



## O Futuro dos Centros de Dados

**ANTÓNIO MANUEL BASTOS DOS SANTOS**

Outubro de 2015

# **O Futuro dos Centros de Dados**

**António Manuel Bastos dos Santos**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Informática, Área de Especialização em  
Sistemas Computacionais**

**Orientador: Doutor Nuno Alexandre Magalhães Pereira**

Porto, Outubro de 2015



# Dedicatória

Para a minha esposa Sofia o meu eterno obrigado pelo apoio, compreensão e ajuda ao longo dos últimos 24 anos em que estamos juntos. A ela e aos meus filhos Teresa e Eduardo, dedico esta dissertação.



# Resumo

Atualmente, as Tecnologias de Informação (TI) são cada vez mais vitais dentro das organizações. As TI são o motor de suporte do negócio. Para grande parte das organizações, o funcionamento e desenvolvimento das TI têm como base infraestruturas dedicadas (internas ou externas) denominadas por Centro de Dados (CD). Nestas infraestruturas estão concentrados os equipamentos de processamento e armazenamento de dados de uma organização, por isso, são e serão cada vez mais desafiadas relativamente a diversos fatores tais como a escalabilidade, disponibilidade, tolerância à falha, desempenho, recursos disponíveis ou disponibilizados, segurança, eficiência energética e inevitavelmente os custos associados.

Com o aparecimento das tecnologias baseadas em computação em nuvem e virtualização, abre-se todo um leque de novas formas de endereçar os desafios anteriormente descritos. Perante este novo paradigma, surgem novas oportunidades de consolidação dos CD que podem representar novos desafios para os gestores de CD. Por isso, é no mínimo irrealista para as organizações simplesmente eliminarem os CD ou transforma-los segundo os mais altos padrões de qualidade. As organizações devem otimizar os seus CD, contudo um projeto eficiente desta natureza, com capacidade para suportar as necessidades impostas pelo mercado, necessidades dos negócios e a velocidade da evolução tecnológica, exigem soluções complexas e dispendiosas tanto para a sua implementação como a sua gestão.

É neste âmbito que surge o presente trabalho. Com o objetivo de estudar os CD inicia-se um estudo sobre esta temática, onde é detalhado o seu conceito, evolução histórica, a sua topologia, arquitetura e normas existentes que regem os mesmos. Posteriormente o estudo detalha algumas das principais tendências condicionadoras do futuro dos CD.

Explorando o conhecimento teórico resultante do estudo anterior, desenvolve-se uma metodologia de avaliação dos CD baseado em critérios de decisão. O estudo culmina com uma análise sobre uma nova solução tecnológica e a avaliação de três possíveis cenários de implementação: a primeira baseada na manutenção do atual CD; a segunda baseada na implementação da nova solução em outro CD em regime de *hosting* externo; e finalmente a terceira baseada numa implementação em regime de IaaS.

**Palavras-chave:** Tecnologias de Informação, Centro de Dados, Computação na Nuvem, Virtualização, Consolidação, Disponibilidade



# Abstract

Currently, the Information Technology (IT) have and increasingly critical role within organizations. IT is the business support engine. For most organizations, operation and development of IT are based on dedicated infrastructure (internal or external) called Data Center (DC). These infrastructure contains concentrated data processing and storage equipment from a company or organization. DC's, are and will be increasingly be challenged on a number of factors such as scalability, availability, fault tolerance, performance, available or available features, safety, energy efficiency and inevitably the costs associated.

With the advent of technologies like cloud computing and virtualization, new ways to address the challenges described above have appeared. Given this new paradigm there are new opportunities of DC consolidation that can represent challenges to the DC managers. It is at least unrealistic for organizations to simply remove the DC or to implement them to the highest quality standards. Organizations must optimize their DC, but an efficient design of this kind, capable of supporting the needs imposed by the market, the business needs and the speed of technological change, require complex and expensive solutions for both its implementation and its management.

It is in this context that the present work arises. In order to study the DC, it was studied the concept of DC, its historical development, topology, and existing architecture and standards. The work then details some of the major trends that affect the future of DC.

Exploring the resulting theoretical knowledge of the previous study, is developed an assessment methodology of CD based on decision criteria. The work ends with an analysis of a new technology solution and evaluation of three possible deployment scenarios: the first based on maintaining the current CD, the second, to implement the new solution in another CD in external hosting and finally, implement the new solution in IaaS option.

**Keywords:** Information Technology, Data Center, Cloud Computing, Virtualization, Consolidation, Availability.



# Agradecimentos

A toda a minha família um forte agradecimento, em especial aos meus sogros pela ajuda incondicional.

Um agradecimento ao Professor Nuno Alexandre Magalhães Pereira pela orientação, disponibilidade e apoio na realização desta dissertação. Ao meu amigo Professor Paulo Alexandre Figueiro Oliveira Maio pelo apoio e encorajamento e acima de tudo pela sua amizade.

À Lactogal, nomeadamente, ao Eng. Emanuel Loureiro e Eng. Rui Silva, pela oportunidade, orientação, disponibilidade e apoio na realização desta dissertação.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização desta dissertação e me ajudaram nos momentos mais difíceis ao longo desta etapa do meu percurso académico.

A todos eles, o meu muito obrigado



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto .....	1
1.2	Motivação .....	2
1.3	A Lactogal .....	3
1.4	Objetivos.....	3
1.5	Organização do documento.....	4
<b>2</b>	<b>Conhecimentos de Fundo.....</b>	<b>5</b>
2.1	Centros de dados, o princípio de uma era .....	5
2.2	Estrutura e topologias dos centros de dados .....	7
2.2.1	Arquitetura .....	7
2.2.2	Sistemas de energia.....	13
2.2.3	Sistemas refrigeração .....	16
2.2.4	Segurança.....	22
2.2.5	Redes, Sistemas de armazenamento e Cópias de segurança .....	23
2.3	Centro de dados modulares .....	31
2.4	Classificações e normas dos centros de dados .....	33
2.4.1	Uptime Institute (UTI).....	34
2.4.2	Building Industry Consulting Service International (BICSI) .....	35
2.4.3	Telecommunications Infrastructure Association (TIA) .....	35
2.5	ANSI/TIA 942 .....	35
2.5.1	Topologia segundo a norma TIA 942 .....	36
2.5.2	Classificações de redundâncias .....	37
<b>3</b>	<b>Tendências Condicionadoras do Futuro dos Centros de Dados.....</b>	<b>41</b>
3.1	Introdução .....	41
3.2	Computação em nuvem .....	42
3.2.1	Definições .....	42
3.2.2	Modelos de serviço .....	43
3.2.3	Características essenciais.....	45
3.2.4	Modelos de implementação .....	46
3.3	A Virtualização.....	48
3.3.1	Origens .....	48
3.3.2	Conceitos e funcionamento .....	49
3.3.3	Soluções de virtualização .....	52
3.4	Outras tendências .....	55
3.5	Sumário .....	57
<b>4</b>	<b>CrITÉrios de Decisão .....</b>	<b>61</b>

4.1	Introdução .....	61
4.2	Metodologia de avaliação dos critérios de decisão .....	64
4.3	Descrição dos critérios de decisão .....	66
4.3.1	Localização .....	66
4.3.2	Ambiente e Espaço do Centro de dados .....	67
4.3.3	Segurança Física .....	69
4.3.4	Estabilidade e Conformidade do Fornecedor .....	70
4.3.5	Componente Operacional e Garantia de Serviço .....	71
4.3.6	Equipamentos Críticos .....	73
4.3.7	Flexibilidade e Escalabilidade de Rede .....	76
4.3.8	Componente financeira .....	77
4.4	Sumário .....	78
<b>5</b>	<b>Caso de Uso .....</b>	<b>81</b>
5.1	Enquadramento do projeto .....	81
5.2	Solução tecnológica .....	82
5.2.1	Solução tecnológica atual .....	82
5.2.2	Nova solução tecnológica proposta .....	83
5.3	Solução de reestruturação do centro de dados .....	87
5.3.1	Instalação no CD atual .....	87
5.3.2	Regime de <i>Hosting</i> externo .....	88
5.3.3	Solução em regime IaaS .....	89
5.4	Avaliação das soluções .....	89
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>93</b>
6.1	Resposta ao problema .....	93
6.2	Limitações e trabalho Futuro .....	94

# Lista de Figuras

Figura 1 – Declarações de desastres naturais nos EUA.....	8
Figura 2 – Bastidor Informático ( <i>Rack com patch-panels e patch-cords</i> ) .....	10
Figura 4 – Detalhe da estrutura de um piso elevado .....	12
Figura 5 – Exemplo de UPS de várias capacidades .....	13
Figura 6 – Imagem de um exemplo de PDU.....	14
Figura 7 – Variáveis para cálculo do PuE.....	15
Figura 8 - Arrefecimento ao nível da sala, fila ou bastidor .....	18
Figura 9 – Fluxos de ar frio e quente num modelo de arrefecimento ao nível de fila.....	19
Figura 10 – Sistema de arrefecimento ao nível do bastidor .....	19
Figura 11 - Esquema representativo dos componentes de um Economizador .....	20
Figura 12 – Figura representativa de elementos de segurança física.....	22
Figura 13 – Topologias FC .....	26
Figura 14 – Sistema de armazenamento partilhado.....	27
Figura 15 – LTO Roadmap .....	30
Figura 16 – Desenho “All-in-one” .....	31
Figura 17 – Centro de Dados Modular da APC.....	32
Figura 18 – Topologia básica de um centro de dados segundo TIA 942.....	36
Figura 20 – Relações entre principais modelos de serviço .....	44
Figura 21 – Figura representativa de uma nuvem privada .....	47
Figura 22 – Figura representativa de uma nuvem pública .....	47
Figura 23 - IBM System/360 Model 67 .....	49
Figura 24 – Modo Supervisor e Utilizador.....	50
Figura 25 – Funcionamento do VMM .....	51
Figura 26 – Esquema de Virtualização Total e Para-Virtualização .....	52
Figura 27 – Gartner Magic Quadrant for X86 Server Virtualization Infrastructure .....	53
Figura 28 – digitalização das atividades económicas.....	57
Figura 29 – Oportunidades de transformação das TI.....	58
Figura 30 – Prioridades tecnológicas das organizações nacionais para 2015.....	59
Figura 31 – Oportunidades de transformação das TI.....	60
Figura 32 – Relação entre Classificações e vantagens .....	65



# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Subsistemas de cablagem estruturada.....	9
Tabela 2 – categorias de cabos do tipo UTP, FTP e STP .....	11
Tabela 3 - Distancia aproximada em metros das fibras multimodo .....	12
Tabela 4 – Tabela de classificação de níveis de eficiência .....	16
Tabela 5 – Especificações de temperatura e humidade relativa .....	17
Tabela 6 – Grupos de RAID.....	29
Tabela 7 – Comparação entre os quatro níveis (Tiers) .....	40
Tabela 8 – Classificações para os questionários .....	65
Tabela 9 – Questionário de avaliação relativo à Localização.....	66
Tabela 10 – Questionário de avaliação sobre Ambiente e espaço do Centro de Dados .....	68
Tabela 11 – Questionário de avaliação da Segurança Física.....	69
Tabela 12 - Questionário de avaliação Estabilidade e conformidade do fornecedor.....	71
Tabela 13 - Questionário de avaliação Estabilidade e conformidade do fornecedor.....	72
Tabela 14 – Política sobre equipamentos Críticos .....	74
Tabela 15 – Sistemas Elétricos .....	74
Tabela 16 – Sistemas de refrigeração .....	75
Tabela 17 – Sistema de deteção e extinção de incendio .....	76
Tabela 18 – Flexibilidade e Escalabilidade de rede.....	77
Tabela 19 – Componente financeira .....	78
Tabela 20 – Exercício Viabilidade financeira switch core .....	80
Tabela 21 – Quadro Comparativo Sistema Computacional .....	84
Tabela 22 – Quadro Comparativo Solução de Armazenamento.....	85
Tabela 23 - Quadro Comparativo Solução de <i>Backups</i> .....	86
Tabela 24 – Quadro comparativo Espaço CD e Consumo energético.....	86
Tabela 25 – Ocupação dos recursos no centro de dados atual .....	87
Tabela 26 – Avaliação segundo os critérios de avaliação .....	90
Tabela 27 - Avaliação relativa segundo os critérios de avaliação .....	91
Tabela 28 – Avaliação segundo as questões de avaliação .....	91



# Acrónimos

<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>ASHRAE</b>	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
<b>APP</b>	Application software
<b>BICSI</b>	Building Industry Consulting Service International
<b>CD</b>	Centro de Dados
<b>CC</b>	<i>Cloud Computing</i>
<b>CN</b>	Computação em Nuvem
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>CRAH</b>	Computer Room Air Handler
<b>CIO</b>	Chief Information Officer
<b>DCIE</b>	Data Center Infrastructure Efficiency
<b>DC</b>	<i>Data Center</i>
<b>EDI</b>	Electronic Data Interchange
<b>EDA</b>	Equipment Distribution
<b>EUA</b>	United States of America
<b>ER</b>	Entrance Room
<b>FEMA</b>	Federal Emergency Management Agency
<b>FBI</b>	Fabric Based Infrastructure
<b>FC</b>	Fibre Channel
<b>FTP</b>	Foiled Twisted Pair
<b>FCoE</b>	Fibre Channel over Ethernet
<b>HVAC</b>	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
<b>HDA</b>	Horizontal Distribution
<b>IDC</b>	International Data Corporation
<b>IaaS</b>	Infrastructure as a service
<b>ITIL</b>	Information Technology Infrastructure Library
<b>iSCSI</b>	Internet Small Computer System Interface

<b>IOPS</b>	Input/Output Operations Per Second
<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LUN</b>	Logic Unic Number
<b>MDA</b>	Main Distribution Area
<b>NAS</b>	Network-Attached Storage
<b>PaaS</b>	Platform as a service
<b>PCI</b>	Peripheral Component Interconnect
<b>PDU</b>	Power Distribution Unit
<b>PUE</b>	Power Usage Effectiveness
<b>QoS</b>	Quality of services
<b>RAID</b>	Redundant Array of Independent Disks
<b>RJ</b>	Registered Jack
<b>SAS</b>	Serial Attached SCSI
<b>SAN</b>	Storage Area Network
<b>SaaS</b>	Software as a servisse
<b>STP</b>	Shielded Twisted Pair
<b>SATA</b>	Serial AT Attachment
<b>SLA</b>	Service Level Agreement
<b>SSD</b>	Solid State Drive
<b>TI</b>	Tecnologias de Informação
<b>TB</b>	Terabyte
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership
<b>TIA</b>	Telecommunications Infrastructure Association
<b>UTI</b>	Uptime Institute
<b>UPS</b>	Uninterruptible Power Supply
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair
<b>ZDA</b>	Zone Distribution Area

# Convenções Tipográficas

Ao longo do texto desta dissertação surgem termos em inglês em situações em que a sua tradução para português não reflete na realidade todo o seu significado, ou por serem termos que são universalmente aplicados. Tal situação acontece devido ao facto de muita da documentação existente sobre este tema ser, na sua maioria, publicada em língua inglesa. Estes termos são apresentados em itálico. Sempre que possível, são utilizadas traduções que se considerem apropriadas.

Para evitar a repetição de expressões técnicas longas, que possam tornar a leitura desta dissertação repetitiva, são utilizados acrónimos ao longo do texto com a respetiva tradução numa área distinta no início neste documento. Todas as referências bibliográficas utilizadas ao longo da dissertação são evocadas entre parêntesis retos e são apresentadas no final desta dissertação.

De modo a se destacar determinada temática ao longo da dissertação recorre-se a texto em negrito.



# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

O avanço das tecnologias de informação requerem um constante redimensionamento da capacidade computacional existente nos centros de dados. A maior abrangência das TI para domínios que até agora não eram contemplados, os processos de integração aplicacional cada vez mais complexos, o crescimento do número de utilizadores, a necessidade de atualização ao nível dos equipamentos e a consequente procura de maximização de recursos, são algumas das principais fundamentações que fazem com que os CD atuais sejam constantemente colocados em causa sobre a sua operacionalidade, face às exigências que surgem cada vez mais.

Segundo estudos recentes da *International Data Corporation* [IDC, 2014], assistimos atualmente a uma rápida transformação tecnológica, designada pela IDC como 3ª Plataforma Tecnológica, de inovação e crescimento assente em 4 pilares fundamentais: Mobilidade, computação em nuvem, Tecnologias Sociais, e Mega Dados, onde as organizações podem obter ganhos de competitividade superiores, quer para suportar processos de internacionalização, quer para aumentar a eficiência operacional, inovar ao nível da oferta e tornarem-se mais ágeis e capazes de se adaptarem às condições de mercado.

Em suma, a computação em nuvem permite às organizações criarem valor para o negócio em três áreas chave: 1) Criar uma melhor experiência para os clientes; 2) Aumentar a eficiência operacional; 3) Inovar os modelos de negócio.

A atração de serviços fornecida pela nuvem é o resultado de o seu custo e eficiência trazerem consideráveis vantagens, em comparação com as infraestruturas de TI tradicionais, consequentemente, cada vez mais, altas exigências são colocadas sobre o desempenho do CD e a sua disponibilidade. Uma avaria no CD pode ser fatal. Para além dos custos elevados que a indisponibilidade pode causar à organização, o descrédito dos utilizadores que dependem daquele recurso, muito rapidamente coloca em causa a viabilidade do mesmo e de quem o gere.

No meio desta revolução tecnológica existem dois grupos de organizações. Aquelas cuja área de negócio passa por vender serviços TI e por outro lado, aquelas que consomem esses serviços com o objetivo de suportar a sua atividade no mercado. É sobre este segundo grupo de empresas que esta dissertação se foca.

A necessidade de ter cada vez mais TI como ferramenta crucial no seio das organizações, os obstáculos orçamentais que limitam a sua utilização, a escolha das tecnologias que melhor servem cada negócio e no caso de grande parte das organizações, ter dentro de “casa” as estruturas que suportam as TI sob a forma de um CD juntamente com um grupo de funcionários para o seu suporte e manutenção versus um modelo híbrido, ou seja, a subcontratação de parte desses serviços, ou até num cenário de total de subcontratação para suporte das TI,

nomeadamente a outras organizações que disponibilizam os mesmos serviços num modelo baseado em computação em nuvem.

Os decisores enfrentam cada vez mais dificuldades no acompanhamento da evolução tecnológica juntamente com a dificuldade de decidir que TI poderão servir melhor a sua organização e a forma como esses serviços e tecnologia poderá ser adquirida e gerida. Neste trabalho, estruturamos algum do conhecimento essencial nesta área dos CD e desenvolvemos um quadro referencial para a avaliação de opções de implementação de um CD. Este quadro referencial é baseado num conjunto de critérios de decisão que facilitam e estruturam o trabalho dos decisores.

## 1.2 Motivação

Durante a minha carreira profissional tive a oportunidade de trabalhar tanto em CD de organizações externas como também na gestão de CD pertencentes à organização onde desenvolvo a minha atividade profissional. Já participei em bastantes projetos desde a criação de um CD de raiz, passando pela reestruturação de outros e até em projetos que envolvem a colocação de recursos computacionais em CD de organizações que fornecem esses serviços.

É muito claro que neste momento que as coisas estão a mudar radicalmente. As maiores organizações a nível mundial têm investido milhões de euros para a gestão, armazenamento e distribuição de dados. Como toda a tecnologia, existe uma evolução lógica no sentido de uma melhor eficiência, redução de custos e simplicidade.

Quando penso no futuro do desenho dos CD, imagino infraestruturas tecnologicamente extremamente avançadas com eficiência energética levada ao limite, robótica avançada que executam aquilo que atualmente é executado por humanos e por último, mas não menos importante, muito menos dispendiosos comparativamente com os que existem atualmente. As palavras-chave serão conectividade, capacidade, potência de computação, preço e escala.

Esta visão que partilho já é uma realidade hoje, grandes companhias como Google, Microsoft, Amazon e Facebook estão a liderar grandes projetos na área dos CDs que são vitais para o futuro dos mesmos. Sendo a eficiência energética uma das principais preocupações.

Existe já um projeto liderado pelo Facebook denominado por Open Compute Project [OCP, 2015], cuja ideia é a criação de nós de computação de baixo custo, blocos de armazenamento de baixo custo e um foco muito grande na eficiência energética.

Neste momento e numa altura em que tenho pela frente uma reestruturação de um CD, identifiquei a falta de uma ferramenta de apoio à decisão na avaliação deste tipo de infraestruturas, ou seja, algo que pudesse utilizar e se adapta-se a este novo desafio que tenho pela frente. Esta necessidade justificou por isso a realização deste trabalho.

### 1.3 A Lactogal

Todos os dias, em todo o mundo, são consumidos milhares de produtos lácteos com a mesma origem: o Grupo Lactogal. A Lactogal é uma empresa agroalimentar portuguesa especializada em laticínios e seus derivados e o seu propósito é produzir e comercializar nos mercados nacional e internacional, laticínios e outros bens alimentares através das suas marcas [Lactogal,2015].

Formado pelas empresas portuguesas Lactogal Produtos Alimentares, Lacticínios Vigor e Etanor Penha e pela espanhola Leche Celta, o objetivo do Grupo Lactogal é contribuir para que as pessoas se sintam bem no seu dia-a-dia, oferecendo-lhes produtos para uma alimentação natural e equilibrada, onde o leite ocupa um papel determinante.

O universo de produtos Lactogal tem vindo a crescer, sendo constituído por leite, iogurtes, queijos, manteigas, natas, águas e sumos.

Fundada em 1996, a Lactogal herdou, das empresas que a constituíram – Cooperativa Agros, Cooperativa Lacticoop e Proleite/Mimosa S.A. - os seus ativos industriais e as principais marcas que constituem, ainda hoje, o maior património da Lactogal.

As marcas propriedade da Lactogal são: Agros, Mimosa, Gresso, Adagio, Matinal, Castelões, Castelinhos, Vigor, Pleno, Primor, Serra da Penha, Fresky, Milhafre dos Açores e Serra Dourada.

### 1.4 Objetivos

O objetivo principal para o desenvolvimento deste trabalho foi o estudo de uma reestruturação de um CD, de forma a aprofundar os conhecimentos nesta área e avaliar benefícios para a organização da escolha e adoção da melhor solução possível. Este objetivo genérico pode ser subdividido num conjunto de objetivos específicos, que visam contribuir para a concretização do principal:

- Levantamento do estado da arte dos CD;
- Estudo das tendências condicionadoras dos CD, nomeadamente a virtualização, computação em nuvem e métodos de consolidação de CD;
- Criação de um modelo baseado em critérios de decisão, que sirva de instrumento para avaliar CD;
- Analisar, mediante o contexto atual da organização e os resultados obtidos pela aplicação do modelo baseado em critérios de decisão, a melhor solução possível para a organização.

## 1.5 Organização do documento

O documento encontra-se dividido em seis capítulos principais, que pretendem abordar sequencialmente todas as fases do estudo, desde a sua contextualização passando pelo estudo dos conceitos fundamentais, pelo protótipo prático, até à análise final do trabalho e suas conclusões. Descrevem-se de seguida as diferentes secções do documento.

No primeiro capítulo (Introdução) é contextualizado todo o trabalho que irá ser realizado, em que se enuncia o contexto, motivação e objetivos.

No segundo capítulo (Conhecimentos de fundo) é estudado os conceitos relacionados com os conhecimentos de fundo dos CD, mais concretamente a estrutura e topologia, classificações e normas e uma análise mais pormenorizada à norma ANSI/Tia 942.

No terceiro capítulo (Tendências condicionadoras do Futuro dos CD) é efetuada uma análise às tendências condicionadoras do futuro dos CD, sendo estudado a computação em nuvem, virtualização e outras tendências. Este capítulo termina com um sumário onde são apresentados alguns indicadores de um estudo recente com o objetivo de contextualizar no mercado nacional algumas das tendências estudadas.

No quarto capítulo (Critérios de decisão) é descrito a metodologia de avaliação dos critérios de decisão para CD, neste capítulo é efetuada a sua descrição e âmbito.

No quinto capítulo (Caso de uso) é descrita a solução tecnológica, são apresentados os três cenários possíveis de reestruturação do CD seguido da aplicação do modelo de avaliação baseado nos critérios de avaliação, avaliando-se a classificação de cada uma das propostas.

No sexto capítulo (Conclusões) é analisado o trabalho desenvolvido, avaliando-se o cumprimento dos objetivos propostos, as contribuições do trabalho para a empresa, as suas limitações e trabalho futuro.

## 2 Conhecimentos de Fundo

### 2.1 Centros de dados, o princípio de uma era

Os Centros de Dados (CD) são locais, onde estão concentrados os equipamentos de processamento e armazenamento de dados de uma empresa ou organização. Este tipo de infraestruturas são ambientes bastantes críticos para empresas que dependem das tecnologias de informação (TI). A necessidade de projetar e de gerir o mais correto e eficientemente possível a infraestrutura física de um CD é de fundamental importância, para melhor perceber o seu valor para os negócios da empresa ou organização e seu papel como um todo [Alger, 2005].

Alger (2005) explica que os CD são ambientes especializados em proteger os equipamentos mais valiosos das TI 's e a propriedade intelectual de uma empresa, organização ou de umas quaisquer grandes corporações. Nos CD, encontram-se equipamentos, cujas finalidades são:

- Processamento de informação, alojamento aplicacional como são os casos dos sítios de internet;
- Processar e armazenar propriedade intelectual e financeira;
- Processar e armazenar a informação (correio eletrónico, etc.), entre outros.

Segundo a Gartner [Gartner, 2015], os CD são os departamentos dentro de uma organização que são responsáveis por gerir toda a componente relacionada pelas TI, nomeadamente todos os servidores e bases de dados. Esta centralização dos recursos computacionais num único local físico justificava por si só o nome de Centro de Dados. Atualmente, com os métodos atuais de computação cada vez mais distribuídos, a concentração dos mesmos num único centro de dados ainda é relativamente comum, contudo essa tendência tem vindo a diminuir cada vez mais. O termo Centro de Dados continua a ter aplicabilidade e a ser usado, independentemente do processo de dispersão dos recursos computacionais que se assiste cada vez mais.

O Mercado e as tendências dos setor [Gartner, 2015] estão a mudar a maneira como as empresas abordam as suas estratégias relativamente aos seus CD. Na origem desta mudança estão vários fatores que estão a levar as organizações a olhar muito mais além do que as tradicionais infraestruturas de CD e processos de negócio que existem atualmente. Incluem-se o envelhecimento das infraestruturas atuais dos DC, que estão em risco de não conseguirem cumprir com os requisitos dos processos de negócios futuros, a não rentabilidade ao nível do custo benefício, bem como a necessidade de ser mais eficiente em termos energéticos. Muitas empresas estão a focar-se na virtualização, sistemas de computação baseadas em fabric<sup>1</sup>, sistemas modulares e computação em Nuvem como forma de otimizar melhor os seus recursos.

---

<sup>1</sup> Área emergente onde a integração vertical concentradas de recursos computacionais de vários tipos.

Os CD evoluíram muito ao longo dos anos, especialmente depois do advento da Internet. Contudo, este tipo de infraestruturas têm as suas raízes nos primórdios da era do computador. Os primeiros sistemas de computadores, que eram bastante grandes, máquinas do tamanho de salas, necessitam de muito espaço e de um ambiente controlado. A complexidade da operação e manutenção destas máquinas levou à utilização de salas dedicadas para albergar as mesmas.

A segurança de computadores começou a tornar-se uma consideração durante esta época. Estes primeiros computadores eram extremamente caros, muitos deles eram utilizados para fins militares ou outras organizações igualmente bastante importantes. A sala dedicada permitiu e facilitou o controlo de acesso à máquina.

Outro fator que influenciou a utilização de salas dedicadas para albergar os computadores foi a sua necessidade de os refrigerar, eram equipamentos bastante grandes que geravam bastante calor e sobreaqueciam rapidamente. Segmentar estes equipamentos em ambientes isolados, facilitava a sua refrigeração.

Estes primeiros computadores necessitavam de uma infinidade de cabos para interligação de componentes. A elevada quantidade de cabos fez com que os mesmos tivessem de ser organizados. Isto levou à criação de algumas das normas dos CD que conhecemos hoje. Foram concebidos armários dedicados<sup>2</sup> para montar equipamentos, nomeadamente servidores e caminhos de cabos para organizar a passagem dos mesmos. Nesta altura também foram criados pisos elevados para acomodar esses primeiros computadores, permitindo que a parte inferior dos pisos pudesse ser utilizada tanto para acomodação e passagem de cablagens como também e mediante o modelo de arrefecimento escolhido para as instalações, a passagem de ar refrigerado que depois saiam em locais estratégicos da sala.

O termo Centro de Dados ganhou popularidade nesta época. Eram salas especialmente desenhadas para guardar os computadores/servidores e completamente dedicadas para esse efeito [Datacenter Knowledge, 2010]. Com o crescimento da Internet, as organizações começaram a perceber a importância de estar presente na Internet. Para estabelecer essa presença, as mesmas necessitavam de comunicações fiáveis e capacidade de operar 24/7, tanto para disponibilizar continuamente os seus sistemas como também para poder disponibilizar os novos. Cedo, estes novos requisitos, resultaram no desenvolvimento e construções de grandes infraestruturas denominadas por centros de dados para Internet<sup>3</sup> [Datacenter Knowledge, 2010], todo este desenvolvimento revolucionou tecnologias e práticas de operação dentro desta indústria. Contudo, nem todas as organizações conseguiam possuir e suportar estas enormes e complexas infraestruturas. O espaço físico, equipamentos necessários e pessoas altamente treinadas e formadas, tornaram extremamente caro e por vezes impraticáveis a manutenção de uma infraestrutura desta magnitude.

Nos dias de hoje, a construção e operação de CD é uma indústria largamente reconhecida. A Internet e a economia global alavancaram estas infraestruturas ao ponto de atualmente serem

---

<sup>2</sup> Armários dedicados para albergar servidores, em inglês mais conhecido por Rack Servers

<sup>3</sup> Em inglês, mais conhecido por Internet Data Centers, IDC

autênticos pilares no desenvolvimento e manutenção daquilo que hoje chamamos de “a Internet de todas as coisas”<sup>4</sup>, Um tema muito desenvolvido nos últimos anos que trata esta grande questão: tudo está ligado. O benefício da internet de todas as coisas deriva do impacto da interligação entre pessoas, processos, dados e coisas, proporcionando desta forma futuras oportunidades de novas fontes de valor [Cisco, 2013]. A suportar todo este desenvolvimento estão os centros de dados, os milhares de CD espalhados por esse mundo fora.

## 2.2 Estrutura e topologias dos centros de dados

A construção de um centro de dados requer uma integração entre todos os produtos, visando sempre uma solução final. Diferentemente de outras áreas, os requisitos tecnológicos para a infraestrutura são críticos e são base para todas as outras áreas associadas a ele. Serão de seguida descritas normas, que servirão de guias para definir o padrão que o projeto de construção de um centro de dados deverá seguir baseando-se em normas e recomendações que atribuem maior disponibilidade e segurança.

### 2.2.1 Arquitetura

#### 2.2.1.1 Localização

Muitos relatórios, estudos e especialistas expõem quais são os fatores mais importantes quando for decidir onde construir um Centro de Dados. A operação eficiente do mesmo e fatores de custo são o coração de qualquer decisão de negócios para escolher onde construir e manter este tipo de infraestrutura. Pequenas e grandes empresas têm igualmente uma série de critérios para escolher com o objetivo final de tomar a melhor decisão. Os aspetos como a proximidade de redes de energia disponíveis, infraestrutura de telecomunicações, serviços de rede, linhas de transporte e serviços de emergência podem afetar os custos. Riscos, segurança e outros fatores também devem ser levados em consideração para o projeto de um Data Center [Kleyman, 2013].

#### Recomendações sobre localização geográfica

São apresentadas, segundo as normas ANSI/BICSI-002 e ANSI/TIA-942, algumas recomendações para a escolha da localização que devem ser levadas em consideração. São locais inadequados para construção [Kleyman, 2013]:

- Próximos a rios, lagos, oceanos e fundos de vale, pois estes locais têm riscos de inundações, enchentes, tsunamis, etc;
- Próximos de pistas de aeroportos, pois existe o risco de acidente em potencial;
- Locais com riscos de derrocadas e perigo de incêndio;

---

<sup>4</sup> Em inglês, mais conhecido por Internet of Everthing IoE

- Locais propícios a abalos sísmicos e/ou tornados;
- Países ou locais com guerrilhas.

**São locais recomendados para a construção:**

- Próximos de acessos a estradas principais;
- Próximos a fornecedores de energia;
- Próximos a centros de serviços;
- Condomínios comerciais específicos para Data Centers.

Deve-se efetuar um estudo no início do projeto da construção do centro de dados com as condições climáticas locais, para efetuar uma escolha adequada do sistema de refrigeração, fazendo um levantamento dos custos administrativos e fiscais [Kleyman, 2013].

No entanto, os fatores geográficos são muitas vezes negligenciados no momento da seleção do local, ou na melhor das hipóteses não são completamente examinados. Na Figura 1 é apresentado um estudo com base em informações sobre desastres naturais nos EUA, muito importante para o processo de decisão de escolha do local para construção de centros de dados, um estudo da FEMA<sup>5</sup>.

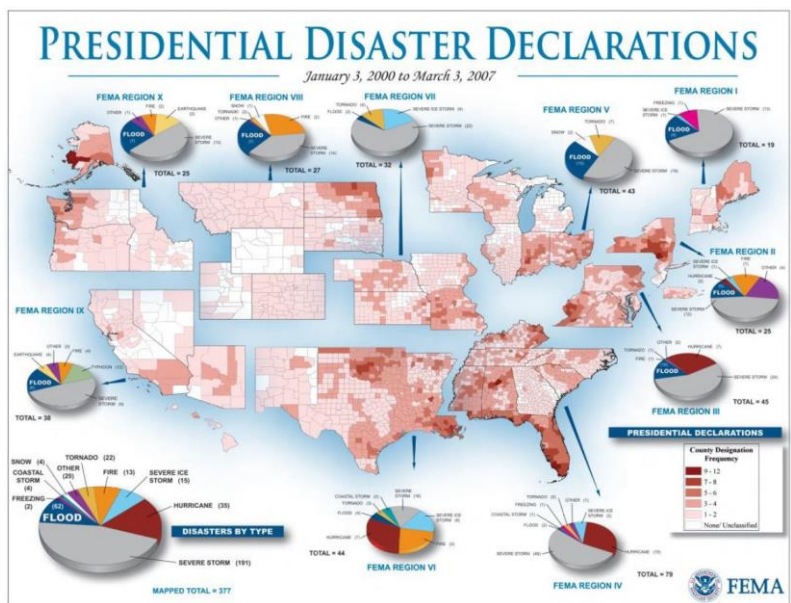


Figura 1 – Declarações de desastres naturais nos EUA  
(Fonte: www.fema.gov)

2.2.1.2 Cablagem estruturada

A cablagem estruturada é uma maneira padronizada de segmentar fisicamente um tipo de rede, não dependendo do seu tipo, minimizando custos e maximizando possíveis expansões futuras. Todos os tipos de dados como voz (telefonia) e multimídia (vídeo), podem ser transmitidos

<sup>5</sup> FEMA - Federal Emergency Management Agency nos Estados Unidos da America

através do mesmo cabo na mesma infraestrutura (painéis, tomadas, conectores) [Moreira, 2011].

O sistema de cablagem estruturada aquando de uma possível reestruturação de rede, evita que seja perdido tempo de trabalho para além de ser imprescindível tanto ao nível de organização como para futuros desenvolvimentos. Este sistema possui um tempo de vida longo, assim requerendo uma maior consideração. É necessário por isso um planeamento cuidadoso com o objetivo de prevenir um congestionamento na rede, o que poderia diminuir o seu desempenho.

### Topologia da cablagem estruturada

De acordo com [Marin,2011], o sistema de cablagem estruturada define-se em quatro subsistemas principais:

- Centro de distribuição;
- *Backbone*;
- Cablagem horizontal;
- Componentes terminais ou Área de trabalho.

Tabela 1 – Subsistemas de cablagem estruturada  
(Fonte: Próprio autor)

Subsistema	Descrição
Centro de Distribuição	Sala onde estão alojados os equipamentos que ligam a infraestrutura principal (backbone) aos subsistemas de distribuição de cablagem horizontal (normalmente estão localizados na sala do Centro Técnico);
Backbone ou “Cablagem Tronco”	Cablagem que interliga as Interfaces de Entrada, o Centro Técnico e o Centro de Distribuição;
Cablagem de Distribuição Horizontal	Interliga o Centro de Distribuição às tomadas terminais;
Componentes Terminais	Ligam os equipamentos dos utilizadores às tomadas terminais da Cablagem de Distribuição Horizontal.

A sala de comunicação, é local ou espaço físico onde são armazenados todos os equipamentos ativos de rede, ou seja, *routers* e *switchs* em bastidores informáticos<sup>6</sup>. Nesses espaços são instalados os passivos de rede, os *patch-panels*, que são painéis onde ficam ligados os cabos vindos dos equipamentos terminais. As ligações dos *patch-panels* para os *switchs* são feitas

<sup>6</sup> Bastidores informáticos, em inglês designado por RACK

através de um *patch-cord* (pedaço de cabo flexível com um conector RJ45 em cada extremidade) [Marin,2011].

Através do manuseio dos cabos de rede podemos alterar o *layout* lógico e físico da rede, desligando uma das extremidades do *patch-cord*, de uma porta do switch e ligando noutra porta de outro switch.

A Figura 2 mostra em detalhes a organização dos *patch-cords* ligados nos *patch-panels* no *rack*, juntamente com interligações de equipamentos ativos de rede.



Figura 2 – Bastidor Informático (*Rack* com *patch-panels* e *patch-cords*)  
(Fonte: Próprio autor)

A cablagem horizontal é uma ligação entre o *patch-panel* e a tomada da área de trabalho (zona onde ligam os equipamentos terminais). Uma vez instalado, não pode mais ser alterado. Todas as modificações devem ser feitas na sala de comunicação alterando o *patch-cord*. A área de trabalho é o espaço delimitado para a instalação da rede que permita a sua utilização por um utilizador. É necessário documentar o *layout* das disposições dos setores e a quantidade de equipamentos terminais, para assim definir uma rede estruturada, suficientemente abrangente que de resposta às necessidades atuais e futuras.

A cablagem de *backbone* consiste em cabos para a ligação de salas de comunicação. Estas salas podem estar no mesmo andar ou em distâncias maiores. A limitação do cabo metálico, ou seja, de cobre, é de 100 metros, se ultrapassada essa distância será necessária à utilização de fibra ótica.

### Cablagem Metálica (Cobre)

Os cabos metálicos são agrupados em categorias nomeadas de “cat”, com base em algumas especificações. Algumas categorias foram atualizadas com mais esclarecimentos ou padrões de teste (por exemplo, 5e, 6-a). Essas categorias servem para identificar facilmente que tipo de cabo será necessário para uma aplicação específica. Os fabricantes são obrigados a aderir aos padrões [Howtogeek, 2015] [Ited,2015].

Na cablagem de distribuição horizontal são usados cabos do tipo UTP, FTP e STP, os quais se inserem numa das seguintes categorias:

Tabela 2 – categorias de cabos do tipo UTP, FTP e STP  
(Fonte: Próprio autor)

Categoria	Descrição
Cat. 3	Atualmente definida na norma TIA/EIA-568-B para redes de dados utilizando frequências até 16 MHz. Muito usada há alguns anos para redes telefônicas e redes Ethernet a 10 Mbit/s usando cabos do tipo TVHV, no entanto, atualmente, em Portugal, já não é permitido usar cabos desta categoria na distribuição horizontal, utilizando-se somente para colunas montantes de redes telefônicas;
Cat. 5e	Atualmente definida na norma TIA/EIA-568-B para redes até 100 MHz é usada para redes Ethernet a 100 Mbit/s;
Cat. 6	Atualmente definida na norma TIA/EIA-568-B para redes até 250 MHz, mais do dobro da categoria 5e; é adequada para redes Gigabit Ethernet 1000BASE-T;
Cat. 6a	Atualmente definida na norma ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 para redes até 500 MHz, o dobro da categoria 6. Adequada para redes 10GBase-T;
Cat. 7	Um nome informal aplicado à norma ISO/IEC 11801 Classe F para redes até 600 megahertz. Esta norma especifica quatro pares blindados individualmente no interior de uma blindagem total
Cat. 7a	Um nome informal aplicado a alteração 1 da norma ISO/IEC 11801 Classe F para redes até 1000 MHz

### Fibra Ótica

Uma fibra ótica é uma fibra de vidro ou de plástico que transporta a luz ao longo do seu comprimento. É a conjugação da ciência e da engenharia no sentido da aplicação prática dos conhecimentos sobre ciências óticas às comunicações. As fibras óticas são amplamente utilizados em comunicações, pois permitem a transmissão em longas distâncias e em maiores larguras de banda do que outras formas de comunicação. As fibras são utilizadas em vez dos cabos metálicos porque estas produzem menos perdas e são imunes às interferências eletromagnéticas.

A luz é mantida no núcleo da fibra ótica por reflexão interna total para que a fibra atue como um guia de ondas. As fibras que transportam múltiplos sinais ou modos de propagação em simultâneo são chamadas fibras multimodo, enquanto aquelas que suportam apenas um único sinal ou modo de transmissão são chamadas fibras monomodo. As fibras multimodo têm geralmente um diâmetro do núcleo maior e são usadas para troços de comunicação de curta distância (até 550 metros). As fibras monomodo são utilizadas para a maioria dos troços de comunicação superiores a 550 metros.

(Fonte: Próprio autor)

Tabela 3 - Distancia aproximada em metros das fibras multimodo

(Fonte: Próprio autor)

TIPO DE FIBRA	COMPRIMENTO DE ONDA	DISTÂNCIA DE TRANSMISSÃO APROXIMADA (METROS)
Padrão (62.5/125µm)	850nm	200
	1300nm	660
Padrão (50/125µm)	850nm	660
	1300nm	1000
Laser otimizado (50/125µm)	850nm	2500
	1300nm	660

### 2.2.1.3 Piso

Para projetar um espaço padronizado, modular, expansível para TI, deve-se ter muito em atenção a acomodação do fornecimento de energia, comunicações e o ar refrigerado sob o piso elevado. O piso elevado é um piso que eleva o ambiente em alguns centímetros, criando um espaço para a instalação de cabos de comunicação, elétricos, fluxo de ar refrigerado e/ou as tubulações de água gelada para refrigeração [Continuity,2015]. Para uma melhor organização do centro de dados, recomenda-se a instalação do piso elevado, para conseguir ter um melhor aproveitamento do espaço, organização e estética, mesmo que o mesmo não seja utilizado para refrigeração do CD. Na Figura 3 pode ser visto os detalhes da estrutura do piso elevado, os espaços para colocar as placas 60x60 cm e a armação do piso a ser aterrada.

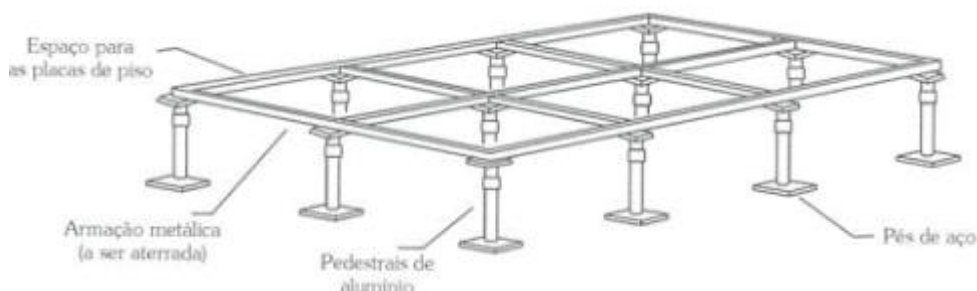


Figura 3 – Detalhe da estrutura de um piso elevado

(Fonte: Próprio autor)

Quanto às alturas que o piso elevado deve ter e a carga mínima que deve suportar, estes valores dependem também muito do tipo de centro de dados que se quer construir.

### 2.2.2 Sistemas de energia

O segmento elétrico é constituído pelo Sistema Ininterrupto de Energia (UPS), o Sistema de energia de Emergência e as unidades de distribuição de potência (PDU). O sistema ininterrupto de energia (UPS) tem a função de fornecer energia para todos os equipamentos do centro de dados, incluindo equipamentos de segurança e deteção e alarme de incêndio.

A ideia por trás de uma UPS é bastante evidente a partir do seu próprio nome; além da filtragem e do reforço ou modificação da rede elétrica, circuitos especiais e baterias são usados para proteção dos equipamentos contra as quebras de energia durante uma interrupção ou queda de tensão. A estas unidades são dados diferentes nomes dependendo da sua tipologia de conceção, mas todas se encaixam na categoria geral de “unidades de reserva de energia” [BICSI,2015].

Sem a adequada proteção de energia a partir de uma UPS, a maioria das organizações deparam-se com paragens que resultam em perdas de informação, produtividade e lucro. A maneira mais fácil de proteger sistemas e objetivos críticos é investir em proteção de energia através de uma UPS. Os bancos de baterias são dimensionados para alimentarem as cargas por um período que varia consoante o seu objetivo. Para quem não tem geradores, o período poderá ser o mínimo suficiente para o arranque do mesmo, para quem não tem geradores, o período poderá um pouco mais que permita por exemplo o desligar dos sistemas manualmente e de uma forma controlada.



Figura 4 – Exemplo de UPS de várias capacidades  
(Fonte: [www.apc.com](http://www.apc.com))

O sistema de energia de emergência consiste de Grupo Geradores Diesel que entrarão em funcionamento automaticamente, abastecendo de energia elétrica os grupos de UPS em substituição do abastecimento normal da rede pública.

Um gerador não substitui uma UPS porque, em caso de corte da rede de alimentação elétrica, haverá sempre um intervalo entre a falha de alimentação e o arranque do gerador do seu estado de "standby". Esta interrupção no fornecimento de energia pode resultar em perdas financeiras significativas e justifica a necessidade de uma UPS. Os geradores são dimensionados para suportar todas as cargas necessárias ao funcionamento dos equipamentos do CD durante a falta de energia da Concessionária.

O Objetivo é atender a operação 24 horas x 7 dias da semana, considerando as condições para manutenção preventiva, acréscimo de novos componentes e reposição operacional após interrupções não programadas.

A crescente complexidade dos ambientes TI, dos armários de cablagem e salas de servidores aos centros de dados de todos os tamanhos, aumentou a necessidade de uma distribuição de alimentação fiável ao nível do bastidor. Eliminar problemas de gestão de alimentação é essencial para os gestores TI e de instalações para manter a disponibilidade do sistema de equipamentos com cada vez mais densidades elevadas. As unidades de distribuição de alimentação (PDU) são um elemento essencial na capacidade de gestão de alimentação e funcionalidade para redes críticas, servidores e equipamento dos CD.



Figura 5 – Imagem de um exemplo de PDU  
(Fonte: [www.aten.com](http://www.aten.com))

#### 2.2.2.1 Eficiência energética

Os benefícios da determinação da eficiência da infraestrutura do CD como parte de um plano de gestão de energia eficaz são amplamente reconhecidos. As métricas padrão de eficiência de consumo energético (PUE, *Power Usage Effectiveness*) e respetiva eficiência da Infraestrutura do CD recíproca (DCIE, *Data Center Infrastructure Efficiency*) emergiram como normas reconhecidas [Avelar,2012].

Para executar cálculos de eficiência do CD, é importante definir de forma clara qual a alimentação que constitui carga de TI e qual a que corresponde à infraestrutura física. Enquanto a designação dos servidores e dispositivos de armazenamento como carga de TI e a designação de UPS e unidades de arrefecimento/tratamento do ar como infraestrutura física é óbvia,

existem muitos subsistemas que consomem corrente no CD que possuem um lugar menos óbvio no cálculo da eficiência, incluindo espaços para funcionários, quadro de distribuição e centro de operações da rede.

Estes subsistemas consomem corrente. Se não forem classificados de forma uniforme para todos os CD, não será possível comparar diretamente os resultados do cálculo da eficiência em diferentes CD. Existem esforços contínuos por parte dos clientes, organismos governamentais e fornecedores de energia, para criar pontos de referência da eficiência do CD, pelo que é essencial estabelecer diretrizes padronizadas para o que se considera ser carga de TI, infraestrutura física (por vezes, denominada infraestrutura local) e não incluído nos cálculos da eficiência do CD. Para além disso, existem muitas vezes problemas com a obtenção de dados chave necessários para calcular a eficiência do centro de dados [Avelar,2012].

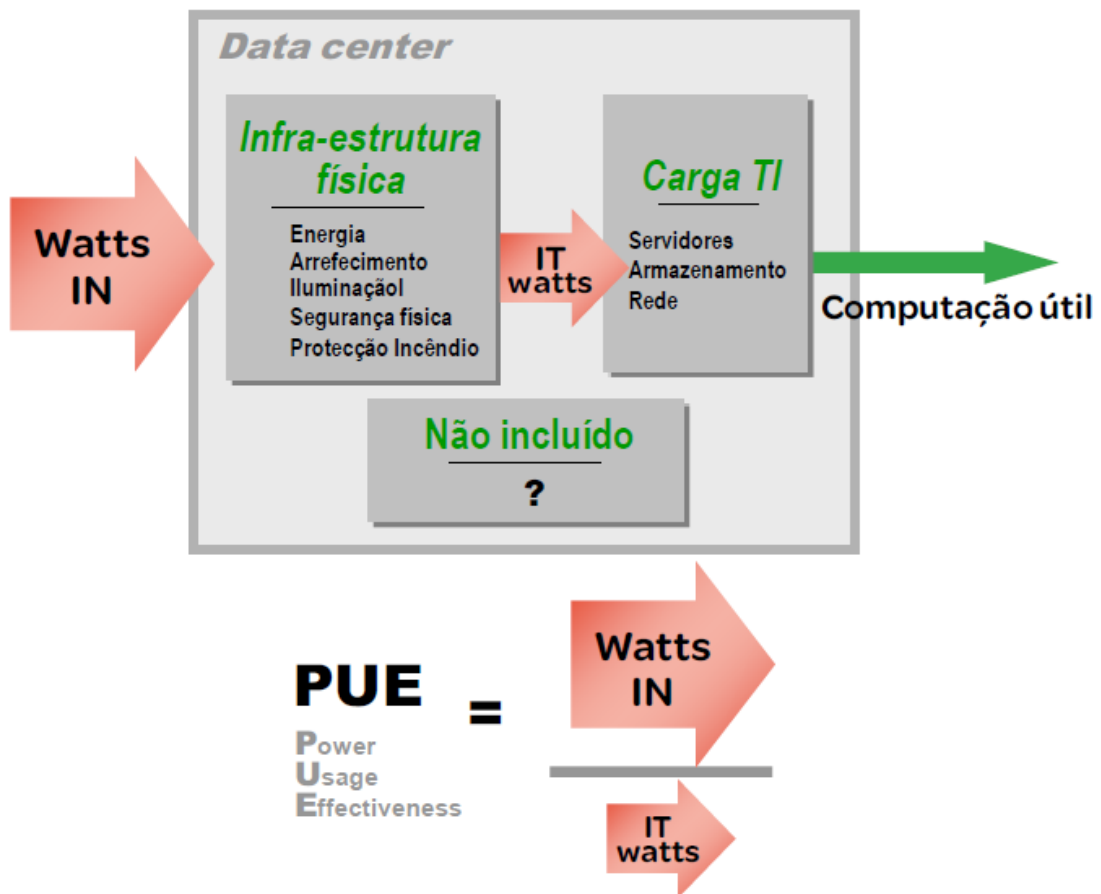


Figura 6 – Variáveis para cálculo do PuE  
(Fonte: Próprio autor)

Para melhor calcular a eficiência energética são necessárias ambas as métricas (PUE e DCIE). Um CD é um custo significativo para qualquer organização, especialmente quando se trata do consumo de energia. É ainda mais incomodativo, Quando percebemos que, em comparação com as TI, os sistemas de refrigeração na sua maioria são os maiores responsáveis pelos custos no CD. Por isso existem algumas questões naturais:

- Como se pode ser mais eficiente?
- Como se pode usar os recursos de forma mais eficaz?
- Como reduzir o TCO<sup>7</sup> do centro de dados?
- O que pode ser feito para otimizar?

De fato, é possível efetuar melhorias, mas sem métricas adequadas tudo se torna mais difícil.

PUE significa Eficiência de Consumo Energético e a fórmula para cálculo é:

$$\text{PUE} = \text{Total Consumo das instalações} / \text{Consumo equipamentos TI}$$

DCiE significa Eficiência da Infraestrutura e a fórmula para cálculo é:

$$\text{DCiE} = 1 / \text{PUE} = \text{Consumo equipamentos TI} / \text{Total Consumo das instalações} \times 100\%$$

Segundo [Avelar,2012] a seguinte tabela é representativa dos níveis de eficiência:

Tabela 4 – Tabela de classificação de níveis de eficiência  
(Fonte: Próprio autor)

PUE	DCiE	Nível de Eficiência
3.0	33%	Muito ineficiente
2.5	40%	Ineficiente
2.0	50%	Médio
1.5	67%	Eficiente
1.2	83%	Muito Eficiente

### 2.2.3 Sistemas refrigeração

O arrefecimento pode ser responsável por até 50% do consumo total de energia em salas de servidores e CD. Os conceitos de refrigeração eficiente da energia são essenciais tanto nas pequenas como nas grandes instalações de TI.

O sistema HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) inclui múltiplas unidades de ar condicionado com capacidade de manter a temperatura e umidade, com unidades redundantes, podendo efetuar manutenções sem parar o sistema de HVAC.

---

<sup>7</sup> O Custo Total de Posse, em Inglês designa-se por Total Cost of Ownership (TCO)

A Classe 1 da ASHRAE<sup>8</sup>, Sociedade Americana de Engenheiros de Climatização, uma entidade norte-americana internacional na área de padronização para climatização, demonstra na Tabela 5, informações permitidas e recomendadas de temperatura para a entrada de ar nos equipamentos e também a humidade relativa [Ashrae, 2011].

A Classe 1 é tipicamente usada como referencia para um CD com parâmetros rigidamente controlados ambientais (temperatura e humidade relativa) e operações de missão crítica. Os tipos de produtos tipicamente concebidos para este ambiente são servidores corporativos e produtos de armazenamento.

Tabela 5 – Especificações de temperatura e humidade relativa  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Especificações do Ambiente</b>			
<b>Temperatura permitida (°C)</b>	<b>Temperatura Recomendada °C</b>	<b>% Humidade relativa permitida</b>	<b>% Humidade relativa recomendada</b>
15 Até 32.2	20 Até 25	20-80	40-55

De acordo com Paulo Sérgio Marin, aproximadamente cem por cento de toda energia elétrica consumida no CD é convertida em calor, que precisa ser retirada do ambiente. Existem várias técnicas disponíveis para remover o calor de forma eficiente [Marin, 2011].

Segundo [Evans,2012], O sistema de ar condicionado de um CD tem duas funções principais: fornecer a capacidade bruta de arrefecimento e distribuir o ar para as cargas de TI. A primeira função de fornecimento de capacidade bruta de arrefecimento é idêntica nos arrefecimentos ao nível da sala, fila ou bastidor. Em particular, a capacidade de arrefecimento do sistema de ar condicionado em kilowatts tem de extrair a carga de potência total (kW) do equipamento de TI. As várias tecnologias que disponibilizam esta capacidade são as mesmas, independentemente de se considerar um sistema de arrefecimento ao nível da sala, fila ou bastidor. A diferença mais importante entre arrefecimentos ao nível da sala, fila ou bastidor centra-se na forma como estes efetuam a segunda função crítica: a distribuição do ar para as cargas.

As três configurações básicas são mostradas nas plantas genéricas da Figura 7 Figura 7 - Arrefecimento ao nível da sala, fila ou bastidor. Na figura, as caixas pretas representam os bastidores dispostos em filas e as setas azuis representam a associação lógica das unidades de tratamento de ar da sala dos computadores (CRAH<sup>9</sup>) às cargas dos bastidores de TI. A disposição física real das unidades CRAH pode variar. No arrefecimento ao nível da sala, as unidades CRAH são associadas à sala; no arrefecimento ao nível da fila, as unidades CRAH são associadas a filas ou grupos; no arrefecimento ao nível do bastidor, as unidades CRAH estão associadas a bastidores individuais.

<sup>8</sup> ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

<sup>9</sup> CRAH – Computer Room Air Handler

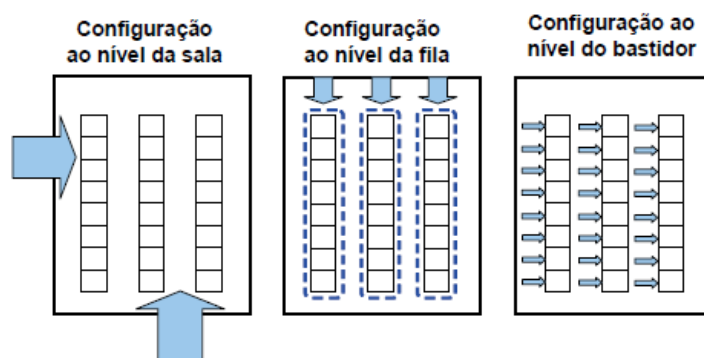


Figura 7 - Arrefecimento ao nível da sala, fila ou bastidor  
(Fonte: Próprio autor)

### Arrefecimento ao nível da sala

No arrefecimento ao nível da sala, as unidades CRAH estão associadas à sala e funcionam de forma concorrente para lidar com a carga de calor total do espaço. O arrefecimento ao nível da sala pode envolver um ou mais aparelhos de ar condicionado que insuflam ar frio não restringido por condutas, limitadores, grelhas de ventilação ou outros. Em alternativa, a insuflação e/ou a extração poderão ser parcialmente restringidas por um sistema de piso elevado ou por plenos de extração no teto.

O método ao nível da sala é fortemente afetado pelas restrições específicas da sala, que incluem a altura do teto, forma do espaço, obstruções acima e abaixo do pavimento, disposição dos bastidores, localização das unidades CRAH, distribuição de potência entre as cargas de TI e outras. Quando os percursos de insuflação e de extração não têm contenção, o resultado é um baixo nível de previsibilidade e uniformidade do desempenho, especialmente à medida que a densidade de potência aumenta.

### Arrefecimento ao nível da fila

Numa configuração orientada para a fila, as unidades CRAH são associadas a uma fila. As unidades CRAH podem estar localizadas entre os bastidores de TI ou podem ser montadas no teto. Em comparação com o arrefecimento ao nível da sala tradicional sem contenção, os percursos do fluxo de ar são mais curtos e mais claramente definidos. Além disso, os fluxos de ar são muito mais previsíveis, sendo possível usar toda a capacidade nominal das unidades CRAH, o que permite obter uma densidade de potência mais alta.

O arrefecimento ao nível da fila tem uma série de vantagens colaterais além do desempenho em matéria de refrigeração. A redução do comprimento do percurso do fluxo de ar reduz a potência necessária da ventoinha da unidade CRAH, aumentando a eficiência. Esta não é uma vantagem menor se tivermos em conta que, em muitos CD com cargas relativamente baixas, as perdas de potência da ventoinha da unidade CRAH poderão por si só exceder o consumo total de energia das cargas de TI.

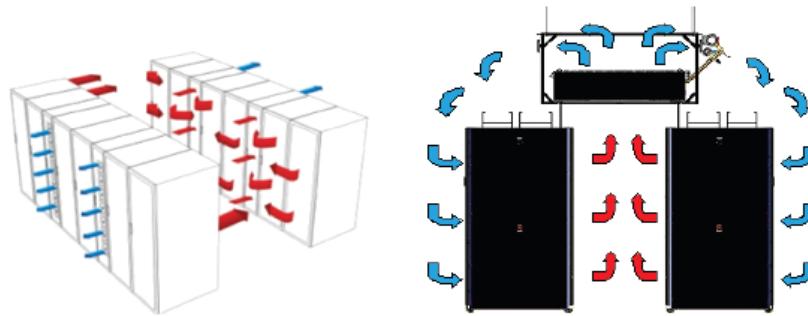


Figura 8 – Fluxos de ar frio e quente num modelo de arrefecimento ao nível de fila  
(Fonte: [www.apc.com](http://www.apc.com))

### Arrefecimento ao nível do bastidor

No arrefecimento ao nível do bastidor, as unidades CRAH estão associadas a um bastidor. As unidades CRAH são montadas diretamente nos bastidores de TI ou no seu interior. Em comparação com os arrefecimentos ao nível da sala ou da fila, os percursos de fluxo de ar do arrefecimento ao nível do bastidor são ainda mais curtos e definidos de forma exata, sendo totalmente imunes a mudanças da instalação ou restrições da sala. É possível utilizar a capacidade nominal total da unidade CRAH e é possível atingir a densidade de potência mais alta (até 50 kW por bastidor). A Figura 9 mostra um exemplo de um arrefecimento ao nível do bastidor.



Figura 9 – Sistema de arrefecimento ao nível do bastidor  
(Fonte: [www.apc.com](http://www.apc.com))

Tal como o arrefecimento ao nível da fila, o arrefecimento ao nível do bastidor tem outras características exclusivas além da extrema capacidade de densidade. A redução do comprimento do percurso do fluxo de ar reduz a potência necessária da ventoinha da unidade CRAH, aumentando a eficiência. Tal como mencionado acima, este não é um benefício menor, se tivermos em conta que em muitos CD com cargas relativamente baixas, as perdas de potência das ventoinhas das unidades CRAH podem por si só exceder o consumo total de energia das cargas de TI.

### 2.2.3.1 Free Cooling

“Free-Cooling” é uma técnica que fornece a refrigeração através do uso de nível mais baixo de ar externo/temperaturas de água em comparação com as condições internas necessárias. Quanto menor for a temperatura média externa, durante o período de um ano, maior é a oportunidade utilizando este tipo de refrigeração e o nível de eficiência. Economizadores colaterais de água e do ar podem constituir uma alternativa para refrigeração suplementar. As condições climáticas definem a eficiência económica e o retorno de investimentos.

As instalações dotadas de “Free-Cooling” são hoje em dia um recurso para reduzir os custos de operação em climatização. Este equipamento, que também pode ser designado como “Air-side Economizer” - Economizador, utiliza apenas o ar exterior para proceder à remoção de uma carga crescente interior, isto é, de acordo com determinados parâmetros, proceder à climatização de um determinado local, sem a utilização da bateria de frio de um sistema Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) de acordo com [Cruz,2013].

Em alguns casos, quando existe um deficiente controlo da operação do Economizador, os resultados obtidos podem ser negativos, uma vez que, no caso de existir um sistema descontrolado, a quantidade de ar novo insuflada pode ser em demasia, e induz a maiores gastos do que reduções do custo de operação. Este fator pode induzir uma opinião negativa sobre a utilização deste sistema de acordo com [Cruz,2013].

Um sistema de climatização com a integração de “Free-Cooling” baseia-se nos componentes representados na Figura 10 de acordo com [Cruz,2013].

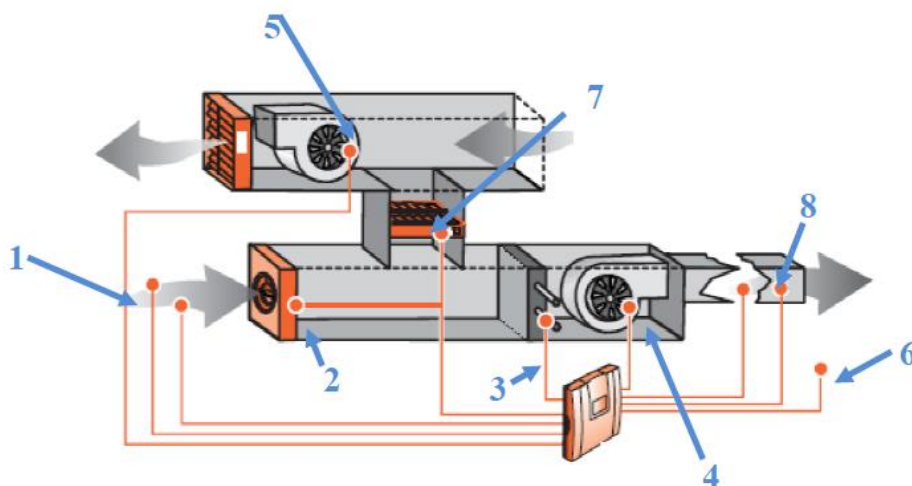


Figura 10 - Esquema representativo dos componentes de um Economizador  
(Fonte: Próprio autor)

- 1- Sensores de temperatura/humidade exteriores;
- 2- Registo regulador de caudal de ar novo;
- 3- Bateria de Frio/Aquecimento;
- 4- Controlador;
- 5- Registo regulador do caudal de ar de saída;
- 6- Sensores de temperatura/humidade interiores;
- 7- Registo regulador de caudal de ar de retorno;
- 8- Sensores de temperatura/humidade de insuflação.

Os Sensores de temperatura/humidade exteriores são fundamentais neste processo (representados na Figura 10, pelo número 1). Os mesmos fazem a leitura das condições de humidade e temperatura exteriores às instalações de projeto, dando-as a conhecer ao Controlador (representado na Figura 10 por 4).

Depois verifica-se a presença do Registo regulador de caudal de ar novo (representado na Figura 10 pelo número 2) situado no início da UTA, de modo a controlar o caudal de ar novo pretendido para insuflação.

A Bateria de Frio/Aquecimento (representado na Figura 10 pelo número 3) estará, por exemplo, ligada a um “Chiller”, de modo a assegurar a climatização das instalações, em horários/condições fora do âmbito do “Free-Cooling”.

O Registo regulador do caudal de saída (representado na Figura 10 pelo número 5) regula o volume de caudal de ar que é extraído da sala, e que não é aproveitado para novo aquecimento/arrefecimento.

Os Sensores de temperatura/humidade interiores são indispensáveis neste processo (representados na Figura 10 pelo número 6). Os mesmos fazem a leitura das condições de humidade e temperatura interiores das instalações de projeto, dando-as a conhecer ao Controlador (representado na Figura 10 por 4).

Seguidamente o Registo regulador do caudal de Retorno (representado na Figura 10 pelo número 7) regula o volume de ar que será misturado com o caudal de ar novo, de modo a fazer um pré-aquecimento do ar, reduzindo a potência de aquecimento necessária.

Os Sensores de temperatura/humidade de insuflação são utilizados neste processo (representados na Figura 10 pelo número 8) para fazer a leitura das condições de insuflação, com o objetivo de fazer uma comparação entre as condições de insuflação/extração permitindo ao Controlador a realização dos cálculos da carga interior. Finalmente, o elemento responsável pelo funcionamento deste processo, o Controlador, é responsável pelo comando de todos os registos de caudal, dependendo do sinal emitido pelos sensores, que depois é convertido numa determinada ordem, como por exemplo, abrir o registo de Ar Novo e fechar o Registo de Retorno.

## 2.2.4 Segurança

### 2.2.4.1 Segurança física

Um ataque físico num CD pode originar vários danos:

- Roubo de um disco, componente ou até servidor;
- Incapacitar temporariamente ou até danificar um qualquer componente vital, um exemplo poderia ser as controladoras de um sistema de armazenamento;
- Violação física da rede, desmantelamento ou destruição da cablagem de interligação;
- Ou então, desligar a ficha elétrica. O encerramento não controlado de alguns sistemas, principalmente bases de dados é por si só o suficiente para causar perdas de dados e indisponibilidade.

Conforme [Barker,2012], para evitar estes problemas os centros de dados têm de contar com sistemas de segurança tais como:

- Controlo de acessos bastante apertado, equipe de segurança, equipe de suporte local e de limpeza com treino adequado, treino para lidar com incidentes, desastres, incêndios para todos os elementos que operam no centro de dados;
- Recursos tecnológicos de segurança tais como: Controlos de acessos basados em cartão, tecnologia biométrica, balanças, sistema de vídeo vigilância, sistemas de extinção de incêndios, sensores e sistemas de registro de todo o tipo de eventos;
- Todo um plano de segurança que contenha procedimentos para todo o tipo de eventos que possam ocorrer.

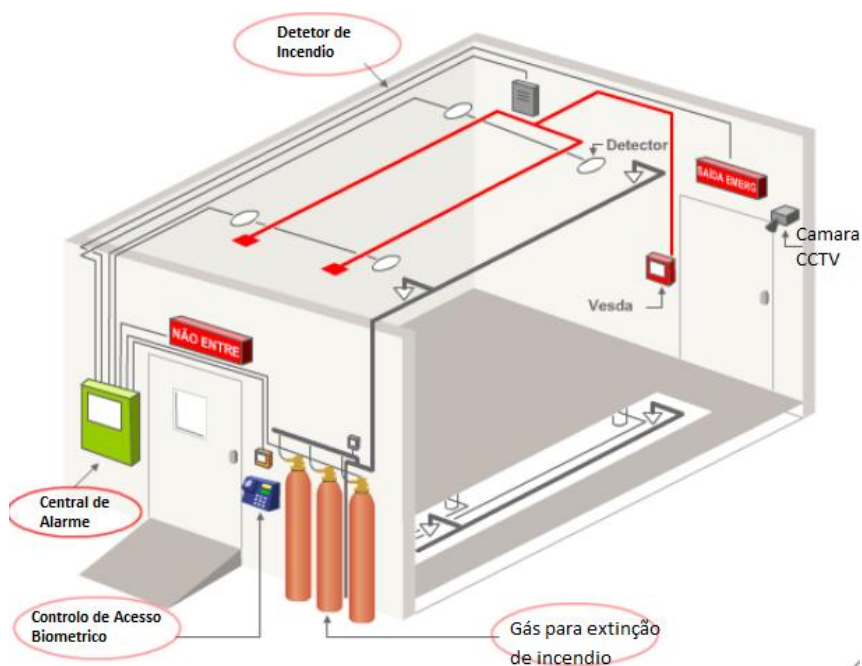


Figura 11 – Figura representativa de elementos de segurança física  
(Fonte: Próprio autor)

#### 2.2.4.2 Segurança Virtual

Segurança de rede virtual pode ser um problema maior do que a física, devido às muitas maneiras pelas quais se pode ser atacado. Um *hacker* experiente pode usar *malware* e outros meios para contornar as *firewalls* e quebrar a segurança para acessar aos dados. A existência de sistemas antigos podem contribuir para criar oportunidade de ataque, podem não contar com métodos modernos de segurança de dados. Uma vez a segurança violada, o caminho para o restabelecimento da confiança é bastante difícil, principalmente em empresas que vivem da informação, é um caminho sem volta e que pode levar a uma perda de confiança na marca e causar inúmeros problemas para os seus clientes. Conforme [Forbes,2014], um exemplo da preocupação por parte dos utilizadores, é notórios os problemas que uma falha de segurança pode originar.

### 2.2.5 Redes, Sistemas de armazenamento e Cópias de segurança

Muito das questões de escalabilidade e flexibilidade de um CD dependem bastante das componentes de base ao nível de redes e armazenamento dos sistemas de computação existentes, eles são a rede *Ethernet*, SAN, Sistemas de armazenamento e de cópias de segurança.

#### 2.2.5.1 Redes *Ethernet*

Nos CD, as redes *ethernet* tem emergido como sendo a base central que permite a interligação entre servidores, equipamentos de rede e de armazenamento. Como forma de poder acompanhar as novas necessidades de débito de rede, existe uma necessidade crescente de se adotar velocidades de transmissão maiores. Depois de anos em que 1 Gbit/s era o mais usual, 10GbE e 40GbE estão neste momento a ser os débitos mais utilizados, contudo a implantação dos 100 GbE está claramente no horizonte.

Para além dos débitos por interface atualmente disponíveis, existem outras exigências nos CD que implicam várias considerações ao nível de redes *ethernet*, são elas o nível de balanceamento, tolerância á falha, redundância e serviço. Como tal abordam-se técnicas como:

- Agregação de interfaces de rede;
- Balanceamento de tráfego;
- Alta disponibilidade;
- Segmentação de tráfego.

A agregação de interfaces de rede tem extrema importância na distribuição de rede entre os *switch* de core e *switches Top of Rack* e também na interligação com sistemas computacionais que suportam virtualização, não só pela alta disponibilidade como também pela disponibilização de maiores larguras de banda. A agregação em situações de falha quer da interface física quer do lado da rede, permite fazer *failover* passivo, ou seja, á primeira falha ocorrida encaminha o tráfego para as interfaces disponíveis na agregação.

Conforme [VMWare,2005] o balanceamento de tráfego é especialmente importante nas infraestruturas de virtualização uma vez que as mesmas enfrentam alguns desafios que não se

verificam nas redes físicas, ou seja, um único servidor físico engloba vários virtuais assim como toda a carga de I/O que flui nas interfaces de rede. Desta forma os desafios prendem-se com questões de nível de serviço que pretendemos aplicar a cada aplicação e consequentemente a cada servidor virtual. O *NIC Teaming* é essencial neste tipo de infraestrutura no entanto existem um conjunto de políticas que podem ser aplicadas para o balanceamento dos dados:

- Routing baseado na identificação da porta do switch virtual;
- Routing baseado no hash endereço MAC na fonte;
- Routing baseado no endereço IP.

O primeiro método implica que o tráfego de uma dada interface de rede virtual seja enviado de forma consistente para uma interface física (com exceção de uma situação de *fail-over*). A resposta será recebida pela mesma interface física pois o *switch* físico ficou com o registo da associação da porta. O segundo método é baseado num *hash* do endereço MAC da trama ethernet onde o tráfego de uma interface de rede virtual é enviado consistentemente para um físico sendo as respostas recebidas na mesma interface de rede (*switch* físico aprende a associação). Neste método uma única máquina virtual não pode utilizar mais do que uma interface física, exceto, quando recorre a múltiplos endereços MAC. Ambas as técnicas permitem uma boa distribuição de carga se o número de interfaces virtuais for muito superior ao de interfaces físicas. O terceiro método baseia-se no *hash* do endereço IP (fonte e destino) de cada pacote transmitido e caso exista algum tipo de pacote não IP o *hash* é calculado mediante o *offset*. A distribuição de tráfego depende do número de ligações TCP/IP sendo que se for pretendido ter um caminho mais rápido para um único servidor virtual pode-se recorrer a agregação de interfaces que ajuda a prevenir reflexão de pacotes pois não retransmite o tráfego *multicast* ou *broadcast*.

A alta disponibilidade na rede física é assegurada pela redundância de equipamentos ativos, ligações existentes entre equipamentos ativos e aos interfaces de rede dos servidores físicos. Ao nível da interligação com ambientes de virtualização e caso exista uma falha num segmento de rede ou até num *switch*, existem técnicas adjacentes à virtualização para garantir a continuidade de operação, através de dois métodos para deteção de *failover*, sendo estes: estado do troço e *beacons*.

Por defeito a agregação de portas aplica política de *failback*, ou seja, um adaptador de rede que falhou mas que entretanto ficou disponível vai voltar a desempenhar a sua função despromovendo o adaptador que entrou em funcionamento aquando do evento. Caso um adaptador físico possua falhas num servidor físico, o *switch* de rede vai verificar mudanças de endereço MAC sendo que poderá não aceitar tráfego assim que um adaptador fique disponível. Para minimizar o impacto que este processo pode gerar, devem-se ter em consideração desabilitar o uso do protocolo *Spanning-Tree* no *switch* de rede físico ligado ao servidor físico, deve-se também reduzir o tempo de inicialização das portas do *switch* e evitar negociações automáticas de *trunkings*, tanto uma opção como outra podem ser facilmente implementadas através de comandos básicos do SO dos *switchs* sobre os interfaces.

Nos últimos anos a velocidade e a quantidade das informações que circulam dentro de um CD têm crescido exponencialmente, a consolidação das infraestruturas obrigam à existência de mecanismos para gerir cada vez melhor o crescimento acentuado de redes que não tende mais a regredir. A implantação de VLANs (*Virtual Local Area Network*) tem a intenção de segmentar uma rede lógica com o objetivo de aumentar o controlo de tráfego da rede, diminuir o alcance de disseminação de pacotes de difusão (*broadcast*) e de pragas virtuais, melhorado assim o desempenho e a segurança de uma determinada rede. A implementação do conceito de VLANs é ao nível da segmentação de tráfego, uma das técnicas mais utilizadas e essencial ao normal funcionamento de qualquer centro de dados.

#### 2.2.5.2 Redes SAN

Com a evolução e expansão das TI juntamente com o crescimento exponencial da informação nas organizações, o armazenamento de dados passou a ter uma relevância bastante alta não só para proteger os dados mas como endereçar o desempenho. As tecnologias FC, iSCSI (também conhecido por IP SAN), FCoE baseadas em leituras e escritas de blocos e NAS baseado em leituras e escritas de ficheiros são as principais tecnologias implementadas para as redes de dados, sendo o FCoE a tecnologia mais recente e a mostrar sinais de forte expansão no mercado. O intuito das redes de dados é otimizar o acesso e transferências de dados em redes dedicadas de altos débitos, facilitar a integração do armazenamento.

O SCSI é um protocolo *standart* utilizado por aplicações para enviar comandos ao armazenamento, incluindo operações de leitura e escrita designada por I/O que é também referido como comandos SCSI. Os comandos SCSI podem conter dados de controlo ou de informação e são enviados pelas aplicações em modo embebido através de protocolos que os encapsulam em redes *Ethernet* (iSCSI) ou *Fibre Channel* (FC). A principal diferença entre as duas abordagens prende-se com o facto de em iSCSI utilizar-se recursos já existentes como *switches ethernet* e interfaces de rede enquanto com a adoção do FC necessita-se de adaptadores de fibra, denominados HBAs e *switches* FC. O iSCSI recorre para transporte e rede aos protocolos TCP/IP enquanto o FC incorpora estas duas componentes no seu *standard* com *overhead* minimizado comparativamente ao iSCSI. Apesar de hoje em dia a maior parte das interfaces de rede implementarem o encapsulamento TCP/IP, o *overhead* ainda é superior o que denota que o FC seja o protocolo recomendado para ambientes altamente transacionais, ou seja, com números elevados de I/O e sensíveis a latência.

Segundo [IBM,2012] as redes FC podem ser configuradas em diferentes tipologias, tais como:

- Ponto a ponto: Dois dispositivos ligados diretamente;
- *Arbitrary-loop*: Ligação em anel entre dispositivos sendo implementado, por exemplo, em *back-ends* de sistema de armazenamento;
- *Fabric-switched*: Através de SAN switches FC.

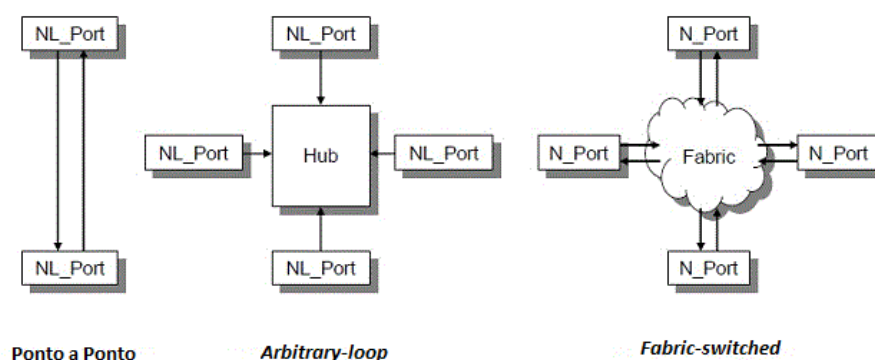


Figura 12 – Topologias FC  
(Fonte: Próprio autor)

As SANs convencionais são implementadas através de *fabric-switch*, no qual, um *fabric* pode corresponder a um ou mais *switchs*, um dispositivo na rede possui uma porta FC, no qual liga por exemplo, um cabo OM2 ou OM3 que tem 2 fibras sendo uma para recepção e outra para emissão ligada a um *switch* FC. Cada nó ou dispositivo na rede possui portas N ou NL enquanto os *fabrics* possuem portas F ou FL, sendo “L” caso a topologia seja em *loop* e ainda as portas “E” que permitem a expansão do *fabric* para realizar *inter-switch links* entre SAN *switchs*.

Logicamente, a ligação entres dispositivos denomina-se por zona e podem ser definidas mais zonas entre dispositivos para assegurar um maior conjunto de caminhos ativos para balanceamento de dados. Uma zona é constituída por membros, ou seja, por identificadores únicos de 64bit *World Wide Port Name* (WWPN), sendo que, quando é feito o processo de zona no *fabric*, o SAN *switch* vai ainda atribuir no processo de login um identificador (FCiD) a cada membro da zona e a partir desse momento dá-se o processo de descoberta. As zonas têm relevância num contexto de isolamento para prevenir que as portas do *switch* vejam outras que não autorizadas.

Toda a gestão dos caminhos, balanceamento de dados, *failover* é gerida pelo *software* de *multipathing* presente no cliente (por exemplo um servidor) que é responsável nas camadas do I/O por injetar os dados pelos canais disponíveis assim como em casa de falha de uma interface, fazer o *failover* para os canais disponíveis. Existem diversos *softwares* capazes de realizar estas tarefas, quer sejam nativos aos SO, quer sejam desenvolvidos por outros fabricantes.

### 2.2.5.3 Armazenamento partilhado

O sistema de armazenamento permite consolidar toda a informação numa estrutura endereçada para o balanceamento e proteção de dados de forma eficiente, escalável e de fácil gestão. Existem diversos fabricantes no mercado que desenvolveram *hardware* específico para alto desempenho das aplicações suportadas num repositório centralizado que permite flexibilidade para replicação de dados, alta disponibilidade de aplicações combinado com a virtualização de servidores assim como proporcionar o desempenho para os ambientes mais exigentes.

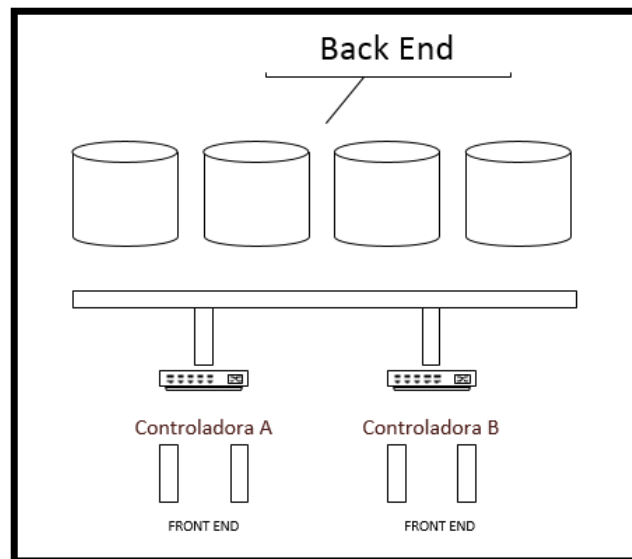


Figura 13 – Sistema de armazenamento partilhado  
(Fonte: Próprio autor)

Conforme é mostrado na Figura 13 – Sistema de armazenamento partilhado, um sistema de armazenamento é composto essencialmente pelos seguintes componentes [EMC,2011]:

1. *Front End* (Conetividade): Portas de ligação da rede de dados ou servidores aos controladores, podendo os mesmos suportar conectividade FC, *Ethernet* (para redes de dados iSCSI e NAS), *Serial Attach SCSI (SAS)*, FCoE entre outros;
2. Controladores: Módulos de processamento de todos o I/O e operações internas composto por processadores, *cache* de leitura e escritas, memória e canais internos PCIe para comunicação entre componentes (por exemplo, comunicação entre controladores para efeitos de *failover*). Podem ter duas arquiteturas distintas: ativo/ativo ou ativo/passivo;
3. *Back End*: Conetividade entre módulos de processamento e as baías de discos, ou seja, gavetas onde são colocados os discos. A conetividade ao *back end* é feita através de portos de *back end* e canais de dados internos PCIe.

Os sistemas de armazenamento permitem apresentar LUNs aos servidores através de uma rede de dados (SAN), sendo que o SO vê um disco como se este fosse local, formatando-o para seu uso. Este método traduz-se em flexibilidade e centralização dos dados num repositório dedicado para este efeito permitindo ainda aplicar técnicas de proteção tais como: *Redundant Array Independent Disks (RAID)*, discos de *spare*, formatação de blocos com *checksums* em disco e alta disponibilidade assegurada por controladores redundantes e técnicas de *failover*. Uma componente essencial num sistema de armazenamento é a sua *cache* que otimiza o I/O reduzindo o tráfego de *back end* e consequentemente processamento de paridades RAID, assim como diminui os tempos de resposta dos pedidos [EMC,2011].

Segundo [Demartek,2015] os sistemas de armazenamento implementam tecnologias ao nível da camada física no seu *back end* sendo os protocolos mais usuais o FC e o SAS. Comparativamente as duas tecnologias foram desenhadas para suportar elevadas taxas de transferência de dados sendo no entanto a tecnologia SAS a que apresenta uma capacidade evolutiva superior com um custo tendencialmente mais baixo que o FC.

As tecnologias de armazenamento tradicionalmente conjugam três tipos de discos distintos com características diferentes e igualmente com variadas aplicabilidades, estando agrupados da seguinte forma:

- SSD: Discos com tecnologia *flash* podendo ser *Single Level Cell*, com um bit por célula ou *Multi Level Cell*, com mais bits por célula, possuindo a primeira menor latência que o seguinte em detrimento da capacidade que consegue armazenar;
- SAS ou FC: Discos a 10 ou 15 mil rotações por minuto com interface FC ou SAS dependendo da conectividade de *back end* do armazenamento;
- SATA: Discos a 5,4 e 7,2 mil rotações por minuto, com menor custo por TB e maior capacidade.

No que diz respeito ao desempenho dos mesmos ao nível de IOPS, e apesar de existirem vários fatores que podem influenciar os resultados, é de consenso comum que os discos baseados em SSD tem IOPS bastante superiores aos restantes, os discos SATA ficam com o pior desempenho.

A salvaguarda da informação nos discos é conseguida através de diferentes mecanismos de proteção, sendo estes implementados através de *checksums* em disco e discos dedicados para funções de *sparing*, ou seja, dedicados para substituir automaticamente um disco sempre que exista uma falha. Um grupo RAID implica um conjunto determinado de discos agrupado com uma determinada proteção no qual vão assentar os volumes lógicos, sendo que a constituição destes volumes possui elementos lógicos *Logic Block Address* por disco de modo a espalhar todo o volume e respetiva informação por todos os discos.

O RAID em espelho assegura uma maior proteção e desempenho em determinados perfis de I/O com o inconveniente de necessitar do dobro de discos para a mesma capacidade útil. É implementado em configurações tais como RAID1 (dois discos) e RAID1+0 (N discos em espelho e *striping*).

O RAID em paridade assegura uma proteção intermédia e também desempenho em determinados perfis com a penalização de necessitar de discos de paridade mas mais vantajoso em capacidade útil comparativamente ao RAID em espelho. O RAID em paridade pode ser implementado de diversas formas através de configurações distintas tais como RAID 3(N+1), 5(N+1) e 6(N+2). O método em paridade implica um algoritmo que calcula paridade para guardar em disco a informação das aplicações e informação de paridade para permitir reconstruir a informação em caso de falha de um ou dois discos conforme o RAID aplicado. Comparativamente a outras técnicas de RAID, em paridade implica carga adicional de CPU para cálculo de dados de paridade para serem armazenados em disco.

O RAID em *striping* traduz-se na associação dos discos físicos como se fossem um único disco lógico no qual um volume (LUN) está espalhado por todos de modo a todos colaborarem no desempenho. Este método é combinado com o método de espelho para uma variante do RAID1, ou seja, RAID10. O striping pode ser ainda implementado com método de paridade permitindo associar RAID a uma pilha de recursos disponíveis, onde um volume vai ser criado em cima de todos os discos disponíveis de modo a ter uma quantidade máxima de discos e maior desempenho.

Resumindo, as configurações RAID existentes traduzem-se numa abordagem onde é importante ter em conta o tipo de tráfego de dados, proteção e custo associado.

Tabela 6 – Grupos de RAID

(Fonte: Próprio autor)

RAID	Custo	Proteção	Desempenho IOs	Método
0	Baixo	Inexistente	Alta	<i>Striping</i>
1	Alto	Excelente	Limitada a 2 discos	Espelho
1+0	Alto	Excelente	Excelente	
3	Médio	Média	Média	Paridade
5	Médio	Média	Alta	
6	Médio	Alta	Alta	

#### 2.2.5.4 Cópias de segurança

As Cópias de segurança (CS) são uma parte crítica de uma operação em TI e servem para proteger dados críticos em caso de falhas como corrupção de dados, erro humano e falha de componentes de *hardware*. O objetivo das CS tipicamente divide-se em quatro áreas distintas: recuperação de um sistema, como por exemplo recuperar um servidor, também designado por bare-metal, recuperação de dados, DR para em situação de desastre permitir ter cópias da informação das CS retida, e por fim requisitos legais. Uma estratégia de CS passa por definir e enquadrar as necessidades específicas para se proteger a informação: razão pela qual é feito o backup, tipologia, quais as aplicações a fazer CS e considerações quer ao nível de dimensionamento de rede, disco, processamento, memória e janela de tempo disponível.

Para se compreender a arquitetura de uma solução de CS, existe o conceito de *software* de CS para gestão de toda a infraestruturas. Tradicionalmente na indústria um *software* gestor de CS tem um conjunto de componentes na sua arquitetura sendo estas:

- Servidor de CS e clientes;
- Catálogo e Índice;
- CS *online* e *offline*;
- Servidor *Proxy*;
- Metadados;
- Retenção e rotação;
- *Staging* e *Cloning*.

O servidor de CS é a interface de gestão de todo o ambiente, sendo responsável pela operação da sua zona, ou seja, responsável por um conjunto de clientes. O catálogo ou índice reflete as CS que estão associados ao dispositivo onde é realizado, ou seja, fazem o registo e mapeamento das mesmas para a área de armazenamento onde são salvaguardadas. Para além deste mapeamento temos ainda dados tais como os tempos, nomes e extensão de ficheiros, sendo conhecidos como os metadados ou a informação da informação. Os clientes tradicionalmente são as aplicações às quais se faz a salvaguarda da informação havendo módulos próprios de cada fabricante para integração com as aplicações para CS *online* sem paragem aplicacional. O servidor de *proxy* é um servidor que num ambiente de CS tem uma funcionalidade semelhante ao servidor de CS no cliente ao qual pertence, ou seja, é configurado num cliente e permite que o fluxo de dados seja direto para o destino. A retenção e rotação das CS definem um período no qual os dados são protegidos e renovados. O *staging* de dados são operações que podem dinamizar o ambiente de modo a tirar partido de uma maior flexibilidade na recuperação e salvaguarda de informação com camadas adicionais de armazenamento, enquanto o *cloning* permite através da própria consola de gestão das CS realizar cópias integrais num dispositivo para outro (ex: disco para fita magnética).

Com o acentuado crescimento de informação nas organizações e de forma a flexibilizar e reduzir investimento foram introduzidas no mercado tecnologias de armazenamento de dados para CS baseadas em fitas magnéticas e disco. Diversas tecnologias baseadas em fitas magnéticas surgiram ao longo dos tempos, tais como, DLT, ADR e Linear Tape Open (LTO), sendo que a LTO ganhou mais expressão e adesão devido ao seu desenvolvimento tecnológico, standardização na versão *Ultrium* e custo reduzido. Esta tecnologia teve diversas gerações desde o ano de 2000 sendo que novas gerações continuam em previsão para os próximos anos:

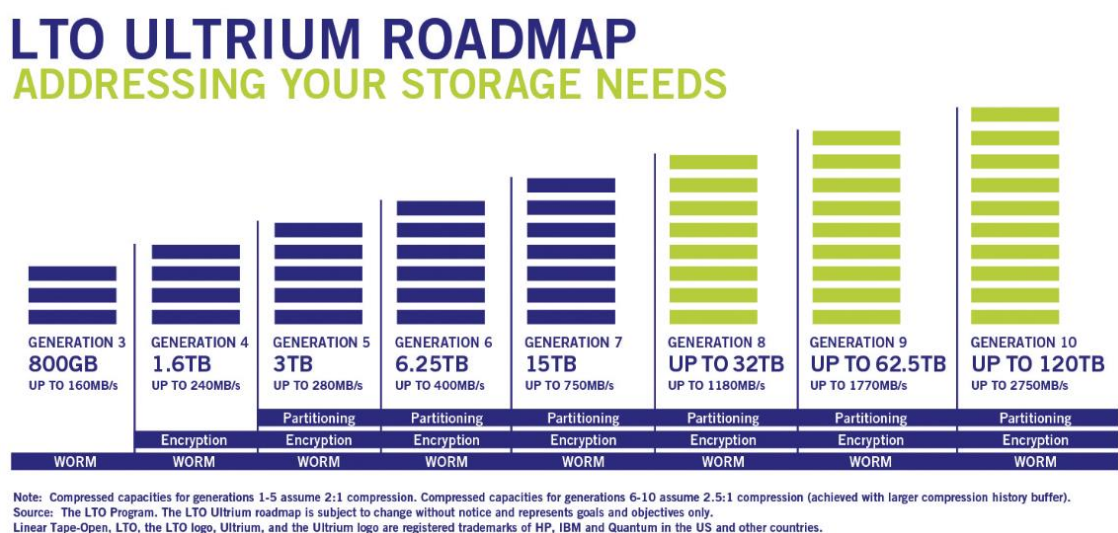


Figura 14 – LTO Roadmap  
(Fonte: [www.lto.org](http://www.lto.org))

## 2.3 Centro de dados modulares

Centros de dados modulares consistem em blocos pré-fabricados, inicialmente construídos nos vulgares contentores de transporte de mercadorias, que podem ser implementados numa fração do tempo que leva para construir um CD tradicional. Estas infraestruturas incluem todos os elementos necessários de TI, energia, refrigeração, proteção contra incêndio e controlo de acessos, um exemplo deste conceito foi designado por “All-in-one” [IBM,2010] como é mostrado na Figura 15.



Figura 15 – Desenho “All-in-one”  
(Fonte: [www.apc.com](http://www.apc.com))

A abordagem modular permite o crescimento de um CD através de pequenos incrementos, mantendo ao mesmo tempo uma utilização excelente. Os módulos podem também ser facilmente enviados para áreas onde a construção de um CD permanente é impraticável. Este tipo de infraestruturas existem em desertos, selvas ou até no Círculo Ártico, são perfeitos para operações de resposta de emergência. Empresas como Dell, Cisco, HP, IBM, Schneider Electric, SGI, Emerson Network Power, Flexenclosure e Huawei, comercializam este tipo de infraestruturas.

Conforme John Rath, [Rath,2013], um CD modular pode ser definido como uma abordagem ao desenho do CD que incorpora unidades contidas, muitas vezes sob a forma de pré-fabricado, módulos. O mercado modular começou como uma abordagem padrão internacional sob a forma de um contentor de carga, que evoluiu para um mercado de fornecedores que produzem de tudo, desde contentores a todo o tipo de soluções modulares projetado para as TI.

### CD Modular – Primeira Geração

A ideia de um CD é um termo que agrega as muitas facetas que compõem soluções de componentes modulares. Alguns dos primeiras menções de soluções modulares são focadas na mobilidade e no contentor.

Por volta do ano 2002 a Google começou a experimentar uma solução baseada num contentor repleto de equipamento informático, estacionado num parque subterrâneo.

A APC tomou uma abordagem para a modularização de CD no ano 2004 com o *InfraStruXure Express*, literalmente um caminhão com um contentor atrelado, lá dentro, um verdadeiro CD, com refrigeração, energia e bastidores informáticos. Foi usado principalmente para recuperação de desastres, grandes eventos e projetos TI temporários.



Figura 16 – Centro de Dados Modular da APC  
(Fonte: [www.apc.com](http://www.apc.com))

Em janeiro de 2007, a Sun Microsystems apresenta o Blackbox, um CD modular, o seu primeiro CD completamente modular. O Google e a Microsoft têm continuado a inovar as suas próprias soluções de CD modulares. No ano 2008, a Microsoft anunciou que o seu novo CD de Chicago iria conter até 220 contentores.

### **CD Modular – Segunda Geração**

Embora existam ainda soluções modulares em comuns contentores de carga, a segunda geração passou o conceito para fora da caixa (literalmente). Estas soluções mantiveram os atributos e vantagens de ser modular, mas não se conformavam a ficar confinados num contentor. A principal diferença entre as gerações foi como lidaram com a questão da refrigeração. Os contentores de primeira geração eram simplesmente um recipiente cheio de TI que precisava de infraestrutura para funcionar. A Segunda geração de soluções modulares integrou a tecnologia de refrigeração, sendo considerada como uma solução completa de CD.

A segunda geração de soluções modulares também coincide com uma expansão das TI para incluir mais tecnologias WAN, uma maior quantidade de densidade de utilizadores, e a utilização de mais dados. Ao criar um sistema modular, as organizações procuram não apenas criar uma solução de CD, procuram também agilidade, soluções que permitem encarar melhor com os desafios que se avizinham tais como a computação em nuvem e mega dados<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Mega dados, em inglês mais conhecido por Big Data, grande armazenamento de dados.

## 2.4 Classificações e normas dos centros de dados

A indústria dos CD, juntamente com os seus responsáveis, estão cada vez mais obcecados com normas de construção deste tipo de infraestruturas. Grupos de profissionais, como é o exemplo da Associação da Indústria de Telecomunicações (TIA), especificam os requisitos de projeto de um CD padrão. Definem também métricas operacionais para garantia da disponibilidade de dados centralizados que permitem avaliar o impacto no negócio de uma rutura do atendimento operacional.

Com o ganho de importância e papel fundamental que os CD estão a conquistar, as organizações estão a levar os seus CD para um grau mais elevado de preocupações, tais como, segurança, disponibilidade, impacto ambiental e adesão a padrões, a importância de obter certificações e de seguir determinados padrões para as suas instalações, são cada vez mais vitais sob vários pontos de vista, eles são essencialmente três:

- **Garantias internas:** desenhar um CD é bastante complexo, existem muitas variáveis, é uma estrutura extremamente dispendiosa e por isso um mau CD pode ser um verdadeiro pesadelo, sendo assim é vital no sentido de garantir que se está a construir umas instalações desta magnitude, poder contar com orientações de instituições que se dedicam ao estudo de tudo o que tem a ver com CD, e se podermos, adicionalmente, poder contar com algumas certificações, seria tipo uma “cereja no topo do bolo”;
- **Fornecedores:** para equipar um CD, existe um sem numero de fornecedores com uma variedade de equipamentos e outro tipo de componentes como por exemplo os passivos de rede. Se construirmos um CD seguindo determinadas normas que supostamente alguns fornecedores já terão produtos para instalações que seguem essas normas, o processo de construção será mais fácil, flexível e não menos importante, muito mais barato. Resumindo, estar alinhado juntamente com fornecedores a quem vamos recorrer para equipar o nosso CD, tornam as coisas muito mais fáceis.
- **Clientes:** sem clientes qualquer empresa não sobrevive, se o CD for destinado para vender serviços, o facto de o mesmo poder contar com certificações internacionais, certificações essas que só podem ser obtidas se o CD obedecer religiosamente a uma serie de normas mediante a instituição que escolheu, é cada vez mais importante. Um cliente, cada vez mais informado olha muitas vezes para as certificações que determinado CD possa ter para poder confiar naquilo que vai comprar/consumir etc...

A evolução dos CD alavancou o aparecimento de padronizações internacionais, elaboradas por grupos de profissionais de credibilidade no mercado, vou aqui evidenciar três delas por achar que são as mais importantes.

### 2.4.1 Uptime Institute (UTI)

No início do ano de 1990, o Uptime Institute (UTI) começou um estudo para entender os fatores diferenciadores de desempenho dos CD, este estudo levou à publicação de um artigo denominado "*Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance*" [UTI, 1990] que mais tarde se tornou um padrão em topologias caracterizadas por níveis (*Tiers*)<sup>11</sup>.

O Uptime Institute criou o padrão do Sistema baseada em níveis, como meio de avaliar efetivamente a infraestrutura dos CD em termos de exigências de negócios para a disponibilidade de sistema. O Sistema em questão permite à indústria dos CD um método consistente de comparar instalações únicas e personalizadas com base no desempenho ou tempo de funcionamento esperado da infraestrutura do sítio. Além disso, os níveis (*Tiers*) permitem que as empresas alinhem seu investimento em infraestrutura de CD às metas de negócios específicas das estratégias de crescimento e de tecnologia.

Este padrão para a Infraestrutura de CD: A topologia define as exigências e os benefícios de quatro classificações de níveis distintas para a infraestrutura de CD. Cada nível alinha-se a uma função específica no mundo de negócios e estabelece os critérios apropriados para energia, refrigeração, manutenção e capacidade de suportar uma falha. Os níveis são progressivos; cada nível incorpora as exigências de todos os níveis mais baixos. Os níveis estimulam soluções inovadoras em engenharia e reconhecem que todos os CD não são parecidos e não precisam ser.

Nível I e Nível II são soluções táticas, normalmente impulsionadas mais por requisitos de custo inicial e de tempo de comercialização do que por requisitos de custo de ciclo de vida e de desempenho (tempo de funcionamento). As organizações que selecionam estes níveis, normalmente não dependem da entrega de produtos e serviços em tempo real para uma parte significativa de seu fluxo de negócio. Geralmente, essas organizações são protegidas em contrato de danos resultantes da falta de disponibilidade no sistema. Exigências rigorosas de tempo de funcionamento e viabilidade a longo prazo são normalmente o motivo para escolher soluções estratégicas na infraestrutura de níveis III e IV. As soluções de infraestrutura de CD nível III e IV também têm uma vida útil efetiva para além da exigência de TI atual, e são normalmente utilizadas por organizações que conhecem os custos de uma indisponibilidade em termos de custos da sua missão, objetivos e inevitavelmente monetários.

Com o passar do tempo, o UTI percebeu que apenas projetar e construir um CD baseado na topologia de padrões por níveis, não era suficiente, faltava prever o desempenho ao longo da vida do centro de dados, e, particularmente, como o CD foi mantido. Em julho de 2010, foi lançado pela UTI um novo padrão para resolver esta questão: "*Tier Standard: Operational Sustainability*".

---

<sup>11</sup> Em inglês, conhecido por Tier Classification

#### **2.4.2 Building Industry Consulting Service International (BICSI)**

Reconhecendo o crescente conflito no mercado entre vários padrões de CD, o BICSI começou a trabalhar no seu próprio padrão. A sua primeira versão é datada de 2010, contudo a mesma era relativamente pobre nas questões elétricas. Este padrão difere com a TIA e a ITU no número de níveis "*Tiers*" e na nomenclatura dos mesmos, denominados por "*Classe Facility*" ou "FC" ou, em alguns casos apenas "F". Com cinco classificações de disponibilidade de CD, F0 a F4 sendo a F0 a classe mais básica e a F4 a classe mais tolerante as falhas [MARIN, 2011].

Claramente que a sua intenção seria o de ser um "guia de boas práticas para construção e gestão de CD". Certamente não conseguiu alcançar na versão 2010, mas as versões posteriores têm melhorado e ampliado bastante. A versão 2010 foi pouco mais de 200 páginas, em 2011 foi lançada uma nova versão com 391 páginas, sendo que 2015 lançou uma outra com 533 páginas). Entretanto e para poderem obter uma maior posição no mercado global, foram removidos os mapas e referências para apenas para os EUA, e substituiu-os com dados mais globais, o que é uma grande melhoria no padrão global.

#### **2.4.3 Telecommunications Infrastructure Association (TIA)**

Em 2001, um comitê foi formado pela TIA para endereçar a importância de padrões de cablagem nos CD. Esta organização começou a sua atividade iniciando um relacionamento amigável com *Uptime Institute*. A intenção era a de expandir o trabalho elaborado pela UTI, e descrever mais em pormenor a componente da cablagem estruturada com normas para fornecer mais profundidade aos padrões dos CD. Parte do processo incluía a adoção do modelo de níveis (*Tier*) da UTI, mas para diferenciar os dois, onde a UTI utilizava numeração romana para descrever os vários níveis, a TIA adotaram algarismos arábicos. Assim sendo a nomenclatura pela UTI é *Tier I - IV*, onde pela TIA é nível 1-4. Além disso, o padrão contemplava também duas disciplinas adicionais: arquitetura e Telecomunicações.

Com a permissão da UTI, esta organização começou a adotar a definição global dos quatro níveis, contudo a parceria amigável foi muito curta. Em abril de 2005, a TIA segue um caminho independente e respondeu com aquilo que é denominado por TIA-942, um conjunto de normas para infraestruturas de comunicações para CD, as primeiras normas específicas para infraestruturas de CD. Especificamente para ser usado por quem desenha e desenvolve este tipo de infraestruturas

### **2.5 ANSI/TIA 942**

A norma que se aplica na infraestrutura de um CD, de acordo com a sua disponibilidade e a sua redundância é a ANSI/TIA 942 (*Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center*), infraestrutura de telecomunicações para centros de dados, considerada por muitos e inclusive

pela própria [TIA942, 2015], a mais escolhida quando se trata de projetar e construir um CD, é também a única que aplica o conceito de níveis (*Tiers*), desenvolvido pelo *The Uptime Institute* para a classificação de CD.

Segundo a norma ANSI/TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], existem regras aplicáveis para a classificação de um CD em quatro níveis independentes de níveis (*Tiers*), são eles:

- Redundância;
- Telecomunicações;
- Arquitetura e estrutural;
- Elétrico;
- Sistemas Mecânica.

### 2.5.1 Topologia segundo a norma TIA 942

De acordo com a norma ANSI/TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], as principais áreas presentes num CD são:

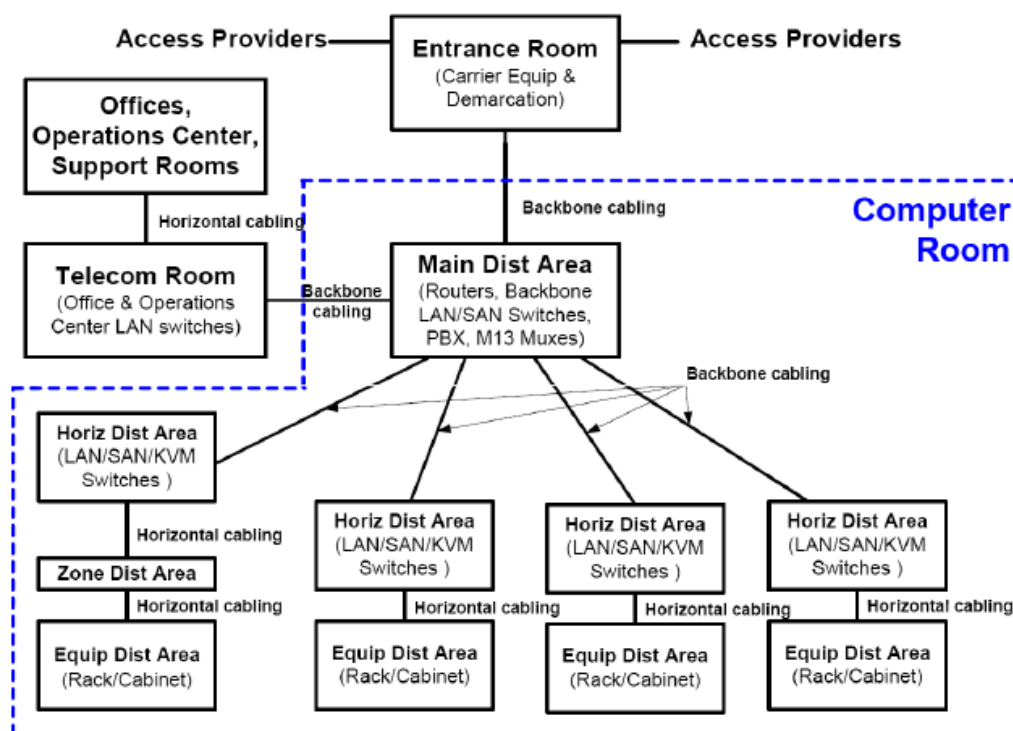


Figura 17 – Topologia básica de um centro de dados segundo TIA 942  
(Fonte: [ANSI/TIA-942, 2012])

## Espaços do Centro de dados

- Sala de Entrada (ER)<sup>12</sup>
  - Espaço para interface entre cablagem estruturada do CD e a cablagem entre edifícios e/ou operadoras de telecomunicações;
  - É uma área, preferivelmente uma sala, na qual as instalações pertencentes às operadoras de comunicações fornecem a interface com o sistema de cablagem do CD;
  - Esta sala, normalmente, aloja os equipamentos dos operadores de comunicações, nomeadamente equipamentos de transmissão, sendo o local onde são terminados os circuitos de comunicações.
- Sala de Telecomunicações (TR)<sup>13</sup>
  - Suporta a cablagem para as áreas externas da sala dos servidores, está normalmente fora da mesma mas pode ser combinada com a ADP ou ADH.
- Área de distribuição Principal (MDA)<sup>14</sup>
  - Local onde se encontra o passivo de rede central do CD;
  - Área que inclui o “*Cross Connect*” principal;
  - Geralmente é aqui que são colocados os *switchs* de *Core*;
- Área de distribuição horizontal (HDA)<sup>15</sup>
  - Área que inclui o “*Cross Connect*” Horizontal;
  - Área utilizada para albergar equipamentos intermediários;
  - Interligação com LAN (*Local área Network*) e SAN (*Storage área Network*);
- Área dos equipamentos (EDA)<sup>16</sup>
  - Área destinada aos equipamentos terminais, nomeadamente, servidores sistemas de armazenamento<sup>17</sup>, instalados em bastidores informáticos.
  - Área utilizada para albergar equipamentos intermediários;
  - Interligação com LAN (*Local área Network*) e SAN (*Storage área Network*);

### 2.5.2 Classificações de redundâncias

O termo redundância descreve a capacidade de um sistema em superar a falha de um dos seus componentes através do uso de recursos redundantes, ou seja, um sistema redundante possui um segundo dispositivo que está imediatamente disponível para uso quando da falha do dispositivo primário do sistema.

---

<sup>12</sup> Sala de Entrada (ER), em Inglês designa-se por *Entrance Room*

<sup>13</sup> Sala de Telecomunicações (TR), em inglês designa-se por *Telecom Room*

<sup>14</sup> Área de distribuição Principal (MDA), em inglês designa-se por *Main Distribution Area*

<sup>15</sup> Área de distribuição Horizontal (HDA), em inglês, designa-se por *Horizontal Distribution Area*

<sup>16</sup> Área dos equipamentos, em inglês, designa-se por *Equipment Distribution Area*

<sup>17</sup> Sistemas de armazenamento, em Inglês, designa-se por *Storage*

A norma ANSI/TIA-942 estabelece nomenclaturas para as definições da redundância dos CD, utilizando como base a classificação de níveis (*Tier*). As classificações são as seguintes [Marin, 2011]:

- Centro de Dados “N”, sem nenhum tipo de redundância;
- Centro de Dados “N+1”, existe pelo menos uma redundância, por exemplo: UPS, gerador, ligação em rede redundante, etc.
- Centro de Dados “N+2”, existe uma redundância a mais, por exemplo: o CD será compensado na falta de energia por uma UPS e um gerador, sendo assim duas redundâncias. Podendo se estender para os outros equipamentos, ligações de rede, sistema de refrigeração, sistema de prevenção de incêndios, etc.
- Centro de Dados “2N”, neste caso seria uma redundância completa, por exemplo: duas empresas de distribuição de energia (sendo que essas empresas devem vir de diferentes subestações e a entrada das alimentações devem ser em locais distintos no centro de dados) para alimentar o CD.
- Centro de Dados “2(N+1)”, existe uma redundância para cada equipamento, utilizando o exemplo anterior, seria necessário uma UPS ou gerador para cada uma das empresas de energia.

### Tier 1 - Básico

Segundo a norma TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], no modelo básico da classificação “Tier 1”, não existe redundância nas rotas físicas e lógicas. Prevê um nível mínimo de distribuição de carga com pouca ou nenhuma redundância. Neste caso uma falha ou uma paragem para manutenção pode originar a interrupção parcial ou total da operação. Deve ser previsto no projeto um sistema de condicionamento de ar simples ou múltiplo, com capacidade de refrigeração das principais áreas, contudo sem redundância.

Segundo Manoel Veras [Veras, 2009], os potenciais pontos de falha dessa classificação são:

- Falta de energia do fornecedor que fornece o serviço no CD ou mesmo na central operadora de telecomunicações;
- Falha nos equipamentos do operador de comunicações;
- Falha nos *routers*, *switchs* quando não forem redundantes;
- Quaisquer eventos catastróficos na interligação ou nas áreas: ER, MDA, HDA, ZDA e EDA (estas áreas serão abordadas e explicadas no ponto 2.5.1).

O nível 1 (*Tier 1*) possui uma disponibilidade de 99.671% e pode ter um tempo de inatividade<sup>18</sup> (tempo que o sistema não está operacional) de 28,8 horas/ano sem redundância energética ou refrigeração [Colocation America, 2013].

---

<sup>18</sup> Tempo de Inatividade, usado para referir-se a períodos em que um sistema não está disponível, em inglês conhecido por Downtime.

## Tier 2 – Componentes Redundantes

Segundo a norma TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], no “Tier 2”, os equipamentos de telecomunicações do CD e também os equipamentos dos operadores de telecomunicações, assim como os *switchs* LAN-SAN, devem ter os seus módulos redundantes. A cablagem do *backbone*<sup>19</sup> principal LAN e SAN das áreas de distribuição para os *switchs* devem ter cablagem redundante, para meio físico de transmissão baseado em cobre como em fibra. Devem também ter duas caixas de acesso de telecomunicações e dois caminhos de entrada até a ER com no mínimo 20 metros.

No “Tier 2”, é necessário providenciar módulos UPS (*Uninterruptible Power Supply*) redundantes para N+1 e também um sistema de gerador elétrico para compensar a carga, não é necessário redundância na entrada do serviço de distribuição de energia. O sistema de refrigeração deve ser projetado para ter o funcionamento contínuo de 24x7x365, com no mínimo a redundância de N+1.

Segundo Manoel Veras [Veras, 2009], possíveis pontos de falha dessa classificação são:

- Falhas no sistema de refrigeração ou de energia podem ocasionar falhas nos outros componentes do CD.

O “Tier 2” possui uma disponibilidade de 99.749%, pode ter um tempo de inatividade de 22 horas/ano e redundância parcial em energia e refrigeração [Colocation America, 2013].

## Tier 3 – Sistema Auto Sustentado

Segundo a norma TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], um CD “Tier 3” deve ser fornecido no mínimo por duas empresas de telecomunicações, tendo como pré-requisito que os cabos venham por rotas distintas. Para uma melhor redundância é necessário ter duas ER com no mínimo 20 metros de separação, não podendo partilhar equipamentos de telecomunicações e devem estar em zonas de proteção contra incêndios, sistemas de energia e de refrigeração distintos. Devem existir caminhos redundantes entre a ER, as salas MDA e as salas HDA. A ligação entre as salas devem ser feitas via fibra ou por meio físico baseado em cobre redundantes. Fornecer pelo menos a redundância elétrica N+1.

Segundo Manoel Veras [Veras, 2009], existem apenas um possível ponto de falha para essa classificação: Qualquer evento crítico ou catastrófico na MDA e HDA irá interromper os serviços do centro de dados.

O “Tier 3” possui uma disponibilidade de 99.982%, pode ter um tempo de inatividade de 1.6 horas/ano e 72 horas de proteção contra interrupção de energia [Colocation America, 2013].

---

<sup>19</sup> O termo em inglês “backbone” significa rede de transporte principal

#### Tier 4 – Alta Tolerância a Falhas

Segundo a norma TIA 942 [ANSI/TIA-942, 2012], Para um CD “Tier 4” com alta tolerância a falhas, toda a cablagem do *backbone* deve ser redundante, além disso, devem ser protegidos por dutos fechados. Os equipamentos ativos, *routers*, *modems* das operadoras e *switchs* LAN/SAN devem ser redundantes. É recomendada a criação de uma MDA secundária, desde que fiquem em zonas contra incêndio separadas. Já a cablagem da HDA deve ser efetuada por dois caminhos: um pela MDA principal e outro pela MDA secundária.

Deve-se providenciar uma disponibilidade elétrica de “2(N+1)”, sendo duas empresas de energia a partir de diferentes subestações para redundância. Segundo Manoel Veras [Veras, 2009], o potencial ponto de falha dessa classificação é:

- Caso não exista uma MDA e HDA secundária, pode vir a parar o sistema se a MDA ou HDA primária falhar.

O “Tier 4” possui uma disponibilidade de 99.995%, pode ter um tempo de inatividade de 0.4horas/ano e 96 horas de proteção contra interrupção de energia [Colocation America, 2013].

A Tabela 7 mostra a comparação entre os quatro níveis (Tiers), podendo ressaltar alguns requisitos principais desta comparação, como por exemplo, o primeiro ano de implantação, o consumo de energia e a disponibilidade do CD [Lautan, 2015].

Tabela 7 – Comparação entre os quatro níveis (Tiers)  
(Fonte: Próprio autor)

Características	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
Número de caminhos de entrega	Apenas 1	Apenas 1	1 Ativo 1 passivo	2 Ativos
Componentes redundantes	N	N+1	N+1	2(N+1)
Espaço de apoio à relação de Piso Elevado	20%	30%	80-90%	100%
Watts Iniciais/m2	60-90	120-150	120-180	150-240
Watts Finais/m2	60-90	120-150	300-450	450+
Altura do piso elevado	30cm	45cm	80-90cm	80-90cm
Carga do piso Kg/m2	415	488	732	732+
Tensão elétrica equipamentos	208V-480V	208V-480V	12-15kV	12-15kV
Meses para implementar	3	3 a 6	15 a 20	15 a 20
Primeiro de ano implementado	1965	1970	1985	1995
Indisponibilidade Anual	28,8 hrs	22 hrs	1,6 hrs	0,4 hrs
Disponibilidade anual	99,671%	99,749%	99,982%	99,995%

# 3 Tendências Condicionadoras do Futuro dos Centros de Dados

## 3.1 Introdução

Muitos são os que opinam sobre as várias tendências que vão marcar as tendências de CD de próxima geração. Neste capítulo para além de uma pequena introdução sobre a temática, serão abordados algumas tendências que reúnem maior consenso.

### Computação em Nuvem

Computação em Nuvem é atualmente um dos fatores mais importantes a ter em conta quando se pensa nos CD. Um exemplo da sua importância pode ser por exemplo na forma como funcionam os *smartphones*, estão constantemente a procurar e a obter informações, não fazem sentido sem a nuvem, nuvem essa que vive nos CD. Quer seja a construção de um CD por parte de um operador, ou então, a reestruturação de CD como é o âmbito deste trabalho, a computação em nuvem, a sua utilização é uma variável muito importante na equação principal do processo de decisão do caminho a seguir.

### Virtualização

As organizações cada vez mais têm adotado tecnologias de virtualização dentro das suas TI, com o objetivo de reduzir custos operacionais dentro de seus CD e ao mesmo tempo aumentando a sua agilidade nos negócios. A implementação de virtualização de servidores produzem benefícios de infraestrutura, ao nível dos custos diretos, pela redução do número de servidores, dispositivos de rede e custos de operação. Ao mesmo tempo, a virtualização permite uma agilidade de recursos que beneficiam o negócio, já que é mais simples de realizar modificações na infraestrutura do CD, tais como o crescimento da capacidade, mudanças na topologia ou aperfeiçoamentos de configuração, com o objetivo de ficarem mais alinhados com os objetivos de negócios.

### Consolidação do centro de dados

Muitas organizações têm vários CD, embora em muitos casos, um número menor de CD possa ser suficiente. O mesmo se aplica à existência de várias salas técnicas. Muitas vezes e devido à questão do “não mexer”, estes ativos continuam inalterados. O custo de operação dessas infraestruturas redundantes é potencialmente significativo. Cada CD deve ser dotado de recursos técnicos, espaços, infraestruturas de refrigeração, UPS's, eletricidade e muito mais. Além disso, como os CD devem estar preparados para garantir a continuidade dos negócios. Devem por isso estar dimensionados para garantir o seu funcionamento durante os horários de pico. O mais provável é que nos horários menos concorridos, os mesmos estejam quase parados e mal aproveitados. Depois existe a questão das cópias de segurança, alta disponibilidade e

recuperação de desastres: gerir toda esta panóplia de complexidades em cenários de vários CD, torna a sua gestão muito mais complexa e como não poderia deixar de ser, bastante mais cara. Todas estas razões acabam por conduzir as organizações de TI a reduzir a quantidade e localização dos equipamentos utilizados, ou seja, para consolidar as suas operações de TI em termos de CD, servidores e infraestrutura.

## 3.2 Computação em nuvem

A Computação em Nuvem torna o acesso a serviços e aplicativos simples e dinâmico. Possibilita que dispositivos com configurações inferiores possam executá-los sem comprometer o desempenho.

O conceito das aplicações na nuvem já está presente no nosso quotidiano e em muitos casos, os utilizadores nem dão conta que estão a trabalhar com aplicações em nuvens, como por exemplo, a Google que disponibiliza diversos aplicativos como o Google Drive (que possibilita o armazenamento de arquivos, vídeos, documentos de textos, inclusive criados no Google Docs). O Google Maps é outro exemplo muito interessante: através dele é possível aceder ao mapa do mundo todo através do navegador, traçar rotas e procurar localidades. Também é possível a visualização 3D que proporciona uma maior capacidade de localização, e como os muitos outros exemplos, é possível aceder de qualquer dispositivo que tenha acesso à internet. A Microsoft com o produto Office 365 é outros dos exemplos de utilização em nuvem, tanto pela disponibilização do correio como outras ferramentas como o caso do Microsoft Office.

Mas aquela que se destaca mais nos dias de hoje, pela grande maioria dos utilizadores que têm um *SmartPhone* são as aplicações móveis (APP<sup>20</sup>), o expoente máximo da utilização da computação em nuvem. Um dos seus exemplos mais carismáticos é o Facebook: segundo [Facebook,2015], em julho de 2015, esta APP atingiu os 1,49 mil milhões de utilizadores, mais do que toda a população chinesa. A computação em nuvem veio para ficar, faz parte do nosso quotidiano diário como consumidor / utilizador normal e está agora a conquistar mercado junto das empresas e organizações.

### 3.2.1 Definições

A Computação em Nuvem (*Cloud Computing*) pode ser definida segundo [Taurion, 2009] como “um conjunto de recursos como capacidade de processamento, armazenamento, conectividade, plataformas, aplicações e serviços disponibilizados na Internet”.

De acordo com [Moreira, 2008] “Cloud Computing pode ser definido como um modelo no qual a computação (processamento, armazenamento e softwares), está em algum lugar da rede e é acedido remotamente, via internet.”.

---

<sup>20</sup> A sigla "app" é uma abreviatura do termo "aplicação de *software*". Foi em 2010 que se tornou tão popular que foi assinalada como "Palavra do Ano" pela American Dialect Society.

Segundo [Cearley, 2009], “um modelo de computação onde as capacidades relacionadas a tecnologias da informação são escaláveis e elásticas, sendo que as mesmas são fornecidas como serviços para os utilizadores finais através da internet”.

Após estudo onde foram consideradas várias definições distintas para o conceito de computação na nuvem, os autores de [Vaquero et al, 2008] chegaram à definição de que nuvens são grandes repositórios de recursos virtualizados, tais como *hardware*, plataformas de desenvolvimento e software, que são facilmente acessíveis. Além disto, estes recursos podem ser configurados dinamicamente de modo a ajustar-se a diferentes cargas de trabalho com a intenção de otimizar sua utilização. O modelo de cobrança utilizado para a exploração destes repositórios está baseado em pagamento pelo uso.

### 3.2.2 Modelos de serviço

A ideia de Computação em Nuvem é composta por modelos de serviços, esses modelos são pagos conforme a necessidade e o uso dos mesmos (pagamento mediante o uso), dando ao cliente a possibilidade de usar mais ou menos recursos de acordo com sua necessidade. Os modelos de serviços segundo a NIST [NIST,2011] são os seguintes:

- *Software* como Serviço (SaaS): um aplicativo pode ser utilizado por uma grande quantidade de utilizadores simultaneamente. Esse tipo de serviço é disponibilizado por fornecedores e acedido pelos utilizadores através de aplicações como um navegador<sup>21</sup> ou APP. Todo o controlo e gestão da rede, sistemas operativos, armazenamento e possíveis manutenções será de responsabilidade do fornecedor de serviço.
- Plataforma como Serviço (PaaS): é a disponibilização de plataformas de desenvolvimento que facilitam a implantação de aplicações assim como a gestão do *hardware* subjacente e das camadas de software. O utilizador não tem controlo sobre a rede, sistemas operativos ou armazenamento, mas poderá controlar a aplicação implementada na nuvem. A linguagem de programação bem como o ambiente de desenvolvimento é fornecida pelo fornecedor.
- Infraestrutura como Serviço IaaS: consiste no fornecimento de infraestrutura de processamento, armazenamento, redes, entre outros. Este serviço, assim como os demais, tem seus recursos, neste caso a infraestrutura, compartilhados com diversos utilizadores simultaneamente. Isso é possível através do processo de virtualização, no qual o utilizador tem controlo sobre máquinas virtuais, armazenamento, aplicações instaladas e possivelmente um controle limitado sobre os recursos de rede.

---

<sup>21</sup> Navegador, termo mais conhecido em Inglês como Browser

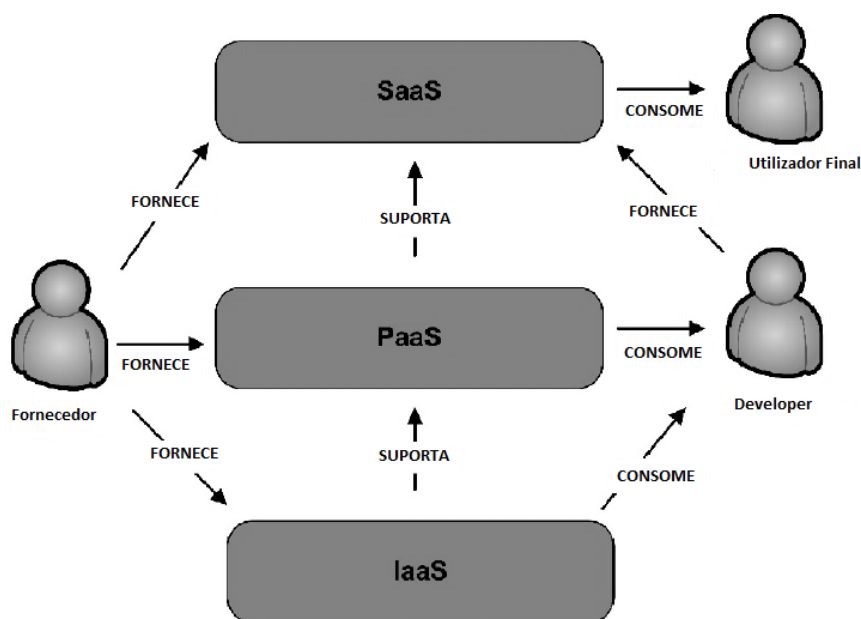


Figura 18 – Relações entre principais modelos de serviço  
(Fonte: Próprio autor)

### 3.2.2.1 Tudo Como um Serviço

O nome é explicativo: *everything as a service* ou *enterprise as a service* (XaaS, ou EaaS). As siglas traduzem um conceito e uma tendência em TI nos últimos anos que é transformar produtos em serviços. O interesse tem vindo a crescer no conceito de XaaS. XaaS envolve o fornecimento de qualquer recurso arbitrário como um serviço. Todos os serviços, tais como SaaS, IaaS e PaaS são um subconjunto de XaaS.

Segundo [Cheruku,2013] à medida que tecnologias como virtualização e Web melhoram, novos serviços tais como MaaS (*Monitorização como Serviço*), Naas (*Rede como Serviço*), CaaS (*Comunicações como um serviço*) tem vindo a ser desenvolvidos. CaaS permite os utilizadores utilizar VOIP, VPNs e comunicações unificadas sem a sobrecarga da aquisição e gestão da infraestrutura por parte da organização. Se as organizações necessitarem de ferramentas de monitorização que ajudam a eliminar os riscos implícitos das indisponibilidades, o MaaS fornece isso como um serviço. Como pode ser visto nestes exemplos, o XaaS pode envolver uma ou a combinação de vários SaaS, PaaS e IaaS.

Um serviço de hosting de bastidores informáticos num CD, ou seja a deslocalização de por exemplo um bastidor informático de um CD próprio para um outro pertencente a uma empresa que alugue o espaço e energia pode ser considerado um *Hosting as a Service*, no limite qualquer coisa onde exista um fornecedor que possa fornecer e um cliente que possa consumir, pode ser enquadrado com conceito de XaaS.

Cabe aos decisores uma decisão muito importante: é necessário saber o que se compra e validar que o fornecedor cumpre aquilo que afirma que vai vender.

### 3.2.3 Características essenciais

Segundo o NIST [NIST,2013] definiu algumas características que descrevem o modelo de computação em nuvem, porém dado o amadurecimento e enriquecimento do mesmo, Estas características representam algumas das vantagens deste paradigma e servem também para melhor identificar e distinguir a computação em nuvem de outros paradigmas

#### 3.2.3.1 Virtualização de Recursos

Existem muitas tecnologias já amadurecidas que proporcionam a virtualização de recursos computacionais, dentre elas, pode-se citar as máquinas virtuais, virtualização de redes, de memória e de armazenamento de dados. Graças a este mecanismo, possibilita-se uma separação dos serviços de infraestrutura dos recursos físicos como *hardware* ou redes, sendo então possível, por exemplo, tratar em uma camada inferior os aspectos relativos a localização de recursos, tornando então transparente este contexto para as demais camadas na estrutura da nuvem. Com esta abstração, os recursos podem ser disponibilizados e utilizados como serviços utilitários, sem a necessidade de uma manipulação direta do *hardware*.

#### 3.2.3.2 Serviços sob Pedido

O cliente pode, unilateralmente, conforme sua necessidade, requerer maior ou menor quantidade de recursos computacionais, tais como, tempo de processamento, armazenamento ou largura de banda, estes recursos devem ser disponibilizados de forma automática, sem a necessidade de interação humana com o fornecedor de cada serviço. Um fornecedor de recursos computacionais idealmente deve atender vários consumidores através de um modelo multivalentes, utilizando diferentes recursos físicos e virtuais que podem ser atribuídos e reatribuídos dinamicamente de acordo com a procura dos consumidores.

#### 3.2.3.3 Independência da localização

Os recursos devem estar disponíveis através da rede e internet, estando acessíveis por meio de dispositivos computacionais padrões, promovendo sua utilização por plataformas heterogêneas, como por exemplo, *laptops*, PDAs, etc. Desta forma, a nuvem, aparentemente, seria um ponto de acesso centralizado para as necessidades computacionais dos seus utilizadores, estando disponível o tempo todo e em qualquer lugar.

#### 3.2.3.4 Elasticidade e escalabilidade

A elasticidade provavelmente é a característica mais inovadora da computação em nuvem. É a capacidade de disponibilizar e remover recursos computacionais em tempo de execução, independente da quantidade solicitada. Dentro deste contexto, existe a definição de escalabilidade, que está relacionada com o requisito de aumento da capacidade de trabalho através da adição proporcional de recursos. Um prestador de serviços não pode prever como os seus clientes usarão os serviços disponíveis, visto que, por exemplo, um cliente pode usar um serviço apenas algumas vezes por ano, em épocas de pico, enquanto outros poderão usar como uma plataforma de desenvolvimento principal para todas as suas aplicações. Desta forma, o serviço precisa estar sempre disponível, além de ter sido concebido para escalar para cima

em períodos de alta procura e para baixo quando a procura diminui. Esta capacidade de escalar é alcançada mediante a característica de elasticidade dos serviços da computação em nuvem.

### 3.2.3.5 Métricas de medição do serviço

Os serviços de utilidade pública, como água, luz, telefone, devida à sua importância e frequência de utilização no dia-a-dia, devem estar disponíveis a qualquer momento, contudo os consumidores pagam aos fornecedores destes serviços apenas a quantidade consumida durante um determinado período. Analogamente, os sistemas de gestão da nuvem controlam e aperfeiçoam o uso dos recursos por meio de medições que consideram cada tipo de serviço fornecido. Esta monitoração agrega transparência tanto para o fornecedor quanto para o cliente, sendo que normalmente são utilizados contratos referentes aos serviços (SLA<sup>22</sup>) para especificar as características dos serviços, parâmetros de qualidade (QoS<sup>23</sup>) e determinar os valores que serão cobrados. Um SLA define os níveis de disponibilidade, funcionalidade, desempenho e outros atributos relativos aos serviços incluindo inclusive penalidades para o caso de violação das regras por qualquer uma das partes.

## 3.2.4 Modelos de implementação

Segundo o NIST [NIST,2013], dado o fato de existirem diversas abordagens de computação em nuvem, existem variados modelos de implantação disponíveis na literatura, contudo os mais significativos são descritos a seguir.

### 3.2.4.1 Nuvem Privada

Neste modelo a infraestrutura da nuvem é proprietária ou alugada por uma única organização sendo exclusivamente operada pela mesma. Pode ser local ou remota e são empregadas políticas de acesso aos serviços.

Uma das características que diferencia as nuvens privadas é o fato da restrição de acesso, pois a mesma se encontra atrás do *firewall* da empresa, sendo uma forma de aderir à tecnologia, beneficiando-se das suas vantagens, contudo mantendo o controle do nível de serviço e aderência às regras de segurança da instituição.

A dificuldade e custo para se estabelecer uma nuvem privada podem ser bastante elevadas e o custo de operação contínua da nuvem pode exceder o custo de uso de uma nuvem pública. As nuvens privadas oferecem vantagens sobre as públicas, como um controle mais detalhado sobre os vários recursos que constituem a nuvem, dando a empresa todas as opções de configuração possíveis.

---

<sup>22</sup> SLA Service Level Agreement, em português designa-se como Acordo de níveis de serviço

<sup>23</sup> QoS Quality of services, em português designa-se como qualidade de serviço



Figura 19 – Figura representativa de uma nuvem privada  
(Fonte: Próprio autor)

### 3.2.4.2 Nuvem Pública

Numa nuvem pública, a infraestrutura pertence a uma organização que vende serviços para o público em geral e pode ser acessada por qualquer utilizador que conheça a localização do serviço, não sendo admitidas técnicas de restrição de acesso ou autenticação.

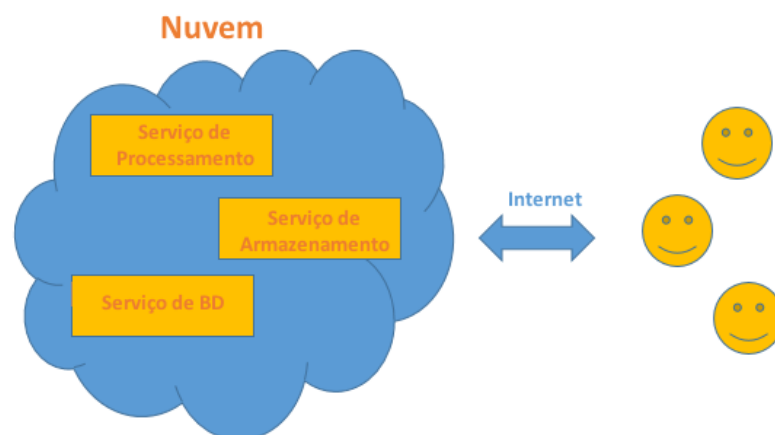


Figura 20 – Figura representativa de uma nuvem pública  
(Fonte: Próprio autor)

As nuvens públicas tentam fornecer aos clientes elementos de TI livres de complexidades, onde o fornecedor da nuvem assume as responsabilidades de instalação, gestão, disponibilização e manutenção. Normalmente os serviços são oferecidos com configurações específicas que

tentam acomodar os casos de uso mais comuns, por isto, nuvens públicas não representam a solução mais adequada para processos que exigem segurança elevada e restrições regulamentares.

#### 3.2.4.3 Nuvem Híbrida

Neste caso, a infraestrutura geral deste tipo de nuvem é ser composta por pelo menos duas nuvens, que preservam as características originais do seu modelo, porém estão interligadas por uma tecnologia que possibilite a portabilidade de informações e de aplicações.

Uma nuvem híbrida bem construída poderia atender processos seguros e críticos, tais como recepção de pagamentos de clientes, assim como aqueles que são secundários para o negócio, tais como processamento de folha de vencimentos de funcionários.

A principal limitação desta nuvem é a dificuldade de se criar e administrar uma solução deste porte. Serviços de diferentes fontes devem ser obtidos e disponibilizados como se fossem originados de um único local, e as interações entre componentes públicos e privados podem tornar a implementação ainda mais complicada.

### 3.3 A Virtualização

Com o avanço tecnológico, a tecnologia de virtualização tem surgido cada vez mais eficaz no decurso do grande poder de processamento existente atualmente, conforme [CAETANO,2012], “a virtualização é um método que possibilita a execução de vários sistemas operativos num único equipamento físico”.

#### 3.3.1 Origens

A tecnologia de virtualização teve início no final dos anos 60, conceito que foi criado pela IBM e utilizado nos “*mainframes*”<sup>24</sup> com o intuito de reduzir os custos sem perda de serviços, tinha o intuito de consolidar várias máquinas em apenas uma, não se trata de uma tecnologia atual, contudo esta tecnologia tem evoluído bastante, a sua eficiência tem evoluído bastante tendo em conta a evolução tecnológica ocorrida nos últimos anos.

Os efeitos obtidos pela tecnologia de virtualização tem-se revelado atrativos para a geração atual, através dos altos ganhos de desempenho e redução de custos. Atualmente o conceito de virtualização tem sido lembrado como uma possível solução de baixo custo para fornecer confiabilidade, isolamento e escalabilidade a alguns sistemas [MATTOS, 2012].

Na Figura 21, o primeiro servidor comercial a suportar a virtualização.

---

<sup>24</sup> Um Mainframe, termo em inglês que significa um computador de grande porte.



Figura 21 - IBM System/360 Model 67  
(Fonte: [www.ibm.com](http://www.ibm.com))

A virtualização tem um papel fundamental no cloud computing já que permite agregar recursos da camada física de forma a partilhá-los, para se traduzir num modelo de consolidação de utilização da infraestrutura. A virtualização tem como objetivos consolidar recursos de forma eficiente e endereçar uma problemática que consiste na maior parte das organizações utilizarem uma fatia bastante reduzida da capacidade de processamento dos sistemas que possuem desperdiçando recursos e investimento. Desta forma recorrendo à virtualização de servidores é possível consolidar várias aplicações em sistemas físicos, reduzindo o número de sistemas para gerir e rentabilizando a infraestrutura.

### 3.3.2 Conceitos e funcionamento

De acordo com Diego Menezes Ferrazani Mattos [MATTOS, 2012], as ferramentas de virtualização são baseadas em alguns conceitos fundamentais que são mostrados de seguida:

#### 3.3.2.1 Instruções

O primeiro conceito consiste na utilização de instruções privilegiadas e não privilegiadas. Considerando a arquitetura x86, as instruções não privilegiadas são aquelas que não modificam a alocação ou o estado de recursos partilhados por vários processos simultâneos, já as privilegiadas trabalham de maneira oposta às não privilegiadas alterando o estado e alocação dos recursos de processamento e memória.

#### 3.3.2.2 Modos de Operação

O computador possui dois modos de operação, o modo utilizador também conhecido como “espaço de aplicação” onde as aplicações são executadas, não tendo acesso total ao conjunto de instruções do processador e o modo supervisor que tem acesso total ao conjunto de instruções do processador, podendo então executar as instruções privilegiadas e assim controlando o CPU por completo.

Os conceitos de “modo supervisor” e “modo utilizador” também são conhecidos por “*root*” e “*não root*”, respetivamente. O sistema operativo é executado no modo supervisor enquanto as aplicações que são executadas a partir do sistema operativo trabalham no modo utilizador como segue no exemplo a seguir:

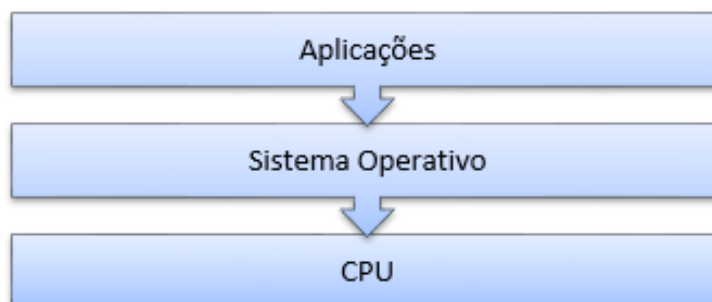


Figura 22 – Modo Supervisor e Utilizador  
(Fonte: Próprio Autor)

É preciso referir que na Figura 22, expõe um ambiente não virtualizado, onde o sistema operativo interage diretamente com o CPU e as aplicações são executadas a partir do sistema operativo. Num ambiente virtualizado são adicionados dois novos conceitos, o de sistema operativo hospedeiro e o sistema operativo visitante.

Um sistema operativo hospedeiro é onde se pode definir o sistema operativo primário que é executado diretamente no hardware físico e não virtualizado, já o sistema operativo visitante é aquele que é executado sobre o hardware virtual que funciona na camada de aplicação através da máquina virtual.

### 3.3.2.3 Monitor de máquina virtual

O conceito de Monitor de Máquina Virtual (VMM) consiste numa aplicação que hospeda as máquinas virtuais. A função do VMM é gerir os recursos utilizados pelas máquinas virtuais, como memória, processador, dispositivos de entrada, dispositivos de saída e armazenamento.

O VMM emula a execução das instruções privilegiadas, pois as máquinas virtuais são executadas em modo utilizador enquanto o VMM é executado em modo supervisor, e como dito anteriormente no modo supervisor é possível ter acesso a todo conjunto de instruções do processador como segue o exemplo na Figura 23:

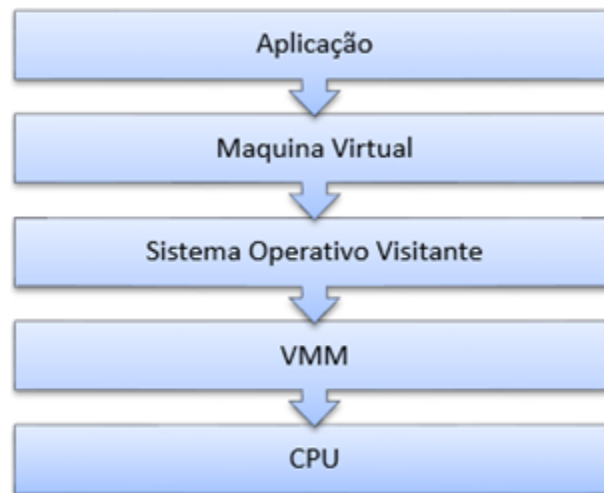


Figura 23 – Funcionamento do VMM  
(Fonte: Próprio Autor)

As ferramentas de virtualização possuem características de funcionamento que são essenciais para que tenham um bom desempenho, os dois últimos conceitos, tratam-se das duas divisões principais entre as ferramentas de virtualização, cada ferramenta possui um VMM que interage de formas diferentes com o “*hardware*”, esses conceitos são denominados por “Virtualização Total” e “Para-virtualização”.

#### Virtualização Completa

A virtualização completa cria uma cópia dos dispositivos de *hardware* fazendo com que o “*hypervisor*” corra em cima de um *hardware* totalmente virtualizado, dessa forma a máquina virtual funciona como uma simples aplicação sobre o sistema operativo hospedeiro e assim não tendo necessidade de alterá-lo, ou seja, a virtualização total realiza a completa abstração do sistema físico e cria um sistema virtual completo.

Segundo [Hwang,2011], uma das desvantagens deste tipo de virtualização é o fato de que o sistema operativo que está a ser executado na máquina virtual não tem discernimento de que está a ser executado numa máquina virtual. Dada a diversidade de dispositivos existentes que compõem um computador, é muito difícil implementar uma máquina virtual que imite o comportamento exato de cada tipo de dispositivo. Outra desvantagem é o fato de que as instruções executadas nas máquinas virtuais devem passar pelo *hypervisor* ou VMM para que só então sejam executadas no *hardware* e assim o *hypervisor* simula a execução da instrução no sistema operativo visitante e devido a essa característica existe uma perda razoável no desempenho.

#### 3.3.2.4 Para-virtualização

Devido as desvantagens relacionadas às inconsistências e perdas de desempenho da Virtualização Total, um novo conceito foi criado com o intuito de contornar tais problemas

melhorando assim a performance da execução dessas instruções, este conceito é denominado Para-Virtualização.

Na Para-Virtualização é efetuada uma modificação no sistema operativo hospedeiro fazendo com que as instruções não sejam testadas pelo “hypervisor” a cada processo da máquina virtual, dessa forma o sistema operativo hospedeiro chama o “hypervisor” sempre que uma instrução privilegiada for executada.

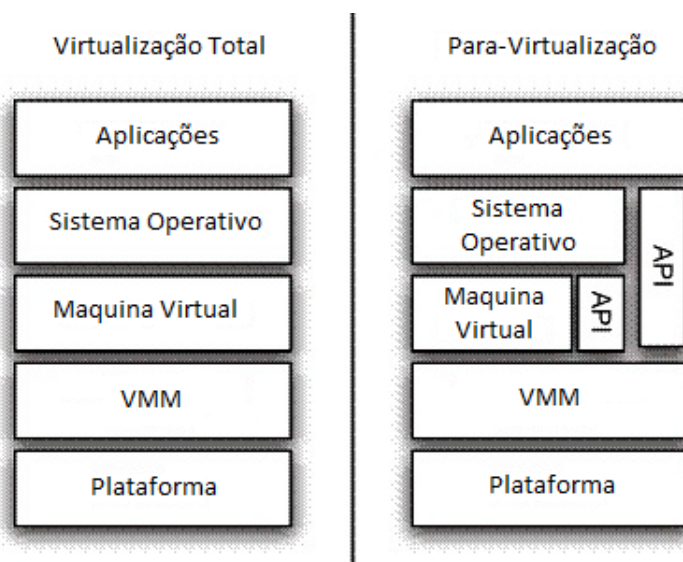


Figura 24 – Esquema de Virtualização Total e Para-Virtualização  
(Fonte: Próprio Autor)

### 3.3.3 Soluções de virtualização

Com a grande evolução tecnológica que tem ocorrido desde as primeiras soluções de virtualização e devido aos benefícios acrescidos juntamente com as mesmas em relação ao ambiente em que vivemos hoje, surgiram diversas soluções de virtualização e as já existentes foram melhoradas, não é objetivo deste trabalho detalhar cada uma delas, mas sim focar sobre as que existem e principalmente nomear de uma forma devidamente fundamentada aquelas que mais se destacam para que sirva de exemplo e guia a uma futura implementação na área da virtualização.

#### 3.3.3.1 Descrição do Mercado

Conforme [Gartner\_2,2015], Cerca de 75% do processamento dos servidores x86 são virtualizados, contudo as tecnologias de virtualização estão a tornar-se cada vez mais leves, podendo suportar maiores cargas de trabalho. Preço, interoperabilidade da nuvem e casos de uso específicos estão a levar as empresas a implementar cada vez mais tecnologias de virtualização.



Figura 25 – Gartner Magic Quadrant for X86 Server Virtualization Infrastructure  
(Fonte: [Gartner\_2,2015])

O mercado de infraestruturas de virtualização de servidores x86 é definido por organizações que estão à procura de soluções para virtualizar aplicações do seu *hardware* de servidores x86 ou sistemas operativos, reduzindo o *hardware* do servidor subutilizado e custos de *hardware* associados e aumentar a agilidade na entrega da capacidade do servidor que as aplicações precisam. O mercado de infraestrutura de virtualização de servidores x86 inclui toda a capacidade de processamento baseadas em x86 (servidores ou seja, aplicações, Web e base de dados, ambientes de trabalho virtualizados, servidores de segurança, impressão e ficheiros implantados em servidores físicos baseados na arquitetura X86).

De entre as soluções de virtualização existentes, e conforme a Figura 25 – Gartner Magic Quadrant for X86 Server Virtualization Infrastructure, as mais utilizadas atualmente e que foram alvo do mais recente estudo da Gartner [Gartner\_2, 2015] são: VMware, Microsoft, Citrix, Huawei, Odin, Oracle, Red Hat, de seguida serão referidas algumas informações sobre as quatro principais.

### Microsoft

Em Outubro de 2013, a Microsoft lançou o *Windows Server 2012 R2*, deste então e com o crescente desenvolvimento do *Hyper-V*, a Microsoft tem efetivamente encurtado a maior parte

do gap de funcionalidades que tinha com o seu principal concorrente, a VMware em termos de infraestrutura de virtualização de servidores baseados na arquitetura x86. As diferenças continuam a ser o preço (que favorece a Microsoft, apesar de a VMware ter mais facilidade de gestão sobre o Hardware. Os esforços da Microsoft ao nível da gestão tem permitido aos seus clientes gerir as suas infraestruturas de virtualização locais como as que estão em computação em nuvem, nomeadamente no Azure, esta capacidade transparente e transversal de gerir os (dois mundos) tem permitido a alavancagem e afinidade da plataforma Azure da Microsoft por parte dos seus clientes.

### **VMware**

A VMware tem mantido a sua liderança ao nível de funcionalidades, introduzindo vSphere 5.5 em setembro de 2013 (neste momento já com a versão 6.0). A VMware continua a ter quota de mercado dominante, os clientes continuam a estar muito satisfeitos com as capacidades do produto e suporte. No entanto, a questão dos preços preocupa os seus clientes. Cada vez mais tem existido comparações entre a VMware e Hyper-V, segundo [Gartner\_2, 2015], têm existido alguma convergência de empresas que migram para a plataforma da Microsoft, o Hyper-V.

### **Citrix**

Nos últimos anos, a Citrix tem executado uma série de mudanças fundamentais com o objetivo de reposicionar o XenServer como plataforma para infraestruturas baseadas em computação em nuvem e virtualização de ambientes de trabalho. Mais recentemente, Em janeiro de 2015, com o lançamento do XenServer 6.5, apostando e reforçando em áreas onde tradicionalmente sempre foram fortes.

Independentemente desses movimentos, é notório que a Citrix não está a investir para competir com os líderes de mercado VMware e Microsoft, pelo menos no que diz respeito à tradicional virtualização de servidores. Em vez disso, em alternativa, a Citrix está concentrada em apostar num *hypervisor* XenServer atraente para infraestrutura baseada em computação em nuvem (otimizar a integração com sua própria oferta *CloudPlatform*) e para virtualização de ambientes de trabalho.

### **Red Hat**

Red Hat continua a fazer bons progressos tal como é demonstrado neste estudo da Gartner [Gartner\_2,2015], muito da melhoria deve-se à adoção e integração de tecnologias e novas funcionalidades de gestão de disco, rede e a própria imagem do servidor.

A concorrência é bastante grande e como tal a comparação técnica de cada uma das soluções é complexa. Uma vez que estas soluções estão constantemente em mutação e tendo em vista as dificuldades e problemas de escolha, Andreas Groth da IBM criou a Virtualization Matrix [Matrix,2015], que é uma plataforma de comparação independente e imparcial (segundo o próprio) das principais plataformas de virtualização do mercado, neste caso as quatro referidas anteriormente.

## 3.4 Outras tendências

### Consolidação de Centros de Dados

Muitas organizações operam vários centros de dados, embora em muitos casos, um número menor de CD possa ser o suficiente. O custo de operação desses CD redundantes é potencialmente significativo, cada CD deve ser composto (normalmente) por profissionais e cada um deles requer investimento em infraestrutura e licenças do parque aplicativo, para não mencionar o custo adicional em termos de espaço do CD propriamente dito para além dos custos energéticos, refrigeração e manutenções. Além disso e como qualquer CD, devem garantir a continuidade dos negócios durante os horários de pico, conseqüentemente e muito provavelmente, nos restantes horários o subaproveitamento dos recursos computacionais possam ser uma realidade. Quanto mais CD existirem na equação no suporte das TI, mais complicado fica cumprir os regulamentos, gerir as cópias de segurança, replicar dados e manter uma política unificada para recuperação de desastres do que um cenário onde os recursos estivessem consolidados sem evidentemente prejudicar o desempenho e a disponibilidade. Todas estas razões devem conduzir as organizações a “arrumar a casa”, ou seja, consolidar as suas operações de TI em termos de CD, servidores e infraestrutura.

Existe um claro incentivo económico que sustenta projetos de consolidação de CD, a redução do número de CD, servidores e infraestrutura de rede significa menos CAPEX (custo do produto, cabos, armários e outros) e OPEX (espaço de CD, energia, refrigeração, recursos humanos e outros). Historicamente as organizações implementavam consolidação através da implementação de servidores com mais desempenho em menos locais, ou seja, menos servidores por local mas com mais desempenho ao nível computacional.

Atualmente a prática comum e fundamental em qualquer projeto de consolidação é a utilização de tecnologias de virtualização. Poucos CD e menos servidores significa que cada camada no CD é mais crítica, precisando de ser mais resiliente, para garantir a continuidade do negócio contínua, é imprescindível a utilização de soluções que garantam a alta disponibilidade e que sejam tolerantes a falhas.

### Comunicações

Os CD, cada vez mais enfrentam um crescimento do consumo de larguras de banda devido a um cada vez maior número de transações e sessões por parte dos utilizadores. Como resultado, os CD estão a alavancar o processo de aumentos de conectividade para os 10GB, 40GB e 100GB em toda a sua infraestrutura de rede implantada, incluindo *switches*, *routers* e outros dispositivos. Este processo não se aplica apenas aos novos projetos mas também às soluções existentes, com o objetivo de aumentar a capacidade de processamento, escalabilidade e desempenho.

### **Convergência**

Voz sobre IP (VoIP) está a transformar as comunicações ao nível global, substituindo rapidamente os sistemas tradicionais de comunicações de voz. A tendência de utilização de uma única infraestrutura de tecnologia para fornecer serviços que, anteriormente, exigiam equipamentos, canais de comunicação, protocolos e padrões independentes, é cada vez mais uma realidade, todas as organizações estão a apostar nesta vertente porque a mesma para além de trazer uma vasta gama de serviços de valor acrescentado, também se pode traduzir em poupanças significativas, as comunicações unificadas são um exemplo disso.

### **Green IT**

O “Green IT” ou TI Verde é uma tendência mundial voltada para o impacto dos recursos tecnológicos no meio ambiente. Atualmente existe uma grande preocupação na aquisição de equipamentos “amigos do ambiente”, são equipamentos mais caros, mas mais eficientes, consomem menos energia e conseqüentemente produzem menos calor, diminuindo desta forma os custos com os sistemas de refrigeração. A preocupação com a crescente exigência energética por parte das empresas de TI, ou cujo negócio é dependente de grandes infraestruturas tecnológicas não é recente. Na verdade essa preocupação era já visível há mais de 17 anos, quando em 1992 foi criada pela Agencia de Proteção Ambiental Americana a “Energy Star”, uma certificação voluntária que destacava os produtos tecnológicos considerados energeticamente eficientes, e um dos primeiros incentivos para uma atitude mais verde por parte das empresas e produtores de *hardware*. É cada vez mais fácil encontrar novas organizações e entidades dedicadas a esta problemática, é patente o esforço na procura de normas sobre as “melhores práticas” para a utilização eficiente da energia. Várias iniciativas e artigos de opinião vieram a público nos últimos anos sobre o *Green IT*, mas a grande preocupação dos gestores tecnológicos nem sempre passou pela otimização energética. Até não muito pouco tempo a grande limitação de um CD estava no espaço físico para alojar os equipamentos que iam sendo adquiridos, tendo a capacidade de entrega energética raramente sido posta em causa. Segundo essa realidade não é difícil entender porque muitos optavam por sobre dimensionar o *hardware* em relação às necessidades reais. Mais capacidade, menos equipamento necessário, menos espaço necessário mas a questão sobre a energia consumida continuava.

A solução ou minimização deste problema, passa pela adoção de várias medidas, como a aposta numa distribuição dos equipamentos que permita uma refrigeração eficiente dos CD, na utilização de *hardware* e *software* que permitam otimizar a energia consumida, na virtualização e consolidação de servidores para reduzir o número total de máquinas e entre várias outras ações que acabam por se refletir em investimentos consideráveis por parte das empresas, sendo especialmente difícil quando as infraestruturas já existem, e onde esta preocupação aparece como um fator novo a equacionar no ciclo de vida de um CD.

As preocupações energéticas são um fator condicionador no presente e futuro dos CD, cada vez mais, a perseguição pelo (PUE) próximo de 1 deixou de ser uma utopia, mas para isso ser possível é necessário trabalhar esta questão desde o início de qualquer projeto.

### 3.5 Sumário

Conforme [IDC,2014], a indústria de tecnologias de informação tem enfrentado uma mudança de paradigma com intervalos de 20 anos. Numa primeira fase de evolução da indústria de TI, a dos sistemas centralizados baseados em sistemas *mainframe* e em terminais “não inteligentes”, suportavam apenas alguns milhões de utilizadores a nível mundial e estavam disponíveis apenas alguns milhares de aplicações.

Numa segunda fase de desenvolvimento desta indústria, marcada pelo aparecimento dos computadores pessoais, das redes locais e pela emergência das arquiteturas cliente/servidor, estas tecnologias passaram a suportar centenas de milhões de utilizadores e assiste-se à proliferação de dezenas de milhares de aplicações no mercado mundial.

Presentemente, a emergência da 3ª Plataforma de Inovação TI, suportada pelas tecnologias móveis, pelas aplicações sociais, pelas soluções de mega dados (*Big Data*), de analítica de negócio e pelos serviços de computação em nuvem, que será o motor do crescimento e da inovação da indústria de TI nos próximos 20 anos e vai alterar significativamente o modo como as organizações a nível mundial disponibilizam serviços de TI aos seus utilizadores. Neste novo contexto, as tecnologias de informação têm que ter condições para suportar milhares de milhões de utilizadores, assim como suportar o aparecimento de milhões de aplicações disponíveis. A esta nova realidade podemos ainda adicionar biliões de outros sistemas inteligentes (Internet das coisas) interligados a esta nova infraestrutura de comunicação e de partilha de informação. A Figura 26 sintetiza esta nova realidade:

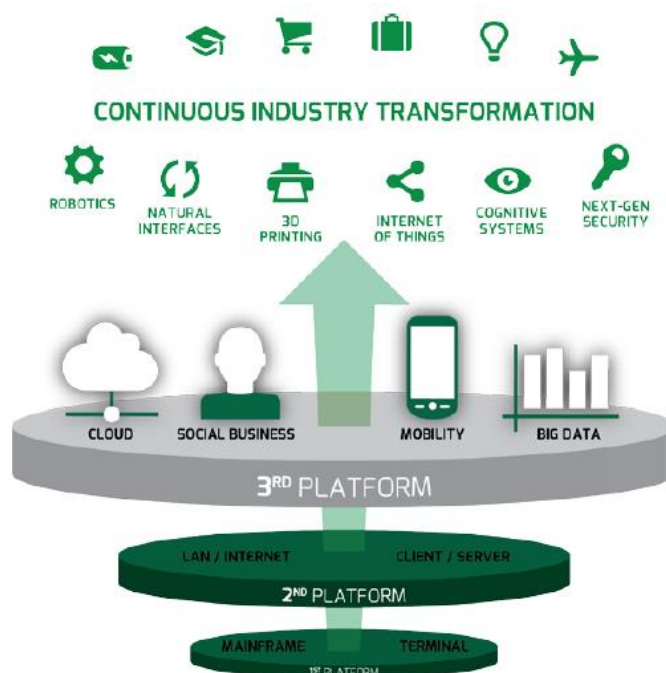


Figura 26 – digitalização das atividades económicas  
(Fonte: [www.idc.pt](http://www.idc.pt))

O efeito conjugado da globalização das atividades económicas, do crescimento da concorrência a nível mundial, nomeadamente com o aparecimento de concorrentes de economias emergentes, da desregulamentação das atividades económicas a nível mundial, do abrandamento do crescimento económico nos países mais desenvolvidos, veio alterar significativamente o cenário competitivo da generalidade das organizações. Tal, traduziu-se numa maior agressividade comercial dos concorrentes, no aparecimento de clientes mais informados e defensivos, na consolidação de sectores, no desenvolvimento de ecossistemas mais competitivos e na descida dos preços e das margens de comercialização. A crise financeira internacional, a que se seguiu a recessão das atividades económicas a nível mundial, veio agudizar esta realidade.

Neste contexto, as organizações viram-se confrontadas com a necessidade de reduzir custos e de, em simultâneo, encontrar novas fontes de receitas e de tornar a inovação sustentável. Nos últimos anos, e devido ao impacto da recessão da economia a nível mundial, as organizações a nível mundial procederam à redução da despesa com tecnologias de informação. Paralelamente, a crescente complexidade da infraestrutura tecnológica que suporta o negócio das organizações tem vindo a contribuir para o abrandamento da produtividade destas tecnologias no interior das organizações. O efeito conjugado destas duas realidades: diminuição dos orçamentos de TI e crescente complexidade tecnológica tem vindo a traduzir-se na diminuição da capacidade de entregar serviços de TI aos utilizadores finais. No entanto, e apesar da realidade descrita, a procura de serviços de TI tem vindo a aumentar no interior das organizações.

A Figura 27 – Oportunidades de transformação das TI, ilustra essa realidade conforme [IDC,2014].

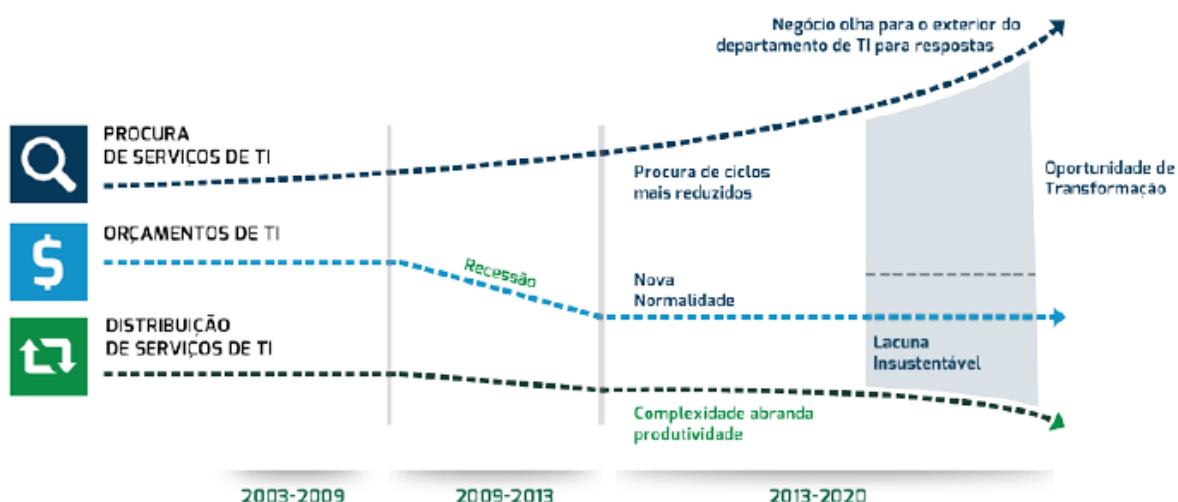


Figura 27 – Oportunidades de transformação das TI  
(Fonte: www.idc.pt)

Conforme estudo realizado pela IDC [IDC,2014], que combinou informações de diversas fontes de informação em todo o mundo. De forma a atualizar o grau de maturidade e tendências do Cloud Computing em Portugal, a IDC lançou durante os meses de Outubro e Novembro de 2014 um inquérito às médias e grandes organizações nacionais. Mais concretamente a IDC analisou uma amostra de 358 organizações, a partir de 3.567 organizações (2.500 seleccionadas entre as maiores empresas por volume de negócios, incluindo instituições financeiras, e 1.067 organismos da administração Pública).

Confrontadas com a deterioração das condições da atividade económica nos últimos anos no território nacional, a esmagadora maioria das organizações nacionais iniciaram ou já concluíram processos de transformação do negócio.

As condições económicas adversas no território nacional foram uma das principais motivações para adotar um processo de transformação do negócio. No entanto, os responsáveis das organizações nacionais referem ainda as alterações regulamentares e a alteração das necessidades dos clientes como motivações para a adoção de processos de transformação do negócio nas suas organizações.

A Figura 28 sintetiza as prioridades tecnológicas das organizações nacionais segundo o estudo realizado pela IDC [IDC,2014], dessas prioridades podemos ler: Computação em Nuvem e Virtualização, duas das tendências condicionadoras do futuro dos DC desenvolvidas neste capítulo.



Figura 28 – Prioridades tecnológicas das organizações nacionais para 2015  
(Fonte: www.idc.pt)

A Figura 29 descreve segundo os dados do estudo realizado pela IDC [IDC,2014], as oportunidades de transformação das TI.

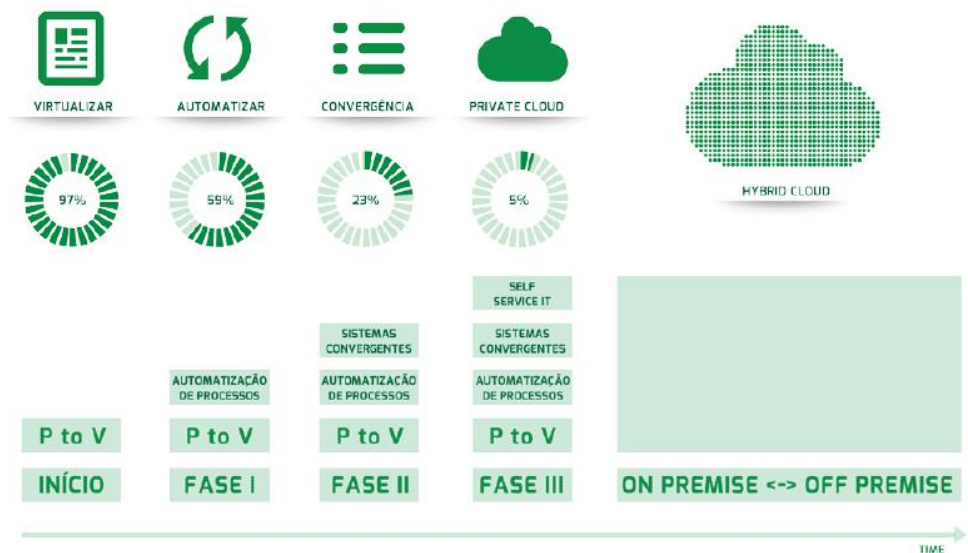


Figura 29 – Oportunidades de transformação das TI  
(Fonte: www.idc.pt)

Nota 1: A % Indica a proporção das grandes empresas que já estão a adotar

Nota 2: P to V: Passagem do físico para Virtual

# 4 Critérios de Decisão

## 4.1 Introdução

Perante uma economia global e concorrida como é a de hoje, aliada à crise económica que tarda em recuperar, os consumidores tendem a escolher os produtos mais baratos, ou seja, para qualquer organização que se apresenta no mercado, o fabricar um produto com qualidade não é por si só suficiente, o preço tem um peso substancial na escolha dos consumidores.

**Muitos são os desafios com que se deparam as empresas, no caso da LACTOGAL, passo a citar algumas opiniões de algumas áreas da empresa:**

Segundo [Pereira,2015], no setor da logística, há muito tempo que os sistemas baseados em EDI<sup>25</sup> substituíram os canais tradicionais de fluxos de informação desde receção de encomendas, envio de faturas, trocas de dados de materiais enviados. Cada vez mais o próprio fornecedor controla e gere os *stocks* nos seus clientes e existem casos em que, desde a entrada de uma encomenda por parte de uma grande superfície até à entrega nas instalações do cliente, passam apenas 12:00 horas de *lead time*<sup>26</sup>.

Segundo [Santos,2015], no mercado da exportação é essencial, não só a qualidade dos produtos (que muitas vezes tem de ser adaptados ao mercado de destino), mas também o serviço. O serviço é muitíssimo importante dado que normalmente os processos de exportação (acima de tudo para fora a EU) envolvem vários intervenientes. Estes intervenientes normalmente são:

- A equipa administrativa do exportador, que prepara todo o processo documental e faz a ligação interna da empresa entre planeamento, produção, logística e financeiros;
- O operador Administrativo/Logístico (normalmente um transitário) que faz a ponte entre o exportador, o Agente de navegação (dono do navio) e as entidades aduaneiras do país de origem, centralizando o processo de transporte em terra do local de enchimento até ao porto de origem, despacho aduaneiro e restante documentação necessária e enquadrada com cada um dos países de destino;
- Entidades públicas que fazem emissão de certificações necessárias á exportação de alguns produtos (certificados de origem, certificados de salubridade, etc.);
- O Agente de navegação, que deverá ser credível, rápido e com o menor número de escalas possível até ao destino;
- Bancos, principalmente quando a operação envolve créditos documentários (Cartas de crédito);

---

<sup>25</sup> EDI - *Electronic Data Interchange* (Intercâmbio Eletrónico de Dados), significa troca estruturada de dados através de uma rede informática/comunicações.

<sup>26</sup> *Lead time* ou tempo de aprovisionamento ou ainda ciclo, em português europeu, é o período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término.

- Empresa de correio expresso, onde é centralizado o envio da documentação para o cliente de destino ou para o banco do cliente. Esta empresa deve também ser selecionada com especial cuidado, dado que transporta documentos, sem os quais o desalfandegamento no destino não é possível.

Segundo [Santo,2015] no setor das vendas e marketing, cada vez mais a informação se revela como fator de êxito em qualquer organização, hoje todos os intervenientes do processo, são mais e melhores informados, transformando os argumentos de venda de outrora, em meras constatações de dados, os seus conhecimentos sobre toda a cadeia de negócio, suportados por variadíssimas aplicações e bases de dados gigantes, obrigam a uma fluência de informação cada vez maior, assim empresas como a Lactogal têm de circular sempre, em auto estradas da informação, facultando toda a informação necessária aos seus colaboradores, sendo um dos fatores críticos de sucesso da organização, com reconhecidos méritos atribuídos pelos clientes.

Segundo [Salgado,2015] no setor da produção, o planeamento de uma produção tem em consideração muitas variáveis que vão desde a procura por parte dos clientes à gestão minuciosa dos *stocks* com a complexidade implícita das datas de validade como é o caso de uma empresa de produtos alimentares, passando pela correta e mais eficiente possível utilização das matérias-primas de forma a evitar o desperdício.

Todos estes fatores que são uma realidade e com tendência a complicar cada vez mais, só se é possível competir se a organização tiver nas suas fileiras ferramentas que permitam de uma forma eficaz e eficiente e cada vez mais em tempo real gerir o seu negócio.

O papel das tecnologias de informação dentro de uma organização é crucial e fundamental, não são nem podem ser consideradas e vistas como um custo, mas sim como ferramentas essenciais no contexto atual e futuro. Como muitos já designaram, as TI são consideradas o “braço armado” da organização. O alinhamento das TI com o negócio é vital para a sua sobrevivência. O tempo do “papel e lápis” já deixou de existir há décadas e quem resistiu à modernização, automatização e informatização dos seus processos, há muito tempo que deixou de existir.

Segundo [Silva,2015] a continuidade das TI atuais, passa por um processo de atualização tecnológico mais ou menos constante. Com os constantes aparecimentos de novas tecnologias, as empresas deparam-se frequentemente com os seguintes dilemas:

- Como analisar uma tecnologia emergente?
- Porquê migrar ou atualizar?
- Quais os impactos no negócio?
- Qual a real aplicabilidade e benefícios que trará?
- Quando migrar para uma tecnologia ainda emergente?
- Como comprar e a quem?
- Como implementar?

O uso de uma nova tecnologia deve estar alinhado com os objetivos estratégicos da empresa. O desafio para a correta tomada de decisões é descobrir como essa tecnologia será inserida no

contexto dos negócios e quais vantagens competitivas ela trará. Existem muitos riscos a serem avaliados:

- Riscos de mercado;
- Riscos de viabilidade técnica;
- Próprios riscos organizacionais;
- Riscos sociais (utilização da tecnologia para efeitos não empresariais);
- Riscos de dependência da tecnologia e fornecedores;
- Riscos de segurança.

No centro desta questão está o suporte das TI, os CD, infraestruturas grandes e complexas, a parte submersa do “Iceberg”, um mundo cada vez mais distante dos decisores e que a atualização tecnológica constante o transforma sempre numa coisa desatualizada, um mundo invisível que só aparece quando falha.

Conforme [Spinola,2015] os CD de organizações cujos seus negócios não passem por fornecer serviços TI, estão sempre sobre grande pressão e colocados em questão perante o paradigma da computação em nuvem. Muitos CIOs<sup>27</sup> já analisam o uso da computação em nuvem, apesar de ainda tomarem poucas decisões. Muitos receios ainda existem e podem-se citar alguns:

- A nuvem é estável?
- Existe a possibilidade de acordos de níveis de serviço com os fornecedores de computação em nuvem?
- Os fornecedores são bem conceituados no mercado ou são empresas pouco conhecidas e de pouca tradição em TI?
- Os fornecedores têm um plano sólido e sustentável para o negócio de computação em nuvem?
- O fornecedor vai continuar no mercado?
- A computação em nuvem já é um conceito maduro?
- Como é a segurança das aplicações em nuvem?
- A nuvem vai oferecer disponibilidade e fiabilidade adequada ao negócio?
- Como vai ser o problema da velocidade da comunicação de dados?
- Existem aplicações prontas para a nuvem que vão de encontro ao negócio em questão?
- Qual o grau de dependência do negócio ao fornecedor caso se opte por uma solução baseada em nuvem?
- E a questão legal dos dados da empresa, como se enquadra esta questão?
- Se quiser voltar para uma solução dentro de casa, é possível?

Caso se opte por uma solução baseada em computação em nuvem, muitas destas questões terão que ser clarificadas e discutidas para fundamentar conceitos sobre esta tecnologia e

---

<sup>27</sup> Chief Information Officer ou CIO é um título (papel/role) dado ao diretor de TI

chegar a uma conclusão sobre a viabilidade de utilização da mesma como melhor solução para a organização.

Os CD das organizações cujos seus negócios não passem por fornecer serviços TI, estão sempre sobre grande pressão e colocados em questão também pela deslocalização dos seus recursos para outros CD, uma vez que num processo de reestruturação de CD, existe sempre a possibilidade de mover os bastidores informáticos completos para um outro CD, próprio ou de um fornecedor que disponibilize esse tipo de serviços.

É importante entender que nem todos os CD são projetados da mesma forma, construídos da mesma forma e operados da mesma maneira. Cada CD é único, alguns oferecem maior confiabilidade e segurança do que outros, mas muitas dessas qualidades nem sempre são fáceis de determinar. É por isso que o processo de reestruturação de um CD e/ou a seleção de um CD de um fornecedor pode ser um processo bastante longo e árduo. No entanto e para se conseguir chegar a alguma conclusão, será necessário:

**Identificar e sistematizar as métricas de avaliação dos critérios definidos pela organização como pontos-chave de tomada de decisão.**

## 4.2 Metodologia de avaliação dos critérios de decisão

A metodologia de avaliação dos critérios de decisão é baseada na avaliação de propostas, com base na utilização dos questionários dos critérios de decisão descritos na secção 4.3.

Esta abordagem é utilizada por muitas entidades em processos de avaliação de propostas de inúmeros âmbitos, no caso dos CD também existem muitos fabricantes e outras entidades que utilizam esta abordagem na avaliação de um CD como é o caso da *Datacenter Knowledge* conforme [Datacenter Knowledge, 2012] e outros que se dedicam a análises mais específicas como é o caso da APC conforme [Woolley,2012];

Para este trabalho a metodologia baseada em critérios de decisão foi adotada uma vez que permite adaptar um modelo às necessidades específicas das necessidades em questão.

Como usar os questionários:

1. Os questionários são para ser usados sobre propostas de soluções comparáveis;
2. Os questionários devem ser preenchidos pelo avaliador, as respostas devem ser obtidas junto dos fornecedores das soluções (quando for aplicável) e pelos responsáveis da organização (quando for aplicável);
3. As perguntas contidas nos questionários levam a uma variedade de diferentes respostas, muitas das quais não são nem sim, nem não. É de responsabilidade do avaliador determinar se as perguntas ou as respostas subsequentes atendem aos requisitos da organização;

- Para cada uma das respostas das soluções em avaliação, deve ser dada uma classificação de 1 a 5, correspondendo 1 ao valor mais baixo de importância e 5 ao seu valor mais alto:

Tabela 8 – Classificações para os questionários  
(Fonte: Próprio autor)

Avaliação das questões	
Classificação	Importância
1	Solução muito pouco vantajosa
2	Solução pouco vantajosa
3	Solução aceitável
4	Solução vantajosa
5	Solução muito vantajosa

Sob o ponto de vista para a organização que procura a melhor solução, quanto mais alto o valor, mais vantajosa será a solução para os fatores que importam ou se aplicam aos requisitos de negócios exclusivos da organização.

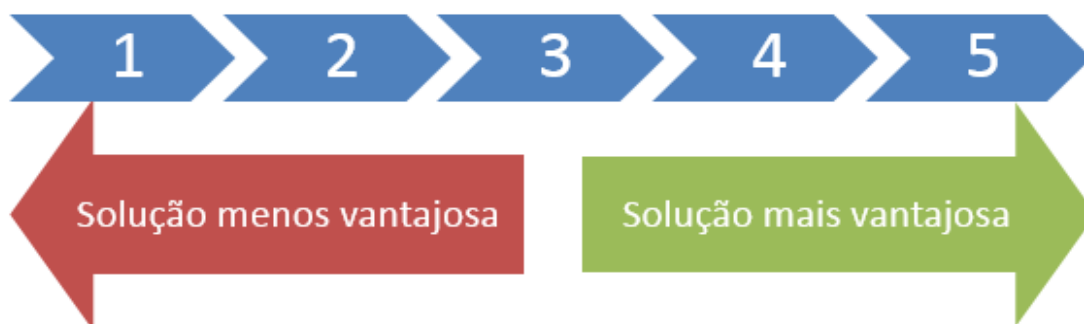


Figura 30 – Relação entre Classificações e vantagens  
(Fonte: Próprio autor)

- A soma das classificações dará um valor por proposta ao avaliador e à organização que procura a melhor solução e servirá de indicador complementar de suporte ao processo de seleção, ajudando a chegar à solução mais adequada para as necessidades da organização.
- A soma das classificações poderá ter em atenção pesos diferentes para cada um dos critérios de decisão, cabe ao avaliador e à organização o estabelecimento de pesos diferenciados por critério de decisão caso assim o entenda.

## 4.3 Descrição dos critérios de decisão

### 4.3.1 Localização

Localização é um dos fatores mais importantes envolvidas na escolha de um centro de dados, por diversas razões:

Como já foi referido na secção 2.2.1.1 que refere a importância da localização na arquitetura de um CD, a área onde está localizado o CD tem que ser tido em consideração sob o ponto de vista à propensão da área a desastres naturais como furacões, inundações, terremotos e tornados.

A questão da localização também é fundamental no que diz respeito à facilidade com que alguém pode obter acesso para o local físico. Se for necessário atualizar ou reparar equipamento, os tempos de resposta e custos associados de deslocações serão um fator a ter em consideração, esta consideração é válida tanto para as equipes internas como para as externas como aquelas com quem a organização estabelece contratos de serviços. A existência do CD nas próprias instalações pode ser considerado um requisito essencial com o objetivo de eliminar pontos de falha, um exemplo seria um aeroporto, fazer depender este tipo de infraestrutura por recursos existentes na computação em nuvem, não faz muito sentido, o mais sensato seria concentrar nas próprias instalações tudo o que essencial para o normal funcionamento, eliminando assim pelo menos um ponto de falha que seriam as comunicações.

A localização do CD e a disponibilidade de naquele local existirem caminhos de energia disponível e acesso em fibra aos operadores de comunicações, em ambos os casos, procurando sempre a redundância, ao nível dos fornecedores tanto de energia como de comunicações.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 10 Tabela 11 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 9 – Questionário de avaliação relativo à Localização  
(Fonte: Próprio Autor)

Localização	
Nº	Questão
1	Existem obras em andamento, perto do CD? Existe risco? Se sim, pode ser mitigado?
2	O CD é servido por mais do que um fornecedor de energia? Se sim, como é usado (capacidade ou redundância)?
3	O CD é servido por mais do que um fornecedor de comunicações? Se sim, quais e que tecnologias de transmissão disponibilizam?

4	O CD está numa área propensa a desastres naturais como furacões, inundações, terremotos e tornados? Se sim, qual o nível de risco?
5	Qual o histórico de desastres naturais como furacões, inundações, terremotos e tornados, na área onde está o DC?
6	Qual a probabilidade de atividade sísmica na área onde está localizado o DC?
7	Existe um sistema de proteção contra descargas atmosféricas no CD?
8	Qual a idade do edifício em que o CD está instalado?
9	As instalações onde está o CD foi construída inicialmente para esse propósito ou foi adaptado? Se sim, qual era o propósito original das instalações?
10	Que material foi utilizado na construção do telhado?
11	O edifício onde está o CD é estruturalmente reforçado de alguma forma? Se sim, forneça uma descrição detalhada dos reforços construção / instalação.
12	Qual a distância do CD até ao corpo de bombeiros mais próximo?
13	O CD está perto ou no percurso de voo de um aeroporto?
14	O local de trabalho da equipe de TI que gere os sistemas existentes no CD é o mesmo das instalações onde está o CD, se não, qual é a distancia?
15	Os contratos de suporte de <i>hardware</i> existentes para os equipamentos a instalar no CD, sofrem alguma alteração do custo devido à localização do CD?

#### 4.3.2 Ambiente e Espaço do Centro de dados

Os CD são tradicionalmente construídos usando piso elevado, como já visto na secção 2.2.1.3, o piso elevado é um piso que eleva o ambiente em alguns centímetros, criando um espaço para a instalação e passagem de cabos de comunicação, elétricos, fluxo de ar refrigerado em casos onde a refrigeração funciona dessa forma. A importância da altura do piso elevado varia da finalidade do mesmo. Ao avaliar um CD com piso elevado, é importante avaliar se o piso elevado está ligado a uma placa de betão, o que proporciona uma melhor estabilidade e suporte de equipamento pesado.

No processo de avaliação de um CD, é importante entender o espaço disponível para os novos equipamentos e como ele pode ser configurado. Tendo espaço pronto a usar e uma variedade de opções de configuração para escolher, tais como armários individuais, gaiolas com bastidores, módulos de dados e salas privadas são importantes porque não só significa que o CD pode atender as necessidades atualmente, como no futuro.

A existência de salas de apoio, salas de montagem e de armazenamento temporário também é importante. A possibilidade de poder enviar equipamentos para o CD sem a preocupação de ter alguém no local de propósito para receber é um fator de maior flexibilidade.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 10 Tabela 11é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 10 – Questionário de avaliação sobre Ambiente e espaço do Centro de Dados  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Ambiente e espaço do Centro de Dados</b>	
<b>Nº</b>	<b>Questão</b>
1	Qual é a densidade elétrica e refrigeração em watts por metro quadrado e/ou BTU's por metro quadrado no piso elevado ou nas áreas de equipamentos TI?
2	Existem restrições ou limites da energia e capacidade de refrigeração por bastidor informático? Se sim, quais são os limites?
3	Qual é a altura do piso elevado nas áreas onde estão os equipamentos de TI?
4	O piso elevado é utilizado para passagem de cablagem? Se sim, como é evitado que o mesmo restrinja a correto fluxo de ar?
5	Quais são os padrões de limpeza e como eles são alcançados?
6	Quais são os padrões de limpeza e como eles são alcançados?
7	É todo o espaço do CD construído no piso térreo ou distribuído por pisos?
8	O piso elevado está ligado á placa de betão?
9	Qual é a capacidade de carga do piso elevado em carga concentrada e carga uniforme?
10	O teto sobre o piso elevado é suscetível a problemas de condensação? Existe no teto sobre o piso elevado tubagens de água de qualquer forma?
11	Quanto espaço para equipamentos TI e capacidade associada (energia e refrigeração) tem disponível no CD? Qual é o tempo de resposta para fornecimento de novos espaços?
12	Existe a possibilidade de ter uma sala dedicada? Se sim, qual o tamanho da sala em questão? É possível construir uma vedação tipo "Gaiola" à volta de certos bastidores informáticos?
13	O CD dispõe de salas de apoio e acesso para Clientes? Se sim, são temporárias, permanentes ou só para situações de recuperação em desastre? Existe um custo associado a esses espaços?
14	Pode ser enviado equipamento para as instalações do CD? Existem restrições quanto aos horários de receção? Existe um custo associado?
15	Qual o protocolo de segurança associado à receção de equipamentos no CD?

### 4.3.3 Segurança Física

A segurança física é tão importante quanto a segurança digital, quando se trata de proteger dados armazenados num centro de dados. Existem muitas abordagens de segurança física que variam de CD em CD mediante diversos fatores. Existem abordagens mais rigorosas que dependem de uma estratégia de segurança multicamadas que fornece uma ampla variedade de opções de vigilância, vários pontos e tipos de autenticação. Dentro deste critério também se enquadram o sistema de deteção e extinção de incendio e de vídeo vigilância.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 11 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 11 – Questionário de avaliação da Segurança Física  
(Fonte: Próprio Autor)

Segurança Física	
Nº	Questão
1	Existe uma equipa de segurança 24*7*365? A equipa de segurança tem outras responsabilidades assignadas? Se sim, quais são? A equipa de segurança é subcontratada ou são quadros próprios?
2	Todas as entradas e saídas das instalações são monitorizadas por um sistema de vídeo vigilância?
3	Todas as entradas e saídas das instalações têm alarmes? Se sim, quantas vezes são os mesmos testados?
4	A energia que suporta os sistemas de segurança físicos estão protegidos por UPS? Se sim qual a autonomia?
5	O sistema de vídeo vigilância cobre todas as áreas incluindo a área dos servidores? Se sim: Como são as imagens monitorizadas? São monitorizadas 24*7*365? O vídeo é gravado? Qual o histórico de gravação em dias? Existe mais alguém para além da equipa de segurança com acesso às imagens de vídeo vigilância?
6	Existem postos de controlo com seguranças no local?
7	São realizadas rondas de segurança?
8	Os vidros dos locais mais sensíveis são blindados?
9	O acesso ao telhado é restrito, com alarmes e monitorizado?
10	Existe controlo de acesso biométricos nas zonas mais sensíveis, se sim, o mesmo é utilizado em combinação com outros, tipo cartão?

11	Existem sistema de controlo de peso no acesso às salas onde estão os equipamentos TI? Se sim, qual a diferença de peso mínima para ativação de uma anomalia?
12	As salas de servidores tem rede telemóvel? Se não, existem telefones que se possa usar para intervenções locais?
13	Existe acesso à internet dentro da sala de servidores?
14	É permitido levar equipamentos fotográficos para dentro da sala de servidores? Qual a política no que diz respeito à questão de camaras de telemóveis e computadores portáteis?
15	Qual o procedimento de segurança utilizado no envio e receção de mercadorias para as instalações do CD? São essas áreas controladas por equipa de segurança local?
16	O CD em questão sofreu algum incidente de segurança?
17	Existe sistema de deteção e extinção de incêndios? Se sim, é centralizado? Caso exista um incendio, o sistema de extinção é desencadeado automaticamente ou manualmente?
18	Nas salas técnicas TI, que método de extinção é utilizado?
19	Quem desenvolve os procedimentos de segurança?
20	Os procedimentos de segurança estão documentados?
21	São efetuadas auditorias de segurança por entidades externas e independentes?
22	As instalações que albergam o CD estão identificadas na parte exterior com informações que o identifiquem como tal?
23	Sendo o CD para clientes, a entidade que gere o CD faz publicidade aos clientes que usam as suas instalações para albergar os seus sistemas?

#### 4.3.4 Estabilidade e Conformidade do Fornecedor

Na escolha de um fornecedor de serviços baseados em centros de dados é necessário avaliar a estabilidade no mercado do mesmo. A hipótese de ser forçado a deslocalizar equipamento crítico TI, caso o prestador de serviços de CD, de repente saia do negócio é, em muitos casos, uma evolução indesejável. Neste critério é necessário avaliar a propriedade, perceber a realidade organizacional do fornecedor e controlo sobre as instalações. Nos tempos atuais não existem certezas absolutas no que diz respeito a qualquer organização, mas existem alguns indicadores que nos asseguram alguma confiabilidade no futuro.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 12 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 12 - Questionário de avaliação Estabilidade e conformidade do fornecedor  
(Fonte: Próprio autor)

Estabilidade e Conformidade do Fornecedor	
Nº	Questão
1	O fornecedor é uma organização pública ou privada? Existe informação financeira que indique o estado de saúde financeiro do mesmo?
2	Há quanto tempo a organização fornece serviços baseados em CD no mercado nacional e internacional?
3	O CD, equipamentos e instalações são propriedade integral e operados pelo fornecedor? A estrutura do edifício é propriedade totalmente detida pelo fornecedor?
4	Existem alguma componente crítica do CD que é propriedade e gestão de empresas subcontratadas pelo fornecedor?
5	Existem planos de desastre e continuidade de negócio devidamente procedimentado e documentado?
6	Existem auditorias de empresas especializadas e independentes, as instalações são certificadas? Se sim, quais são as certificações?

#### 4.3.5 Componente Operacional e Garantia de Serviço

Na componente operacional são avaliadas questões tais como a gestão de alterações, *Field Support*<sup>28</sup>, planos de manutenção, tratamento de incidentes e também se é adotada alguma metodologia específica como é o caso do ITIL<sup>29</sup>. Na componente de garantia de serviço, entre outras questões, os SLA's<sup>30</sup> dos vários serviços são questionados.

<sup>28</sup> *Field Support*, também conhecido como *hands and eyes*, é uma equipe que realiza trabalho de campo no CD tais como, troca de cabos, tapes e tarefas básicas tais como ligar e desligar um equipamento.

<sup>29</sup> *Information Technology Infrastructure Library*, (ITIL) é um conjunto de boas práticas para serem aplicadas na infraestrutura, operação e gestão de serviços de tecnologia da informação

<sup>30</sup> SLA (service level agreement) é um acordo de nível de serviço, um contrato entre um fornecedor de serviços de TI e um cliente especificando, em geral em termos mensuráveis, quais serviços o fornecedor vai prestar.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 13 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 13 - Questionário de avaliação Estabilidade e conformidade do fornecedor  
(Fonte: Próprio autor)

Processos operacionais e garantia de serviço	
Nº	Questão
1	Como é que funciona o processo de gestão de alterações? O processo está documentado? O processo funciona com base em algum modelo de gestão como por exemplo o ITIL? Tem um sistema de <i>tickets</i> associado?
2	Como é que funciona o processo de gestão de avarias? O processo está documentado? O processo funciona com base em algum modelo de gestão como por exemplo o ITIL? Tem um sistema de <i>tickets</i> associado?
3	Existe um sistema de <i>logging</i> automático de alterações sobre os equipamentos das infraestruturas? Se sim, os registos podem ser alterados ou eliminados?
4	Os planos de manutenção e procedimentos operacionais são documentados?
5	Que tarefas de manutenção preventivas estão procedimentadas e documentadas?
6	As manutenções são executadas por equipas próprias ou empresas terceiras com quem o a entidade que gere o centro de dados subcontrata? Qual é o intervalo temporal das manutenções?
7	Que tipo de atividades são efetuadas durante as janelas de manutenções?
8	O trabalho de manutenção afeta a redundância dos circuitos de alimentação elétrica dos bastidores informáticos? Se sim, o que acontece aos equipamentos que só têm uma fonte de alimentação?
9	Qual o plano de agendamentos para manutenções nos seguintes equipamentos: Sistemas elétricos, geradores, UPS's, PDU's, outros equipamentos elétricos, sistemas de refrigeração e sistemas de deteção e extinção de incêndios?
10	Os geradores são testados? Se sim, são testes reais com carga?
11	Como são efetuadas as formações ao pessoal técnico dos processos e procedimentos?
12	Qual é o SLA para a disponibilidade elétrica?

13	Quais são os SLA's da temperatura e humidade relativa para as salas dos servidores?
14	Existem serviço de <i>Field Support</i> ? Quais os SLA's associados ao serviço? Qual o horário de disponibilidade do serviço? Quais os Custos associados ao serviço?
15	Como é efetuada a monitorização de temperaturas, Humidade da sala, e os consumos elétricos dos equipamentos? Os clientes tem acesso a relatórios de históricos de valores? Os clientes tem acesso às leituras em tempo real?
16	Estão previstas penalizações sobre os SLA's? Se sim, as penalizações são em créditos de serviços ou penalizações financeiras?
17	Está contemplado local de armazenamento de passivos de rede, nomeadamente cordões de fibra e Ethernet para trocas avançadas? Tem custos?

#### 4.3.6 Equipamentos Críticos

Eletricidade ou de energia é um critério bastante importante, é um dos principais constituintes de custo operacional de uma instalação. Tal como é referido na secção 2.2.2 deste trabalho, o segmento elétrico é constituído pelo Sistema Ininterrupto de Energia (UPS), o Sistema de energia de Emergência e as unidades de distribuição de potência (PDU). O sistema ininterrupto de energia (UPS) tem a função de fornecer energia para todos os equipamentos do CD, incluindo equipamentos de segurança e deteção e alarme de incêndio. Para além disso temos a escolha do fornecedor ou fornecedores de energia elétrica, é objetivo nos formulários que se seguem, avaliar os sistemas críticos de um CD, a componente elétrica como já foi enquadrada, os sistemas de refrigeração como fator essencial no normal funcionamentos dos equipamentos, o sistema de deteção e extinção e incêndios, vital na segurança de um CD e finalmente uma avaliação da política relativa a estes sistemas críticos.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 14Tabela 14 é obter uma classificação sobre a política sobre equipamentos críticos, da Tabela 15, obter uma classificação sobre os sistemas elétricos, na Tabela 16, obter uma classificação sobre os sistemas de refrigeração e finalmente na Tabela 17, obter uma classificação sobre os sistemas de deteção e extinção de incêndios, com base do ponto de vista da empresa através da resposta dos questionários em questão.

Tabela 14 – Política sobre equipamentos Críticos  
(Fonte: Próprio Autor)

<b>Política sobre equipamentos Críticos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Questão</b>
1	Alguns dos equipamentos críticos, tais como, geradores, UPS's, sistema de refrigeração e sistema de deteção e extinção de incendio, ultrapassou o seu tempo de vida útil?
2	Quais são os critérios utilizados na substituição dos equipamentos críticos?
3	Qual o processo de avaliação e escolha dos equipamentos críticos?
4	Quais são os fabricantes dos equipamentos críticos?
5	Como está configurado e construído a redundância dos sistemas baseados em equipamentos críticos?
6	Algum dos equipamentos foi adquirido em segunda mão ou reaproveitado?

Tabela 15 – Sistemas Eléctricos  
(Fonte: Próprio Autor)

<b>Sistemas Eléctricos</b>	
<b>Nº</b>	<b>Questão</b>
1	Quantas são as alimentações eléctricas recebidas pelo CD? São do mesmo fornecedor ou de diferentes fornecedores? São usadas para estender capacidade ou para redundância?
2	Qual a capacidade atual fornecida a partir de cada alimentação eléctrica? Qual o valor da voltagem de cada alimentação? É o valor máximo ou podem ser aumentadas? Existem reservas alocadas?
3	Quantos geradores existem nas instalações? São os geradores considerados a principal fonte de energia confiável para as instalações?
4	Os geradores são ativados em modo de emergência ou modo de espera (stanby) Qual é a sua limitação em termos de funcionamento, em tempo, qual a sua autonomia? Qual a capacidade máxima dos geradores?
5	Como estão os geradores configurados em termos de redundância? Que combustível usam para o seu funcionamento? Existe contrato de abastecimento com alguma empresa de combustíveis que garanta o fornecimento das instalações?
6	Qual o tempo necessário para os geradores fornecerem energia em caso de quebra no fornecimento de energia eléctrica da rede?

7	Estando o gerador em carga máxima, quanto tempo conseguem operar até necessitar de serem reabastecidos?
8	Qual a capacidade de combustível armazenado localmente?
9	Quantas UPS's servem as instalações?
10	Qual a capacidade das UPS's em KW para output?
11	São utilizadas baterias na UPS's? Que tipo de baterias são usadas? Qual o tempo de vida espectável das mesmas?
12	Qual o tempo que demoram a descarregar as baterias em carga máxima?
13	Qual é a política usada na troca de baterias?
14	Qual a capacidade Máxima total fornecidas pelas UPS's
15	Como está montada a redundância ao nível das UPS's?
16	Quantas UPS's podem falhar até causar impacto no fornecimento de energia?
17	Como estão as UPS's configuradas (Modulo único ou em paralelo)?
18	As UPS's alimentam diretamente as PDU's ou existem comutadores no meio?

Tabela 16 – Sistemas de refrigeração  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Sistemas de refrigeração</b>	
<b>Nº</b>	<b>Questão</b>
1	Descrever em detalhe o sistema de refrigeração que serve as instalações
2	Qual a capacidade Máxima de refrigeração por sala?
3	Como estão os Sistemas de refrigeração configurados em termos de redundância?
4	Em caso de utilização de um sistema de corredores frios e quentes, como são separados os mesmos? Como é efetuada a extração do ar quente? O ar quente extraído é utilizado para outras funções ou literalmente expedido para o exterior das instalações?
5	Em caso de utilização de <i>free cooling</i> , qual a taxa de aproveitamento do mesmo sem recorrer a refrigeração adicional?
6	Quais os valores referência de operação relativamente à temperatura e humidade nas várias áreas da sala dos servidores?

Tabela 17 – Sistema de detecção e extinção de incendio  
(Fonte: Próprio autor)

Sistemas de detecção e extinção de incendio	
Nº	Questão
1	Que sistema de detecção e extinção de incendio são utilizados?
2	Existem sistemas de alerta em uso? Se sim, Qual é o sistema? Onde estão os pontos de amostragem do ar situados? Como são monitorizados? Qual o processo em caso de alarme? Qual o processo de identificação da fonte?
3	Como é o processo de extinção de incendio, localizado por bastidor ou na sala inteira?
4	Que material é usado no combate ao incendio, gás, água ou outro?
5	Com que frequência são testados os sistema de detecção? É efetuado algum teste real?
6	Existem extintores portáteis? Se sim, onde estão localizados, a sua localização está identificada? Os funcionários tem treino para usar estes meios?
7	Existem exercícios de simulação de incêndios? Se sim, Com que frequência? Quem participa nos exercícios? Os Clientes são avisados?

#### 4.3.7 Flexibilidade e Escalabilidade de Rede

Qualquer que seja a solução, a mesma para além de atender às necessidades atuais no mínimo, contudo terá obrigatoriamente que ser suficientemente escalável para dar resposta a necessidades adicionais, sejam elas pontuais e temporárias ou então definitivas e flexível através da possibilidade de poder oferecer soluções mais personalizáveis.

Flexibilidade de rede, LAN WAN e SAN, nomeadamente ativos e passivos de rede, interligação com operadores de telecomunicações e existência de serviços do género que complementem esta área.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 18 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 18 – Flexibilidade e Escalabilidade de rede

Nº	Questão
1	O CD em questão tem <i>switches</i> core de LAN? Se sim, que fabricante pertencem e quais os modelos? Tem disponibilidade de portas? Se sim, Qual a disponibilidade ao nível de portas? Qual a capacidade das portas? Tem portas com PoE? O <i>switch</i> Core é redundante? Se sim, como é que é efetuada a redundância?
2	O CD em questão tem <i>switch</i> core de SAN? Se sim, que fabricante e modelo é? Tem disponibilidade de portas? Se sim, quantificar a disponibilidade? Qual a capacidade das portas? O <i>switch</i> Core é redundante? Se sim, como é que é efetuada a redundância?
3	Existe passivo de rede para LAN e SAN disponíveis? Se sim, qual a disponibilidade? Se não, quais os custos na construção e disponibilização desse passivo? Qual o tempo que demora a disponibilizar os novos passivos de rede?
4	Qual é a latência, <i>Jitter</i> , LB máximas possíveis para cada um dos sites para o qual o CD irá servir?
5	Existe possibilidade de terminar os circuitos dos operadores nos bastidores informáticos? Se sim, como são disponibilizados?
6	No caso de ser necessário interligação com outras redes de terceiros no CD, como é tratada a questão do <i>spanning-tree</i> . Os recursos técnicos que operam a rede estão residentes no CD ou remotamente?
7	Em recursos de rede partilhados, seja LAN ou SAN, como são assegurados os débitos mínimos estabelecidos?

#### 4.3.8 Componente financeira

A questão financeira, muitas vezes fulcral na escolha das soluções, é avaliada no questionário seguinte, aqui será necessário efetuar um estudo cuidadoso com base nas questões que são colocadas de forma a escolher a solução que em qualidade / preço seja de facto, a melhor solução para a empresa.

Questões que tem a ver com estratégia da organização no que diz respeito ao investimento, são bastante importantes neste critério uma vez que, a mesma poderá ter mais ou menos peso na decisão final da solução adotada.

A questão de possuir infraestrutura própria versus alugar, é um exercício onde existem muitas variáveis e fáceis de calcular desde que sejam mensuráveis.

O objetivo da avaliação deste critério através das questões existentes na Tabela 19 é obter uma classificação com base do ponto de vista da empresa através da resposta do questionário em questão.

Tabela 19 – Componente financeira  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Questões financeiras</b>	
<b>Nº</b>	<b>Questão</b>
1	Gastos com energia elétrica, qual é o PUE estimado do CD e qual o custo médio por KW.
2	Do ponto de vista da organização que está a avaliar as várias possibilidades, qual a abordagem que favorece mais a empresa: investimento de capital (CAPEX) ou despesas operacionais (OPEX)?
3	Do ponto de vista da organização que está a avaliar as várias possibilidades, qual o custo de propriedade (TCO) versus alugar como um serviço (IaaS)?
4	Do ponto de vista da organização que está a avaliar as várias possibilidades, qual o retorno do investimento (ROI), caso se opte por uma ótica de investimento versus alugar como um serviço (IaaS)?
5	Ao nível contabilístico qual a estratégia que favorece mais a organização?
6	Existem benefícios que possam incentivar o investimento, tipos fundos ou benefícios fiscais?
7	Existem ativos e investimentos já efetuados que possam atenuar os custos de investimento através de sinergias existentes?

#### 4.4 Sumário

No modelo apresentado na secção 4.3, são descritos os 8 tipos de critérios de decisão que foram tidos em atenção para este trabalho, são todos mais ou menos importantes, dependendo dos objetivos e propostas a avaliar, sendo assim acaba por ser um modelo um pouco transversal a muitas outras situações que se possam enquadrar com projetos do mesmo género.

No próximo capítulo, este modelo será usado para obter uma classificação para cada solução que será avaliada, classificação essa que poderá ser utilizada de duas formas:

- Avaliação das soluções: com base nos resultados, poder-se-á ter uma classificação sobre a avaliação dos critérios escolhidos, e com certeza as várias propostas em discussão terão classificações diferentes. Usar ou não essa classificação no processo de decisão é da responsabilidade dos decisores da organização.
- Avaliação e “estado da arte” da solução própria: caso uma das soluções em avaliação seja uma já existente dentro da organização, esta avaliação servirá para analisar a efetividade desse recurso comparativamente com outras fora de portas, uma espécie de auditoria interna confrontada com alternativas reais.

Algumas dificuldades poderão surgir no preenchimento das respostas para os vários critérios, fundamentalmente duas: Ocultação de informações por parte dos fornecedores e o cálculo da componente financeira.

A ocultação de informações por parte de fornecedores poderá a ser um obstáculo à aplicação deste modelo: alguns dos fornecedores não fornecem muita das informações contida nos formulários, mais que não seja, alegando quebra de segurança por fornecimento de informação sigilosa.

Já a componente financeira, a dificuldade em calcular alguns resultados, apesar de alguns cálculos serem efetivamente simples, existem outros que por não serem mensuráveis, complicam bastante os resultados, para demonstrar esta afirmação passo a exemplificar com um pequeno exemplo:

**Questão a avaliar:** Numa situação em que se desloca os servidores para um centro de dados pertencente a um fornecedor, será necessário tomar a seguinte decisão:

- ➔ Opção 1 - Comprar um switch de core para suportar toda a rede (2\* 24 portas, 100 Gb, 1000 Gb, 10000 Gb);
- ➔ Opção 2 – Alugar as portas (IaaS) (2\* 24 portas, 100 Gb, 1000 Gb, 10000 Gb);

**Custos:**

- ➔ Opção 1 – A compra do equipamento tem um custo de 15000€ e a manutenção anual 1500€ por ano;
- ➔ Opção 2 – O custo médio por porta é de 15€ por mês, manutenção e operação já incluída. No total este serviço ficaria por  $15 \text{ €} * 48 \text{ portas} * 12 \text{ meses} = 8640 \text{ €}$  anuais

Tabela 20 – Exercício Viabilidade financeira switch core  
(Fonte: Próprio autor)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
Opção 1	16500	1500	1500	1500	21000
Opção 2	8640	8640	8640	8640	34560

Conforme demonstração financeira para um contrato de 4 anos como pode ser visto na Tabela 20, verificamos facilmente que a opção 2, alugar as portas (IaaS) por um preço que à primeira vista é barato (15€ mês), ao fim de um período normal de 4 anos, torna-se numa solução com um custo 65% mais elevado do que a opção 1. Apesar de na opção 1 não estarem incluídos os custos de operação, uma diferença total de 13450€ ou 3390€ anuais justificariam por si só a Opção 1 como a mais apetecível.

Contudo as coisas não são assim tão lineares, a opção 1 obriga a investimento em detrimento de despesas operacionais, enquanto a opção 2 é precisamente o contrário, por isso não estamos perante uma escolha técnica mas sim de enquadramento contabilístico.

Com estes dois exemplos de dificuldades, pretende-se chamar a atenção que o modelo apesar de ser constituído por formulários de perguntas, com respostas mais simples e outras mais complicadas, não é tão simples quanto parece: é exigido ao avaliador um conhecimento aprofundado da área e grande capacidade de diálogo com os interlocutores.

# 5 Caso de Uso

## 5.1 Enquadramento do projeto

O caso de uso é baseado numa reestruturação de uma parte dos sistemas computacionais e de armazenamento que suporta o ERP da organização, baseado em SAP. A solução tecnológica que suporta o ERP está no seu limite de utilização. Está neste momento instalada no centro de dados principal da empresa.

Os desenvolvimentos aplicativos ocorridos nos últimos anos, conjugado com maior exigência por parte dos utilizadores e um crescimento acentuado das bases de dados, transformaram esta solução já com 4 anos, numa solução que já não corresponde às necessidades do negócio. Os novos desafios com que a organização se depara necessitam que esta ferramenta (ERP) possa funcionar melhor, mais rápido e com uma base tecnológica de base que permita a sua evolução nomeadamente:

- Tornar mais rápidos os processamentos atuais;
- Poder suportar o crescimento das bases de dados;
- Suportar novas necessidades aplicativos não compatíveis com recursos atuais;
- Suporte à decisão mais rápido;
- Mais flexibilidade na atribuição de recursos;
- Melhorar a alta disponibilidade;
- Melhorar a solução de recuperação em desastre;
- Melhorar a solução de cópias de segurança;
- Maior segurança.

Para isso, para que a nova solução possa dar resposta às novas exigências referidas anteriormente, terá que dar resposta a:

- Mais capacidade de armazenamento em disco;
- Acesso a disco mais rápido;
- Mais memória;
- Mais capacidade de processamento;
- Sistemas operativos atualizados;
- Rede LAN e SAN mais rápida;
- Mais espaço em tapes para cópias de segurança;
- Mais flexibilidade na gestão de recursos (virtualização).

Outros dois objetivos importantes que terão que ser levados em consideração na nova solução são:

- Consolidação da solução atual (fazer mais com menos): Equipamentos mais atuais tecnologicamente podem permitir mais poder de computação e armazenamento. Por outro lado ocupar menos espaço físico que num CD é um recurso caro e como tal a diminuição do mesmo pode traduzir-se numa poupança;
- Consumo de energia: A procura por equipamentos mais económicos ao nível do consumo elétrico, apesar de mais caros, quando analisados e enquadrados num projeto a vários anos, podem-se traduzir em poupanças significativas tanto pela diminuição do consumo elétrico como também pela diminuição da dissipação de calor, poupando nos recursos de refrigeração.

Tratando-se do ERP, e sendo este uma ferramenta transversal a todas as áreas da empresa e com funcionamento 24/7, a indisponibilidade do mesmo terá que ser reduzido ao máximo.

Sendo assim todo o projeto deverá levar em atenção:

- Montagem e instalação em paralelo da nova solução;
- Migração faseada dos vários módulos do ERP da atual solução para a nova, primeiro os módulos correspondentes de qualidade e desenvolvimento e só depois de devidamente testado, os ambientes produtivos;
- Manter sempre os sistemas com alta disponibilidade;
- Manter sempre o sítio de recuperação em desastre sincronizado e pronto a ser utilizado;
- Manter a possibilidade de fazer *rollback*;
- Minimizar os tempos de migração;

## 5.2 Solução tecnológica

### 5.2.1 Solução tecnológica atual

A atual solução é constituída por 6 bastidores informáticos:

- Dois bastidores constituídos por servidores;
- Dois bastidores constituídos por sistemas de armazenamento;
- Uma tape Library + expansão.

Os dois bastidores dos servidores são compostos por dois IBM Power 770. Cada um deles com 16 cores Power 7 a 3.1 GHz, 222 GBytes de RAM e diversas expansões I/O.

Ao nível dos sistemas de armazenamento, a solução atual é composta por duas unidades IBM DS8100, módulo principal mais expansão, com um armazenamento útil<sup>31</sup> de 72 TB. Uma particularidade nestes bastidores é que os mesmos são específicos da solução como um todo, medindo aproximadamente 85 cm de largura cada um: os dois bastidores ocupam uma área aproximada de quase três bastidores com medidas padrão a rondar os 60 cm.

Ao nível da *tape library*, sistema de armazenamento de cópias de segurança, a solução atual conta com uma unidade IBM 3584 + expansão, totalizando 14 Drives leitura/escrita LTO3 e 721 *slots* de armazenamento.

As componentes de rede LAN e SAN são fornecidos pela estrutura central do CD que serve para além desta solução, os restantes sistemas existentes no CD. O *switch core ethernet* tem a capacidade de disponibilizar portas de 1 e 10 GB, por sua vez o *switch core SAN* disponibiliza portas de 8 GB.

## 5.2.2 Nova solução tecnológica proposta

### 5.2.2.1 Descrição

A nova solução é constituída por 4 bastidores informáticos:

- ➔ Dois bastidores constituídos por servidores;
- ➔ Um bastidor para o sistema de armazenamento;
- ➔ Uma tape Library.

Os dois bastidores dos servidores são compostos por dois IBM Power E870, cada um com 32 cores Power 8 a 4 GHz, 384 GBytes de RAM e diversas expansões de I/O.

Ao nível dos sistemas de armazenamento, a nova solução conta com uma unidade IBM DS8870, com um armazenamento útil de 105 TB.

Ao nível da *tape library*, a nova solução seria uma unidade IBM TS4500, totalizando 12 Drives leitura/escrita LTO6 e 730 *slots* de armazenamento.

As componentes de rede LAN e SAN exigidas por esta solução seriam:

- 16 portas ethernet 10 GB;
- 32 portas ethernet 1 GB;
- 140 portas SAN 8/16 GB.

O consumo elétrico estimado seria aproximadamente 11 KW.

---

<sup>31</sup> Por armazenamento útil entenda-se, o armazenamento pronto a ser utilizado após o sistema de *raid* já aplicado.

### 5.2.2.2 Estudo comparativo e Análise Objetivos

Efetuada uma análise à nova solução e confrontando a mesma com os objetivos preestabelecidos, podemos constatar que a nova solução vai de encontro ao pretendido.

Ao analisar a Tabela 21, podemos verificar uma variação bastante acentuada no que diz respeito ao sistema computacional: existe de facto um aumento de memória, processador e interfaces I/O com débitos muito superiores aos da atual solução.

Já ao nível da performance, são analisados dois indicadores de desempenho:

- CPW (*Commercial Processing Workload*) é uma medida relativa do desempenho dos sistemas que executam o sistema operativo da IBM. Desempenho pode variar mediante o ambiente e o valor é baseado em configurações máximas.
- SAPS (*SAP Standard Application Benchmarks*) é uma medida que serve para testar o desempenho do *hardware* e bases de dados das aplicações e componentes SAP.

Mais uma vez, e pela análise da Tabela 21, verifica-se claramente que a nova solução, vai de encontro às expectativas estabelecidas nos objetivos no que diz respeito ao aumento de performance espectável na sequência dos novos processadores, mais cores e memória consideráveis. A atualização para os novos servidores vai permitir também a atualização para o ultimo sistema operativo disponível.

Tabela 21 – Quadro Comparativo Sistema Computacional  
(Fonte: Próprio autor)

Sistema Computacional			
Indicador	Solução atual	Nova solução	Variação
Número de Cores	16 Cores	32 Cores	100%
Memoria	222 GB RAM	384 GB RAM	73%
Performance (CPW)	57,7 K	78,5 K	36%
Performance (SAPS)	22,9 K	32,6 K	42,4%
LB Ethernet Uplinks	1Gbps	10Gbps	900%
LB SAN Uplinks	4Gbps	16Gbps	300%

No que diz respeito à nova solução de armazenamento, existe um aumento considerável no espaço útil a ser utilizado. Comparando com a solução atual, verifica-se o aumento que vai de encontro às necessidades atuais e futuras (valores estimados de crescimento). Já ao nível da performance, questão cada vez mais critica e para analisar a nova solução versus a atual, recorre-se a um indicador de desempenho:

- AST (*Average Service Time*) o tempo médio de serviço (em milissegundos), para pedidos de I/O que foram emitidos para o dispositivo, neste caso os valores a serem

usados serão um determinado tempo médio espectável para um determinado número de IOPS (Input Output per Second). Neste indicador, determina-se que um sistema de armazenamento poderá ser melhor que o outro se conseguir efetuar um maior número de IOPS/tempo que a outra. Ou seja, a latência que custa cada operação de I/O. Um subsistema de armazenamento que pode lidar com 1000 IOPS com uma latência média de 10ms pode obter um melhor desempenho do que um subsistema que pode lidar com 5000 IOPS com uma latência média de 50ms. Especialmente se o pedido é sensível à latência, tal como um serviço de base de dados.

Analisando então a Tabela 22 verifica-se que a nova solução tem um AST bastante inferior, conseguindo por isso efetuar uma maior quantidade de IOPS com menor tempo de latência. De notar que o valor do AST apresentado na solução atual é real enquanto a nova solução trata-se de um valor estimado pelo fornecedor com base em cálculos que levam em consideração dados reais do ERP. Para a melhoria do AST, entre muitas características, existe uma na nova solução que tem uma grande responsabilidade nos resultados alcançados, o *tier* (camada de armazenamento acesso imediato existente no sistema armazenamento) que é baseado em cartões *flash*.

Tabela 22 – Quadro Comparativo Solução de Armazenamento  
(Fonte: Próprio autor)

Solução de Armazenamento			
Indicador	Solução atual	Nova solução	Variação
Capacidade Útil	72 TB	105 TB	46%
Performance (AST)	21ms para 57600 iops	2.98ms para 100.000 iops	1123 %

Analisando agora a solução de *backups* e como pode ser constatado na Tabela 23, são visíveis nos valores de variação as evoluções que vão de encontro aos objetivos preestabelecidos.

Três características resumem a objetividade da nova solução comparativamente com a atual:

- Capacidade de armazenamento: Apesar de em ambas as soluções, o número de *slots* ser aproximadamente o mesmo, já a capacidade de armazenamento é quase 700% superior uma vez que a utilização das *tapes* LTO6, permite um armazenamento bastante superior;
- *Transfer Rate*: como pode ser visto na tabela Tabela 23, o Transfer Rate das *tapes* LTO6 é bastante superior ao tipo de *tapes* da solução atual;
- A terceira característica bastante importante tem a ver com a consolidação da solução ao nível do espaço físico ocupado: a atual solução conta com dois bastidores. A nova solução conta com apenas um bastidor, não comprometendo nenhum dos objetivos especificados nos pré-requisitos. De notar que a capacidade depende do número e tipo de *tapes* e o rácio de compressão utilizado. Para o cálculo da capacidade da solução

atual foi levado em consideração uma compressão de 2:1 e no caso da nova solução, uma compressão de 2.5:1.

Tabela 23 - Quadro Comparativo Solução de *Backups*  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Solução de <i>Backups</i></b>			
<b>Indicador</b>	<b>Solução atual</b>	<b>Nova solução</b>	<b>Variação</b>
<i>Slots</i>	721	730	1,3%
<i>Drives</i>	14 LTO3	12 LTO6	- 14%
Capacidade	577 TB	4563 TB	691%
<i>Transfer Rate</i>	Até 160 MBs	Até 400 MBs	150%

Finalmente e analisando a Tabela 24 é possível concluir uma diminuição considerável do consumo de energia elétrica, sendo que o valor da solução atual corresponde a leituras reais e o da nova solução uma estimativa apresentada pelo fornecedor.

A diminuição do número de bastidores é representativo da consolidação da nova solução, trata-se de um pormenor bastante importante e que tem impactos ao nível dos custos, independentemente de a reestruturação passar pela manutenção da nova solução no mesmo CD como se a mesma for deslocada para outro.

Tabela 24 – Quadro comparativo Espaço CD e Consumo energético  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Espaço CD e Consumo energético</b>			
<b>Indicador</b>	<b>Solução atual</b>	<b>Nova solução</b>	<b>Variação</b>
Energia elétrica	15 KW	11 KW	-26%
Numero Bastidores	6	4	-33%

De salientar ainda que toda a solução é perfeitamente escalável: inicialmente composta por dois equipamentos perfeitamente iguais e que suportarão um *cluster* de dois nós, é garantida a escalabilidade com a possibilidade de crescer em CPU's memória e expansões I/O.

Já a componente de armazenamento e apesar de ser apenas um equipamento, por dentro é totalmente redundante, com uma disponibilidade anunciada pelo fabricante de 99,999%. Também é escalável quer internamente quer externamente com a adição de mais módulos.

### 5.3 Solução de reestruturação do centro de dados

Na secção anterior foi descrita a proposta da nova solução tecnológica para suportar o ERP. Nesta secção serão descritas três possíveis cenários de implementação, todas elas com impacto no CD que suporta a solução atual.

Foram no âmbito deste projeto colocadas em consideração três cenários:

1. Cenário A – Instalação da nova solução no atual CD;
2. Cenário B – Instalação da nova solução em outro CD em regime de *hosting* externo;
3. Cenário C – Usar a nova solução em regime de IaaS;

#### 5.3.1 Instalação no CD atual

O cenário em avaliação A consiste na instalação da nova solução no CD atual. Tal como já foi referido anteriormente na secção 5.1, a implementação teria de ser efetuada em paralelo com a atual solução, os módulos aplicativos e bases de dados, iriam migrar faseadamente e só no fim se poderia efetuar o desmantelamento da solução atual.

Sendo assim é necessário aferir a disponibilidade do centro de dados em acolher as duas soluções tecnológicas em simultâneo, avaliando se o CD teria as condições mínimas para que o mesmo pudesse ser considerado como uma proposta válida. Na Tabela 25 estão descritas os recursos do DC, a sua ocupação atual e se os recursos livres suportavam a nova solução.

Tabela 25 – Ocupação dos recursos no centro de dados atual  
(Fonte: Próprio autor)

Ocupação dos recursos no centro de dados atual		
Recurso	Ocupação	Suporta as Duas
Potencia elétrica	50%	Sim
Capacidade da energia socorrida (UPS)	80%	Sim (Nota 1)
Espaço livre na sala dos servidores	60%	Sim
Capacidade de refrigeração	75%	Sim
Portas Ethernet 1 GB	27%	Sim
Portas Ethernet 10 GB	50%	Sim
Portas SAN Fabric 1	85%	Não
Portas SAN Fabric 2	86%	Não

De uma forma geral e depois de analisada a tabela, pode-se dizer que o CD atual até poderia suportar a nova solução em paralelo mas com duas condicionantes:

A capacidade da energia socorrida (Nota 1) poder ficar esgotada, desta forma a autonomia da UPS iria ficar bastante reduzida e conseqüentemente, caso existisse uma indisponibilidade elétrica, o tempo de reação para um desligar dos sistemas de uma forma controlada diminuía bastante, aumentando desta forma o risco de danificar dados e/ou perder dados. De notar que o CD em questão não tem gerador, por isso a criticidade e preocupação deste recurso.

Um outro problema prende-se com a indisponibilidade de portas SAN para suportar as duas soluções ao mesmo tempo: sendo assim teria que se investir nesta componente de forma a ser possível a coexistência das mesmas sem prejuízo da alta disponibilidade de cada uma das soluções.

**Neste cenário privilegia-se o investimento na nova solução. São utilizadas sinergias do CD atual de forma a minimizar tanto custos de investimento como despesas operacionais.**

### 5.3.2 Regime de *Hosting* externo

O segundo cenário é baseado na montagem da nova solução tecnológica num outro CD em regime de *hosting* como um serviço (*Haas*), preferencialmente num fornecedor externo que disponibiliza-se esse serviço. Para formalizar esta proposta teve que se encontrar um fornecedor e validar se o mesmo tinha infraestruturas para suportar este tipo de solução.

Os pressupostos da segunda solução seriam:

- Teria que se alugar espaço e energia como um serviço no CD do fornecedor;
- Criar infraestruturas de comunicações para interligar a Rede VPN-IP da empresa;
- O passivo de rede teria que ser fornecido pelo fornecedor também;
- Avaliar a compra de *switch core Ethernet* e SAN versus alugar ao fornecedor como um serviço;

A nova solução seria então montada e colocada em funcionamento no CD do fornecedor como se fosse um segundo CD. Depois de migradas as aplicações e base de dados, desmobilizava-se a solução antiga no CD atual consolidando a infraestruturas em questão de forma a minimizar os custos operacionais.

Neste cenário privilegia-se na mesma o investimento na nova solução, e no que diz respeito às despesas operacionais, o grande objetivo seria uma diminuição dos custos operacionais no CD atual de forma a compensar as despesas operacionais implícitas na contratação do *hosting* externo como um serviço.

### 5.3.3 Solução em regime IaaS

O terceiro cenário em análise é baseada numa solução IaaS (Infraestrutura como um Serviço). Neste modelo evita-se os custos de investimento e contrata-se a infraestrutura de TI como serviço, com uma vantagem relativamente aos dois modelos anteriormente apresentados: é efetuado um aluguer da solução computacional, armazenamento e de cópias de segurança como um serviço.

Neste cenário a organização paga uma mensalidade mediante o número de servidores, quantidade de dados transferidos, dados armazenados e outros itens, dependendo de como e com quem fornece o serviço.

A solução tecnológica proposta na secção 5.2.2 é por isso transferida para o fornecedor e alugada sob a forma de um serviço. Neste caso, e uma vez que a solução proposta apresentada já prevê o crescimento estimado para 3 anos, ou seja, não seriam necessários numa fase inicial, todos os recursos apresentados. A organização poderia iniciar a atividade com menos recursos, diminuindo por isso o custo da mensalidade, mas por outro lado, seria necessário assegurar contratualmente a disponibilidade da escalabilidade por parte do fornecedor.

Outras questões que se impõe neste modelo é a localização dos dados e a segurança dos mesmos. A escolha do fornecedor é uma decisão crítica, a dependência total de terceiros para o suporte do ERP da empresa é um passo arriscado, numa época tão volátil ao nível das grandes organizações que suportam estes serviços. A continuidade e disponibilidade do serviço teria que ser assegurado com contratos de SLA que garantissem à organização alguma segurança, confiança e garantia dos serviços prestados.

## 5.4 Avaliação das soluções

Apresentados os três cenários para implementação da nova solução tecnológica, de seguida são apresentadas algumas considerações sobre o método utilizado na avaliação dos três cenários, utilizando as tabelas dos critérios de avaliação apresentados no capítulo 1, seguido pela apresentação dos resultados e finalmente, serão apresentadas algumas considerações sobre os resultados obtidos.

**Uma questão bastante importante a ressaltar: este exercício de avaliação com base nos critérios de decisão, foi criado especificamente como um exercício académico com base num exemplo real, os seus resultados são da responsabilidade do autor desta dissertação e não tem qualquer intenção de favorecer ou denegrir qualquer uma das propostas, é apenas um exercício académico que tem como único propósito o de testar o modelo apresentado sem qualquer poder vinculativo à tomada de decisão de qualquer um dos cenários apresentados.**

**Algumas considerações sobre o método utilizado na avaliação dos três cenários utilizando as tabelas dos critérios de decisão:**

- A avaliação foi efetuada pelo autor desta dissertação, com a orientação do gestor de projeto interno da Lactogal;
- Sempre que necessário foram envolvidas outras áreas, nomeadamente na componente financeira;
- Na avaliação, foi levado em consideração um conhecimento aprofundado dos CD, fundamentalmente com base em experiência de utilização dos serviços prestados por essas organizações. Existe por isso conhecimento de causa derivado de um histórico de projetos anteriores e atuais com as organizações em questão;
- Quando o critério não tem aplicabilidade e/ou não existem dados suficientes para atribuir uma classificação coerente, aplica-se uma classificação igual nas três propostas, sendo que por princípio, classificado como uma solução aceitável (valor 3);
- No cenário C (IaaS), é conhecido o CD onde poderão ficar os equipamentos que poderão suportar a solução no futuro;
- Para este exercício foram aplicados pesos diferenciados, nomeadamente do Critério relativo à Estabilidade e Conformidade do Fornecedor e na componente financeira. O primeiro porque tratando-se de avaliar alternativas baseadas em fornecedores externos, é crucial uma avaliação da conformidade dos fornecedores. A segunda, a componente financeira porque a mesma tem um peso incontestável seja nesta ou em outras situações.

Tabela 26 – Avaliação segundo os critérios de avaliação  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Avaliação segundo os critérios de avaliação</b>				
<b>Critério</b>	<b>Peso</b>	<b>Cenário A</b>	<b>Cenário B</b>	<b>Cenário C</b>
Localização	1	59	60	56
Ambiente e Espaço do CD	1	45	55	43
Segurança Física	1	95	108	90
Estabilidade e Conformidade do Fornecedor	2	46	50	46
Componente Operacional e Garantias	1	69	68	60
Equipamentos Críticos	1	119	161	135
Flexibilidade e Escalabilidade da Rede	1	33	29	23
Componente Financeira	3	87	63	42
<b>Total</b>		<b>553</b>	<b>594</b>	<b>495</b>

Dado que são oito os critérios de decisão num total de 127 questões, tendo os critérios uma quantidade de questões diferentes, alguns critérios com mais questões, podem influenciar o resultado final.

Os pesos poderiam ajudar a compensar a diferença de questões mas depois perdia-se a oportunidade de valorizar alguns dos critérios mediante os objetivos de quem procura a melhor solução.

Uma outra análise seria então atribuir uma classificação de 1 a 3 por critério, sendo o melhor cenário pontuado com 3 valores e o pior com 1 valor. Os pesos seriam aplicados da mesma forma, privilegiando os critérios mais importantes. Desta forma temos na Tabela 26, uma avaliação em valores absolutos e na Tabela 27, uma avaliação relativa, obtida com base dos valores absolutos.

Tabela 27 - Avaliação relativa segundo os critérios de avaliação  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Avaliação segundo os critérios de avaliação</b>				
<b>Critério</b>	<b>Peso</b>	<b>Cenário A</b>	<b>Cenário B</b>	<b>Cenário C</b>
Localização	1	2	3	1
Ambiente e Espaço do CD	1	2	3	1
Segurança Física	1	2	3	1
Estabilidade e Conformidade do Fornecedor	2	4	6	4
Componente Operacional e Garantias	1	3	3	1
Equipamentos Críticos	1	1	3	2
Flexibilidade e Escalabilidade da Rede	1	3	2	1
Componente Financeira	3	9	6	3
	<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>14</b>

Uma outra análise interessante será analisar as 127 questões independentemente do critério, atribuir uma classificação de 1 a 3, sendo o melhor resultado por questão pontuado com 3 valores e o pior com 1 valor. Os pesos não seriam levados em consideração. Desta forma temos na Tabela 26, uma avaliação em valores absolutos e na Tabela 27, uma avaliação relativa, obtida com base dos valores absolutos e finalmente na Tabela 28, uma avaliação pela soma das classificações das 127 questões sem pesos.

Tabela 28 – Avaliação segundo as questões de avaliação  
(Fonte: Próprio autor)

<b>Avaliação segundo as questões de avaliação</b>				
<b>Critério</b>	<b>Peso</b>	<b>Cenário A</b>	<b>Cenário B</b>	<b>Cenário C</b>
127 Questões	n/a	303	354	278

**Algumas considerações sobre os resultados obtidos:**

Em todas as análises, o cenário B é a solução que obtém melhor classificação, seguido pelo cenário A e finalmente, em última posição, o cenário C.

No cômputo geral e analisando cada um dos cenários, o cenário B (Instalação da nova solução em outro CD em regime de *hosting* externo) obteve a melhor pontuação. A seu favor contaram a multidisciplinaridade das instalações que servem o CD, infraestruturas de apoio, equipamentos críticos e segurança física do CD. Esta proposta foi só penalizada nas componentes financeira, estabilidade do fornecedor e garantias da componente operacional, nomeadamente pela expectativa do não cumprimento de níveis de serviço ou ausência de meios para o medir. A questão dos recursos partilhados para soluções desta magnitude ainda são difíceis de obter e validar.

O cenário A (instalação da nova solução no atual CD) beneficiou das sinergias existentes no CD atual, tanto ao nível dos equipamentos como pelo facto da coexistência das instalações que suportam o CD com a equipe de TI. Ao nível financeiro e tirando partido de uma estratégia voltada para o investimento que no momento da análise foi colocada como pressuposto fizeram com que este cenário obtivesse também muito bons resultados. A penalizar esta solução, estiveram essencialmente 2 razões: Instalações do CD limitadas ao nível de infraestrutura e a inexistência de gerador como fonte de energia elétrica em caso de ausência da mesma pelo fornecedor.

Finalmente o cenário C (usar a nova solução em regime de IaaS) obteve a pior classificação por várias razões:

- Para este tipo solução tecnológica em questão, este cenário ainda foi considerado como de alto risco, dada a dimensão da solução e fazer depender a mesma totalmente de recursos partilhados não foi bem classificado nas questões relativas a estas questões;
- Infraestrutura do CD, muito inferior ao cenário B e pouco superior ao cenário A, para uma estrutura dedicada e construída para o efeito, tem muitos pontos a melhorar;
- Ao nível financeiro e tirando partido de uma estratégia voltada para o investimento que no momento da análise foi colocada como pressuposto como já referido anteriormente e analisando os custos associados a esse cenário, fizeram com que neste critério tivesse a pior classificação.

# 6 Conclusões

## 6.1 Resposta ao problema

Todos os dias surgem novas tecnologias que motivam as organizações a evoluírem, analisando e avaliando novos paradigmas e explorando novas ferramentas, que poderão vir a revelar-se como mais-valias organizacionais. Falar de tecnologia é por isso um tema sempre atual e de interesse geral, não só em relação aos avanços constantes das TI, como também em busca de soluções para problemas que vão surgindo, sejam eles decorrentes de novos desafios como também pela necessidade do crescimento.

A descrição dos aspetos que envolvem os CD, vistos ao longo deste trabalho, mostram de uma forma clara a complexidade que envolve não só a implementação como também a gestão dos mesmos, devido às múltiplas variáveis inerentes às atividades das TI que percorrem todo o processo até chegar à sua fundamentação, a satisfação dos objetivos que para o qual foi desenvolvido.

O suporte das TI através de recursos próprios, nomeadamente equipas e infraestruturas versus endereçar parte ou a totalidade do seu suporte para outros modelos, sejam eles quais forem, uma vez que atualmente tudo se vende como ficou demonstrado no decorrer deste trabalho com o *everything as a service* (EaaS) são dos principais dilemas nos tempos atuais e que os responsáveis de TI atualmente enfrentam. Estarão os decisores aptos para diferenciarem utopias de soluções?

Está no ADN de cada organização de quem vende e para ser competitivo, tenta disponibilizar as suas soluções com o melhor produto conjugado com o melhor preço sem esquecer a melhor margem de lucro possível, porque no final das contas é isso que irá permitir a sobrevivência financeira. Por outro lado, temos as organizações que tentam adquirir as melhores soluções ao menor custo possível. Este “casamento” pode até funcionar mas também pode falhar, nem sempre quem vende consegue disponibilizar o que era suposto ser fornecido e quem compra pode-se dar conta que afinal a solução em questão não trás nenhuma mais-valia para a sua organização.

Por outro lado, verifica-se um desenvolvimento tecnológico que permite cada vez mais “fazer mais com menos”, ou seja, aquilo que antes necessitava de infraestruturas volumosas, agora e com o progresso tecnológico tornam-se mais compactas, o desenvolvimento tecnológico que tornou isso possível também pode ser transportado para dentro das organizações. Um desses exemplos são as tecnologias de virtualização que têm como objetivo reduzir a infraestrutura levantando novas considerações ao nível das redes locais e de dados, segurança, *backup* e reposição da informação devido á dinâmica de um ambiente virtualizado.

O Futuro dos CD dentro das organizações serão cada vez mais um desafio a ponderar. Muitas variáveis vão pesar na escolha entre ter este tipo de infraestruturas internamente ou

simplesmente migrar o suporte das suas TI para outras soluções como são o caso dos serviços do tipo computação em nuvem.

Neste trabalho foi apresentada uma metodologia de avaliação baseada em critérios de decisão, um modelo que pretende ser uma ferramenta auxiliar na avaliação de CD, sob o ponto de vista de quem procura avaliar uma solução que naturalmente poderá incluir um CD como componente integrante e fundamental da solução que procura obter.

Como caso de uso foi apresentado um problema para resolver, uma reestruturação da componente que suporta o ERP da organização em causa. Juntamente com a apresentação da solução, foram apresentadas os objetivos e necessidades, para isso foram apresentadas três soluções possíveis de reestruturação do CD que suportam a atualmente o ERP:

- Instalação da solução no CD atual;
- Instalação da solução num outro CD em regime de hosting externo;
- Uma terceira solução assente no paradigma do IaaS.

Criada a metodologia de avaliação baseada em critérios de decisão e apresentados os vários cenários, foi então efetuada a avaliação das várias possibilidades no qual resultou naturalmente na identificação de qual seria o melhor cenário com base nos objetivos estabelecidos. Foi também dado um parecer e justificação da classificação de cada um dos cenários em avaliação.

O cenário de Instalação da nova solução num outro CD em Regime de Hosting externo, obteve a melhor pontuação, para isso contribuíram os seguintes argumentos principais:

- A disponibilidade de financeira CAPEX em detrimento de OPEX juntamente com os maus resultados ao nível da avaliação do CD que iria albergar a Solução de IaaS, eliminaram o terceiro cenário (C), pelo menos para projetos desta dimensão e segundo o ponto de vista apurado com base na aplicação do modelo criado.
- Os problemas de escalabilidade e segurança ao nível do fornecimento de energia elétrica existentes no Cenário (A), instalação da solução no CD atual, juntamente com a perspetiva da transferência dos custos operacionais do CD atual para o financiamento do *hosting* do cenário (B), fizeram com que a solução baseada na instalação da nova solução que suportam o ERP num outro CD em regime de *hosting* externo, obtivesse a melhor classificação.

## 6.2 Limitações e trabalho Futuro

Este trabalho teve como principal objetivo a criação de uma metodologia de avaliação de CD baseada em critérios de avaliação. O modelo criado foi depois aplicado num caso de uso que contemplava a avaliação da possível melhor solução entre três cenários propostos.

O estudo realizado e a necessidade de criação de uma primeira versão possibilitaram, respondendo ao problema em concreto, apurar um resultado atingindo assim um dos objetivos

deste trabalho. É assim natural, até pelo curto período de desenvolvimento do mesmo, que algumas componentes do modelo não tenham sido melhor exploradas. Não foi possível obter algumas informações técnicas com o detalhe desejado por parte dos dois fornecedores em avaliação, por outro lado na componente financeira também não foi fácil obter alguns valores.

Por outro lado existem várias oportunidades que se pode explorar com a continuação do desenvolvimento do modelo apresentado. O modelo em questão foi elaborado muito à imagem das necessidades específicas do projeto, contudo o mesmo pode ser complementado de forma a tornar-se mais transversal a outras realidades.

Sem querer sair muito da especificidade do CD, seria também uma oportunidade, complementar o modelo atual com novos critérios que avaliem melhor algumas soluções baseadas em computação em nuvem.

Resumindo, o presente modelo pretende também poder contribuir no futuro para uma mudança de mentalidade na escolha de novos produtos, de forma a alavancar a utilização de outros critérios de decisão para além dos convencionais em que o preço impera.

## Conclusões

# Referências

- [Alger, 2005] Alger, Douglas. 2005. Build the best Data Center Facility for your Business. Cisco Press, 2005. ISBN: 1-58705-182-6.
- [ANSI/TIA-942, 2012] Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, ANSI/TIA-942-A, August 2012, Published by Telecommunications Industry Association in accordance with the American National Standards Institute (ANSI) patent policy.
- [APC, 2003] Explanation of Cooling and Air Conditioning Terminology for IT Professionals. s.l. : APC - American Power Conversion, 2003
- [Avelar,2012] Victor Avelar, Dan Azevedo, Alan French.The green Grid. White Paper #49-PUE: A Comprehensive Examination of the Metric. 2012.
- [Ashrae, 2011] 2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments. White paper prepared by ASHRAE Technical Committee.
- [Barker,2012] Barker, David. A guide to physical security for Data Center. July, 2012 <http://www.datacenterjournal.com/a-guide-to-physical-security-for-data-centers/>. [Ultimo Acesso em Julho de 2015]
- [BICSI,2015] Bicsi presetaion about ups for efficient data centres <https://www.bicsi.org/uploadedfiles/pdfs/presentations/ups%20for%20efficient%20data%20centres.pdf>. [Ultimo Acesso em Julho de 2015]
- [CAETANO,2012] CAETANO, Bruno; SANTOS, Heronildo; MURÇA, Jonatas. Virtualizando Linux e Windows utilizando VirtualBox. Revista Espírito Livre, jan. 2011. Disponível em: <<http://revista.espiritolivre.org>>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Colocation America, 2013] Colocation America Site, Tier Standards Overview. Disponível em: [http://www.colocationamerica.com/data\\_center/tier-standards-overview.htm](http://www.colocationamerica.com/data_center/tier-standards-overview.htm). [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Continuity,2015] Continuity Central site. Whats make a perfect raised floor. <http://www.continuitycentral.com/feature0334.htm>, [Ultimo Acesso Julho 2015]
- [Cisco, 2013] Joseph Bradley, Jeff Loucks, James Macaulay, Andy Noronha, Internet of Everything (IoE), White Paper, [http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe-value-index\\_Whitepaper.pdf](http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe-value-index_Whitepaper.pdf) [Ultimo Acesso em Julho de 2015]
- [Cruz,2013] Cruz, Miguel. Otimização de um Sistema de "Free-Cooling" de uma Instalação de Climatização. Incluindo a Definição de um Algoritmo de controlo de funcionamento.2013.
- [Cearley, 2009] CEARLEY, D. et al – Hype Cycle for Applications Development Gartner Group Reporter number G00147982. Disponível em: <<http://www.gartner.com>>. [Ultimo Acesso em Julho 2015].
- [Cheruku,2013] CHERUKU, VIKAS. Integrating Physical Laboratories into a Cloud Environment. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University. 2013.
- [Datacenter Knowledge, 2010] Data Center Knowledge. Miller Webworks LLC, 2010 <http://www.datacenterKnowledge.com/>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Datacenter Knowledge, 2012] Data Center Knowledge Colocation Decision Checklist and Best Practices. <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/12/04/colocation-decision-checklist-and-best-practices/>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [EMC,2011] EMC Corporation, EMC Unified Storage Fundamentals for Performance and

- Availability, Applied Best-Practices, 2011.  
[http://www.demartek.com/Demartek\\_Interface\\_Comparison.html](http://www.demartek.com/Demartek_Interface_Comparison.html). [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Demartek,2015]
- [Evans,2012] Evans, Tony. The Different Technologies for Cooling Data Centers, White Paper 59, Rev2, APC Media, 2012
- [Facebook,2015] <http://expandedramblings.com/index.php/by-the-numbers-17-amazing-facebook-stats/>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Forbes,2014] Forbes study about fears from Clients when a credit card breach it happens <http://www.forbes.com/sites/barbarathau/2014/12/04/study-credit-card-breach-fears-haunt-consumers-holiday-shopping-plans>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Lautan, 2015] Lautan Kencana. Data Center solutions Disponível em: <http://lautankencana.com/data-center-solutions> [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Lactogal,2015] [www.lactogal.pt](http://www.lactogal.pt). Site institucional da Lactogal. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [MATTOS, 2012] Diogo Menezes Ferrazani. Virtualização: VMware e Xen. [entre 2007 e 2012]. Disponível em: <<http://www.gta.ufrj.br/>>. [Ultimo Acesso em Julho 2015].
- [Matrix,2015] <http://www.virtualizationmatrix.com>, [Ultimo Acesso em Julho 2015].
- [Marin, 2011] MARIN, Paulo S. Data Centers: Desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética. 1. ed. São Paulo: Erica, 2011.
- [Meridian,2015] Web site da Meridian Technologies, [http://www.meridian-tech.com/downloads/Articles/Fiber%20Bandwidth%20\(MM%20vs.%20SM\).pdf](http://www.meridian-tech.com/downloads/Articles/Fiber%20Bandwidth%20(MM%20vs.%20SM).pdf) [Ultimo Acesso Julho 2015].
- [Moore and Lopes, 1999] Moore R., Lopes J. Paper templates. In 1st International Conference on Template Production, SciTePress, 1999.
- [Moreira, 2008] MOREIRA, Daniela. (2008). Cloud computing: entenda este novo modelo de computação. IDGNow!. [S.l]: 2010. Disponível em: <[http://idgnow.uol.com.br/computacao\\_corporativa/2008/08/13/cloud-computing-entenda-este-novo-modelo-de-computacao/](http://idgnow.uol.com.br/computacao_corporativa/2008/08/13/cloud-computing-entenda-este-novo-modelo-de-computacao/)>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [Moreira, 2011] Moreira, Andre, Instituto Superior de Engenharia do Porto <http://www.dei.isep.ipp.pt/~andre/documentos/cablagem-estruturada.html> [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [NIST,2011] [NIST,2011] NIST, (2011) "The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)", <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>, [Ultimo Acesso em Julho 2015].
- [NIST,2013] [NIST,2013] NIST Cloud Computing Standards Roadmap Working Group. NIST Cloud Computing Program. Information Technology Laboratory.July 2013.
- [Rath,2013] Rath, John and Kleyman, Bill. Data Center Knowledge Guide to Modular Data Centers. Data Center Knowledge.March 2013.
- [Santos,2015] Santos, Helder. Coordenador da área da exportação na Lactogal S.A., entrevista direta em Julho 2015.
- [Santo,2015] Santo, Rui. Gestor Comercial de território da Lactogal S.A., entrevista direta em Julho de 2015.
- [Salgado,2015] Salgado, Ilídio. Responsável Produção da Lactogal S.A., entrevista direta em Julho de 2015.
- Silva,2015] Silva, Rui. Coordenador de Tecnologias de Informação da Lactogal S.A., entrevista direta em Julho de 2015.
- [Smith, 1998] Smith J., 1998. The book. The publishing company. London, 2nd edition.
- [Spinola,2015] What are the Cloud Computing Challenges and Risks. Spinola, Maria. <http://blog.mariaspinoia.com/2009/10/what-are-cloud-computing-challenges-and.html>. [Ultimo Acesso em Julho 2015].

- Taurion, 2009] TAURION, Cezar. Cloud computing – computação em nuvem: transformando o mundo da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- [TIA942, 2015] [http://www.tia-942.org/content/162/289/About\\_Data\\_Centers](http://www.tia-942.org/content/162/289/About_Data_Centers) [Ultimo Acesso Julho 2015]
- [Tecmundo,2015] Tecmundo,<http://www.tecmundo.com.br/web/1976-o-que-e-fibra-otica-.htm#ixzz2CWfdHOK7>. [Ultimo Acesso em Julho 2015]
- [UTI, 1990] W. Pitt Turner iV, P.E., John H. Seader, P.E., and Kenneth G. Brill, White Paper, Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance
- [IBM,2010] IBM,Scalable modular data centers. 2010. [http://www-07.ibm.com/events/my/btf/download/Scalable\\_Modular.pdf](http://www-07.ibm.com/events/my/btf/download/Scalable_Modular.pdf)
- [IBM,2012] IBM RedBook. Introduction to Storage Area Networks and System Networking. November2012.
- [IDC, 2014] IDC Teck Insights 2020. Estudo sobre as tendências tecnológicas em Portugal [http://www.idc.pt/press/pr\\_2014-12-04.jsp](http://www.idc.pt/press/pr_2014-12-04.jsp) [Ultimo Acesso Julho 2015]
- [ited,2015] Manual ITED, [http://www.anacom.pt/streaming/manual\\_ited\\_2.pdf](http://www.anacom.pt/streaming/manual_ited_2.pdf) [Ultimo Acesso Julho 2015]
- [Kleyman, 2013] Bill Kleyman, Important Geographic and Risk Mitigation Factors in Selecting a Data Center Site, white paper, July of 2013.
- [Gartner, 2015] <http://www.gartner.com/it-glossary/data-center/> [Ultimo Acesso Julho 2015]
- [Gartner\_2, 2015] Thomas J. Bittman, Philip Dawson, Michael Warrilow. Gartner Magic Quadrant for X86 Server Virtualization Infrastructure. <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-2JGMVZX&ct=150715&st=sb>. July 2015. [Ultimo Acesso Julho 2015].
- [Pereira,2015] Pereira, Guilherme. Gestor da plataforma logística de Modivas da Lactogal. Entrevista direta em Julho de 2015.
- [Hwang,2011] Hwang, Kai. Jack Dongarra e Geoffrey Fox. Distributed and Cloud Computing: From Parallel Processing to the Internet of Things”. Publicação da Elsevier, 2011.
- [Howtogeek, 2015] <http://www.howtogeek.com/70494/what-kind-of-ethernet-cat-5e6a-cable-should-i-use/>, [Ultimo Acesso: Julho 2015]
- [Vaquero, 2008] VAQUERO, L., RODERO-MERINO, L., CACERES, J., LINDENER, M. A break in the clouds: towards a cloud definition. SIGCOMM, 2008.
- [Veras, 2009] Manoel, Veras. Datacenter: Componente central da infraestrutura de TI. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- [VMWare,2005] VMWare, Virtual NetWorking Concepts, Information guide, 2007
- [Villars, 2012] Richard L. Villars, IDC White paper, The Datacenter's Role in Delivering Business Innovation, November 2012.
- [OPC, 2015] Open Compute Project, <http://www.opencompute.org/> [Ultimo Acesso: Julho 2015]
- [Woolley,2012] Woolley, Bob. APC White Paper 178, A Framework for Developing and Evaluating Data Center Maintenance Programs. 2012.