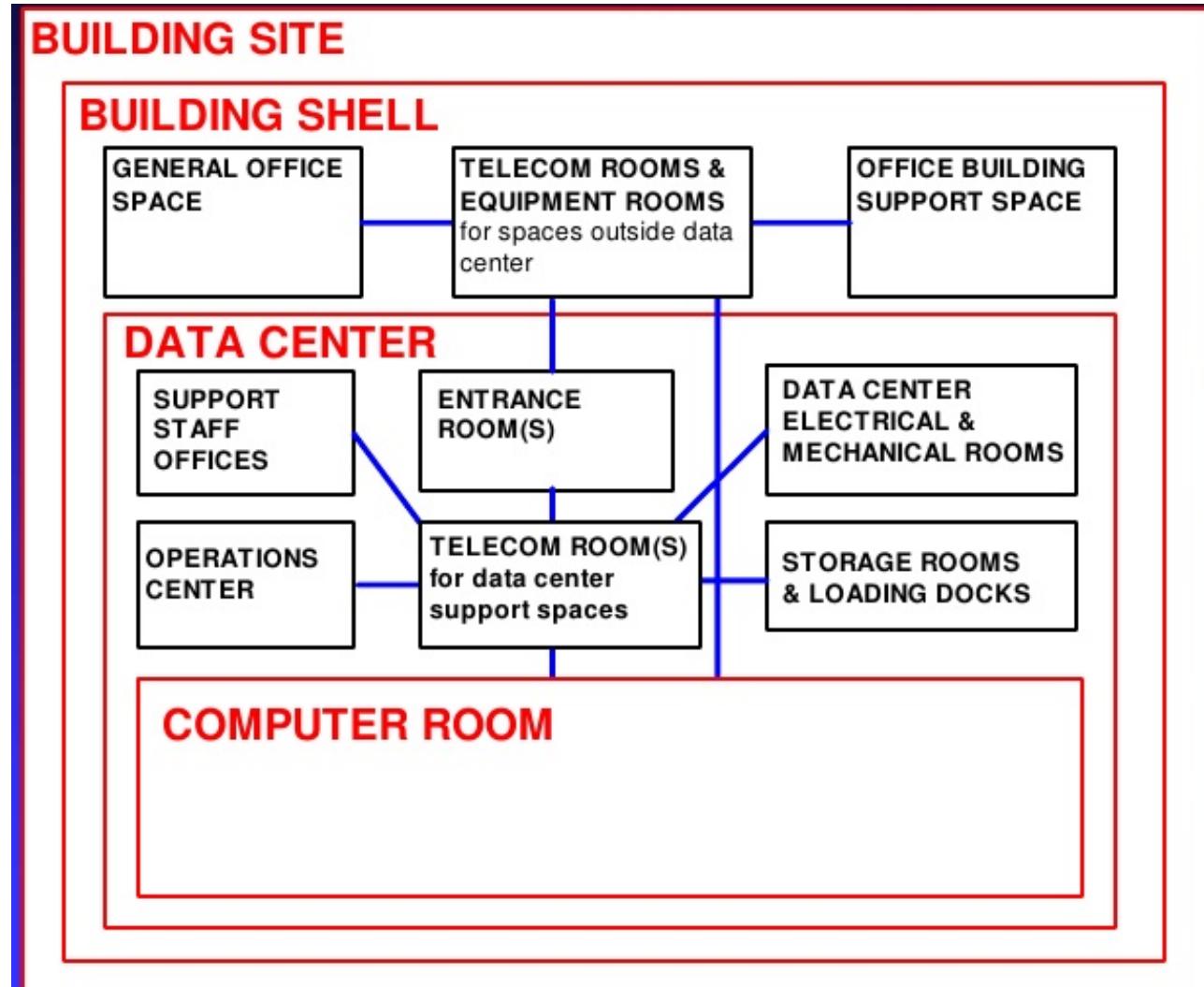


Cablagem não estruturada



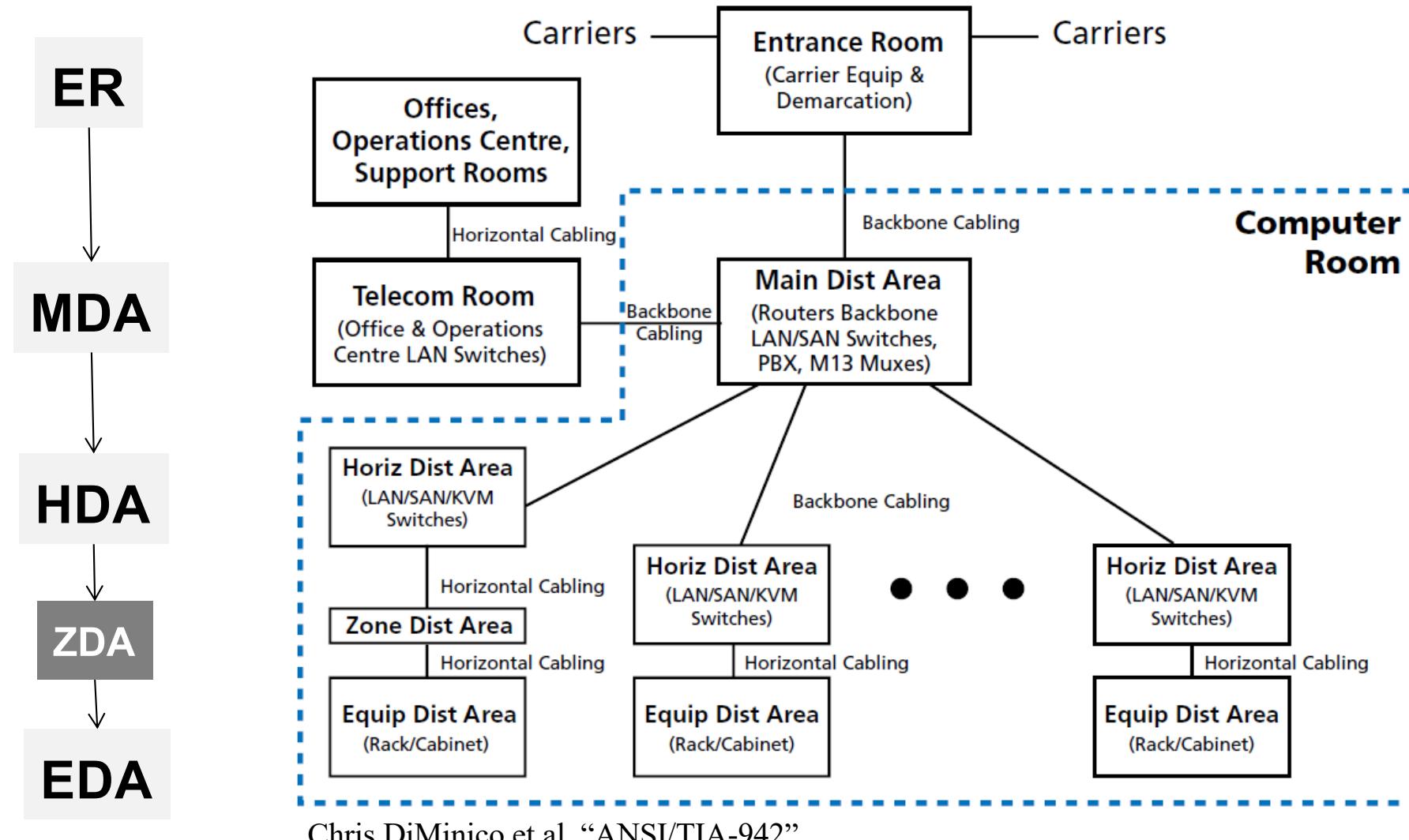
Chris DiMinico et al. “ANSI/TIA  
ANSI/TIA-942”

# Normalização: TIA-942 - espaços



Chris DiMinico et al. "ANSI/TIA-942"

# Normalização: TIA-942 - topologia



# Normalização: TIA-942 – cablagem horizontal

1.  $100\Omega$  Twisted Pair (ANSI/TIA/EIA-568-B.2), CAT 6 recomendado (ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1)
2. Fibra multimodo,  $62.5/125\mu$  ou  $50/125\mu$  (ANSI/TIA/EIA-568-B.3)
3. Fibra monomodo (ANSI/TIA/EIA-568-B.3)
4.  $75 \Omega$  coaxial (Telcordia Technologies GR-139-CORE)

# Normalização: TIA-942 – cablagem horizontal

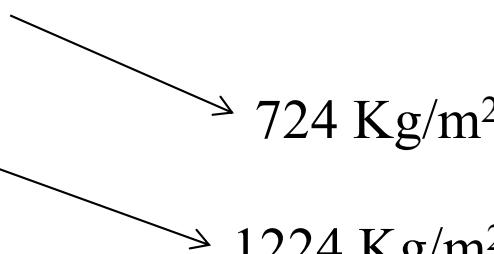
1. Distância máxima em cablagem horizontal = 90 metros para qualquer tipo de cabo
2. Distância máxima, incluindo equipamentos e chicotes = 100 metros
3. Para zonas de interligação de cablagem:
  - 300 metros para fibra (inclui equipamentos)
  - 100 metros para cobre (inclui equipamentos)

# Normalização: TIA-942 – cablagem de backbone

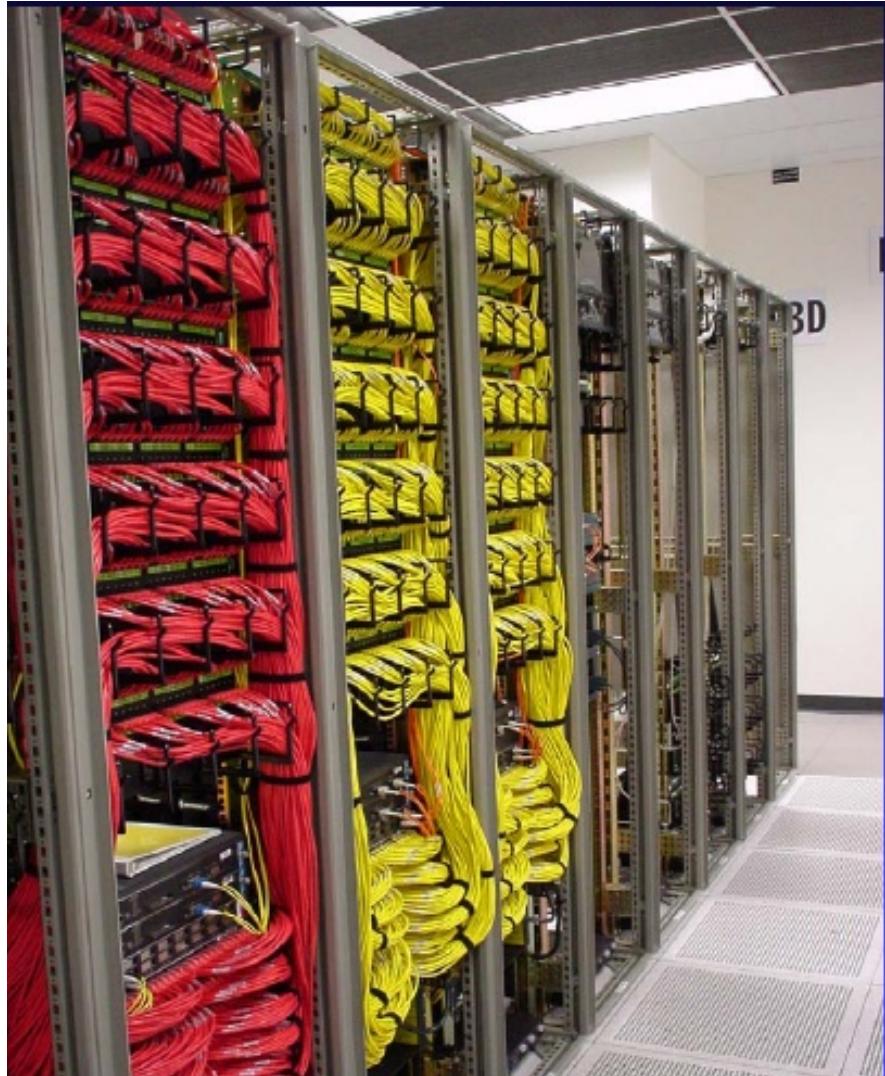
1. Inclui cablagem dos MDA para o ER e HDA e opcionalmente entre os HDA
2. Tamanhos máximos dependem das tecnologias usadas
3. Cablagem óptica centralizada, com topologia em estrela e sem ligações intermédias.
4. Topologias redundantes

Cabos devidamente arrumados: poupança de cerca de 10% de energia

# Normalização: TIA-942 – sala de computadores

- Altura mínima de 2.6m
- Tamanho mínimo da porta: 1m de largura e 2.13m altura
- Carga suportada pelo chão: **7.2 kPA/150lbf/ft<sup>2</sup>.**  
Recomendado: **12 kPA/ 250 lbf/ft<sup>2</sup>**
- Temperatura ambiente: 20°C a 25°C
- Humidade relativa: 40% a 55%
- Equipamento metálico, calhas e outras estruturas (Common bonding network - CBN), com ligação à terra.

# Normalização: TIA-942 – bastidores

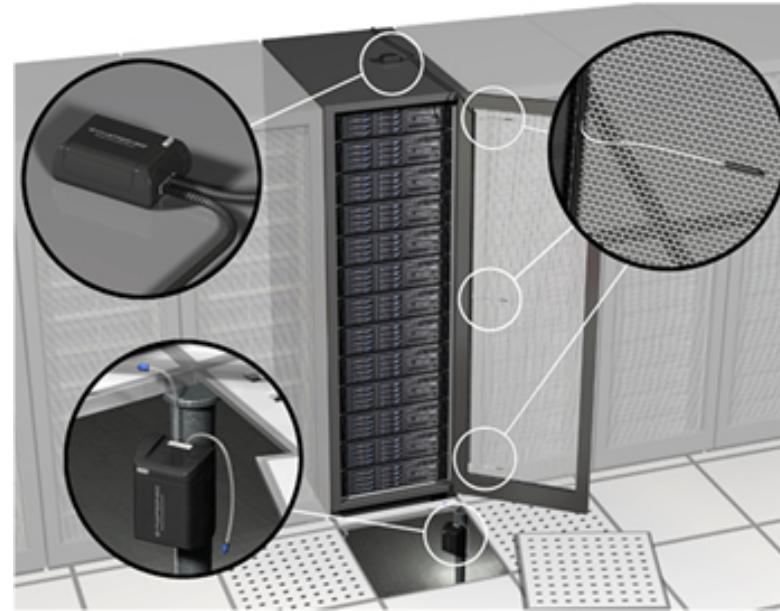


- Caminho de cabos frontais deverá facilitar manuseamento dos “*patch cords*”
- Minimizar número de switches para interligar cablagem
- Réguas perfuradas para encaixar equipamentos
- Bastidores com porta para evitar acesso físico
- Ventilação autónoma
- UPS integrada

# Normalização: TIA-942 - bastidores

## Racks

- Tripartidos
- Dual
- Full



Sensores para medição de temperatura, humidade e consumo de energia.

Racks com medidor independente de energia (32Amp/rack)

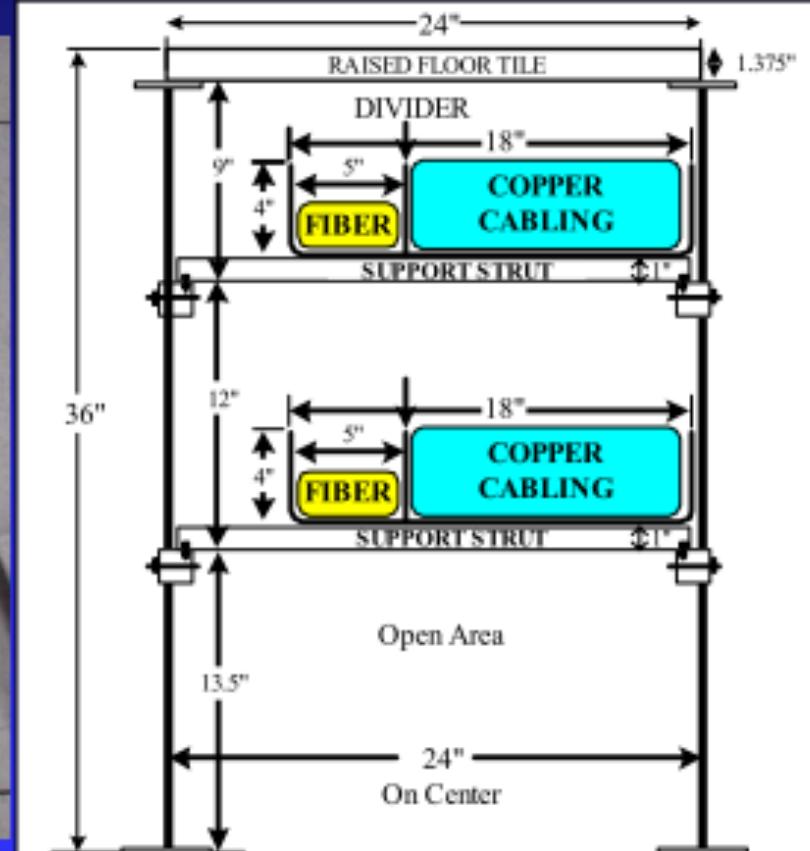
Distribuição de carga energética por várias fases.

# Normalização: TIA-942 – chão levantado



- Acondicionamento da cablagem
- Permite maiores densidades de energia, melhor control e gestão da localização dos sistemas de arrefecimento
- Cada vez mais computadores estão preparados para serem ligados a partir do chão
- Recomendam-se calhas metálicas apropriadas, separando a cablagem de cobre, telecom e energia

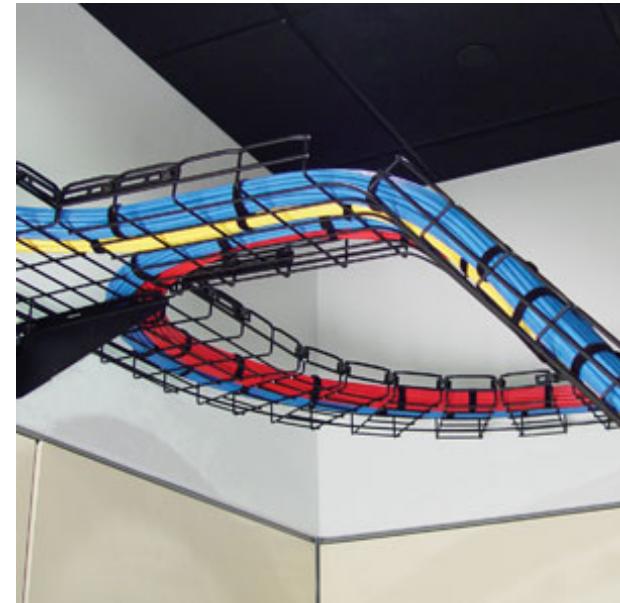
# Normalização: TIA-942 – chão levantado



Chris DiMinico et al. “ANSI/TIA ANSI/TIA-942”

# Normalização: TIA-942 – tecto “falso”

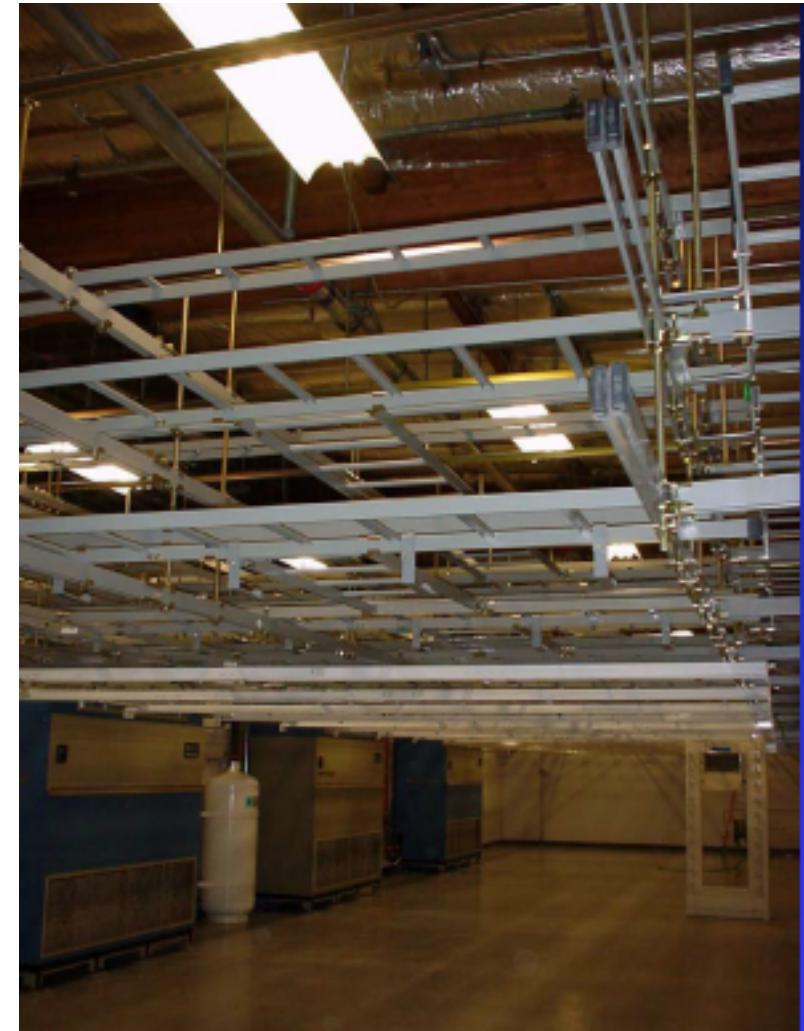
- Incluir calhas separadas para os vários tipos de cablagem



Chris DiMinico et al. “ANSI/TIA ANSI/TIA-942”

# Normalização: TIA-942 – tecto “falso”

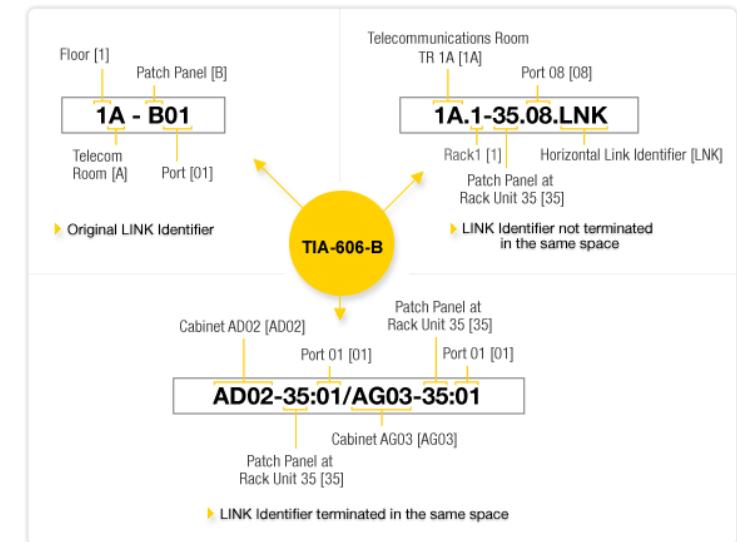
- Menos dispendioso que o chão falso
- Fixação fácil no tecto
- Maior flexibilidade para integrar com bastidores de altura diferente
- Podem existir várias camadas de calhas (cobre, energia, fibra)



Chris DiMinico et al. “ANSI/TIA ANSI/TIA-942”

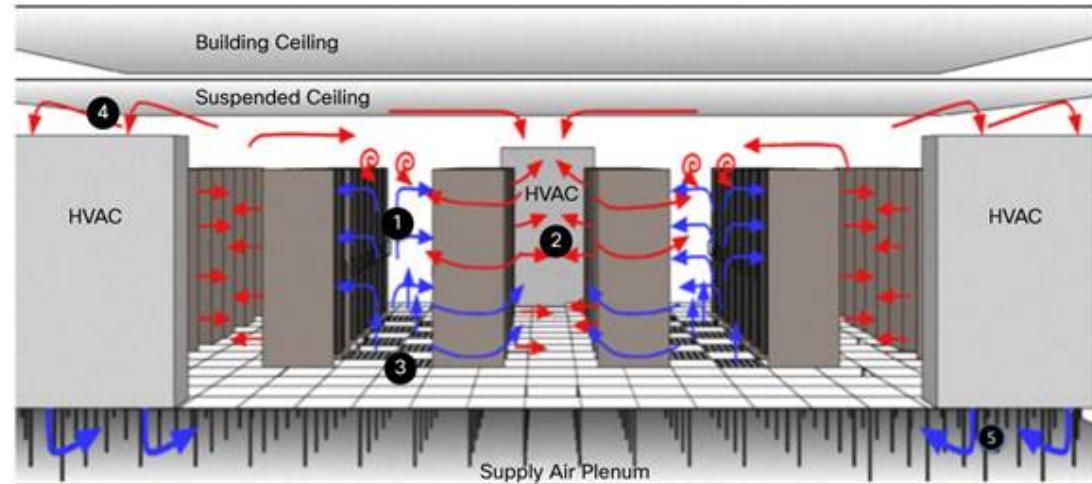
# Normalização: TIA-942 – identificação

- Norma TIA-606 para etiquetagem de cablagem estruturada.
- Identificar todos os componentes do data center: bastidores, terminações em painéis de patch, equipamentos ativos,...
- Define esquema de cores e metodologia de identificação dos vários equipamentos por local e tipo.



# Normalização: TIA-942 – elétrica e mecânica

- Definir equipamentos apropriados para AVAC, (des)humidificação, pressurização e deteção de incêndio
- Sistemas de refrigeração por circulação de água.
- Planeamento da distribuição de energia, cargas dos equipamentos e sistemas de UPS.



# Normalização: TIA-942 – eletrica e mecânica



Refrigeração por circulação de água

UPS central



# Normalização: TIA-942 – seleção do local

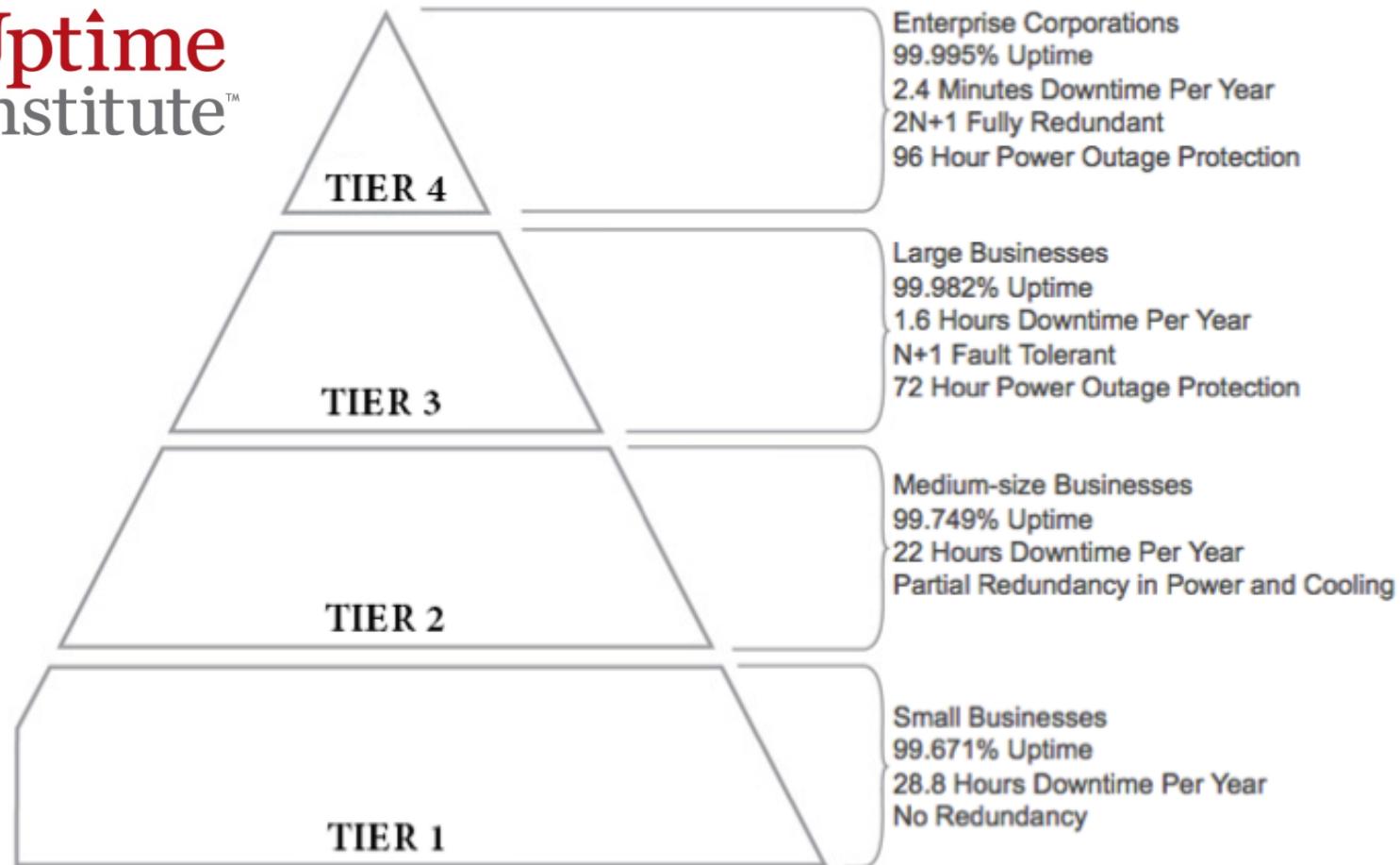
- Anexo (F) com guia sobre a escolha do local para construção de um datacenter, segundo os seguintes items:
  - Arquitetura
  - Eletrotécnico
  - Mecânico
  - Telecomunicações
  - Segurança
  - Outros

## A ter em conta:

- Terramotos
- Inundações
- Iluminação
- Incêndios
- Furacões
- Tornados
- Fornecimento de energia

# Normalização: TIA-942 - classificação

**Uptime**  
Institute™



Fonte: [www.datacenters.com](http://www.datacenters.com)

**Tolerância a  
falhas**

**Manutenção  
contínua**

**Componentes  
redundantes**

**Instalação  
básica**

# Organização em bastidores (rack) - vantagens

- **Organização** – sistemas dispostos por afinidade e funcionalidade
- **Segurança** – acesso físico aos equipamentos é vedado, por exemplo, através de portas nos bastidores
- **Energia** – mecanismos centralizados de corrente elétrica, com sistemas de UPS autónomos
- **Arrefecimento** - mecanismos centralizados de arrefecimento, com sistemas de ventilação autónomos
- **Eficiência** – uso eficiente do espaço físico e das *facilities* disponíveis.

# Organização em rack - desvantagens

- ✗ **Relocação difícil** – pouco viável a mudança sistemática de equipamentos
- ✗ **Cablagem** – difícil acomodação do elevado volume de cablagem. Implica dimensionamento apropriado.
- ✗ **Riscos físicos** – devido ao peso e à grande dimensão. Implica planeamento adequado.
- ✗ **Folga** – entre as filas de racks e no acesso a portas e corredores. Pode não ser aconselhável para todos os tipos de equipamentos.

# Organização em rack - exemplos



[www.collocationamerica.com](http://www.collocationamerica.com)



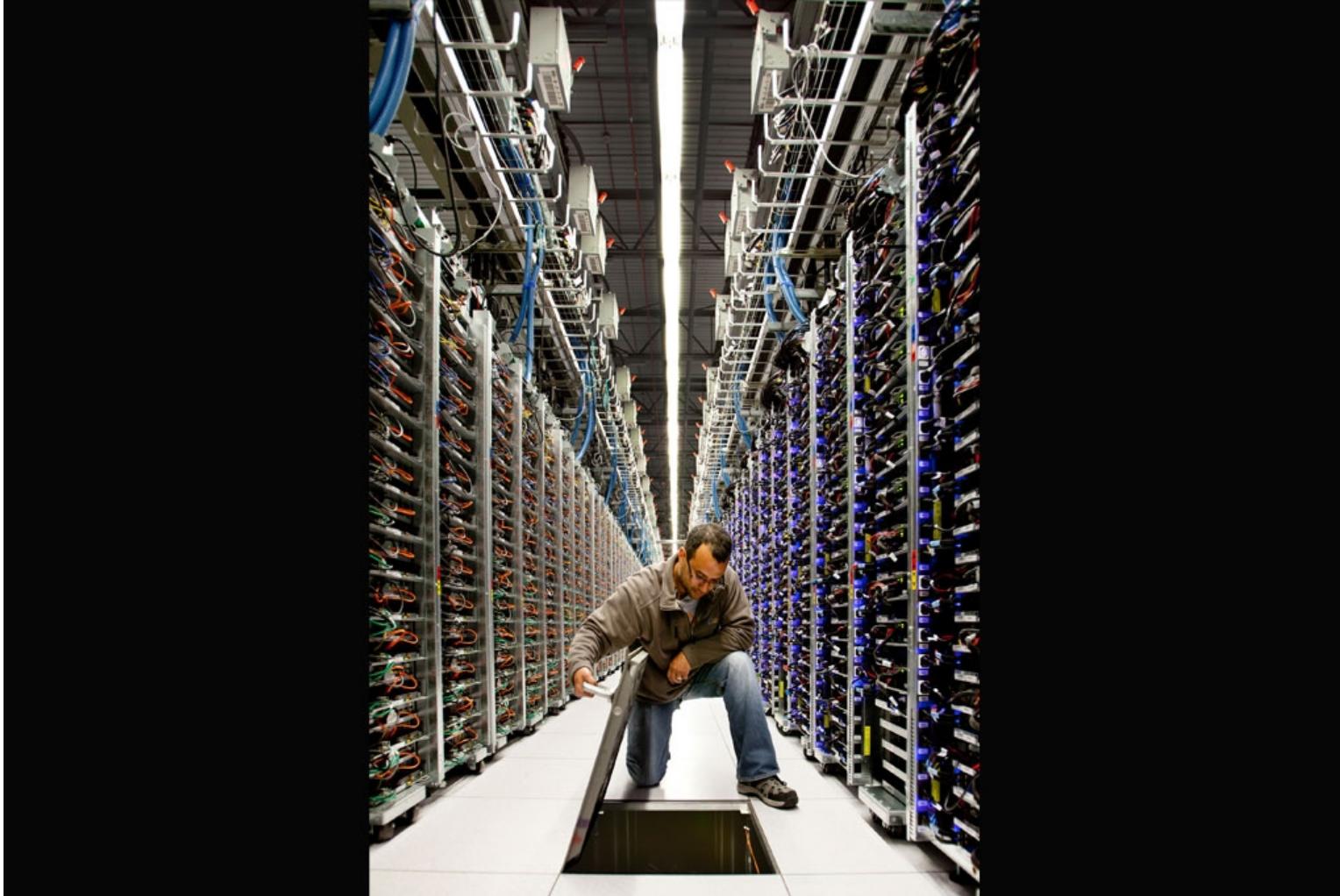
<http://www.ntsource.com>



<http://iltsarnews.blogspot.pt/>



# Exemplo - Google



<http://p3.publico.pt/vicios/hightech/5093/google-vista-por-dentro>

# Datacenters modulares



- Google's Hamina Data Center --> <http://www.youtube.com/watch?v=VChOEvKicQQ>
- Google container data center tour --> <http://www.youtube.com/watch?v=zRwPSFpLX8I>
- Google data center security YouTube --> <http://www.youtube.com/watch?v=wNyFhZTSnPg>
- Microsoft GFS Datacenter Tour --> <http://www.youtube.com/watch?v=hOxA1I1pQIw>
- SoftLayer DAL05 Data Center Tour --> <http://www.youtube.com/watch?v=YQERVf9ibzY>
- Huawei - <https://www.youtube.com/watch?v=soVDoqRVP5c>
- IBM BCBS - <https://www.youtube.com/watch?v=PXQpAD203Os>
- Mobile truck DC - <https://www.youtube.com/watch?v=Av8SI21h0-I>

# Datacenters modulares



# Key Performance Indicators (KPI)

- Profundidade da virtualização
- Número de VM por host
- Utilização de CPUs
- Densidade de energia elétrica e PUE
- Utilização de memória
- Alocação de espaço em disco
- Alocação de espaço físico
- Abrangência “green”

# Eficiência energética

- Dimensionamento da energia varia entre alguns KW até vários MW!
- Densidade de energia utilizada: 100 x escritório típico
- Densidades superiores representam 10% do TCO de um DC
- Desafio atual:
  - Reduzir emissão de gases poluentes libertados pelos DCs, responsáveis por 2% das emissões de carbono [smart 2020]
  - Apostar em “green datacenters”, através da diminuição da energia usada para arrefecimento.

# Eficiência energética

Power Usage Effectiveness (PUE) – métrica usada para medir a eficiência energética de um datacenter.

$$\text{PUE} = \frac{\text{Energia total consumida}}{\text{Energia consumida em IT}}$$

Hipotético ideal = 1.0

Médio dos DC no EUA = 2.0

[“Data Center Energy Forecast”, Silicon Valley Leadership Group, <http://svlg.org/>]

Médio dos DC state of the art < 1.2

[US Environmental Protection Agency ENERGY STAR Program - <http://www.epa.gov/>]

EU code of conduct for Datacenters

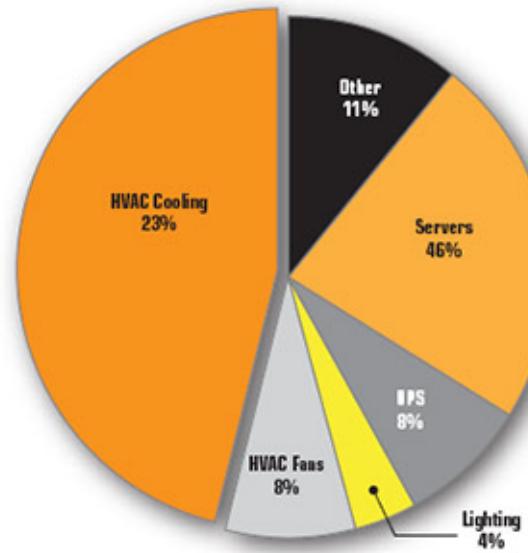
<http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/>

# Eficiência energética – medir/reduzir PUE

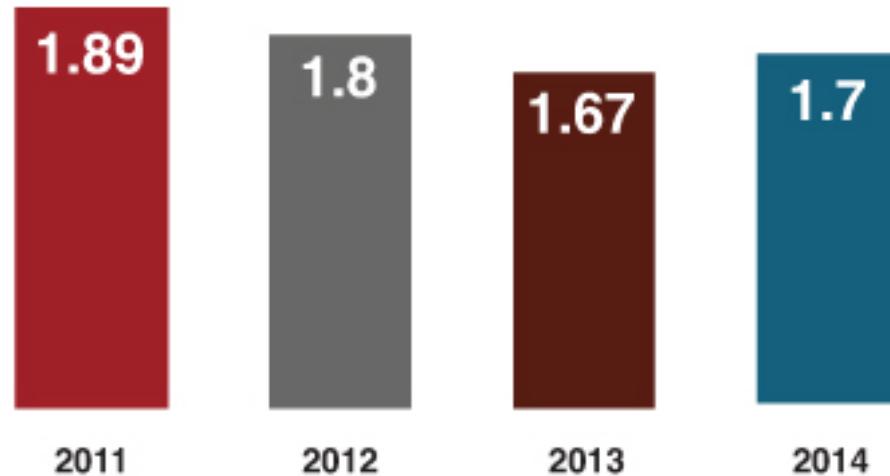
- Medida e análise da energia consumida em TI e AVAC.
- Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis:
  - Interpretar condições térmicas do DC
  - Prever temperatura, fluxo de ar e pressão
  - Permite avaliar impacto na distribuição e densidade dos bastidores e nas necessidades de arrefecimento
- Mapeamento térmico com sensores para identificação dos pontos mais quentes do DC
- Reduzir PUE = reduzir consumo no arrefecimento!

# Eficiência energética – medir/reduzir PUE

AVERAGE DATA CENTER POWER ALLOCATION



## Average self-reported PUEs



### DOES YOUR COMPANY MEASURE PUE?



### By job function

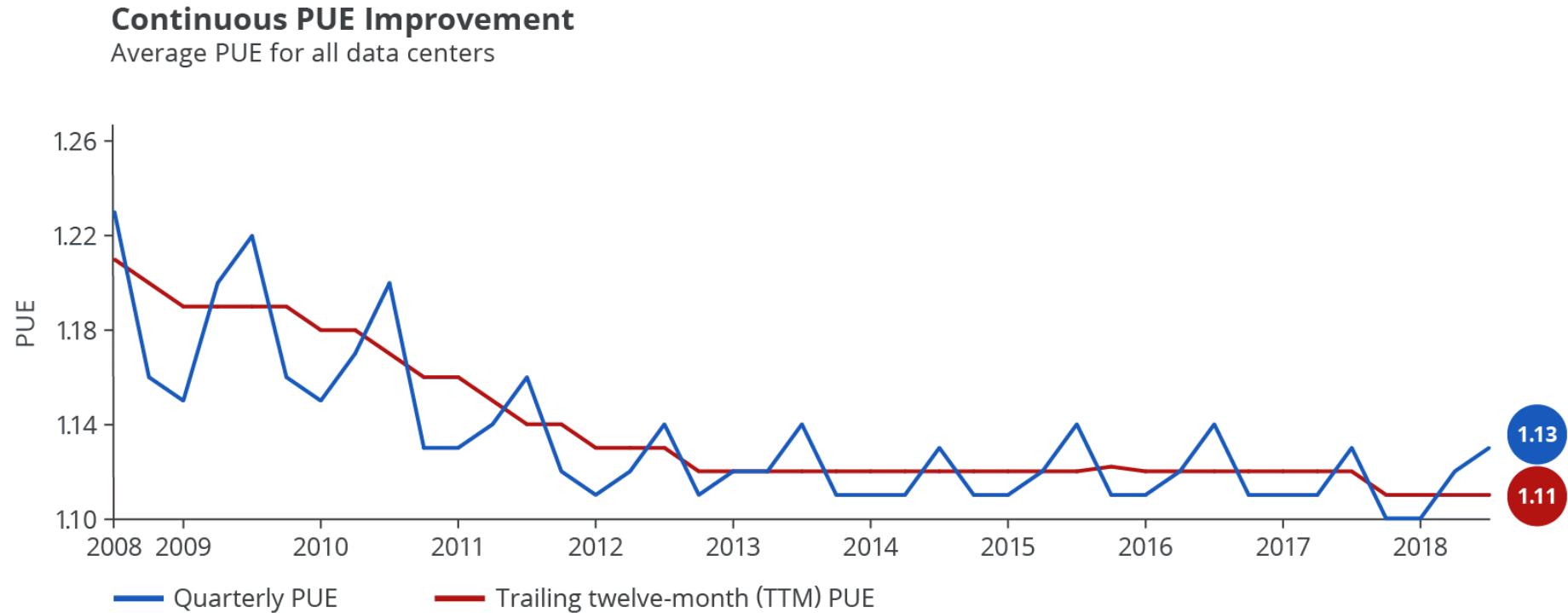


### By vertical



Fonte: <https://www.uptimeinstitute.com>

# Eficiência energética – o caso da Google



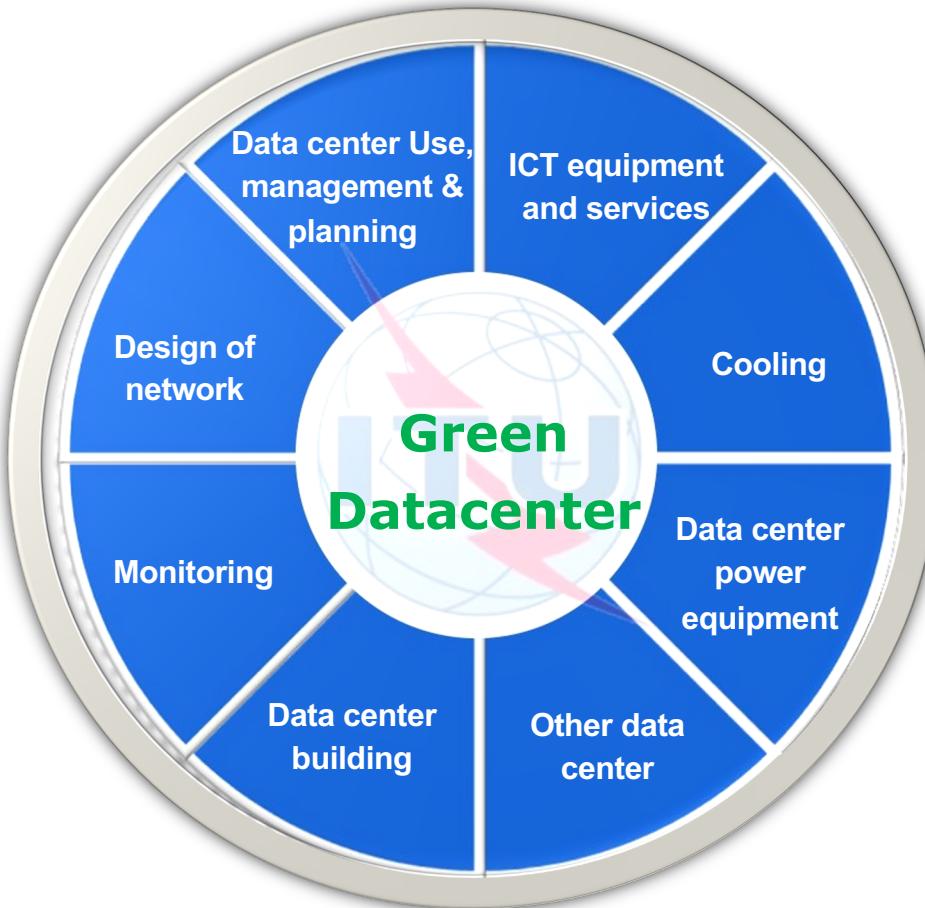
<https://www.google.pt/about/datacenters/>

<https://www.google.com/about/datacenters/efficiency/internal/>

# Green datacenter



Recomendação ITU-T L.1300



# Green datacenter – algumas boas práticas

- Gestão e planeamento da utilização de energia
- Escolha adequada do equipamento de IT: de acordo com as normas reguladoras REACH e WEEE, bem como consumo energético baixo
- Virtualização de servidores e diminuição do número de máquinas
- Gestão eficiente dos sistemas de aquecimento/arrefecimento
- Adotar a utilização de “energias limpas” (e.g. solar)
- Auditoria continuada aos equipamentos existentes



# Segurança física

- Prevenção de crimes através de design ambiental:
  - Instalação de portas, áreas cercadas e paredes
  - Instalação de barreiras naturais e *open spaces*
  - Luminosidade
  - Vigilância permanente (CCTV, detetores de movimento, registo de acessos)
  - Alarmes

# Segurança física

## Acesso limitado à sala de computadores. Boas práticas:

- Cartões para acesso simultaneamente com chaves e cadeados
- Visitantes devem aceder com escolta.
- Cartões de proximidade
- Passes biométricos
- Palm veins
- Balança para pesagem na entrada e na saída, com antecâmara

Nalgumas salas pode ser exigida a presença de duas pessoas simultaneamente.

# Conclusões

- Evolução dos datacenters confunde-se atualmente com a “cloud”
- Normalização assegura classificação dos datacenters independentemente da marca
- Evolução natural para a ubiquidade nas operações (datacenters modulares)
- Importância das boas práticas no planeamento e dimensionamento dos datacenters a M/L prazo
- Aspetos fundamentais da operação: automatização e monitorização.

# Conclusões

- Selo “green” tem cada vez mais valor no mercado de DC
- Cálculo do PUE com várias interpretações – PUE com impacto no negócio
- Redução efetiva do PUE consegue-se maioritariamente através do redimensionamento dos sistemas de arrefecimento

# Bibliografia

- “Telecommunications Infrastructure Telecommunications Infrastructure- Standard for Data Centers Standard for Data Centers TIA-942” - <http://www.tia-942.org/>
- “Uptime Institute” - <https://uptimeinstitute.com>
- Luiz André Barroso, Jimmy Clidaras, Urs Holzle; “The datacenter as a computer”; Morgan and Claypool Editors; ISBN: 978-1627050098; 2013 [pdf]