

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO**

**2013 / 2014**



**TII**

**VIRTUALIZAÇÃO DE CENTROS DE DADOS  
NAS FORÇAS ARMADAS**

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DOS SEUS AUTORES, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS E DA GUARDA NACIONAL REPUBLICANA.



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**VIRTUALIZAÇÃO DE CENTROS DE DADOS  
NAS FORÇAS ARMADAS**

**CTEN EN-AEL João Manuel Fiúza Vicente**

Trabalho de Investigação Individual do CEM-C 2013/2014

Pedrouços 2014



## **INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

# **VIRTUALIZAÇÃO DE CENTROS DE DADOS NAS FORÇAS ARMADAS**

**CTEN EN-AEL João Manuel Fiúza Vicente**

Trabalho de Investigação Individual do CEM-C 2013/2014

Orientador: MAJ INF Hugo Miguel Moutinho Fernandes

Pedrouços 2014

---



## **Agradecimentos**

Quero deixar os meus primeiros agradecimentos para a minha família, pelo encorajamento e apoio que sempre me prestaram, apesar dos muitos momentos de privação da minha companhia.

Quero igualmente agradecer a todos os que, direta ou indiretamente me ajudaram na obtenção de informação e me disponibilizaram documentação, com especial atenção para os entrevistados.

Uma palavra de agradecimento para o Major Fernandes, pelo empenho que colocou no desbloquear de situações e na ajuda preciosa que foi dando ao longo do trabalho, no sentido de me sintonizar para os aspetos particulares do trabalho e para me ajudar a manter o foco nos objetivos.

Por fim, agradecer a todos os camaradas do CEMC 2013/2014 pela troca constante de encorajamento, que muito contribuiu para a minha motivação, para concluir este trabalho.



## Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
a. Problema e Definição do Contexto de Desenvolvimento do Estudo .....	1
b. Justificação do Estudo.....	3
c. Objeto de Estudo e sua Delimitação .....	4
d. Objetivos da Investigação .....	5
e. Metodologia .....	5
f. Organização do Estudo. ....	7
<b>1. Revisão Bibliográfica .....</b>	<b>8</b>
a. Os Centros de Dados.....	8
b. A Virtualização de Servidores .....	11
c. As Arquiteturas de Sistemas de Informação .....	15
d. O Business Continuity Plan e o Disaster Recovery Plan .....	17
e. Síntese Conclusiva. ....	20
<b>2. Estudo Empírico .....</b>	<b>22</b>
a. Enquadramento Legal .....	22
b. O Estado da Arte nos Centros de Dados da Defesa Nacional.....	25
c. A Disponibilização de Serviços e as Comunicações.....	32
d. Síntese Conclusiva. ....	33
<b>3. Avaliação da Situação.....</b>	<b>35</b>
a. Análise dos Dados.....	35
b. Caminho Ainda a Percorrer.....	39
c. Quais os Principais Obstáculos? .....	40
d. Síntese Conclusiva. ....	41
<b>Conclusões .....</b>	<b>43</b>
a. Revisão do Procedimento Efetuado .....	43
b. Novos Contributos para o Conhecimento .....	46
c. Considerações de Ordem Prática e Recomendações.....	46
<b>Bibliografia.....</b>	<b>50</b>



## **Índice de Anexos**

Anexo A – Corpo de Conceitos .....	A-1
Anexo B – Evolução da Rede de Transmissão da Região do Continente .....	B-1
Anexo C - Custos de Aquisição de Servidores Físicos versus Servidores Virtualizados..	C-1

## **Índice de Apêndices**

Apêndice 1 – Modelo de Análise .....	Ap1-1
Apêndice 2 - Inquérito sobre Virtualização nos Centros de Dados.....	Ap2-1

## **Índice de Figuras**

Figura nº 1 – Consumos de eletricidade para vários cenários .....	9
Figura nº 2 – Fluxos de ar quente e de ar frio no CD .....	10
Figura nº 3 – Ambiente de Virtualização .....	12
Figura nº 4 – Servidor físico disponibilizando vários serviços virtualizados.....	13
Figura nº 5 – Funcionalidade vMotion .....	15
Figura nº 6 – Evolução dos Serviços via Internet fornecidos pelos CD .....	16
Figura nº 7 – Desenho de uma rede hierárquica de três camadas.....	17
Figura nº 8 – Processo de Deduplicação.....	19



### Resumo

As organizações suportam cada vez mais os seus negócios em Tecnologias de Informação e Comunicação, o que tem levado ao crescimento exponencial das aplicações, para suporte aos seus processos de negócio.

A virtualização de servidores, pela sua capacidade de colocar várias máquinas virtuais numa mesma máquina física, vem aproveitar as elevadas capacidades de processamento atuais, permitindo a consolidação de servidores.

Decorrente da atual crise financeira, os departamentos de Tecnologias de Informação e Comunicação, veem os seus orçamentos reduzidos e necessitam de suportar o crescimento de aplicações de negócio com menos recursos.

A consolidação dos centros de dados ganha importância crescente, num mundo cada vez mais competitivo, em que a otimização trará vantagens óbvias aos que conseguirem diminuir a sua estrutura de custos.

Neste trabalho iremos ver de que forma poderá a virtualização de servidores contribuir para a redução de custos das TIC e para a consolidação dos centros de dados. Averiguaremos também de que forma poderá a virtualização contribuir para a maximização do plano de recuperação de falhas entre centros de dados.

Analisaremos especificamente os centros de dados da Defesa Nacional, identificando os benefícios que estão a sentir com a utilização da virtualização, procurando identificar de que forma esta poderá ter um papel relevante na estratégia das Forças Armadas.

Identificamos um grande conjunto de benefícios, com especial relevo para a redução do número de servidores necessários no centro de dados, e respetiva redução de custos quer de aquisição quer de consumo energético. Constatamos igualmente o caminho da consolidação de um elevado número de salas técnicas num número reduzido de centros de dados, e a centralização de muitos dos serviços disponibilizados. Relativamente ao plano de recuperação de desastres, identificamos que a virtualização potencia e minimiza a transferência de dados entre centros de dados, quando utilizada em conjunto com a deduplicação.

Consideramos que a consolidação de servidores, a otimização e consolidação de centros de dados e a centralização de serviços, criam as condições necessárias para a sustentabilidade das organizações a médio prazo, face ao crescimento de aplicações com orçamentos mais reduzidos.

Entendemos ainda, que a virtualização se constitui como um primeiro passo para a criação de uma *cloud computing* da Defesa Nacional, permitindo criar uma maior flexibilidade nos processos de mudança transformacionais necessários, e assim agilizar a implementação da estratégia nas Forças Armadas.



## **Abstract**

Organizations increasingly support their business in Information Technology and Communication, which has led to the exponential growth of applications to support their business processes.

Server virtualization, holding multiple virtual machines on the same physical machine, enabled by high processor capabilities, support server consolidation.

Arising from the current financial crisis, the Information Technology and Communication departments see their budgets slashed and need to support the growth of business applications spending fewer resources.

The data centres consolidation has gained increasing importance in an increasingly competitive world, where the optimization will bring obvious benefits to who can reduce their costs structure.

In this paper we will see how server virtualization can help reduce costs of ICT and the data centres consolidation. Also we will investigate how virtualization can contribute to maximize the disaster recovery plan between data centres.

Specifically we will analyse the National Defence data centres, identifying the benefits that are having with the use of virtualization and seeks to identify how this may play an important role in the Armed Forces strategy.

We identified a wide range of benefits, with particular emphasis on the reduced number of servers required in the data centre, and respective cost reduction either on acquisition or in the energy consumption. We note also a consolidation of a large number of technical rooms into a small number of data centres, allowing the centralization of many services provided. For the disaster-recovery plan, we identified virtualization power minimizing the transfer of data between data centres, if used in conjunction with deduplication.

We consider that server consolidation, optimization and consolidation of data centres and services centralization can create the necessary sustainability conditions of the organizations in the medium term, allowing the applications growth with tighter budgets.

We also believe that virtualization is a first step towards creating a cloud at National Defence, allowing greater flexibility in the transformational change process required, and thus expedite the Armed Forces implementation strategy.



**Palavras-chave**

Virtualização de Servidores, Consolidação de Servidores, Consolidação de Centro de Dados, *Business Continuity Plan*, *Disaster Recovery Plan*, Deduplicação.



## Lista de Abreviaturas

<b>AM</b>	-	Autoridade Marítima
<b>AP</b>	-	Administração Pública
<b>BCP</b>	-	<i>Business Continuity Plan</i>
<b>BD</b>	-	Base de Dados
<b>BI</b>	-	<i>Business Intelligence</i>
<b>C2</b>	-	Comando e Controlo
<b>CCAO</b>	-	Comissão Consultiva para a Área Operacional
<b>CD</b>	-	Centro de Dados
<b>CDD</b>	-	Centro de Dados da Defesa
<b>CFT</b>	-	Comando das Forças Terrestres
<b>CLAFA</b>	-	Comando da Logística da Força Aérea
<b>CN</b>	-	Comando Naval
<b>CPASI</b>	-	Comissão de Políticas e Auditoria dos Sistemas de Informação
<b>CPU</b>	-	<i>Central Processor Unit</i>
<b>CZMA</b>	-	Comando de Zona Marítima dos Açores
<b>CZMM</b>	-	Comando de Zona Marítima da Madeira
<b>CZMN</b>	-	Comando de Zona Marítima do Norte
<b>CZMS</b>	-	Comando de Zona Marítima do Sul
<b>DA</b>	-	Direção de Abastecimentos
<b>DICSI</b>	-	Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação
<b>DN</b>	-	Defesa Nacional
<b>DRP</b>	-	<i>Disaster Recovery Plan</i>
<b>EF</b>	-	Escola de Fuzileiros
<b>EMGFA</b>	-	Estado-Maior-General das Forças Armadas
<b>EN</b>	-	Escola Naval
<b>EPM</b>	-	<i>Enterprise Project Management</i>
<b>ETNA</b>	-	Escola de Tecnologias Navais
<b>FA</b>	-	Forças Armadas
<b>FO</b>	-	Fibra Ótica
<b>GPTIC</b>	-	Grupo de Projeto de Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>H</b>	-	Hipótese
<b>IESM</b>	-	Instituto de Estudos Superiores Militares



<b>IOC</b>	-	<i>Initial Operational Capability</i>
<b>ISO</b>	-	<i>International Standardization Organization</i>
<b>ITIL</b>	-	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
<b>MDN</b>	-	Ministério da Defesa Nacional
<b>OPC</b>	-	Órgãos de Polícia Criminal
<b>NATO</b>	-	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
<b>PAF</b>	-	Programa de Assistência Financeira
<b>PAS</b>	-	Plano de Ação Setorial
<b>PDS-C2</b>	-	Plano Diretor de Sistemas de Comando e Controlo
<b>PDU</b>	-	<i>Power Distribution Unit</i>
<b>PGETIC</b>	-	Plano Global Estratégico de racionalização e redução de custos com as TIC na Administração Pública
<b>QC</b>	-	Questão Central
<b>QD</b>	-	Questão Derivada
<b>RAM</b>	-	<i>Random Access Memory</i>
<b>RCM</b>	-	Resolução do Conselho de Ministros
<b>RFCM</b>	-	Rede Fixa de Comunicações Militares
<b>SAP</b>	-	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
<b>SATCOM</b>	-	<i>Satellite Communications</i>
<b>SG/MDN</b>	-	Secretaria-geral do Ministério da Defesa Nacional
<b>SI</b>	-	Sistemas de Informação
<b>SIFICAP</b>	-	Sistema Integrado de vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca
<b>SIG</b>	-	Sistema Integrado de Gestão
<b>SLA</b>	-	<i>Service Level Agreement</i>
<b>SLIS</b>	-	Sistema Logístico Integrado dos Submarinos
<b>SO</b>	-	Sistema Operativo
<b>SSTI</b>	-	Superintendências dos Serviços de Tecnologias da Informação
<b>TCO</b>	-	<i>Total Cost of Ownership</i>
<b>TIC</b>	-	Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>U/E/O</b>	-	Unidades, Estabelecimentos, ou Órgãos
<b>UPS</b>	-	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
<b>VDI</b>	-	<i>Virtual Desktop Infrastructure</i>



- VM** - *Virtual Machine*
- VoIP** - *Voice over IP*
- VPN** - *Virtual Private Network*
- WAN** - *Wide Area Network*



## **Introdução**

Na introdução deste Trabalho de Investigação Individual (TII) abordaremos o problema e definição do contexto de desenvolvimento do estudo, a justificação do estudo (importância e a pertinência da sua escolha), o objeto do estudo e a sua delimitação, os objetivos da investigação, a metodologia adotada e a organização do trabalho.

### **a. Problema e Definição do Contexto de Desenvolvimento do Estudo**

Ao iniciarmos o estudo sobre “virtualização nos centros de dados”, a nossa primeira diligência foi a de encontrar uma definição para o termo virtualização. Embora este possa ser empregue para descrever conceitos diferentes, neste trabalho será definido como “uma tecnologia que é aplicada para partilha das capacidades dos computadores físicos, dividindo os seus recursos entre vários sistemas operativos (SO)” (Haro, et al., 2012, p. 267).

A Virtualização é hoje um tema de grande importância e atualidade em Portugal e no mundo, dado que as organizações pretendem melhorar os serviços prestados e reduzir os seus custos com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), onde os negócios se suportam cada vez mais nas tecnologias.

“Muitos centros de dados (CD) de hoje, oferecem serviços de TIC principalmente suportados em servidores físicos dedicados. No entanto, a virtualização fornece os meios apropriados para a consolidação de servidores<sup>1</sup>, dado que múltiplos servidores podem ser suportados num único servidor” (Speitkamp & Bichler, 2010, p. 266).

Os CD constituem-se cada vez mais como os locais de concentração dos sistemas de informação (SI) das organizações, a partir dos quais são disponibilizados todos os serviços, colocando nestes grande pressão, no sentido de garantirem a disponibilidade e qualidade de serviço necessários.

“A consolidação de servidores baseados na virtualização tem provado ser a técnica ideal para resolver o problema da expansão de servidores, consolidando múltiplos servidores virtualizados em poucos servidores físicos, levando a melhorias significativas da utilização de recursos e a que se obtenham rápidos retornos de investimento” (Jing & She, 2008, p. 923).

“Hoje as organizações enfrentam ameaças cada vez mais complexas, por outro lado

---

<sup>1</sup> É uma aproximação, para uma utilização mais eficiente dos servidores físicos, de modo a reduzir o número de servidores que uma organização necessita (Speitkamp & Bichler, 2010).



a necessidade da segurança de informação tornou-se um assunto de importância crescente. Quando um desastre ocorre, as organizações dispõem de poucos dias ou horas para recuperar o seu nível operacional. Se o negócio não for devidamente acautelado, ficará em apuros, por isso o desenvolvimento de um *Disaster Recovery Plan*<sup>2</sup> (DRP) é de suprema importância para o negócio” (XuDun, 2010).

A minimização dos tempos de indisponibilidade das plataformas de TIC que suportam os serviços, é um fator que cresce de importância a cada dia, dado que esta indisponibilidade tem impactos cada vez maiores para o negócio.

“As organizações constroem CD por várias razões: limitações de capacidade, modernização e consolidação, entre outras. Mas necessitam igualmente de um CD alternativo a uma distância apropriada, de modo a terem a possibilidade de recuperar as operações de negócio críticas, no caso de falha do CD primário. Dado o investimento necessário, o CD alternativo não pode simplesmente permanecer parado à espera que um desastre ocorra. As organizações têm que encontrar formas de maximizar estes investimentos, para melhorar as operações de negócios, acelerar o crescimento ou melhorar a disponibilidade” (Schreck, 2007).

O CD alternativo a partir do qual os serviços possam ser disponibilizados em caso de falha do CD principal é, crítico para a continuidade do negócio, dada a centralização de um grande número de serviços nos CD.

Nas organizações com serviços centralizados, é necessário garantir o acesso aos serviços com elevada disponibilidade e qualidade de serviço a todas as suas sucursais e unidades dependentes. Se por um lado existem poupanças resultantes da centralização dos SI no CD, por outro lado existem custos com os circuitos de comunicações e com a largura de banda crescente<sup>3</sup>, que tem que ser suportados e que se pretende sejam otimizados.

“A evolução da tecnologia de virtualização e seu emprego, bem como a implementação de infraestruturas de comunicações, veio possibilitar uma revolução na forma de as organizações se relacionarem, que tem levado muitas empresas à *Cloud Computing*”<sup>4</sup> (CISCO, 2008).

“As organizações são hoje pressionadas a reduzir custos, otimizar processos de

---

<sup>2</sup> Conjunto de processos, políticas e procedimentos criados com vista à recuperação da infraestrutura tecnológica que suporta os processos de negócio das organizações.

<sup>3</sup> À medida que mais serviços são centralizados, maior é a necessidade de largura de banda, para todos poderem aceder a mais serviços com a mesma qualidade.

<sup>4</sup> Modelo de disponibilização de recursos TIC e aplicações na rede, obedecendo a uma lógica de subscrição de serviços.



negócio e aumentar a sua eficiência, levando os responsáveis das TIC a equacionar a concentração das suas aplicações em CD que disponham de serviços de *Cloud Computing*, com o objetivo de aumentar a capacidade de resposta das TIC às necessidades do negócio” (CISCO, 2008).

O Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA) é dono das Infraestruturas da Rede Fixa de Comunicações Militares (RFCM). Estas foram desenhadas para que as Forças Armadas (FA) conseguissem efetuar o seu comando e controlo, e utilizassem a sua capacidade sobranete para outros serviços, constituindo-se como a espinha dorsal das comunicações da Defesa.

As infraestruturas de comunicações nas FA evoluíram ao longo dos anos, com a sua arquitetura baseada essencialmente num sistema de feixes hertzianos disponibilizados no território nacional, e com uma rede em anel de maior débito na região de Lisboa. Os Açores e a Madeira ligam-se ao EMGFA através de uma ligação contratada a um operador de telecomunicações (Salgado, 2014).

Os Ramos das FA têm características diferentes de implantação no território e, desde logo abordagens diferentes à forma como têm vindo a organizar os seus SI. As políticas definidas são por isso, divergentes entre si e não evoluíram de modo uniforme, pelo que serão necessárias políticas de uniformização para se retirar partido futuro da consolidação. Será que a virtualização poderá contribuir para este propósito?

### **b. Justificação do Estudo**

Decorrente do Programa de Assistência Financeira (PAF), o Governo Português comprometeu-se a implementar uma estratégia nacional de racionalização das TIC na Administração Pública (AP).

Para operacionalizar essa estratégia, foi produzida uma Resolução do Conselho de Ministros (RCM, 2012), que atribui a cada ministério a responsabilidade de elaborar o seu plano estratégico sectorial, em cumprimento dos objetivos estratégicos delineados pelo Grupo de Projeto para as Tecnologias de Informação e Comunicação (GPTIC), com vista à racionalização e redução de custos com as TIC na AP.

Desta resolução, cujo objetivo é conseguir alcançar poupanças e ganhos de eficiência, foram propostas 25 medidas de carácter transversal, com diversos eixos de atuação: “(i) melhoria dos mecanismos de governabilidade, (ii) redução de custos, (iii) utilização das TIC para potenciar a mudança e a modernização administrativa (iv)



implementação de soluções TIC comuns, e (v) estímulo ao crescimento económico” (RCM, 2012).

O Ministério da Defesa Nacional (MDN) iniciou o caminho da centralização e consolidação em 2004, altura em que constituiu o Centro de Dados da Defesa<sup>5</sup> (CDD), passando a centralizar aí alguns serviços transversais aos Ramos.

O MDN, decorrente da RCM 12/2012, produziu um Plano de Ação Setorial (PAS), em que alinhou as medidas que já vinha a efetuar, com os eixos e com os objetivos preconizados na RCM, nomeadamente explicitando os objetivos de cada medida e o impacto esperado, para um universo de cinco anos, estimando as poupanças alcançadas e os ganhos daí obtidos. Deste PAS são explicitados dois objetivos essenciais: melhorar os mecanismos de governabilidade e, efetuar poupanças com as medidas preconizadas.

No âmbito deste TII, das medidas previstas no PAS destacam-se a racionalização dos CD do MDN e a racionalização das comunicações no MDN, como medidas preconizadas para reduzir os custos com os SI e TIC.

Poderá a virtualização contribuir para o objetivo da redução de custos nos CD? Encontram-se reunidas as condições para serem adotadas medidas de centralização de maior alcance que melhorem os serviços disponibilizados?

### **c. Objeto de Estudo e sua Delimitação**

O objeto de estudo desta investigação é a virtualização de CD nas FA.

Abordaremos o tema da virtualização no sentido de identificar se poderá ser vista como fator potenciador da consolidação do CD e como facilitador da criação de um DRP. Procuraremos ainda identificar se existem limitações ou mais-valias na utilização da virtualização.

Não será alvo do nosso estudo a virtualização de redes, a virtualização de estações de trabalho<sup>6</sup>, ou a virtualização de aplicações e iremos apenas focar-nos nos serviços suscetíveis de serem disponibilizados nas redes administrativas das FA, excluindo os serviços que correm em redes classificadas.

---

<sup>5</sup> Este centro resultou da fusão de alguns serviços dos CD da Marinha, do CD do Exército e do núcleo de informática da Secretaria-geral do MDN, iniciado em 2004.

<sup>6</sup> Designada por *Virtual Desktop Infrastructure* (VDI).



#### **d. Objetivos da Investigação**

O objetivo geral desta investigação é o de identificar a relevância e possibilidade da utilização da virtualização no CD, e a sua maximização na implementação de sistemas de recuperação de falhas, procurando analisar a relevância das possíveis restrições ou mais-valias.

#### **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste estudo consistem em:

- Identificar as mais-valias da virtualização como potenciadoras da consolidação de servidores, do CD e facilitador do DRP;
- Analisar o estado atual em que se encontram os vários CD das FA, comparando-o com as melhores práticas e tendências do mercado;
- Identificar de que forma a virtualização poderá maximizar a implementação de um sistema de recuperação de falhas entre CD.
- Identificar se existem restrições relevantes ou possíveis mais-valias.

#### **e. Metodologia**

A metodologia de investigação seguirá o método indutivo, com base no levantamento de hipóteses, conceitos e indicadores<sup>7</sup>. Para a identificação dos indicadores que sustentam o modelo de análise propõe-se a utilização de diversos instrumentos de colheita de dados, destacando-se, para além da pesquisa bibliográfica, a realização de entrevistas e questionários e, a recolha de alguma documentação no decorrer das entrevistas.

Pretendeu-se que a recolha de dados decorrente das entrevistas e questionários permitisse recolher os dados necessários, para que através do processo de triangulação, fosse possível testar as hipóteses formuladas. Procurou-se ter a perspetiva dos principais decisores da área das TIC da DN.

Foram efetuadas entrevistas às seguintes entidades:

- Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DICSI) - Exército;
- Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) - Força Aérea;
- Direção de Tecnologias de Informação e Comunicações (DITIC) - Marinha;

---

<sup>7</sup> No Apêndice 1 encontra-se o modelo de análise do trabalho, que permite uma maior compreensão, sobre a forma como o trabalho se encontra articulado.



- Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DICSIS) - EMGFA
- Centro de Dados da Defesa (CDD) – SG/MDN

Quanto ao universo da amostra e, dado que se pretendia estudar a DN, ela recaiu sobre os três Ramos das FA, o EMGFA e o CDD.

Numa tentativa de formulação da pergunta de partida e definição do fio condutor para o trabalho, foi desenvolvido um trabalho exploratório baseado essencialmente em leituras, que incidiram essencialmente sobre *papers* e publicações que tratam as temáticas da virtualização, da consolidação de CD, da *Cloud Computing* e do DRP, na sua maioria em língua inglesa, bem como alguma literatura em língua portuguesa, referente a trabalhos em contexto organizacional civil desenvolvidos nestas áreas.

Numa tentativa de dar resposta ao tema do trabalho, “Virtualização dos CD nas FA”, estabelecemos a seguinte **Questão Central (QC)**:

**QC:** “Que papel poderá ter a virtualização de centros de dados na estratégia da Defesa?”

No sentido de melhor clarificar a questão central, foram levantadas as seguintes **Questões Derivadas (QD)**:

**QD1:** Qual o papel da virtualização na consolidação dos CD?

**QD2:** Que novos serviços atualmente existentes nos Ramos, podem ser disponibilizados a partir do CDD virtualizados?

**QD3:** Quais os condicionalismos e mais-valias da adoção da virtualização no CD?

**QD4:** Quais os desafios da criação de uma capacidade de DRP entre CD?

Das questões acima enunciadas resultaram as seguintes **Hipóteses (H)**, que tentaremos validar no decorrer do trabalho:

**H1:** A virtualização proporciona a consolidação de vários servidores num servidor.

**H2:** A redução de servidores permite a consolidação do CD.

**H3:** Todos os serviços administrativos atualmente disponibilizados nos Ramos podem ser virtualizados.

**H4:** Os Ramos concordam que existem vantagens que alguns serviços administrativos possam ser virtualizados e disponibilizados a partir do CDD.

**H5:** A virtualização contribui para reduzir os custos com *hardware*, reduzir o consumo de energia, diminuir as interferências entre serviços e aumentar a disponibilidade e qualidade dos serviços.

**H6:** As redes existentes não estão dimensionadas para que todos os utilizadores de



todos os Ramos possam aceder aos serviços do CDD com qualidade de serviço.

**H7:** Existem CD alternativos com espaço, capacidade de processamento sobranter, aplicações e serviços de rede disponíveis.

**H8:** Existe largura de banda suficiente entre os principais CD das FA.

### **f. Organização do Estudo.**

O presente trabalho, para além desta introdução e das conclusões, está organizado em três partes estruturantes. Na presente introdução pretende-se enquadrar o tema realçando o seu interesse, descrever o objeto de estudo e a sua delimitação, bem como enunciar os objetivos e a metodologia de investigação, que será utilizada ao longo do trabalho.

No primeiro capítulo é efetuada a revisão bibliográfica sobre os CD, sobre a virtualização, a arquitetura de SI, e o DRP.

No segundo capítulo, é analisada a legislação que enquadra as responsabilidades dos diversos organismos envolvidos, os diversos instrumentos de coordenação atualmente existentes e, é efetuada a caracterização geral dos principais CD dos Ramos, relativamente ao estado em que cada um se encontra, em termos de virtualização e do DRP. São igualmente abordados os serviços, as facilidades de comunicações existentes nos Ramos, bem como a sua arquitetura de interligação.

No terceiro capítulo, analisamos e tratamos os dados recolhidos, efetuamos a comparação da situação encontrada no terreno com a registada na literatura, e procuramos identificar áreas de possível evolução para se caminhar para uma maior centralização de serviços.

Por fim, apresentamos as conclusões da investigação, respondendo à QC e, deixamos novos contributos para o conhecimento, assim como algumas recomendações decorrentes da análise efetuada.



### 1. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo iremos abordar o que a literatura nos apresenta relativamente aos requisitos a que um CD eficiente deverá obedecer, quais as vantagens da virtualização, quer como fator potenciador da consolidação do CD, quer como facilitador da implementação de um sistema de DRP. Abordaremos ainda a importância da arquitetura de SI, para maximizar o desempenho dos serviços disponibilizados e por fim salientaremos o DRP como elemento de proteção da continuidade do negócio.

#### a. Os Centros de Dados

Os CD e as suas infraestruturas são hoje ativos críticos para as organizações, pois concentram aí um número crescente de serviços, aplicações e processos, que são estruturais para as suas atividades de negócio.

Aspetos como a fiabilidade do local, segurança física, consolidação, gestão energética, ar condicionado, arquitetura de plataformas, arquitetura de SI e arquitetura de rede, revestem-se de extrema importância no desenho de um novo CD (em termos de otimização da operação e da minimização da estrutura de custos), ou na gestão de um já existente, para servir de CD principal de uma organização, dado que tem implicações diretas na disponibilidade, a fiabilidade e segurança dos serviços disponibilizados.

A escolha do local do CD tem hoje um “impacto direto nos tempos de resposta dos serviços, nos custos operacionais e nos custos de capital”, assumindo assim uma importância crescente com a tendência de consolidação e concentração dos CD a que se assiste mundialmente (I. Goiri, 2011, p. 131). Na localização de um CD devem ser tidas em consideração as seguintes características: afastamento de zonas sísmicas, de linhas de água, de zonas baixas da costa, de linhas de alta tensão, proximidade de boas comunicações, de boas vias de comunicação, com fácil acesso a água e energia elétrica e ainda, em zonas com temperaturas médias baixas.

A consolidação dos CD, mais do que colocar servidores e *software* lado a lado num local comum, deverá ter a capacidade de os gerir de uma forma holística, considerando todos os fatores que possam ter influência no seu desempenho global, de modo a “disponibilizar novos serviços de forma rápida, permitir desenvolvimento rápido de aplicações e disponibilizar o maior número de serviços ao mais baixo custo”. (Barroso & Hölzle, 2009, pp. 1-7).



“A necessidade da redução de custos e de ineficiências” de cada elemento dos CD<sup>8</sup>, obriga a uma gestão energética minuciosa dos CD, utilizando as melhores tecnologias(cf. fig. nº 1) visando reduzir os consumos, situação que “tem vindo a ganhar uma importância crescente” (Barroso & Hölzle, 2009, pp. 47-56).

Uma vez que o crescimento do número de bastidores no CD constitui um fator multiplicador das ineficiências, todos os seus componentes têm que ser objeto de atenção especial, em termos de otimização.

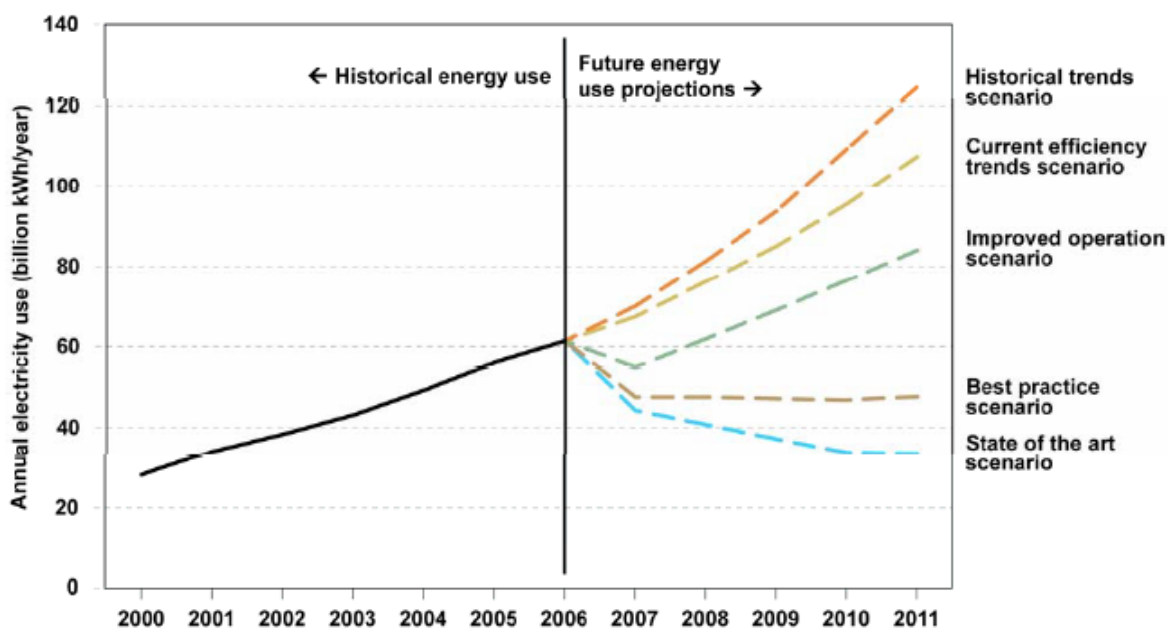


Figura nº 1 - Consumos de eletricidade para vários cenários

Fonte: (US EPA, 2007, p. 10)

Segundo Barroso e Holzle (2009, p. 49) embora “uma UPS hoje tenha na melhor das hipóteses uma eficiência de 88 a 94%<sup>9</sup>, as maiores ineficiências nos CD aparecem do lado do arrefecimento, dado que na maior parte das vezes os Chillers<sup>10</sup> encontram-se a uma distância considerável dos locais a arrefecer”, levando a que a temperatura à saída do Chiller tenha que ser mais baixa, para compensar as perdas até chegar aos bastidores, sendo ainda necessário ventilar os espaços e extrair o calor (com consumo adicional de energia).

<sup>8</sup> As *Uninterruptible Power Supply* (UPS), os *Chillers*, os sistemas de ar condicionado das salas de computadores, os equipamentos de TIC, as *Power Distribution Unit* (PDU) os transformadores, as luzes e os computadores.

<sup>9</sup> As UPS antigas têm níveis de eficiência bastante mais baixos, na ordem dos 60 a 70%.

<sup>10</sup> É um sistema de arrefecimento industrial, utilizado nos CD para permitir juntar um maior número de servidores por m<sup>2</sup> (quanto maior o número de servidores, maior o calor produzido), sem os danificar.



Para reduzir os custos do CD, (Barroso & Hölzle, 2009, pp. 50-51) sugerem algumas medidas, nomeadamente:

- “Aumentar a temperatura ambiente do CD, dos normais 18 - 20° para os 25° - 27°, permitindo reduções drásticas de consumo de energia no arrefecimento”;

- “Criar corredores de ar quente e corredores de ar frio, (cf. fig. nº 2) aumentando a eficiência do arrefecimento. Esta medida consegue-se através da disposição de bastidores em que a parte da frente recebe ar frio<sup>11</sup>, e nas traseiras se concentra o ar quente, que deverá depois ser extraído”;

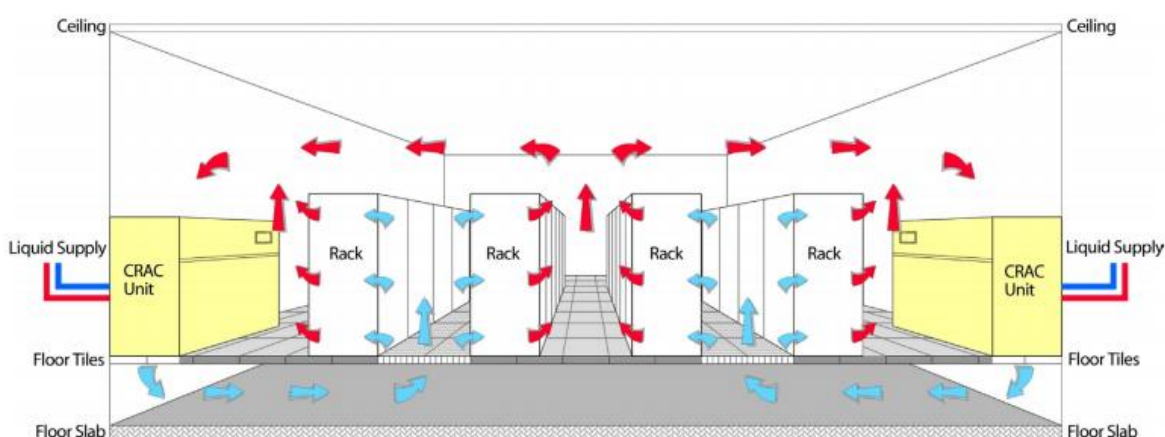


Figura nº 2 – Fluxos de ar quente e de ar frio no Centro de Dados

Fonte: (Barroso & Hölzle, 2009, p. 42)

- “Trabalhar com cargas de CPU<sup>12</sup> nos servidores na gama dos 50 a 70%, em vez dos 5 a 15%, permitindo assim reduzir o número de servidores a consumir energia e a produzir calor, e ainda ter espaço para picos de atividade de processador”;

- “Reduzir ao mínimo a área a arrefecer, delimitando-a, fazendo aumentar a eficiência de cada Watt despendido no arrefecimento”;

- “Dimensionar a memória RAM<sup>13</sup> e os discos de forma equilibrada, de modo a não causar estrangulamentos, reduzindo a eficiência dos servidores”.

A arquitetura dos SI tem impacto na qualidade do serviço disponibilizado ao utilizador (Gokhale & Trivedi, 2006, p. 580). Se analisarmos as interações entre as camadas dos diversos componentes do sistema (e.g., Sistema Operativo (SO), Aplicações,

<sup>11</sup> Os bastidores normalmente recebem ar frio na frente e as ventoinhas aspiram o ar da frente e enviam-no para a traseira arrefecendo os componentes nesse trajeto.

<sup>12</sup> *Central Processor Unit* – Processador do servidor.

<sup>13</sup> *Random Access Memory* ou memória de acesso aleatório é caracterizada pela sua rapidez, contribuindo para maiores níveis de desempenho dos servidores.



Bases de Dados (BD), Comunicações e Segurança), relativamente aos seus tempos de resposta, e de processamento, poderemos em função da arquitetura escolhida, encontrar ineficiências das suas interações, podendo estas comprometer uma ou mais das características requeridas por qualquer sistema, como a fiabilidade, performance, disponibilidade, segurança, funcionalidade ou os custos (Clements, et al., 2001, pp. 8-12).

“A Segurança dos Dados do CD”, será o desafio dos próximos tempos, dado que com a sua consolidação, e a concentração da informação, o desafio para tentar ultrapassar os sistemas de segurança aumenta, constituindo-se num “potencial alvo para terroristas” (Zdziarsky, 2010).

Um dos principais desafios dos CD na atualidade é saber como lidar com um número de servidores virtuais (que cresce de forma exponencial) de forma eficiente, dada a crescente consolidação causada pela virtualização (Guo, et al., 2008, p. 75).

Após todas estas medidas para se conseguir a consolidação dos CD, veremos de seguida as vantagens que a literatura aponta à virtualização.

### **b. A Virtualização de Servidores**

A virtualização, como anteriormente referido, é um conceito que pode ter diversos significados dependendo do contexto em que é utilizado. Também a tecnologia de virtualização pode ser utilizada com significados diferentes, em função de cada fabricante. Aprofundando um pouco mais o tema, esta tecnologia em termos genéricos, apresenta uma camada de abstração, que cria um desacoplamento entre o *hardware* e o *software* e permite que um único computador físico desempenhe o papel de vários.

Por outras palavras, podemos dizer que a virtualização permite “transformar os recursos de um computador (CPU, RAM, Disco e Controlador de Rede), para criar uma máquina virtual que corre o seu SO e as suas aplicações, exatamente da mesma forma que uma máquina física” e assim, conseguimos que várias máquinas (virtuais) possam partilhar os mesmos recursos de *hardware* sem interferirem entre si, na mesma máquina física (Jing & She, 2008).

Vejam os principais componentes de um ambiente de virtualização (cf. fig. nº 3):

- *Virtual Machine Monitor* (VMM ou *Hypervisor*) – Este componente faz de interface entre o SO Principal e o *hardware* da máquina, permitindo que qualquer tarefa administrativa necessária, como adicionar novas máquinas (SO *Guest*) ou alterar os



recursos de cada SO<sup>14</sup>, sejam efetuados através dele. Esta camada tem características que variam ligeiramente em função do fabricante (VmWare, Microsoft ou Xen).

- *Virtual Machine* (VM) – Cada máquina virtual é criada pelo VMM, que simula todos os recursos de *hardware* necessários ao SO. O SO que corre na máquina física é designado normalmente por SO principal ou proprietário, tendo o controlo total sobre todos os recursos da máquina. Os SO *Guest* têm já apenas uma visão virtual do *hardware* que se encontra na máquina.

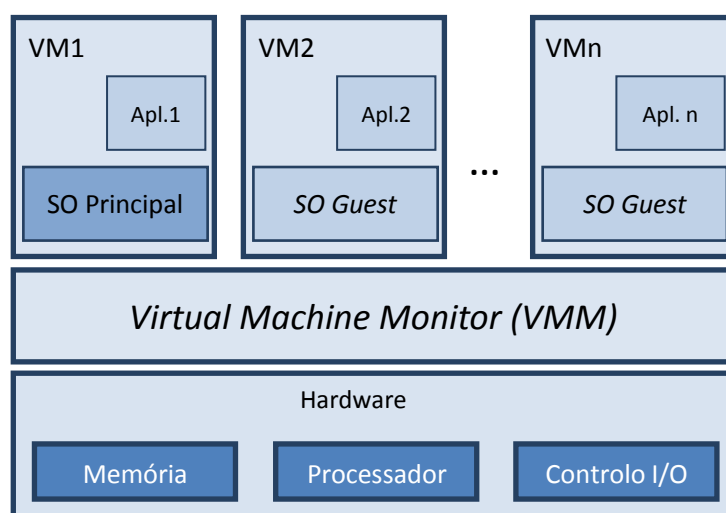


Figura nº 3 - Ambiente de virtualização

Fonte: Adaptado de (Muller & Wilson, 2005)

- SO Principal – O SO em que é instalado o VMM, denomina-se por Principal, e tem todos os privilégios sobre o *hardware*.

Assim podemos dizer que o VMM divide os recursos físicos em partições lógicas, que atribui depois a cada SO *Guest* de forma independente (cf. fig. nº 4) permitindo correr diversos serviços no mesmo servidor. A cada nova máquina virtual que é criada corresponde um novo ficheiro. A transferência de máquinas virtuais entre máquinas físicas é efetuada de forma automática, através da cópia desse ficheiro, situação que facilita muito a transição de servidores virtuais entre máquinas físicas.

<sup>14</sup> Por exemplo alocar mais memória ou disco a cada SO.



O conceito da virtualização nasceu por volta dos anos 60, implementado pela empresa IBM<sup>15</sup>, para aumentar a eficiência dos *Mainframes*, permitindo criar várias máquinas virtuais. Antes da virtualização, estes *Mainframes* podiam apenas trabalhar num processo de cada vez, constituindo um desperdício de recursos. Com a utilização da virtualização, o *hardware* dos *Mainframes* podia ser dividido em várias entidades e assim correr várias aplicações e processos ao mesmo tempo.

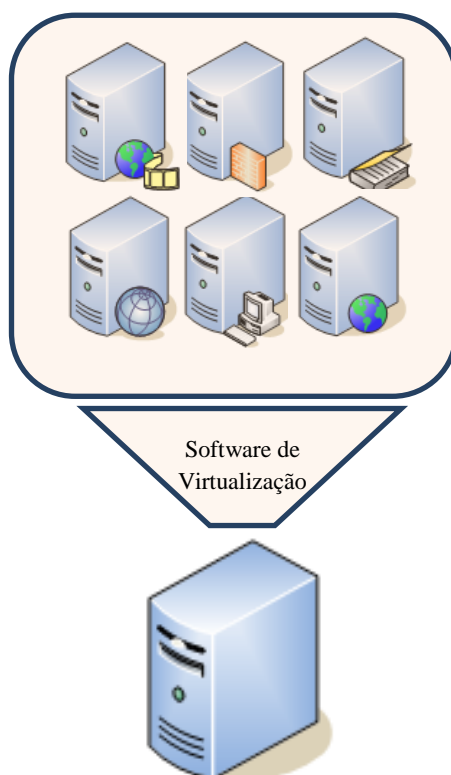


Figura nº 4 - Servidor físico disponibilizando vários serviços virtualizados

Fonte: (Autor, 2014)

Atualmente, com o crescimento da capacidade de processamento dos servidores, deparamo-nos com uma situação semelhante, em que apenas uma pequena capacidade dos recursos das máquinas<sup>16</sup> é utilizada para correr as aplicações, desperdiçando-se grande parte da sua capacidade. Assim, a virtualização volta de novo a aparecer como uma forma de tornar mais eficiente a utilização dos recursos disponibilizados por cada máquina.

A literatura defende diversas vantagens da utilização da virtualização, que

<sup>15</sup> *International Business Machine Corporation.*

<sup>16</sup> Um servidor sem virtualização apenas utiliza em média entre 5 e 15% dos seus recursos.



passaremos a apresentar:

A virtualização permite uma maior flexibilidade na capacidade de gestão do Hardware (Speitkamp & Bichler, 2010), dado que permite uma maior escalabilidade. Consegue-se uma maior abstração do *hardware*, conseguindo-se adicionar mais processadores, mais discos<sup>17</sup>, ou mais memória, e assim, crescer em função das necessidades, de modo mais eficiente e eficaz.

A consolidação de servidores e a escolha da tecnologia de virtualização, constitui hoje uma preocupação de qualquer organização, para a consolidação do CD (Padala, et al., 2007).

A consolidação baseada na virtualização pode atingir os “53% em termos de consumo de energia<sup>18</sup>, os 50% em termos de infraestrutura física e melhorar a utilização do processador em cerca de 1.7 vezes sem qualquer degradação de serviços” (Y. Song, 2009, p. 1), conseguindo-se assim um rápido retorno do investimento (Jing & She, 2008).

Outra das grandes vantagens da virtualização é que disponibiliza uma funcionalidade (denominada *vMotion*) de movimentação de máquinas virtuais em funcionamento de um servidor físico para outro, sem quebra de serviço, levando a que o CD possa ser dinamicamente automatizado.

Esta funcionalidade de *vMotion* (cf. fig. nº 5) permite:

- “Realizar tarefas de manutenção no *hardware* dos servidores, sem que haja indisponibilidade do serviço;
- Proactivamente migrar máquinas virtuais de servidores que estejam com falhas ou não tenham a performance desejada, para outros, sem interrupção do serviço;
- Automaticamente otimizar ou alocar *pools* inteiras de recursos para proporcionar utilização ótima do *hardware*, alinhado com as prioridades do negócio;
- Passar máquinas virtuais para um número reduzido de servidores, permitindo desligar alguns servidores durante os períodos de menor utilização de serviços.”

---

<sup>17</sup> Consegue-se ir adicionando mais discos.

<sup>18</sup> Este fator varia muito de situação para situação, em termos da carga que é afeta a cada servidor e do número de servidores virtuais que é colocado num servidor físico.

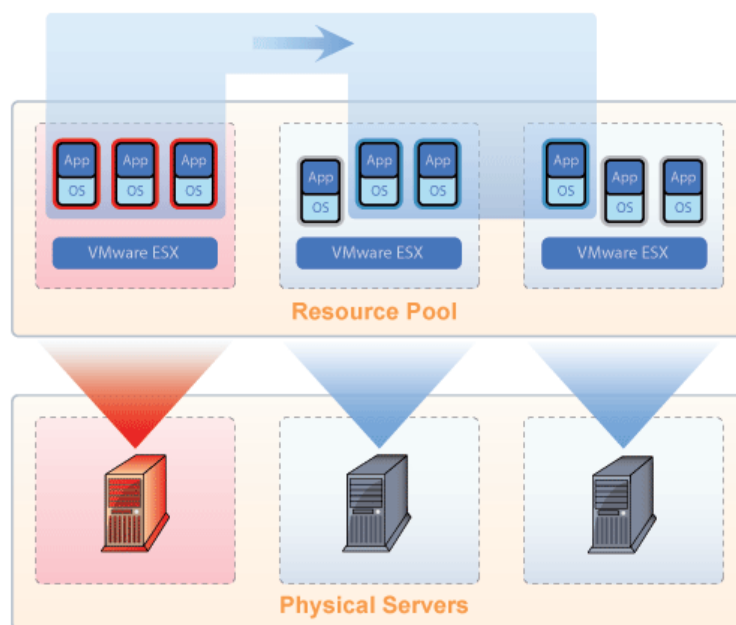


Figura nº 5 - Funcionalidade vMotion

Fonte: (Starwind, 2014)

### c. As Arquiteturas de Sistemas de Informação

As redes dos CD fornecem hoje as vias de comunicação que permitem o acesso à computação de alta performance e às modernas aplicações via Internet, baseadas na *Cloud Computing*.

O desenho da arquitetura das redes dos novos CD tem hoje uma motivação adicional, dado que tem que permitir comunicações intensivas dos serviços via Internet, (cf. fig. nº 6) como sejam as aplicações de *Web Search*, aplicações *Web* colaborativas, *streamings* de vídeo ou *Voice over IP (VoIP)* (Abts & Kim, 2011, pp. 1-4), e tem que permitir escalabilidade<sup>19</sup> e baixa latência<sup>20</sup> de modo a conseguir dar resposta a aumentos de tráfego resultantes de um crescente número de acessos, ou do aumento do número de serviços no CD.

Dada a tendência generalizada para a concentração de serviços num número mais reduzido de CD, novas arquiteturas e novas conceções tem que ser testadas, (e.g. latência, largura de banda, custo, consumo e resiliência a falhas, entre outros), de modo a investigar quais as dimensões mais adequadas, à nova arquitetura de rede do CD, tendo em conta os

<sup>19</sup> Ter capacidade de dar resposta sem degradar a qualidade das comunicações, mesmo quando sujeito a aumentos repentinos do tráfego de rede.

<sup>20</sup> Medida de tempo de atraso, causado pelos sistemas, que limita a capacidade máxima de tráfego que pode ser transmitido por unidade de tempo.



custos (Popa, et al., 2010).

Neste sentido, o desenho da arquitetura da rede do CD, tem que garantir a flexibilidade suficiente para continuar a responder à evolução do tráfego de serviço a que a infraestrutura de rede estará sujeita ao longo do tempo.

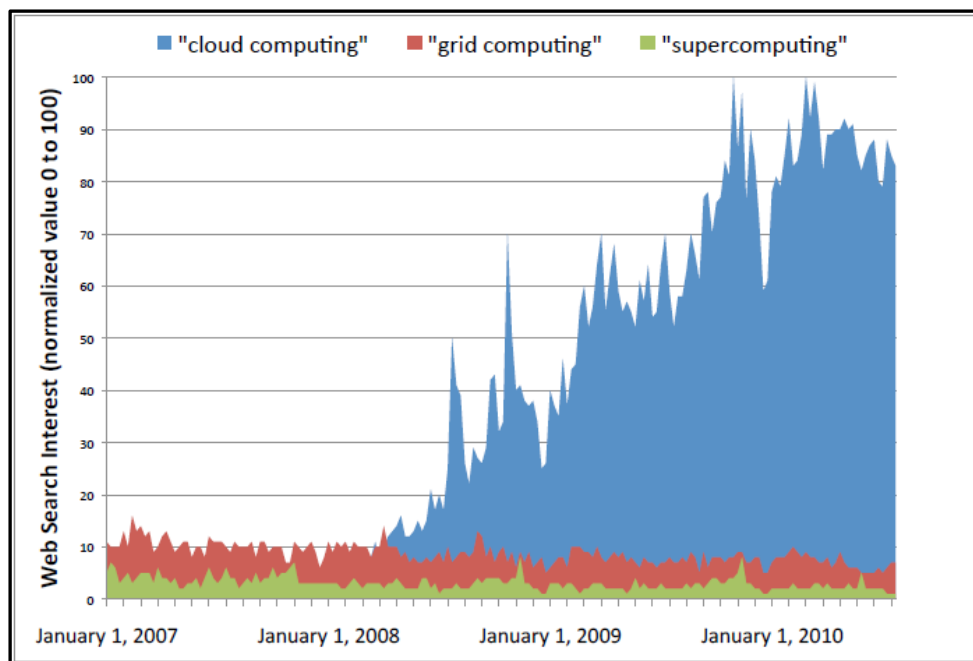


Figura nº 6 - Evolução dos serviços via Internet fornecidos pelos Centro de Dados

Fonte: (Abts & Kim, 2011, p. 2)

O desenho de redes hierárquicas tornou-se a forma comprovada de obter maiores níveis de flexibilidade e escalabilidade nas redes, através de uma estrutura em árvore de *routers* e *switch*, progressivamente com maior capacidade até atingir o *Core*<sup>21</sup> da rede (Al-Fares, et al., 2008, p. 63). O modelo de três camadas<sup>22</sup> tem sido o mais usual, pela escalabilidade<sup>23</sup> de tráfego que permite (cf. fig. nº 7). No entanto, volta de novo a ser equacionado pelas “ineficiências em grandes redes quando é necessário baixa latência, alta disponibilidade e engenharia de tráfego” (Kim, et al., 2008.), bem como pelas ineficiências da Camada 2<sup>24</sup> do modelo OSI, a tradicional Ethernet, que poderá constituir uma limitação para migrar máquinas virtuais, em mega CD, com altos níveis de virtualização (Mysore, et al., 2009, p. 40).

De modo a obter níveis de eficiência otimizados, o dimensionamento da rede

<sup>21</sup> Designa-se *Core* da rede, ao conjunto de nós com maior capacidade de processamento, que efetuam o roteamento do tráfego entre redes.

<sup>22</sup> Normalmente designadas por *Core*, *Distribution* e *Access*.

<sup>23</sup> Mantém os níveis de desempenho para o crescimento dos volumes de dados.

<sup>24</sup> Camada de rede do modelo *Open Systems Interconnect* (OSI) de 7 camadas.



deverá ser levado em conta, para que esta não seja sobredimensionada (A. Greenberg, 2009, p. 69).

O desafio crescente de encontrar as arquiteturas de rede de alto débito<sup>25</sup>, escaláveis e com menores custos, ganha expressão procurando encontrar-se relações de compromisso, entre uma melhor eficiência operacional uma menor relação custo/benefício. A redução dos custos da infraestrutura é um dos *drivers* da minimização de custos (maximização dos lucros) dos CD dos operadores, no qual nenhum pormenor deverá ser descurado (L. Popa, 2010, p. 16).

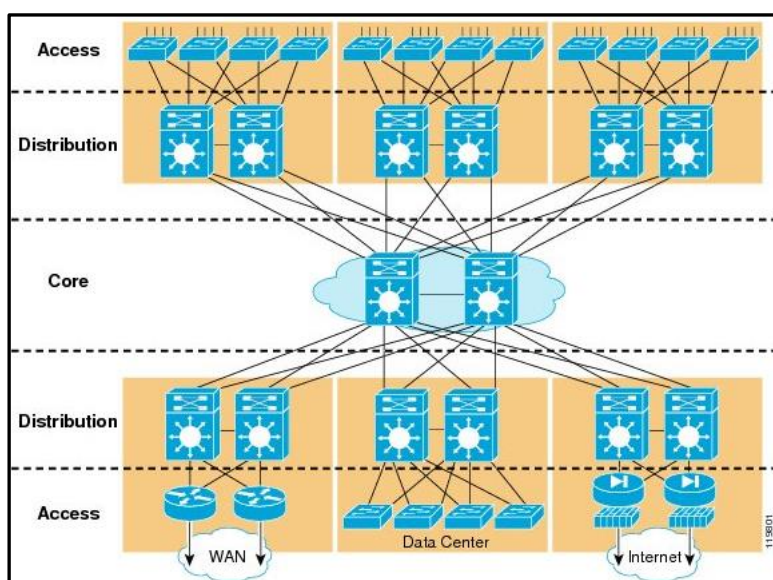


Figura nº 7 – Desenho de uma rede hierárquica de três camadas

Fonte: (CISCO, 2009)

Como já verificamos, com a consolidação de servidores, os dados e os seus fluxos, cresceram exponencialmente nos CD, trazendo uma carga de complexidade adicional para o processo de DRP, assunto que iremos abordar de seguida.

#### d. O Business Continuity Plan e o Disaster Recovery Plan

O *Business Continuity Plan* (BCP) é um incremento do âmbito do DRP, que se focava simplesmente na recuperação da componente TIC, e apareceu como uma evolução natural, a partir do momento em que o governo e a gestão do risco passaram a ser preocupações centrais das organizações. Foi introduzido para diferenciar algo que apenas efetuava a recuperação dos SI e dos dados, para algo que recupera também os processos de negócio e a organização.

<sup>25</sup> As redes a 10 GB começam a encontrar problemas de escalabilidade, sendo necessários cuidados acrescidos com as arquiteturas escolhida.



Embora o BCP seja mais abrangente que o DRP, ele apenas se tornará eficaz, se efetuar a recuperação dos recursos em que o negócio se apoia e se estes ficarem disponíveis para fornecer as capacidades e funções que o BCP identifica.

Podemos dizer que o DRP é a componente mais madura do BCP, (este, inclui não só a identificação dos riscos, como os planos necessários implementar para os mitigar). O DRP é hoje uma necessidade em todos os CD, uma vez que é neles que se encontram concentrados os processos de negócio das organizações, e a interrupção dos serviços por algumas horas, ou a destruição física do local, poderá ter custos extremamente elevados (Kimberly Keeton, 2004).

A necessidade de armazenamento de grandes volumes de dados é hoje um desafio para qualquer CD. Normalmente é necessário efetuar semanalmente um *Full Backup*, de todos os dados que se encontram nos sistemas de armazenamento primário<sup>26</sup>, em sistemas de armazenamento secundário<sup>27</sup>, onde são mantidos durante semanas ou meses. Adicionalmente, é necessário efetuar diariamente *backup* incrementais, que apenas copiam os dados que foram alterados desde o último *backup*.

“A frequência, tipo e retenção dos *backup*, variam consoante o tipo de dados<sup>28</sup>, mas é normal que os sistemas de armazenamento secundário armazenem 10 a 20 vezes o volume de dados existente nos sistemas de armazenamento de dados”. Este reveste-se de primordial importância se levarmos em consideração que para o processo de DRP, é necessário uma cópia *offsite*, situação que poderá levar à duplicação da capacidade de armazenamento secundário (Zhu, et al., 2008, p. 269).

A deduplicação<sup>29</sup> (cf. fig. nº 8), dado que também se foca na consolidação do armazenamento de dados, veio contribuir significativamente nesta área para a redução do espaço de armazenamento secundário necessário, removendo segmentos de dados redundantes<sup>30</sup>, permitindo igualmente que estes dados sejam transferidos *offsite* através de redes com baixas larguras de banda. Embora a utilização de *Tapes*<sup>31</sup> seja um processo

---

<sup>26</sup> Designam-se sistemas de armazenamento primário aos que armazenam os dados que se encontram permanentemente a ser acedidos, que se caracterizam por terem elevados níveis de desempenho.

<sup>27</sup> São sistemas com menores requisitos de desempenho, que normalmente são garantidos através de um sistema de *Tapes*, com grande capacidade de armazenamento.

<sup>28</sup> Dados mais críticos têm uma maior frequência de *backup*.

<sup>29</sup> Método de compressão de dados, em que apenas são escritas para o disco blocos de dados únicos e alguns metadados, evitando duplicação de informação.

<sup>30</sup> Nos processos de *backup* para tape tradicionais, são guardadas várias cópias dos mesmos dados, a cada semana ou dia.

<sup>31</sup> Sistema de armazenamento de informação digital em fita magnética, utilizando gravação digital.



barato, a reconstituição dos dados é um processo que está sujeito a grande número de erros, quer das *tapes*, quer humanos, levando a que a utilização de armazenamento em discos, com a utilização de deduplicação seja um processo preferível (Zhu, et al., 2008, pp. 269-273).

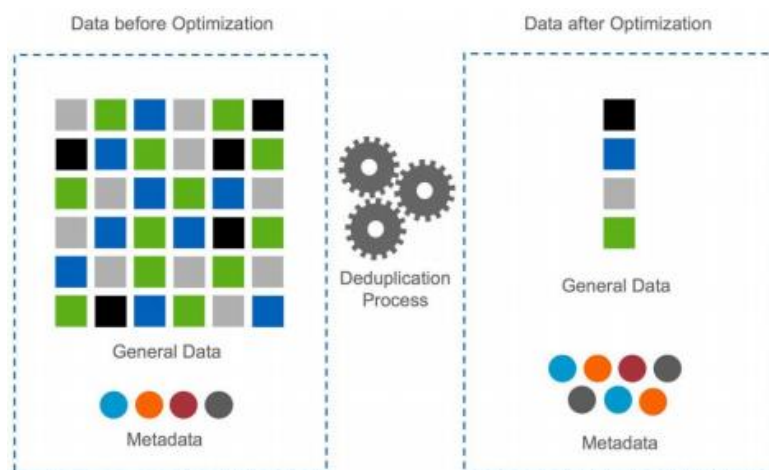


Figura nº 8 - Processo de deduplicação

Fonte: (Alvarez, 2010)

Embora a recuperação de dados *onsite* seja sempre a preferível, se a sala técnica ou o CD for destruído ou danificado, existe a necessidade de recuperar os dados rapidamente a partir do CD alternativo ou da *cloud* onde se encontrem. A utilização da deduplicação, permite otimizar o tempo de *backup* e *restore* de servidores virtuais, em janelas cada vez mais curtas e com largura de banda limitada. Este método de compressão de dados permite ainda ultrapassar a barreira da redução da janela de *backup* disponível, que o crescimento exponencial de dados e a virtualização trouxeram (Clements & Li, 2009, pp. 1-4).

Uma vez que apenas guarda informação diferente da originalmente armazenada, efetua sempre *full-backup*, tornando o processo de recuperação de dados mais rápido. Esta deduplicação permite ainda efetuar *backup* sobre *Wide Area Network* (WAN) para um CD alternativo, utilizando baixa largura de banda, contribuindo assim para uma solução de DRP automatizada de baixo custo.

Assim, a utilização destas tecnologias combinadas proporcionam uma maior consolidação, otimização e um menor tempo de reposição de serviços, no processo de DRP.

As falhas num CD podem ser múltiplas, o que leva a que os componentes críticos existam normalmente em redundância e os contratos de manutenção tenham um *Service*



*Level Agreement*<sup>32</sup> (SLA) com exigência de *hardware* disponível para entrega imediata. Os sistemas mais críticos têm normalmente sistemas duplicados em prontidão imediata, prontos a arrancar em caso de falha.

Apesar de todas estas medidas de redundância, elas não protegem uma organização da perda parcial ou total do CD devido a desastres naturais, incêndios, alagamentos ou atentados terroristas. Assim, torna-se necessário ter um CD alternativo, a partir do qual os serviços mais críticos possam ser rapidamente restabelecidos, colocados em funcionamento e disponibilizados.

Para operar a partir de um CD alternativo, é necessário prever equipamento redundante, ou no caso de já possuir virtualização, ter capacidade de expansão de virtualização e espaço de armazenamento livre, para se poderem restabelecer os serviços.

Vejamos de seguida os diversos tipos de alternativas de recuperação existentes (SANS Institute, 2002, pp. 3-4):

*Cold site* – Uma infraestrutura *offsite*, com equipamentos disponíveis para instalação em caso de desastre;

*Backup* mútuo – Duas organizações com configuração de sistemas semelhantes, a servirem como *backup* uma da outra;

*Hot site* – Um *site* com *hardware*, software e instalação de rede compatível com o *site* de produção;

*Journaling* remoto – Transmissão de dados para o sistema de *backup* periodicamente, para minimizar perda de dados e reduzir o tempo de reposição de serviço.

*Site* em espelho – *Site* com sistemas idênticos ao sistema de produção, com a funcionalidade de espelho, para fazer o *backup* do sistema a qualquer instante. A recuperação destes sistemas é transparente para os utilizadores.

#### **e. Síntese Conclusiva.**

Vimos ao longo deste capítulo que a literatura apresenta um conjunto de requisitos a que um CD deverá obedecer, em termos de eficácia e segurança, de modo a contribuir para a fiabilidade e disponibilidade que os serviços deverão garantir aos processos de negócio, e o desafio de encontrar essas soluções eficientes ao mais baixo custo.

Sobre a virtualização, identificamos na informação consultada que se constitui

---

<sup>32</sup> Contrato que especifica as condições e os tempos médios de disponibilização dos serviços acordados.



como um potenciador da consolidação de servidores e por conseguinte do CD, contribuindo para uma menor ocupação de espaço, uma maior rentabilização dos recursos físicos, uma redução do consumo energia, uma menor carga térmica, e consequentemente para uma menor necessidade de arrefecimento do CD.

Identificamos na literatura as vantagens da virtualização na transferência de máquinas virtuais em funcionamento entre servidores físicos diferentes, sem interrupção de serviços, vimos o seu contributo para a independência do *hardware* físico com a consequente diminuição de interferências entre serviços e a sua mais-valia para aumentar a disponibilidade e qualidade dos serviços. Estes fatores contribuem para a agilização e otimização do CD de forma dinâmica.

Encontramos vários autores a salientar a importância da escolha das arquiteturas de rede e das plataformas, de modo a não comprometer a disponibilidade dos serviços, com o requisito essencial de escalabilidade e, a não limitar o crescimento de tráfego ao longo do tempo, procurando identificar dentro destas características as soluções mais rentáveis do mercado, para reduzir a estrutura de custos.

Relativamente ao BCP e ao DRP, consideramos vários relatos que salientam que o assunto ganha cada vez mais importância com o crescimento exponencial de dados e com a consolidação dos CD, colocando uma maior criticidade nestes e nos SLA dos serviços disponibilizados, dado o número de CD cada vez mais reduzido.

Na literatura identificamos ainda que a virtualização se constitui como um facilitador do processo de DRP, dado que ao permitir a independência da máquina física, não necessita de *hardware* igual no local alternativo e quando agregado à deduplicação, permite reduzir o custo de armazenamento secundário e contribui para a consolidação e otimização da *storage*. A deduplicação vem facilitar o processo de *backup* e de DRP, reduzindo a quantidade de dados a transferir e assim a janela de backup necessária para efetuar a transferência de dados entre CD. Dado que parte do processo de *backup* é automatizado e que apenas transfere dados ainda não existentes no CD alternativo, necessita de menor largura de banda, quer para backup, quer para reposição de dados, tornando-se assim num processo mais eficiente.



## **2. Estudo Empírico**

Abordaremos neste capítulo quer os instrumentos organizacionais vertidos em legislação, quer os tecnológicos, decorrente da análise da documentação recolhida durante as entrevistas. Efetuaremos ainda uma análise aos mecanismos de coordenação e governo existentes no âmbito da Defesa e das FA, bem como uma breve caracterização dos principais aspetos do CDD, do CD do EMGFA e dos CD dos Ramos, salientando as características mais relevantes.

### **a. Enquadramento Legal**

Neste estudo pretendemos averiguar se existe algum obstáculo ou impedimento, em termos organizacionais ao nível das dependências, que de alguma forma inviabilize ou dificulte a implementação da virtualização ou a concretização de medidas de centralização, uniformização de tecnologias empregue pelos Ramos e, consecutivamente a consolidação.

Com vista a atingir este desiderato, analisam-se de seguida as leis orgânicas dos vários organismos envolvidos, bem como as ferramentas de governo, avalia-se o estado dos CD e as políticas de disponibilização de serviços atualmente existentes.

#### **A Secretaria-geral do MDN**

Decorrente da Lei Orgânica do MDN<sup>33</sup>, a Secretaria-geral do MDN (SG/MDN) insere-se nos serviços de administração direta do Estado, fazendo parte da sua estrutura nuclear, entre outras unidades, o CDD.

É à SG/MDN que cabe, de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 7/2012 de 18 de janeiro, “implementar as políticas para toda a área dos SI e TIC no universo da defesa nacional (DN) ... sem prejuízo da atribuição às FA, da definição dos requisitos operacionais e técnicos ... exercendo as seguintes competências: Elaborar e propor as orientações para a integração de SI/TIC da defesa DN, em colaboração com a estrutura das FA; ... garantindo a sua articulação com os SI de comando e controlo militares, e exercer as competências de entidade de coordenação sectorial ...”

#### **O Centro de Dados da Defesa**

De acordo com a Portaria n.º 86/2012 de 30 de março, ao CDD, compete:

---

<sup>33</sup> Decreto-Lei n.º 122/2011 de 29 de dezembro.



“Assegurar a prestação de serviços de tecnologias de informação a todos os organismos da defesa ... Assegurar a administração da infraestrutura tecnológica partilhada que suporta os sistemas de informação de gestão ... Assegurar a administração de sistemas aplicativos e de bases de dados da defesa, no âmbito das atribuições previstas no modelo de governação dos SI da defesa ... Assegurar a administração da rede informática da defesa, garantindo ... a interoperabilidade e interconexão entre todos os serviços e organismos da área da defesa e outras entidades nacionais e internacionais, no âmbito das atribuições previstas no modelo de governação dos SI da defesa ...”

### **EMGFA**

De acordo com Decreto-Lei n.º 234/2009 de 15 de setembro, no seu Art.12º “A Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação (DICSI) tem por missão prestar apoio de estado-maior nas áreas de planeamento, direção e controlo dos sistemas de informação e tecnologias de informação e comunicação, inerentes ao comando e controlo nas FA.”

A DICSI prossegue, “em observância da política integradora estabelecida pelo ministério para toda a área dos SI/TIC no universo da DN, em coordenação com o MDN e no âmbito das competências do Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas (CEMGFA), as seguintes atribuições: ... Colaborar na elaboração da proposta de orientações para a integração dos SI/TIC da DN; ... Definir as arquiteturas, sistemas e especificações técnicas, tendo em vista a coerência, a normalização de equipamentos e a promoção da interoperabilidade sistémica nas FA ...”

De acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 26/2013<sup>34</sup> de 11 de abril na Parte II – “Orientações para a reorganização da macroestrutura da DN e das FA”, surge no seu ponto 3 do capítulo II - Objetivos: “Realinhar mecanismos de articulação e coordenação entre o EMGFA, os Ramos das FA e os órgãos e serviços centrais do Ministério da Defesa Nacional...” e no ponto 4 do capítulo III - Orientações específicas: “Criar um único serviço que coordene as comunicações e os sistemas de informação, em articulação com os Ramos, procurando-se a sua centralização num único polo e a implementação de uma plataforma transversal de apoio à decisão, designadamente no que diz respeito às funções de comando, controlo e direção...”.

---

<sup>34</sup> Enformadora da Defesa 2020.



### **Marinha**

Decorrente do Decreto-Lei n.º 233/2009 de 15 de setembro a Superintendência dos Serviços de Tecnologias da Informação (SSTI) “tem por missão, assegurar as atividades da Marinha no domínio da gestão da informação e da administração das tecnologias da informação ... em observância da política integradora estabelecida pelo MDN para toda a área dos sistemas de informação e tecnologias de informação e comunicação (SI/TIC) no universo da DN ... dispõe de autoridade funcional no âmbito da gestão e das tecnologias da informação da Marinha ... dispõe de autoridade técnica sobre todos os órgãos da Marinha no domínio da gestão e das tecnologias da informação”.

### **Exército**

De acordo com o Decreto-Lei n.º 231/2009 de 15 de setembro, o Comando das Forças Terrestres (CFT) “tem por missão apoiar o exercício do comando por parte do Chefe do Estado-Maior do Exército ... dispõe de autoridade funcional e técnica nas matérias de natureza operacional, de comunicações e sistemas de informação e de segurança e informações militares, em observância da política integradora estabelecida pelo ministério para toda a área dos sistemas de informação e tecnologias de informação e comunicação (SI/TIC) no universo da DN”.

### **Força Aérea**

Decorrente do Decreto-Lei n.º 232/2009 de 15 de setembro, o Comando da Logística da Força Aérea (CLAFA) “tem por missão administrar os recursos materiais, de comunicações e sistemas de informação e infraestruturas da Força Aérea, dispõe de autoridade funcional e técnica sobre todas as unidades e órgãos da Força Aérea no domínio dos recursos materiais, de comunicações e sistemas de informação e infraestruturas ... “.

### **Ferramentas de Governo**

Pelo Despacho n.º 2579/MDN/2006, de 18 de janeiro é criada a Comissão de Políticas e Auditoria do Sistema de Informação (CPASI), da DN que visava a “implementação de uma política integradora para toda a área de Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação e Comunicação (SI/TIC) do universo da DN”. Este despacho visava ainda a elaboração das políticas de SI/TIC para a DN.

Através do Despacho n.º 002/CEMGFA/2010, de 11 de fevereiro, é criada a



Comissão Consultiva para a Área Operacional (CCAO) cuja missão é “ promover a definição do Plano Diretor de Sistemas de Comando e Controlo (PDS-C2), ... que consubstancie as orientações de carácter conjunto ... a articulação entre os níveis Operacional e Tático para os SI/TIC da área Operacional e do Comando e Controlo, que permita a interoperabilidade entre sistemas e equipamentos e promova a normalização ... a visão sobre as infraestruturas de comunicações operacionais ... a evolução dos sistemas e tecnologias de informação ... de forma conjunta e combinada.”

### **b. O Estado da Arte nos Centros de Dados da Defesa Nacional**

Os SI e as TIC nas FA foram edificadas inicialmente de forma descentralizada. Cresceram com o apoio e suporte das infraestruturas locais, evoluíram em direções divergentes de acordo com as necessidades existentes de cada Ramo com processos definidos descentralizadamente, e foram-se agrupando progressivamente dentro dos Ramos, em polos que distribuía informação para as unidades adjacentes.

A arquitetura, tecnológica e de dados, descentralizada, constituiu-se ao longo do tempo, num problema a ultrapassar, dado que não retirava partido da uniformização de equipamentos<sup>35</sup>, do *software*, das bases de dados, dos processos, da formação nem da criação de polos técnicos centrais, mais especializados para suporte transversal à organização. Não retirava igualmente partido das vantagens dos descontos de aquisição de grandes quantidades (Gorgulho, 2014).

As unidades por seu lado, necessitam de ter maior largura de banda para aceder aos serviços centralizados, bem como recursos cada vez mais qualificados e com conhecimentos técnicos atualizados, para fazer face aos incidentes e problemas que têm que resolver no dia-a-dia e para edificar e implementar os SI, quer administrativos quer de suporte ao comando e controlo das operações. Necessitam igualmente de uma coordenação crescente com a componente de infraestrutura de comunicações para proporcionar as sincronizações entre serviços.

Adicionalmente, os Ramos necessitam de manter recursos humanos com os conhecimentos e perícias nas tecnologias mais recentes, para fazer face a operações reais, implementando as políticas, os processos e procedimentos alinhados com as boas práticas da NATO (Reis, 2014) (Rodrigues, 2014) (Gorgulho, 2014).

---

<sup>35</sup> A proliferação de tecnologias numa organização não permite rentabilização logística nem de suporte especializado capaz de lidar com a complexidade.



### **O Centro de Dados da Defesa**

O CDD foi criado em 2004 e nasceu da fusão do *Data Center* da Marinha, do *Data Center* do Exército e do Núcleo de Informática da SG/MDN. Agregou e consolidou infraestruturas (instalações do anterior Centro de Informática do Exército, e redes diversas), equipamentos (Marinha, Exército e SG/MDN) e pessoal (Marinha, Exército, Força Aérea e SG/MDN).

Foi iniciado com o Sistema Integrado de Gestão (SIG), contemplando a área financeira e complementado com a área logística, embora não na sua totalidade (ficaram nos Ramos a logística complexa, planos de manutenção, helicópteros, navios, etc.), posteriormente foi implementado o planeamento e controlo orçamental, e mais recentemente implementados os indicadores de gestão. Outras aplicações transversais já se encontram ali alojadas, como por exemplo a gestão de bibliotecas online, com espaço e condições para que possam ser alojadas mais aplicações, bem como prestar suporte aos serviços disponibilizados. Aloja com as condições de segurança atuais, informação sem classificação de segurança (MDN, 2013).

O CDD apenas armazena, com as condições de segurança atuais, dados sem qualquer classificação de segurança, encontrando-se em condições de garantir dados até ao grau de segurança Reservado, implementando pequenas alterações.

Constata-se que a plataforma SIG atual não pode ser virtualizada, situação que representa uma limitação à consolidação, e uma diminuição da flexibilidade na edificação de um DRP, dado necessitar da duplicação no CD alternativo do *hardware* do CD principal, representando custos acrescidos. Esta situação encontra-se prestes a ser ultrapassada com a implementação de uma versão que já permite a virtualização (Coelho, 2014).

A não existência de um BCP já implementado num CD alternativo constitui-se como ponto fraco do CDD, situação que embora se encontre prevista no projeto, apenas se prevê que venha a ser implementado numa fase posterior do planeamento.

Existe um serviço de *helpdesk* que dá suporte a todos os serviços disponibilizados que inclui o SIG que é disponibilizado a todos os Ramos. Ainda não se encontra automatizado com os processos de *helpdesk* disponibilizado pelos Ramos. Com a disponibilização de cada novo serviço, é criado um processo de *helpdesk* de suporte transversal a todos os utilizadores (MDN, 2013).



### **Estado-Maior-General das Forças Armadas**

O EMGFA possui um CD e cinco salas técnicas sob a sua responsabilidade, todas descentralizadas. Possui três subdomínios, um deles está numa sala técnica em Bruxelas e comunica através de uma linha dedicada.

Encontra-se num processo de transformação, no sentido de consolidar os seus servidores,<sup>36</sup> dos quais apenas uma pequena percentagem se encontram virtualizados.

O acesso à Internet encontra-se descentralizado<sup>37</sup>, possuindo uma ligação a 100 MB.

A função Informática encontra-se parcialmente descentralizada, sendo as comunicações e as aquisições de *hardware* coordenadas centralizadamente.

Relativamente ao EMGFA, interessa referir que é o responsável pela implementação e manutenção da RFCM (cf. Anexo B), que é uma rede baseada em múltiplos retransmissores de feixes hertzianos, com largura de banda de 155 MB, mas que se encontra sem uma capacidade de resposta imediata a falhas, por não ter contrato de manutenção. Na região de Lisboa existe um anel em Fibra Ótica (FO) a 10 GB que interliga as principais unidades da Região de Lisboa<sup>38</sup>, entre as quais o CDD, o EMGFA, a Marinha, o Exército e a Força Aérea.

Ainda sob a sua responsabilidade, encontra-se a Interligação que efetua uma filtragem de todo o tráfego que passa entre os vários Ramos, que em 2005 foi sujeito a protocolo estabelecendo as regras de tráfego, assinado por todos os intervenientes (Neves, 2014).

O CD encontra-se bem equipado, com espaço de crescimento para mais seis bastidores, capacidade de energia e arrefecimento sobrando, controlo de acessos, videovigilância e as condições essenciais que um CD deve possuir. Não efetua *Backups offsite*, não possui caminhos de cabos redundantes para saída do edifício e não dispõe de Plano de DRP.

Do ponto de vista organizacional, o EMGFA não dispõe de Autoridade Técnica sobre os Ramos, obedecendo à política integradora do MDN, cabendo-lhe no entanto a definição da arquitetura, sistemas e especificações técnicas, tendo em vista a coerência, a

---

<sup>36</sup> Encontra-se numa fase inicial da consolidação de servidores, dado que apenas no final de 2013 adquiriu uma solução de virtualização para os servidores.

<sup>37</sup> Algumas das salas técnicas têm acesso dedicado à Internet, independente do EMGFA.

<sup>38</sup> Denominada “Interligação”.



normalização de equipamentos e a promoção da interoperabilidade sistémica das FA com organizações externas; das redes classificadas.

Dispõe de uma capacidade de *helpdesk* para suporte aos serviços locais.

### **Marinha**

A Marinha possui dois CD principais, possuindo depois dez salas técnicas secundárias (Comando Naval (CN), Comando da Zona Marítima do Norte (CZMN), Comando da Zona Marítima do Sul (CZMS), Comando da Zona Marítima da Madeira (CZMM), Comando da Zona Marítima dos Açores (CZMA), Direção de Abastecimentos (DA), Direção de Navios, Escola de Tecnologias Navais (ETNA), Escola Naval (EN) e Escola de Fuzileiros (EF)). Todos os serviços são disponibilizados também à Autoridade Marítima (AM) de forma centralizada.

Toda a componente de sistemas administrativos dos CD já se encontra consolidada através da virtualização. As Fragatas, Submarinos e Corvetas encontraram na virtualização as vantagens de redução de espaço necessário, a diminuição do número de servidores necessários e de interferências entre serviços, a disponibilidade e qualidade de serviço que esta confere, dado poder passar uma máquina virtual para outro servidor de forma automática, em caso de avaria de *hardware*. Possui uma arquitetura que lhes permite funcionarem autonomamente quando se encontram a navegar, recebendo os serviços via *Satellite Communications* (SATCOM)<sup>39</sup>, ligando-se novamente à rede para sincronizar os serviços quando atracam em qualquer porto do Continente, Açores ou Madeira, situação que permite grande flexibilidade e agilidade.

A Marinha possui uma ligação à Internet a 200 MB, centralizada, permitindo que quer os Navios quer as unidades em terra, efetuem a sua ligação a partir de um único ponto.

A função informática encontra-se centralizada na componente de infraestrutura, de comunicações e na componente de disponibilização de serviços, e semi-centralizada nas componentes de desenvolvimento e administração, mas encontra-se descentralizada relativamente à aquisição de material do âmbito da microinformática<sup>40</sup>.

Toda a comunicação com os restantes Ramos, EMGFA, Madeira e Açores é

---

<sup>39</sup> No caso das Fragatas e dos Submarinos, através de comunicações Satélite, utilizando a ligação da estação Satélite da Fonte da Telha.

<sup>40</sup> Incluindo o *Software* de apoio ao do utilizador.



efetuada através da RFCM, possuindo ainda ligações através de VPN a partir do CD principal, para todas as Capitânicas e Delegações Marítimas através de operador público, como redundância ao circuito da RFCM, dado que todos os serviços se encontram centralizados.

A Marinha já dispõe de uma *Initial Operational Capability* (IOC) da solução de DRP entre os dois CD<sup>41</sup>. Relativamente a este sistema importa-nos realçar as vantagens da deduplicação relatadas, garantindo quer uma menor necessidade de espaço de armazenamento, quer uma baixa carga na transferência de dados entre os CD, conseguindo-se assim uma capacidade de DRP mesmo com larguras de banda mais reduzidas (Rodrigues, 2014).

Dispõe de um *ServiceDesk* centralizado para suporte a todos os serviços SI e TIC<sup>42</sup>, às unidades internas, aos navios, à AM, e aos utilizadores que se interligam aos Órgãos de Polícia Criminal (OPC) que se ligam com a AM. Efetua monitorização da disponibilidade de todos os serviços a partir de um único ponto centralizado, e acompanha o seu restabelecimento a partir das salas de operações.

A Marinha necessita de pessoal com valências nos principais serviços, dado que tem que garantir o suporte local aos Navios, pelo que as plataformas que fornecem serviços se encontram normalizadas, quer a bordo dos Navios quer em Terra.

Constata-se através da análise da comparação entre uma solução de servidores físicos e virtuais, de uma solução edificada na Marinha, que a ferramenta de virtualização representa além das mais-valias em termos de agilidade e flexibilidade, uma redução de custos (Anexo C). A literatura aponta benefícios adicionais em termos de redução de consumos elétricos, de espaço e de administração que não foram aqui contabilizados, por não existirem registos que façam a distinção entre consumos por bastidor independentes da restante instalação elétrica.

### **Exército**

O Exército possui dois CD principais, dispendo ainda de algumas salas técnicas regionais de menores dimensões, além de espaços técnicos nas suas diversas Unidades / Estabelecimentos / Órgãos (U/E/O), do norte ao sul do País.

---

<sup>41</sup> Possui uma ligação a 1 GB entre os centros de dados, e uma ligação redundante a 384 MB garantido por Feixes Eletromagnéticos.

<sup>42</sup> Este serviço já dá suporte à Marinha e à AM, transversalmente a todos os serviços em todas as componentes, infraestrutura física, comunicações, aplicações, bases de dados e estações de trabalho.



A virtualização é um caminho que vem a ser seguido há alguns anos, continuando o seu progresso, no sentido de o estender a mais serviços, dados os benefícios da redução de custos de *hardware* necessária.

A ligação à Internet encontra-se descentralizada em cada U/E/O.

A função informática ainda se encontra descentralizada, não permitindo alcançar todos os benefícios da centralização da gestão, quer ao nível dos equipamentos quer dos serviços.

Privilegia as comunicações através das infraestruturas militares (RFCM), não necessitando de despender recursos com comunicações entre as suas U/E/O. À medida que as comunicações foram evoluindo para larguras de banda maiores, concentrou os seus SI num número mais restrito de salas técnicas, garantindo através de uma arquitetura apropriada, o funcionamento local das principais aplicações (Reis, 2014).

Um dos fatores que distingue o Exército dos restantes Ramos é, a sua dispersão pelo interior do país e a sua organização territorial, utilizando as infraestruturas da RFCM para interligação entre as suas U/E/O, algumas das quais apenas dispõem de uma largura de banda de 2 Mbps ou menos, para aceder a todos os serviços. Entre algumas salas técnicas e o CD principal existem ligações redundantes.

O correio eletrónico encontra-se descentralizado a nível regional e tem uma importância primordial, dada a coordenação diária das principais atividades, através deste serviço.

O CD central encontra-se bem equipado e existem ferramentas de *backup* a serviços críticos descentralizadas ao nível Regional, sendo utilizada a deduplicação no CD principal. Existe um procedimento de cópias *off-site* do CD principal. Encontra-se programada a implementação de DRP, dos serviços já centralizados, entre CD no Ramo.

Para troca de dados com os Açores, Madeira e com os outros Ramos, utiliza as infraestruturas da RFCM.

Possuiu ainda um centro de *helpdesk* para apoio a alguns serviços que são disponibilizados centralmente.

### **Força Aérea**

A Força Aérea encontra-se num processo de grande transformação, tendo iniciado há algum tempo a consolidação dos CD, encontrando-se com mais de 75% dos serviços em servidores virtualizado. Possui um CD principal, um CD alternativo e seis salas técnicas,



número este que tem vindo a diminuir com a centralização dos serviços.

O acesso à Internet encontra-se descentralizado, possuindo uma ligação de 150 MB a partir do CD.

Toda a função informática se encontra centralizada, quer em termos de aquisição de material informático quer em termos de disponibilização de serviços, conferindo esta capacidade uma grande flexibilidade na gestão das TIC.

As salas técnicas encontram-se dispersas pelo país<sup>43</sup>, alojando serviços locais e pequenos servidores departamentais, existindo ligações ao CD principal via *Virtual Private Network*<sup>44</sup> (VPN), a partir do qual são disponibilizados os serviços administrativos, como o correio eletrónico, páginas de Intranet e Internet<sup>45</sup>, bem como outros serviços que já se encontram centralizados.

Para troca de dados com os Açores e restantes Ramos, utiliza as infraestruturas da RFCM.

Possui um CD bem equipado, com todas as condições. Tem espaço disponível para um elevado número de bastidores, capacidade de expansão, bem como energia e capacidade de arrefecimento sobrantes. Não dispõe de operador de Internet alternativo.

Efetua *Backups offsite* no CD alternativo, onde pretende colocar os dados quando edificar a capacidade de DRP entre CD.

A Força Aérea possui um *helpdesk* centralizado que dá suporte a toda a área da microinformática (Gorgulho, 2014).

### **OTAN**

O caminho percorrido pela OTAN tem sido no sentido da virtualização de servidores e da consolidação que esta proporciona, contribuindo para a redução do espaço necessário, do consumo de combustível, do investimento necessário e do consumo de energia. Foi utilizada pela primeira vez no teatro de operações do Afeganistão em 2011, com grandes vantagens reconhecidas (Shaanji, 2011).

---

<sup>43</sup> Base Aérea nº1, Base Aérea nº2 da Ota, Base Aérea nº4 das Lajes - Açores, Base Aérea nº6 Montijo e Base Aérea de Montreal

<sup>44</sup> Circuito alugado a operador público, que garante comunicações ponto a ponto, ou multiponto-a-multiponto.

<sup>45</sup> Possui ligação à Internet Centralizada com ligação a 150 MB, e ligação das várias unidades ao centro de dados principal com larguras de banda diferenciadas, consoante o número de utilizadores que tem em cada unidade.



### **Estados Unidos da América**

Embora possuidores de uma outra realidade, salienta-se o facto de a Marinha americana ter iniciado em 2013 um programa considerado agressivo, de virtualização de todos os servidores e aplicações até final de 2017 no sentido de reduzir custos (Halvorsen, 2014). Também no Exército americano foi iniciado um projeto de virtualização de grande escala, para estações de trabalho e aplicações, respeitando uma arquitetura de segurança (Ferrell, 2014). No que se refere à consolidação de CD, existe desde há vários anos uma iniciativa federal para a consolidação e redução de custos (*Federal Data Centre Consolidation Initiative - FDCCI*) que visa diminuir o número de CD e a sua estrutura de custos. (Department of the Navy, 2012)

#### **c. A Disponibilização de Serviços e as Comunicações**

O CDD, referido anteriormente, disponibiliza diversos serviços transversais a todos os Ramos (caso do SIG e gestão de bibliotecas) e fornece serviço de *helpdesk*. Tem condições para aproveitar todo o conhecimento já existente e disponibilizar mais serviços transversais (Coelho, 2014).

O EMGFA encontra-se num processo de centralização de alguns serviços, mantendo outros descentralizados. Interliga-se com as suas unidades, quer através da RFCM quer por ligações dedicadas suportadas em VPN de operador de telecomunicações (Salgado, 2014).

A Marinha dispõe já de todos os serviços centralizados, utiliza as suas infraestruturas e as da RFCM para comunicar com as suas unidades, possui redundância por VPN de operador de telecomunicações para todas as Capitánias e Delegações Marítimas do Continente. Troca informação com os outros Ramos através da Interligação (Neves, 2014).

O Exército encontra-se numa fase de consolidação e, já migrou os seus serviços transversais para um número mais reduzido de salas técnicas<sup>46</sup>, garantindo no entanto uma capacidade local em cada sala técnica de modo descentralizado, dado que possui uma baixa largura de banda entre muitas das suas U/E/O e as salas técnicas ou o CD. Efetua a comunicação entre as suas unidades, essencialmente suportado na RFCM, possuindo igualmente algumas ligações por VPN de operador de telecomunicações, em locais com

---

<sup>46</sup> Salas técnicas regionais



maior criticidade de dados. Ainda dispõe de vários servidores de correio eletrónico, bem como de outros serviços descentralizados (Reis, 2014).

A Força Aérea encontra-se a centralizar todos os serviços, garantindo a grande maioria dos serviços já centralizados. Utiliza não só a infraestrutura da RFCM, como também ligações ponto a ponto entre as suas principais U/E/O e o seu CD (Gorgulho, 2014).

#### **d. Síntese Conclusiva.**

Em termos de enquadramento legal constatámos que é à SG/MDN que cabe a implementação das políticas para toda a área dos SI e TIC no universo da DN. Cabe-lhe ainda propor as orientações para a integração de SI/TIC em colaboração com as FA, garantindo a sua articulação com os SI de Comando e Controlo (C2).

Ao EMGFA cabe definir as arquiteturas, sistemas e especificações técnicas, contribuindo para a promoção de interoperabilidade dos sistemas nas FA, em coordenação com o MDN e em observância da política integradora definida pelo ministério.

Aos Ramos e dentro das suas missões, cabe a autoridade técnica e autoridade funcional, em observância da política integradora estabelecida pelo MDN<sup>47</sup>.

Assim, da análise das leis orgânicas das organizações focadas neste trabalho, conclui-se que, ainda que a autoridade técnica dos Ramos possa causar alguns constrangimentos em termos de flexibilidade, não existe qualquer inconsistência, pelo que não se considera que daqui advenham obstáculos à implementação de políticas transversais.

Relativamente ao governo das TIC, também se constata que existem instrumentos de governo suficientes, tendo-se identificado dois instrumentos de gestão estratégica o CPASI para coordenação entre o MDN e as FA e o CCAO no âmbito da coordenação entre o EMGFA e os Ramos das FA.

Os CD encontram-se todos em processo de consolidação, e de centralização da maioria dos serviços (exceto o Exército que ainda tem algumas políticas de serviços descentralizados), no entanto a maior parte dos centros de dados ainda não se encontra otimizado, em termos de minimização dos consumos energéticos, e apenas é aplicado o conceito, defendido na literatura, de corredores quentes e frios, no CD principal da Força

---

<sup>47</sup> Na Lei Orgânica da Força Aérea, “estranhamente”, não se encontra a frase “em observância da política integradora definida pelo ministério”, existente nas Leis Orgânicas dos outros Ramos e do EMGFA.



Aérea.

Nem todos os CD dispõem das condições de redundância e, das arquiteturas de escalabilidade previstas, mas para os níveis de qualidade de serviço necessário e tráfego gerado pelos serviços atualmente disponibilizados, não existe qualquer degradação da qualidade ou disponibilidade dos serviços. Em todos os CD foi constatada existência de espaço físico e alguma capacidade de processamento sobrando. Os Ramos que já iniciaram a implementação de DRP já dispõem de capacidade de processamento e armazenamento adicional, de modo a comportar a reabilitação de alguns serviços críticos.

A virtualização é uma realidade incontornável em todos os Ramos das FA e no EMGFA (que ainda se encontra em fase inicial), com benefícios identificados em termos de redução de custos e de potenciação da consolidação, quer dos servidores quer dos CD, corroborando as vantagens identificadas na revisão da literatura.

Foram encontradas abordagens diferenciadas dos Ramos nas políticas de gestão de serviços TIC e no apoio ao utilizador, que na sua maioria ainda não é transversal e não se encontra integrado à exceção da Marinha, onde este processo já se encontra implementado.

Embora exista largura de banda suficiente entre os CD principais de todos os Ramos, as arquiteturas de comunicações entre os CD e as U/E/O dos Ramos é diferenciada, com alguns utilizadores finais (essencialmente do Exército e no EMGFA) a não disporem de larguras de banda suficiente para acesso a todos os serviços centralizados, podendo ser necessário o redimensionamento das ligações antes da centralização de mais serviços.

O CDD já disponibiliza serviços transversais a todos os Ramos e tem condições para disponibilizar mais serviços partilhados, aproveitando a experiência já existente e a capacidade de suporte a esses serviços.

Constata-se igualmente que, quer na NATO quer nos EUA o caminho da virtualização é inquestionável, como garante da consolidação de servidores, da redução do número de CD e de custos com os SI e as TIC.

Julgamos assim, neste capítulo, ter confirmado as H1 e H2, o que nos permitiu responder à QD1: **“Qual o papel da virtualização na consolidação dos centros de dados?”**. Confirmamos ainda a H6 e H8 que conjuntamente com outras H contribuirão para responder a mais QD.



### **3. Avaliação da Situação**

Neste capítulo efetuaremos a análise das entrevistas e dos questionários efetuados, procurando sempre que possível cruzar a informação de várias fontes, de modo a obter uma maior confiança nas análises efetuadas.

#### **a. Análise dos Dados**

Da análise das entrevistas e questionários efetuados, chegamos às seguintes conclusões:

O modo de acesso à Internet não se encontra uniformizado nos Ramos, encontrando-se em alguns casos centralizado (CDD, Marinha e Força Aérea) e noutros descentralizado (EMGFA e Exército). No que concerne a esta questão, considera-se que existe vantagem na centralização da ligação à Internet, garantindo-se assim centralmente o controlo e a segurança de toda a navegação, reduzindo-se o número de locais a controlar e consequentemente o número de equipamentos de segurança necessários, ao mesmo tempo que facilita a coerência e o controlo sobre as políticas de segurança. Como desvantagem identifica-se a necessidade de comunicações em todas as unidades e maior largura de banda entre cada U/E/O e os CD, situação que poderá trazer custos adicionais.

#### **Centralização de Serviços**

As políticas maioritariamente em vigor nos Ramos apontam para concentrar os serviços num número reduzido de CD e salas técnicas, mas dentro do Ramo, sendo que o Exército ainda tem como política manter alguns serviços distribuídos regionalmente. Esta situação é corroborada pela arquitetura dos sistemas que se encontra implementada, e pelo acesso à Internet que se encontra descentralizado.

No respeitante à necessidade de alguns serviços continuarem a correr localmente, existe um maior consenso, nomeadamente o serviço de partilha de ficheiros, serviços de impressão, serviços de diretório e aplicações de utilização local, exceto na Força Aérea, que defende a centralização e já centraliza todos estes serviços. Sobre os serviços operacionais, é unânime que estes terão obrigatoriamente que continuar a correr no Ramo e em locais específicos.

Não existe uma posição unânime quanto aos serviços que podem ser partilhados centralmente, nem relativamente aos serviços candidatos nem ao local onde deveriam ser partilhados. Ainda assim, o consenso aumenta se o CD de partilha estiver sob a alçada do



EMGFA. Os serviços que maior consenso geram são a gestão documental, o correio eletrónico e as comunicações unificadas, embora o Exército se oponha relativamente ao correio eletrónico, por considerar que se trata de informação com grau de classificação de segurança “Reservado”. São apontadas vantagens por todos os inquiridos quanto à rentabilização de infraestruturas no caso da centralização, se os serviços administrativos transversais aos Ramos forem partilhados num CD, no entanto, quando confrontados com a colocação desses serviços no CDD, apontam alguns obstáculos e dificuldades, como a política do Ramo, as dependências funcionais em caso de necessidade urgente de reposição de serviços, a utilização de tecnologias diferenciadas ou a criticidade dos serviços para o desempenho do Ramo.

Quando questionados se as dificuldades identificadas poderão inviabilizar a centralização de mais serviços, a resposta é afirmativa (unanimidade), embora considerem as mais-valias relevantes e, com uma expressão entre 5 a 30% relativamente aos gastos anuais em aquisição, licenciamento, manutenção e suporte de TIC.

Sobre o valor global do orçamento em SI e TIC<sup>48</sup>, não foi possível distinguir concretamente quais as verbas totais, afetas apenas aos SI administrativos, dado que são fornecidos os números relativamente a todos os investimentos em SI e TIC, que englobam também, aquisição de computadores, de comunicações, software, segurança, manutenção e infraestruturas. Os investimentos e contratos de manutenção destes SI administrativos numa estimativa aproximada poderão representar uma fatia em termos médios, entre 5 e 20% do orçamento.

### **Virtualização de Servidores**

A virtualização já é utilizada por todos os Ramos, pelo EMGFA e pelo CDD, sendo que se encontram em fase diferentes do processo de consolidação, com o CDD, a Marinha e a Força Aérea já com mais de 75% de toda a consolidação efetuada e, o Exército com o seu CD principal com mais de 75% já consolidado. O EMGFA iniciou recentemente esse processo, dado que apenas no ano passado adquiriu equipamentos. Sobre o papel da virtualização na consolidação de servidores e dos CD constata-se a existência de posição unanime, contribuindo para a rentabilização do *hardware* e redução do número de servidores, para uma maior flexibilidade e redução do tempo de disponibilização de um

---

<sup>48</sup> Foi relatado um valor total na ordem dos 10.000.000,00 €, em 2013.



novo servidor, para a redução dos custos de aquisição e manutenção do *hardware* (cf. Anexo B), bem como nas melhorias da qualidade do serviço, disponibilidade e facilidade de administração. Consta-se assim que as FA também identificam as vantagens da virtualização relatadas na revisão da literatura.

Sobre as principais fraquezas ou condicionalismos da virtualização, surgem como pontos mais aceites, a maior criticidade do *hardware* e *software*, a necessidade de recursos humanos mais qualificados, surgindo ainda a complexidade tecnológica e a necessidade de redimensionamentos dos Centros de Dados, como pontos menos relevantes.

Além de pequenas aplicações legadas sem expressão, não foram relatadas dificuldades com a virtualização de qualquer serviço administrativo disponibilizado localmente pelos Ramos.

Relativamente a contratos de manutenção anuais de servidores relativo a *hardware* e *software*, são relatados pelos Ramos e pelo EMGFA em conjunto, cerca de 200.000,00 €, representando uma fatia relativamente baixa do orçamento, na ordem dos 2%.

### **Centros de Dados**

O CDD e o EMGFA não dispõem de um CD alternativo, contrariamente aos Ramos. No caso da Marinha e da Força Aérea, já se encontra iniciada a implementação de soluções de BCP no CD alternativo, estando prevista a sua edificação também no Exército. A deduplicação já é utilizada em todos os Ramos e no CDD, contribuindo para a consolidação do armazenamento de dados e para a diminuição do tráfego de dados nas redes. Os CD do CDD, do EMGFA e dos Ramos não se encontram otimizados e existem pequenas situações que carecem de correção, (e.g. redundância de caminhos de acesso ao CD) estando o da Força Aérea já mais avançada na otimização dos consumos.

Das visitas aos principais organismos e da informação recolhida, constata-se que o CDD é um CD que administra os sistemas aplicativos e de bases de dados da defesa, no âmbito dos sistemas de informação de gestão, garantindo o apoio centralizado destes sistemas aos utilizadores dos Ramos, em que apenas é tratada informação sem qualquer classificação de segurança<sup>49</sup>.

Consideramos que tem todas as condições exigidas a um CD e, possui capacidade sobrança para se poder aí alojar sistemas transversais ao MDN, cujos dados não tenham

---

<sup>49</sup> De referir que se sujeito a pequenas alterações poderá passar a disponibilizar informação até Reservado.



qualquer classificação de segurança.

Os CD dos Ramos, embora não se encontrem otimizados e necessitem de pequenas alterações, têm as condições mínimas necessárias e suficientes, que qualquer CD deve ter, de acordo com as boas práticas e doutrina em vigor, existindo capacidade de expansão em todos eles.

A disponibilização do SIG em suporte a todos os Ramos, constitui-se como o primeiro exemplo de serviços partilhados e constitui uma base do modelo que poderá ser alargado a mais serviços.

Relativamente ao alojamento de mais serviços a situação é mais complexa, dado que para vários serviços iguais os processos são diferentes, tendo cada Ramo a sua ferramenta de trabalho, pertencente a um fabricante diferente, não permitindo retirar partido das sinergias que se poderiam obter com a centralização de um processo, de que o caso da Gestão Documental é o exemplo mais flagrante. Todos os organismos têm ferramentas diferentes.

Constatou-se que existem no entanto algumas ferramentas semelhantes entre os Ramos, como a ferramenta de *helpdesk* que é a mesma para a Marinha, Força Aérea e CDD, pese embora a filosofia da sua utilização não seja uniforme, poderá ser compatibilizada, aproveitando os vários processos já definidos e implementados por cada entidade, dado que por base se encontra a norma ISO 20000<sup>50</sup> e o *Information Technology Infrastructure Library (ITIL)*<sup>51</sup> que todos seguem.

### ***Business Continuity Plan / Disaster RecoveryPlan***

É opinião de todos os entrevistados que o BCP constitui uma vantagem para as organizações, dado que identifica além dos riscos, os processos e procedimentos a efetuar para mitigar a indisponibilidade dos serviços críticos e manter a capacidade de continuar as atividades do negócio.

O BCP não tem a mesma maturidade em todos os Ramos, encontrando-se a Marinha e a Força Aérea já com a IOC criada. O EMGFA ainda não tem planos de DRP definido para o seu CD.

Relativamente ao DRP este encontra-se num estado de maturidade mais avançado e

---

<sup>50</sup> É uma norma da *International Organization for Standardization (ISO)* que se foca na gestão da qualidade do serviço de TI e na gestão de Serviços de TI.

<sup>51</sup> O ITIL é um conjunto de boas práticas a serem aplicadas na gestão do ciclo de vida dos Serviços de TI.



já quase todos os Ramos identificaram ou implementaram esta capacidade.

Para a criação de uma capacidade de DRP entre CD é necessário criar as condições no CD alternativo em termos de infraestrutura, de comunicações (onde a largura de banda tem um papel fulcral) e dados. Ainda assim, dada a importância de muitos serviços já disponibilizados, a perda total traria perdas em alguns casos irremediáveis, com custos muito mais avultados que os investimentos necessários.

Constata-se que o DRP apenas é efetuado atualmente entre CD do mesmo Ramo, não existindo nenhum CD de um Ramo a replicar para outro CD de outro Ramo. Como principais constrangimentos relatados à implementação de DRP entre CD fora do Ramo, são identificados as políticas e sistemas diferenciados existentes nos Ramos e os custos com a adequação e compatibilização dos CD, como os fatores que mais dificuldades deverão levantar. Esta situação é ainda agravada pela não existência de uma ferramenta comum entre os Ramos, que poderia trazer ganhos acrescidos.

Os modelos de DRP mais aceites como adequados às FA são o *Cold Site* e o *backup* mútuo, enquanto os serviços mais críticos que são necessários salvar são os serviços transversais ao MDN.

Sobre os tempos de reposição de dados não foram identificados serviços críticos que necessitassem de menos de quatro (4) horas.

Relativamente à capacidade total necessária de dados a proteger a estimativa total aponta para 60 a 80 TB.

### **b. Caminho Ainda a Percorrer**

Os Ramos, o EMGFA e o CDD encontram-se em níveis de maturidade diferenciados, não defendem políticas de serviços uniformes, utilizam modelos de suporte diferenciados, tecnologias na sua maior parte diferente, e têm uma cultura de gestão de incidentes em alguns casos ainda diferenciada.

A virtualização é uma realidade incontornável, mas com níveis de implementação não homogêneos e ainda com capacidade de evolução.

A consolidação dos CD é um objetivo comum, mas ainda nem todos atingiram a concentração dos serviços num número suficientemente pequeno a que pretendem chegar, nem todos adotaram ainda a deduplicação.

Relativamente ao BCP o processo encontra-se bastante atrasado, e apenas três organizações iniciaram a implementação de DRP.



A política de serviços não se encontra uniformizada na DN, existindo serviços administrativos que ainda correm de forma descentralizada, essencialmente no EMGFA e no Exército, havendo necessidade de bastante trabalho ainda nesta área.

Embora o PAS se constitua como uma oportunidade para que se venham a definir políticas comuns entre os Ramos, é necessário ir mais longe e definir processos e tecnologias comuns, nos novos sistemas a edificar, no sentido de se criarem gradualmente níveis de compatibilidade maiores e proporcionar crescentes níveis de integração de tecnologias, criando condições mais propícias à centralização de serviços.

Não existem na maioria das situações, processos definidos e procedimentos expeditos acordados, que incluam os tempos de resposta ou de reposição de serviços em funcionamento, exceto na Marinha e no CDD, com a Força Aérea já também com esse processo em funcionamento, para as áreas da microinformática e das aplicações.

O ITIL e a ISO 20000 terão um papel importante a desempenhar no processo de centralização, devendo constituir-se numa política a ser seguida por todos os intervenientes, sendo necessária uma correta definição, uniformização e comunicação de todos os processos centralizados ao universo dos utilizadores.

Não existem processos uniformizados relativamente ao mesmo serviço, exceto no caso do SIG, sendo ainda necessário muito trabalho de normalização de processos até se conseguir uniformização para partilhar serviços comuns adicionais.

### **c. Quais os Principais Obstáculos?**

Constata-se que as políticas dos Ramos não estão totalmente alinhadas com os serviços partilhados, nem com os serviços partilhados ou consolidação dos serviços administrativos num CD único.

De acordo com as entrevistas efetuadas (Melo, 2014), (Gorgulho, 2014), (Reis, 2014), os maiores entraves poderão advir da falta de adesão dos Ramos à centralização de dados no CDD, que não sendo classificados, poderão conter informação sensível. Este aspeto poderá constituir um entrave à maior centralização de serviços.

Da informação apurada conclui-se que apenas recentemente começaram a ser emanadas políticas transversais concretas da SG/MDN e apenas relativamente à utilização da virtualização.

Relativamente aos centros de dados, apesar de estarem previstas medidas no PAS alinhadas com as da RCM 12/2012, não existem ainda orientações específicas sobre as



políticas a serem seguidas, indo a prioridade para a definição da arquitetura, que se pretende alinhada com a AP e com a NATO, situação de alguma complexidade.

A Força Aérea não possui uma AD compatível com a AD dos restantes Ramos e com a do CDD. A falta de um domínio comum às FA, não constituindo um obstáculo inultrapassável, constitui-se como um constrangimento, que retira flexibilidade a uma maior e mais rápida capacidade de integração e, essencialmente retira agilidade a qualquer processo de mudança que se pretenda efetuar.

A centralização de serviços, tem a montante a necessidade de criação de condições para que todas as unidades tenham capacidade de acessos com a largura de banda apropriada até ao CD, situação que ainda não existe na totalidade e que poderá trazer alguns custos adicionais para a sua edificação.

A centralização poderá no entanto trazer novos desafios a ultrapassar, relativamente à qualidade dos serviços prestados centralmente. As U/E/O mais afastadas dos centros de dados principais, passam por um maior número de segmentos de comunicações até chegarem ao CD e estão assim mais sujeitas a interrupções e a ficar sem acesso aos serviços centralizados, tornando o processo de definição de SLA mais crítico.

Estes processos terão de ser definidos com a colaboração dos Ramos e do EMGFA, o que constituirá mais um desafio a ultrapassar. Neste capítulo o levantamento de processos é o aspeto fundamental, tendo que existir o envolvimento de todos os intervenientes, de todas as áreas de apoio (contemplar todas as áreas de resolução de incidentes e problemas de todos os Ramos, por serviço) para se conseguirem contemplar todas as situações no processo, atribuindo responsabilidades de forma normalizada, que permitam o seu mapeamento nas ferramentas de suporte, para se conseguir automatização.

#### **d. Síntese Conclusiva.**

Em termos de análise dos dados constatamos assim que a política de centralização de serviços num número reduzido de CD dentro do Ramo já se encontra em curso nas FA, embora ainda exista espaço para maior centralização.

Não foram relatados serviços que não possam ser virtualizados no entanto, apesar de todos concordarem com as vantagens da disponibilização de serviços centralizados, não existe consenso quanto aos serviços que podem ser disponibilizados centralmente, existindo apenas consenso quanto à gestão documental e às comunicações unificadas e, menor consenso quanto ao correio eletrónico. Constatou-se que não existe uniformização



nem de processos, nem de ferramentas de suporte entre os Ramos, exceto relativamente às comunicações unificadas (que é igual em todos os organismos), ao correio eletrónico, em que quase todos os organismos utilizam o Exchange, e ao *helpdesk* em que já existem três organismos que utilizam a mesma ferramenta.

Relativamente à virtualização, embora já todos os Ramos a utilizem, ainda existe espaço para novas consolidações. Foram enumeradas diversas vantagens que esta vem trazer, corroborando parte das vantagens referidas na literatura, como a rentabilização do *hardware*, a maior flexibilidade, disponibilidade e facilidade de administração, além da redução de custos de manutenção, de *hardware* e de consumo energético, pela redução do número de servidores físicos.

Da análise da informação recolhida relativamente aos CD constatámos que estes na generalidade ainda não se encontram otimizados, todos têm alguma capacidade de crescimento em termos de espaço físico e todos têm a condições mínimas operacionais requeridas. Relativamente à utilização de BCP e deduplicação estão ainda num estágio embrionário. No que se refere ao DRP para um CD alternativo, este processo está mais avançado, existindo já vários IOC entre CD do mesmo Ramo. O CDD além de possuir um vasto espaço disponível, já centraliza desde 2004 o SIG, disponibilizando o serviço a todos os Ramos. Apesar de existir capacidade de processamento sobranse e serviços de rede disponíveis, foram identificados como os principais constrangimentos ao DRP entre CD de outros Ramos, as diferentes políticas e a não existência de ferramentas comuns.

Validamos assim a H3 e H4 do primeiro capítulo, que nos permite responder à QD2: **“Que novos serviços atualmente existentes nos Ramos, podem ser disponibilizados a partir do Centro de Dados da Defesa, virtualizados?”**.

Validamos igualmente as H5, que conjugada com a H6 validada no capítulo anterior, nos permite responder à QD3: **“Quais condicionalismos e mais validas da adoção da virtualização no centro de dados?”**.

De igual modo, a validação da H7 conjugada com a H8, validada no capítulo anterior, permite responder à QD4: **“Quais os desafios da criação de uma capacidade de DRP entre centros de dados?”**.



### Conclusões

As conclusões pretendem apresentar uma revisão do procedimento efetuado nos capítulos anteriores, identificar novos contributos para o conhecimento e tecer algumas considerações de ordem prática sobre pistas que poderão ser seguidas no sentido de contribuir para uma maior cultura de serviços partilhados na DN.

#### a. Revisão do Procedimento Efetuado

A QC efetuada: “Que papel poderá ter a virtualização de centros de dados na estratégia da Defesa?” constituiu a linha orientadora seguida ao longo do presente TII, tendo sido respondida através da validação das H e respostas às QD apresentadas nas sínteses conclusivas ao longo dos vários capítulos.

No primeiro capítulo, através da revisão da literatura identificamos vários autores a defender que a virtualização é uma tecnologia relevante para a consolidação de servidores e para a consolidação dos CD, pela contribuição para a redução do número de servidores físicos e conseqüente redução de espaço ocupado. Vimos também que contribui para uma menor produção de calor, uma redução dos custos com o consumo de energia, quer dos servidores quer de arrefecimento e, para facilitar o DRP, pela independência do *hardware* que proporciona. Vimos ainda que a virtualização quando associada à deduplicação contribui para facilitar o processo de DRP.

Relativamente aos CD, identificamos na literatura um vasto conjunto de requisitos que poderão levar à otimização e consolidação, quer em termos de desempenho, fiabilidade e disponibilidade, quer para a redução dos custos de investimento e de arrefecimento.

Identificamos ainda a importância da escalabilidade das arquiteturas tecnológicas, com foco nas redes e nos SI, que, se respeitadas e harmonizadas, podem contribuir para a manutenção da qualidade dos serviços, quando sujeitos a uma maior pressão do tráfego de dados.

No que concerne ao BCP e DRP, identificamos a importância crescente que o tema tem vindo a merecer, com a centralização de um número cada vez maior de serviços, num número cada vez mais reduzido de CD.

No segundo capítulo analisamos o enquadramento legal do MDN e das FA, onde concluímos que, ainda que a autoridade técnica dos Ramos possa causar alguns constrangimentos em termos de flexibilidade nas decisões, não existe qualquer inconsistência, pelo que não se considera que daqui advenham obstáculos à implementação



de políticas transversais. Identificamos igualmente a existência de ferramentas de governo, de TIC, nomeadamente o CPASI e o CCAO.

Das visitas aos CD, constatamos que se encontra em curso a consolidação de servidores utilizando a virtualização por todos os Ramos das FA, pelo EMGFA e pelo CDD, sendo reconhecida transversalmente a sua mais-valia, principalmente na redução de custos que proporciona, na consolidação dos CD, e ainda na mais-valia para as soluções de DRP, corroborando as vantagens identificadas na literatura.

Identificamos que as políticas de disponibilização de serviços TIC e o apoio aos utilizadores não são iguais em todos os Ramos, que na sua maioria não é ainda transversal, não se encontra integrada e que nem todas as U/E/O tem a larguras de banda de acesso suficientes, para poderem aceder aos serviços disponibilizados centralmente.

No terceiro capítulo e, decorrente da análise das entrevistas, constatamos que todos os serviços disponibilizados pelos Ramos se encontram virtualizados, no entanto não existe um forte consenso relativamente aos serviços que devam ser centralizados. Constatamos que a implementação de um BCP é reconhecido como extremamente relevante, pela criação da capacidade de recuperação de sistemas num curto espaço de tempo em casos de falha grave ou catástrofe, situação que cria assim um elevado impacto na organização, corroborando a perspetiva da documentação analisada. No entanto apenas encontramos uma IOC na Marinha e na Força Aérea.

Também para o caso do DRP todos os Ramos manifestaram preocupação, no entanto, em alguns casos apenas está planeado e apenas entre CD do mesmo Ramo.

Relativamente a alguns serviços atualmente a correr nos Ramos, é opinião geral que poderão ser centralizados, no entanto identificamos que as políticas dos Ramos não se encontram alinhadas com a disponibilização de serviços partilhados, situação esta que poderá causar alguma resistência à centralização.

Atualmente ainda existem poucas políticas estabelecidas transversalmente para que as tecnologias sejam uniformizadas, existindo sistemas triplicados e quadruplicados assentes em tecnologias diferenciadas, tornando-se mais difícil a sua compatibilização e possível centralização futura. Por outro lado, constata-se do cruzamento dos dados, que existe autoridade técnica nos Ramos que não se encontra devidamente sincronizada, com a centralização e com os requisitos de serviços partilhados, identificando-se aqui ainda um grande trabalho a desenvolver por parte da SG/MDN em coordenação com o CEMGFA e com os Ramos. Estes aspetos poderão constituir-se como obstáculos à centralização, à



uniformização e a maiores níveis de redução de custos, no médio e no longo prazo.

As eventuais restrições à criação de uma capacidade de DRP entre CD são essencialmente organizacionais<sup>52</sup>, uma vez que tecnicamente<sup>53</sup> não existem limitações, apesar de ser necessário algum investimento em *hardware* no CD alternativo. A compatibilização de processos e de tecnologias poderá representar uma mais-valia adicional, em termos de redução de custos de flexibilidade e de agilidade da organização, ainda assim, não se considera que constitua um obstáculo à criação da capacidade de DRP.

Constata-se da análise dos dados, que a maior parte dos CD não se encontram otimizados em termos de consumo energéticos, e encontram-se regulados na sua maioria para arrefecerem os espaços entre os 18 e os 20 graus<sup>54</sup>.

Dado que a RFCM já interliga os Ramos, o DRP entre CD não representa custos adicionais em termos de comunicações. Consideramos que se encontram reunidas as condições básicas para que mais serviços administrativos transversais (que já se encontrem centralizados nos Ramos) possam ser centralizados no CDD, desde que os processos sejam uniformizados e lhes seja prestado o suporte necessário. De igual forma existem condições para que seja possível criar uma capacidade de DRP sem avultados custos adicionais.

Considera-se que a existência de uma “coluna vertebral” de comunicações nas FA com largura de banda adequada entre cada U/E/O e o CD e, uma capacidade de suporte aos serviços transversais articulado entre os Ramos, são dois elementos fulcrais para que mais serviços possam ser centralizados e cheguem a todos os utilizadores com a devida qualidade.

A virtualização de servidores e a consolidação dos CD poderá ser um passo intermédio para a criação de uma *Cloud Computing* na DN, que pelas suas características, permitirá maior nível de agilidade na implementação de mudanças organizacionais, e assim contribuir de forma significativa para uma estratégia de rápida mudança na Defesa. No entanto essas vantagens apenas existirão, se houver uma liderança forte na SG/MDN que articule com o EMGFA e com as FA a definição de uma arquitetura de SI para as FA, uniformizando e compatibilizando os processos entre os Ramos, que defina as políticas

---

<sup>52</sup> Alguns ramos não consideram como política colocar dados das FA em centros de dados que se encontram fora do controlo das FA.

<sup>53</sup> Existe largura de banda disponível suficiente entre CD, pelo que neste aspeto não é necessário qualquer investimento.

<sup>54</sup> Os equipamentos estão preparados para trabalhar a temperaturas mais elevadas e conforme a literatura não existe qualquer problema se trabalharem entre os 25 e 27 graus, conseguindo-se dessa forma grandes poupanças de energia no arrefecimento.



transversais, imponha a existência de serviços centralizados em substituição dos serviços atualmente existentes e sejam compatibilizadas e uniformizadas as tecnologias.

Conclui-se assim que, existindo ainda um longo caminho a percorrer, a virtualização constitui-se como um driver facilitador da consolidação de servidores, da consolidação dos CD e da criação de DRP entre CD, contribuindo para a flexibilização e agilização da implementação da estratégia de mudança das FA e por conseguinte da DN.

### **b. Novos Contributos para o Conhecimento**

Tendo presente que este TII se propunha identificar a relevância e possibilidade da utilização da virtualização no CD e, a sua maximização na implementação de sistemas de recuperação de falhas, procurando analisar a relevância das possíveis restrições ou mais-valias, consideramos que o mesmo representa um contributo para o conhecimento dado que:

- Identifica as principais vantagens sentidas pela DN na utilização da virtualização de servidores;
- Identifica as principais políticas de disponibilização de serviços nos Ramos e quais as condições existentes nos CD das FA;
- Estuda o enquadramento legal relativamente à *governance* e identifica a existência de ferramentas de coordenação estratégicas;
- Analisa a situação e identifica algumas disfunções relativamente à falta de diretivas de uniformização entre os Ramos que carecem de melhorias, para se conseguirem condições de maior normalização e consequentemente poder contribuir para uma maiores níveis de consolidação e centralização futuras.

### **c. Considerações e Recomendações**

Da análise efetuada, consideramos que existe no âmbito dos serviços transversais, todas as condições para que a SG/MDN defina em primeiro lugar as políticas para a otimização e consolidação dos CD, para a criação de novos serviços administrativos virtualizados, transversais aos Ramos em articulação com o EMGFA e com os Ramos e, estabelecendo um *roadmap* para a *cloud computing*.

Esta medida traria uma maior flexibilidade técnica que iria contribuir para uma maior flexibilidade estratégica.

Em termos de CD e de infraestruturas, consideramos que o modelo ideal deveria



assentar na existência de dois a três CD principais por Ramo, suportados em dois CD de maior dimensão, com a infraestrutura de servidores a assentar num número reduzido de servidores virtualizados de elevada capacidade, a partir dos quais seriam disponibilizados os serviços transversais e redundância. De igual modo no CD dos Ramos a infraestrutura de servidores deveria assentar num conjunto não muito alargado de servidores de média dimensão a suportar serviços menos transversais e capazes de interagir com capacidade redundante. Considera-se que a total descentralização apenas deverá ser considerada para aplicações muito particulares, onde a disponibilidade exija SLA muito agressivos e inferiores a uma hora. Estes aspetos deveriam ser complementados com uma adequada rede de comunicações de cada U/E/O até aos CD, e por um *helpdesk* centralizado por Ramo, com uma capacidade de suporte ao utilizador devidamente robustecida, a interagir de forma automatizada com o *helpdesk* dos CD de maior dimensão.

Consideramos que este modelo libertará os recursos humanos descentralizados para tarefas mais específicas de utilidade para os Ramos, em detrimento de ter múltiplos recursos a administrar sistemas semelhantes, levando a uma utilização mais eficiente dos recursos humanos. De igual forma seria reduzido o número de sistemas existentes, permitindo maior nível de consolidação, com poupanças quer em termos do número de Servidores, quer de licenciamentos de SO e Aplicações.

Ainda em termos de infraestrutura tecnológica considera-se que existiriam algumas mais-valias na uniformização da tecnologia, dado que permitiria uma maior capacidade de interação e cooperação entre os Ramos, de que é exemplo a capacidade de armazenar dados em qualquer CD existente, reaproveitando infraestruturas sobrantes, além dos ganhos que se obteriam através da aquisição em maiores quantidades.

As maiores alterações aparecem no entanto ao nível organizacional, onde consideramos que se deverá caminhar para uma organização mais flexível, centralizada e cooperativa, em contrapartida à existente atualmente, ainda muito descentralizada, e com pouca cooperação entre Ramos.

Considera-se que a montante de todos estes aspetos se encontra a necessidade de redefinição de alguns processos transversalmente, de modo a criar uma maior uniformização, maiores sinergias futuras e aproveitar o desenvolvimento de ferramentas que satisfaçam um maior número de utilizadores de todos os Ramos. Esta medida permitiria que serviços já existentes, ou o desenvolvimento de novos serviços num Ramo, fossem replicados progressivamente nos outros Ramos com ganhos significativos.



A criação de um Domínio comum a todos os Ramos, embora com impacto, poderá constituir um passo no sentido de aumentar a agilidade entre os Ramos em termos de implementação de serviços transversais à DN (e.g., a criação de um domínio defesa.pt, sobre o qual se colocassem como subdomínios os restantes organismos, de forma hierarquizada, nomeadamente o EMGFA e os Ramos). Este processo permitiria que os Ramos se fossem progressivamente adicionando a esse domínio, caminhando-se dessa forma para uma maior e progressiva integração e uniformização.

No âmbito do suporte aos serviços fornecidos pelos *helpdesk* dos Ramos, julgamos que este se deverá tornar mais transversal dentro dos Ramos, incorporando todas as componentes de suporte (Infraestrutura, Comunicações, Administração de Sistemas, Desenvolvimento de Software e Informática de apoio ao utilizador), devendo ser automatizados nos serviços comuns entre Ramos.

É possível criar sinergias imediatas através dos conhecimentos atuais existentes nos vários Ramos, no sentido de uniformizar processos e partilhar as melhores práticas.

Porém, as linhas de ação propostas dificilmente terão sucesso se não forem acompanhadas do envolvimento dos elementos de topo das organizações, juntamente com os principais *stakeholders* e da identificação de vantagens, encontrando pontos de interesse comuns, discutindo as melhores soluções de mercado e os melhores processos e, acompanhadas de uma cuidada e adequada estratégia de comunicação dentro dos Ramos, tratando de forma diferente o que é diferente e de forma igual o que é comum.

Considera-se que a virtualização se constitui como um primeiro passo para a criação de uma *cloud computing* que tem agregada uma maior agilidade no processo de mudança organizacional, dado que contribui para uma maior velocidade de disponibilização de serviços transversais, contribuindo para uma mudança transformacional mais rápida, podendo constituir-se como uma oportunidade para agilizar a implementação de ações estratégica nas FA.

Como recomendação, propõe-se um estudo mais aprofundado da diversidade das tecnologias existentes nos Ramos serviço a serviço e, das poupanças que poderiam resultar da centralização da componente administrativa transversal aos Ramos, relativamente às poupanças que se obteriam se todos os serviços fossem centralizados num CD em que também fossem centralizados os serviços operacionais.

Consideramos que o facto de alguns CD ainda não terem capacidade de DRP poderá ser considerado como uma oportunidade para a implementação de uma ferramenta



comum entre esses centros, compatibilizando a tecnologia a utilizar e definindo políticas, processos e procedimentos comuns.



## Bibliografia

- A. Greenberg, J. H. D. M. a. P. P., 2009. The cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks. *ACM Computer Communication Review*, vol. 39, nº1, pp. 68-73.
- Abts, D. & Kim, J., 2011. *High Performance Datacenter Networks Architectures, Algorithms and Opportunity*. Wisconsin: Mark D. Hill, University of Wisconsin.
- Al-Fares, M., Loukissas, A. & Vahdat, A., 2008. A Scalable Commodity Data Center Network Architecture. *Proc. SIGCOMM*, pp. 63-74.
- Alvarez, C., 2010. *Technical Report NetApp Deduplication for FAS and V-Series Deployment and Implementation Guide*. [Online] Available at: [https://aptiris.com/support/netapp\\_faq/Dedup.pdf](https://aptiris.com/support/netapp_faq/Dedup.pdf) [Acedido em 20 jan. 2014].
- Barroso, L. A. & Hölzle, U., 2009. *The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines*. University of Wisconsin, Madison: Morgan & Claypool Publishers.
- Calder, A. & Watkins, S., 2008. *IT Governance - A Manager's Guide to Data Security and ISO 27001/ISO27002*. 4th ed. London: London and Philadelphia.
- CISCO, 2008. *Case Study da CISCO TI - Consolidação de centros de dados*. [Online] Available at: [https://www.cisco.com/web/about/ciscoitwork/downloads/ciscoitwork/pdf/Portugese\\_Cisco\\_IT\\_Case\\_Study\\_Service\\_Oriented\\_Data\\_Center.pdf](https://www.cisco.com/web/about/ciscoitwork/downloads/ciscoitwork/pdf/Portugese_Cisco_IT_Case_Study_Service_Oriented_Data_Center.pdf) [Acedido em 25 jan. 2014].
- CISCO, 2009. *Campus network for high availability*. [Online] Available at: <http://tinyurl.com/d3e6dj> [Acedido em 01 fev. 2014].
- Clements, A. T. & Li, I. A. M. V. J., 2009. *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. [Online] Available at: <http://web.mit.edu/amdragon/www/pubs/dede-usenix09.pdf> [Acedido em 10 fev. 2014].
- Clements, P., Kazman, R. & Klein, M., 2001. *Evaluating Software Architecture*. Melbourne: Addison Wesley.
- Coelho, J. S., 2014. *CMG - Centro de Dados da Defesa* [Entrevista] (28 mar. 2014).
- Department of the Navy, 2012. *Reduction of Resources Required for Data Servers and Centers*. [Online] Available at: [www.doncio.navy.mil/uploads/1004XPF14972.pdf](http://www.doncio.navy.mil/uploads/1004XPF14972.pdf) [Acedido em 25 fev. 2014].
- Ferrell, R. S., 2014. *U.S. Army Chief Information Officer*. [Online] Available at: <http://ciog6.army.mil/Portals/1/Architecture/Approved%20Thin%20Client->



Zero%20Computing%20Reference%20Architecture%20v1%2000%2014%20Mar%2013.pdf  
f [Acedido em 14 mar. 2014].

Gandhi, A., Harchol-Balter, M., Das, R. & Lefurgy, C., 2009. Optimal power allocation in server farm. *Proceedings of the 11th international joint conference on Measurement and modeling of computer systems*, pp. 157-168.

Gokhale, S. S. & Trivedi, K. S., 2006. Analytical Models for Architecture-based Software Reliability Prediction: A Unification Framework. *IEEE Transactions on*, Volume:55, Issue: 4(Reliability), pp. 578-590.

Gorgulho, J. M. A., 2014. *TCor. DCSI EMFA* [Entrevista] (13 jan. 2014).

Guo, C. et al., 2008. DCell: A Scalable and Fault-Tolerant Network Structure for Data Centers. *SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol. 38. 4(ACM), pp. 75-86.

Halvorsen, T. A., 2014. *Department of the Navy Chief Information Officer*. [Online] Available at: <http://www.doncio.navy.mil/ContentView.aspx?id=4803> [Acedido em 28 fev. 2014].

Haro, F. et al., 2012. A summary of virtualization techniques. *Procedia Technology*, 3(The 2012 Iberoamerican Conference on Electronics Engineering and Computer Science), pp. 267-272.

I. Goiri, K. L. J. G. J. T. a. R. B., 2011. Intelligent Placement of Datacenters for Internet Services. *Proc. IEEE ICDCS*, jun., pp. 131-142.

J. Mudigonda, P. Y. M. A.-F. a. J. M., 2010. SPAIN: COTS Data-Center Ethernet for Multipathing over Arbitrary Topologies. *Proc. ACM USENIX NSDI*, abr..

Jing, S. & She, K., 2008. *A Generic Approach to Achieve Optimal Server Consolidation by Using Existing Servers in Virtualized Data Center*. [Online] Available at: <http://www.waset.org/journals/waset/v51/v51-204.pdf> [Acedido em 22 nov. 2013].

Kimberly Keeton, C. S. D. B. J. C. J. W., 2004. *Designing for disasters*. [Online] Available at: <http://issg.cs.duke.edu/publications/disasters-fast04.pdf> [Acedido em 20 dez. 2013].

Kim, C., Caesar, M. & Rexford, J., 2008.. *Floodless in SEATTLE: A Scalable Ethernet Architecture for Large Enterprises*. SIGCOMM, ACM.

L. Popa, S. R. G. I. A. K. a. I. S., 2010. A Cost Comparison of Datacenter Network Architectures. *Proceedings of the 6th International Conference. ACM*, nov., pp. 16-28.

Martin Bichler, T. S. B. S., 2006. *Capacity Planning for Virtualized Servers*. [Online] Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.298.7139&rep=rep1&type=pdf>



[Acedido em 23 nov. 2013].

MDN, 2013. *Plano de Ação Setorial de Racionalização das TIC no Ministério da Defesa Nacional*. Lisboa: Secretaria-geral do Ministério da Defesa Nacional.

Melo, P. J. P. d., 2014. *General DICS* [Entrevista] (13 jan. 2014).

Muller, A. & Wilson, S., 2005. *Virtualization with VMware ESX Server*. Rockland, Massachusetts: Syngress Publishing, Inc..

Mysore, R. N. et al., 2009. PortLand: A Scalable Fault-Tolerant Layer 2 Data Center Network Fabric. *Computer Communication Review*, Vol: 39. 4(ACM SIGCOMM ), pp. 39-50.

Neves, P. B. d., 2014. *ITEN - DITIC* [Entrevista] (24 jan. 2014).

Newborn, M., 1998. *Disaster Recover Plans*. [Online] Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.119.2202&rep=rep1&type=pdf>

[Acedido em 25 nov. 2013].

NIST, 2010. *Contingency Planning Guide for Federal Information Systems - Rev1*. [Online] Available at: [http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-34-rev1/sp800-34-rev1\\_errata-Nov11-2010.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-34-rev1/sp800-34-rev1_errata-Nov11-2010.pdf) [Acedido em 25 fev. 2014].

NIST, 2011. *The NIST Definition of Cloud*. [Online] Available at: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> [Acedido em 25 fev. 2014].

Padala, P. et al., 2007. *Performance Evaluation of Virtualization Technologies for Server Consolidation*, HPL-2007-59R1. [Online] Available at: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2007/HPL-2007-59R1.html> [Acedido em 28 janeiro 2014].

Popa, L. et al., 2010. *A Cost Comparison of Data Center Network Architectures*, Philadelphia: Proceedings of the ACM International Conference on emerging Networking Experiments and Technologies.

RCM, 2012. *Resolução de Conselho de Ministros 12.* [Online] Available at: [https://m6.ama.pt/docs/RCM12\\_2012.pdf](https://m6.ama.pt/docs/RCM12_2012.pdf) [Acedido em 11 novembro 2013].

Reis, C. A. G., 2014. *TCor - CFT DICS* [Entrevista] (7 fev. 2014).

Rodrigues, L. M., 2014. *CMG - DITIC* [Entrevista] (28 fev. 2014).

Salgado, F. A., 2014. *TCor - EMGFA* [Entrevista] (17 jan. 2014).

SANS Institute, 2002. *Introduction to Business Continuity Planning*. [Online] Available at: <http://www.sans.org/reading-room/whitepapers/recovery/introduction-business-continuity->



planning-559

[Acedido em 10 jan. 2014].

Schreck, S. B. e. G., 2007. *Maximizing Data Center Investments For Disaster Recovery And Business Resiliency*. [Online] Available at: <http://www.continuityinsights.com/sites/continuityinsights.com/files/legacyfiles/FORMaxInvestRR.pdf> [Acedido em 25 nov. 2013].

Shaanji, S., 2011. *How Virtualization is Helping NATO & US in Afghanistan*. [Online] Available at: <http://v12ntoday.com/news/news-news/how-virtualization-is-helping-nato-us-in-afghanistan.html> [Acedido em 25 fev. 2014].

Speitkamp, B. & Bichler, M., 2010. A Mathematical Programming Approach for Server Consolidation Problems in Virtualized Data Centers. *Proceedings of IEEE T. Services Computing*, pp. 266-278.

Starwind, S., 2014. *5 reasons to choose starwind*. [Online] Available at: <http://esx.starwindsoftware.com/vmware-and-iscsi-sans-for-small-to-mid-size-businesses> [Acedido em 27 fev. 2014].

T. Benson, A. A. A. A. a. Z. M., 2010. Understanding Data Center Traffic Characteristics. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 40, nº 1, pp. 92-99.

US EPA, 2007. *Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency*. [Online] Available at: [http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/downloads/EPA\\_Datacenter\\_Report\\_Congress\\_Final1.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf) [Acedido em 1 fev. 2014].

Wang, G., 2010. *The Impact of Virtualization os Network Performance of Amazon EC2 Data Center*. [Online] Available at: <http://www.cs.rice.edu/~eugeneng/papers/INFOCOM10-ec2.pdf> [Acedido em 24 nov. 2013].

XuDun, 2010. *The Research of Business Continuity Process Based on Genetic Algorithm*. [Online] Available at: <http://www.dissertationtopic.net/doc/94321> [Acedido em 24 nov. 2013].

Y. Song, Y. W. Z. Y. Z. S., 2009. Utility Analysis for Internet-Oriented Server Consolidation in VM-Based Data Centers. *Proc. of IEEE International Conference on Cluster Computing and Workshop*, pp. 1-10.

Zdziarsky, J. A., 2010. *Data enter Threats and Vulnerabilities*. [Online] Available at: <http://www.zdziarski.com/blog/wp-content/uploads/2010/02/Data-Center->



[Vulnerabilities.pdf](#) [Acedido em 07 fev. 2014].

Zhu, B., Li, K. & Patterson, H., 2008. Avoiding the Disk Bottleneck in the Data Domain Deduplication File System. *Proceedings of the 6th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST '08)*, fev., pp. 269-282.



## **Anexo A – Corpo de Conceitos**

### **Virtualização**

Uma tecnologia que é aplicada para partilha das capacidades dos computadores físicos, dividindo os seus recursos (Memória, Disco, Processador, Placa de Rede) entre vários sistemas operativos. (Haro, et al., 2012)

### **Consolidação de Servidores**

É o processo de combinação de vários servidores diferentes com funcionamento em cargas muito baixo, num número mais reduzido de servidores, a funcionar num nível de carga mais elevado. (Speitkamp & Bichler, 2010)

### **Cloud Computing**

Modelo que permite acesso ubíquo através da rede, a uma pool de recursos partilhados configuráveis, que podem ser rapidamente disponibilizados com o mínimo esforço de gestão ou interação do fornecedor do serviço. (NIST, 2011)

### **Consolidação do Centro de Dados**

Estratégia para reduzir o número de ativos usando tecnologias mais eficientes. Algumas tecnologias de consolidação hoje utilizadas nos centros de dados incluem, a virtualização de servidores, virtualização de discos, virtualização de rede, *Cloud Computing*, deduplicação e automatização de processos.

### **Business Continuity Plan**

Conjunto de documentos contendo instruções e procedimentos de um conjunto predeterminado de situações, que descrevem como a organização prevê exercer a sua missão/funções de negócio, durante e após uma disrupção grave. (NIST, 2010)

### **Disaster Recovery Plan**

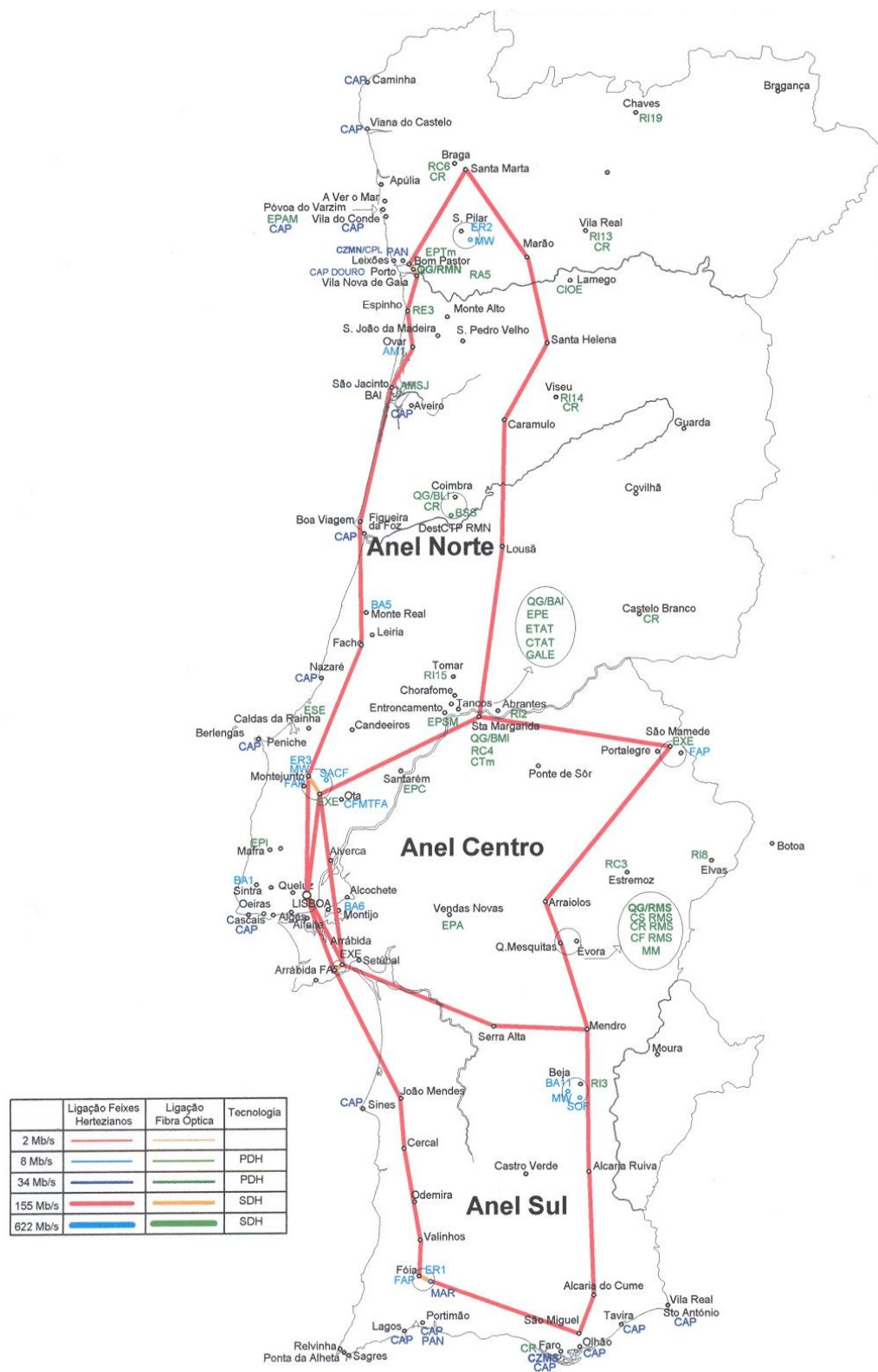
Plano escrito para recuperação de um ou mais sistemas de informação para um CD alternativo, em resposta a uma falha grave de *hardware* ou software, ou destruição do CD. (NIST, 2010)

### **Deduplicação**

Método de compressão de dados que visa eliminar dados repetidos ou cópias de dados repetidos, otimizando o armazenamento de dados em discos e a redução de dados a transferir através da rede. (Alvarez, 2010)



## Anexo B – Evolução da Rede de Transmissão da Região do Continente



Fonte: (EMGFA, 2014)



## Anexo C - Custos de Aquisição de Servidores Físicos versus Servidores Virtualizados

Infraestrutura	Valor Unitário	Suporte 4Y	Valor Total Unitário	Estimativa de custo Subtotal		Totais
<i>Enclosure de Blades</i>	34 600,00 €	291,21 €	34 891,21 €		34 891,21 €	
<i>Blades (ver características)</i>	3 960,00 €	142,31 €	4 102,31 €	Para 6 <i>Blades</i>	24 613,86 €	
Controladora de <i>Storage</i>	5 650,00 €	1 981,00 €	7 631,00 €		7 631,00 €	
<i>Enclosure de Discos</i>	1 600,00 €	130,00 €	1 730,00 €	Para 1 <i>Enclosure</i>	1 730,00 €	
Disco 900 GB 10 k	720,00 €	95,00 €	815,00 €	Para 30 discos	26 080,00 €	
Outros (Cabos, Licenciamentos)	15 000,00 €				15 000,00 €	<b>109 946,07 €</b>
Camada de Virtualização (Vmware)	Valor Unitário	Suporte 3Y	Valor Total Unitário	Estimativa de custo Total		
Licenciamento (VMware vSphere 5 Enterprise for 1 processor)	1 861,00 €	1 490,00 €	3 351,00 €	Para os 6 <i>Blades</i> (12 processadores)	40 212,00 €	<b>40 212,00 €</b>
Máquinas Virtuais	Valor Unitário			Estimativa de custo Total		
Licenciamento SO (WIN SRV ENT)	742,00 €			Para 150 MV	111 300,00 €	<b>111 300,00 €</b>
<b>Somatório dos valores totais para Servidores Virtualizados</b>						<b><u>261 458,07 €</u></b>
Servidores Físicos	Valor Unitário	Suporte 4Y	Valor Total Unitário	Estimativa de custo Total		Totais
Servidor <i>Rack</i> (Ver características)	2 980,00 €	15,21 €	2 995,21 €	Para 150 servidores	449 281,50 €	449 281,50 €
Licenciamento do SO (WIN SRV ENT)	742,00 €			Para 150 servidores	111 300,00 €	111 300,00 €
<b>Somatório dos valores totais para Servidores Físicos</b>						<b><u>560 581,50 €</u></b>

Fonte: (Marinha, 2014)



Apêndice 1 – Modelo de Análise

<b>Identificar a relevância e possibilidade da utilização da virtualização no CD, e a sua maximização na implementação de sistemas de recuperação de falhas, procurando analisar a relevância das possíveis restrições ou mais-valias.</b>			
<b>QC: Que papel poderá ter a virtualização de centros de dados na estratégia da Defesa?</b>			
<b>QD1</b>	<b>QD2</b>	<b>QD3</b>	<b>QD4</b>
Qual o papel da virtualização na consolidação dos centros de dados?	Que novos serviços atualmente existentes nos ramos, poderiam ser disponibilizados a partir do Centro de Dados da Defesa, virtualizados?	Quais condicionalismos e mais-valias da adoção da virtualização no centro de dados?	Quais os desafios da criação de uma capacidade de <i>disaster recovery plan</i> entre centro de dados?
<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>	<b>Componente 4</b>
Análise da Virtualização de Servidores	Análise dos Centros de Dados das FA, nos aspetos de segurança, serviços, arquitetura de plataformas e de redes. Análise Legislação organizacional	Identificação de condicionalismos e mais valias.	<i>Disaster recovery plan</i> nas FA, modelos, tecnologias potenciadoras e possíveis restrições.
<b>Hipóteses</b>	<b>Hipóteses</b>	<b>Hipóteses</b>	<b>Hipóteses</b>



## Virtualização de Centros de Dados nas Forças Armadas

<b>H1</b> - A virtualização proporciona a consolidação de vários servidores num servidor.	<b>H3</b> - Todos os serviços administrativos atualmente disponibilizados nos Ramos podem ser virtualizados.	<b>H5</b> - Virtualização contribui para reduzir os custos com <i>hardware</i> , reduzir o consumo de energia, diminuir as interferências entre serviços e aumentar a disponibilidade e qualidade dos serviços.	<b>H7</b> - Existem CD alternativos com espaço, capacidade de processamento sobrante, aplicações e serviços de rede disponíveis.
<b>H2</b> - A redução de servidores permite a consolidação do CD.	<b>H4</b> - Ramos concordam que existem vantagens que alguns serviços administrativos possam ser virtualizados e disponibilizados a partir do CDD.	<b>H6</b> - As redes existentes não estão dimensionadas para que todos os utilizadores de todos os Ramos possam aceder aos serviços do CDD com qualidade de serviço.	<b>H8</b> - Existe largura de banda suficiente entre os principais CD das FA.
<b>Questões</b>	<b>Questões</b>	<b>Questões</b>	<b>Questões</b>
Qual a relação entre servidores físicos e virtuais que consegue com a virtualização?	Quais as políticas dos Ramos para a disponibilização de serviços? Centralizado, Descentralizado, no Ramo, num CD?	Que vantagens identifica na utilização da virtualização de servidores?	Quais as principais vantagens da existência de um BCP entre centros de dados?



## Virtualização de Centros de Dados nas Forças Armadas

Quantos bastidores reduz no centro de dados, se virtualizar todos os seus servidores?	Que serviços considera que poderiam ser partilhados centralmente?	Que fraquezas ou constrangimentos identifica na utilização da virtualização de servidores?	Quais os principais constrangimentos que considera existirem, para a implementação de um DRP?
Quantos servidores físicos tem o seu CD?	Que vantagens identifica na partilha centralizada de serviços administrativos?	Quais os custos anuais com contratos de manutenção de servidores?	Que oportunidade identifica, na existência de um BCP entre centros de dados?
Qual a percentagem de servidores que ainda não se encontram virtualizados?	Quais os maiores obstáculos que identifica à centralização de mais serviços?	Disponibiliza algum serviço que não possa ser virtualizado?	Qual considera ser o melhor modelo de DRP mais adequado para as FA?
	Considera os obstáculos relevantes a ponto de colocar o processo de consolidação em causa?	Tem capacidade de infraestrutura de virtualização sobranete, para acomodar mais serviços?	Atualmente dispõe de algum BCP / DRP? Que ferramenta utiliza?
	Que poupanças trariam ao seu Orçamento de TI, a centralização dos serviços administrativos?	Considera relevantes as mais-valias ou constrangimentos?	Que tecnologias atualmente existentes, poderão potenciar a capacidade de DRP?
<b>Indicadores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Indicadores</b>
Grau de alinhamento das vantagens identificadas	Grau de alinhamento das Políticas de serviços existentes nos ramos, com a centralização.	Grau de relevância dos condicionalismos	Grau de implementação nos Ramos.



com as da literatura.		identificados.	
Percentagem de implementação nos Ramos.	Grau de alinhamento da Legislação e das ferramentas de governo com a centralização.	Grau de relevância das vantagens identificados na utilização da virtualização.	Grau de compatibilidade dos Modelos de DRP preconizados.
	Grau de adequabilidade dos centros de dados para partilha de serviços.		Grau de Compatibilidade de ferramentas e processos entre os vários Ramos.
	Grau de adequabilidade das Arquiteturas de comunicações e tecnológicas existentes.		Grau de utilização de tecnologias potenciadoras



## Apêndice 2 - Inquérito sobre Virtualização nos Centros de Dados

### Entrevista Semiestruturada

#### 1. Centros de Dados (Rede Administrativa)

##### Objetivos:

- Identificar de que forma uma política de centralização de serviços num CD poderá trazer mais-valias.
- Procurar identificar possíveis restrições.
- Determinar a relevância das mais-valias ou das restrições, se possível quantificando-as.

##### a. Quais as políticas em vigor no Ramo para a disponibilização de serviços?

- i. Concentrar os serviços num CD apenas dentro do Ramo.
- ii. Concentrar os serviços num número reduzido de centros de dados dentro do Ramo.
- iii. Manter os serviços distribuídos.
- iv. Concentrar apenas os serviços transversais ao MDN no CDD.
- v. Concentrar os serviços transversais ao MDN no CDD e concentrar os operacionais num CD do Ramo.
- vi. Outra \_\_\_\_\_

##### b. Numa visão a cinco anos, quais poderão ser as grandes mais-valias do alargamento do CDD a mais serviços TIC?

- i. Capacidade para evoluir para uma *cloud* da Defesa.
- ii. Capacidade de manter disponibilidade e *backup* de serviços críticos.
- iii. Redução de duplicação de sistemas.
- iv. Capacidade de disponibilizar mais serviços e efetuar *Business Intelligence* (BI) dos dados.
- v. Maior consolidação, redução de custos e criação de sinergias.
- vi. Outras \_\_\_\_\_

##### c. Quais os serviços que considera que poderiam ser partilhados centralmente?

- i. Correio eletrónico.
- ii. Comunicações unificadas.
- iii. Portais dos Ramos.
- iv. Gestão de identidades.
- v. *Enterprise Project Management* (EPM).
- vi. Contratação de recursos humanos dos Ramos.
- vii. Gestão documental.
- viii. Outros \_\_\_\_\_

##### d. Quais os serviços que teriam maior utilidade se corressem no Ramo?

- i. Servidores de ficheiros.
- ii. Serviços de diretoria.
- iii. Serviços operacionais.
- iv. Aplicações específicas para utilização local.
- v. Outras \_\_\_\_\_



- e. Que vantagem identifica, na existência de um CD onde fossem partilhados todos os serviços administrativos transversais a todos os Ramos?**
- Existência de recursos humanos qualificados centralmente.
  - Rentabilização de infraestruturas.
  - Disponibilização de serviços que implementados localmente eram muito dispendiosos.
  - Assistência técnica mais eficiente.
  - Outras \_\_\_\_\_
- f. Quais os maiores obstáculos na adesão generalizada das diversas unidades ao CD da Defesa?**
- Fiabilidade e largura de banda das comunicações até ao centro de dados.
  - Qualidade no suporte aos serviços do RFCM.
  - Criticidade de alguns serviços para o desempenho do Ramo.
  - Política do Ramo.
  - Atual política de interligação de redes entre os Ramos.
  - Outras \_\_\_\_\_
- g. Quais as dificuldades que podem inviabilizar a centralização de mais serviços?**
- Ligações das unidades ao CDD, a baixa velocidade.
  - Processos inter-Ramos diferenciados.
  - Utilização de tecnologias diferenciadas.
  - Controlo sobre os dados.
  - Acesso aos dados em situações de catástrofes ou estados de exceção.
  - Outras \_\_\_\_\_
- h. Quais as restrições que identifica à centralização de mais serviços no CDD? Considera que são relevantes ao ponto de colocar o processo de consolidação de CD em causa?**
- Sim.
  - Não.
- i. Considera as mais-valias identificadas relevantes?**
- Sim.
  - Não.
- j. Que poupança traria para o seu orçamento em TIC a centralização dos serviços administrativos no CDD?**
- < 5 %
  - Entre 5 e 10 %.
  - Entre 10 e 20 %.
  - Entre 20 e 30 %.
  - Entre 30 e 50 %.
- k. Qual foi o seu Orçamento de TIC em 2013?**
- \_\_\_\_\_



## 2. Virtualização de Servidores (Rede Administrativa)

### Objetivos:

- Identificar o papel da virtualização na consolidação dos centros de dados, quantificando as mais-valias.
- Identificar eventuais condicionalismos da sua utilização.
- Identificar quais os contributos para uma infraestrutura mais ágil, e para a maximização do DRP.

### a. Quais as vantagens que identifica na utilização da virtualização de servidores?

- i. Maior rentabilização do *hardware* e redução do número dos servidores.
- ii. Maior rapidez na disponibilização de um novo servidor.
- iii. Redução de custos de manutenção de *hardware*.
- iv. Melhorias na administração, disponibilidade e qualidade dos serviços.
- v. Outras \_\_\_\_\_

### b. Quais as fraquezas ou constrangimentos na utilização da virtualização de Servidores?

- i. Necessidade de recursos humanos mais qualificados.
- ii. Maior complexidade tecnológica.
- iv. Necessidade de redimensionamento das redes no CD.
- v. Maior criticidade do *hardware* e *software*.
- vi. Outras \_\_\_\_\_

### d. De quantos servidores físicos dispõem?

- i. Entre 10 e 50.
- ii. Entre 50 e 100.
- iii. Entre 100 e 200.
- iv. Mais de 200.

### c. Qual a percentagem de servidores que ainda não se encontram virtualizados?

- i. Menos de 25 %.
- ii. Entre 25 e 50 %.
- iii. Entre 50 e 75 %.
- iv. Mais de 75 %.

### e. Qual a relação servidores físicos / servidores virtuais?

- i. < 1:5.
- ii. Entre 1:5 e 1:10.
- iii. Entre 1:10 e 1:15.
- iv. > 1:15.

### f. Disponibiliza algum serviço que não possa ser virtualizado?

- i. Alguma versão de Oracle?
- ii. Alguma versão de SAP?
- iii. Alguma versão de *software* proprietário?
- iv. Quais? \_\_\_\_\_

### g. Quais os custos anuais em contratos de manutenção de servidores?

- i. *Hardware* \_\_\_\_\_



ii. *Software* \_\_\_\_\_

**3. Business Continuity Plan /Disaster Recovery Plan (Rede Administrativa)**

**Objetivo:**

- Identificar as limitações à criação de uma capacidade de DRP entre centros de dados.
- Identificar as mais-valias.
- Identificar a relevância da virtualização neste propósito.

**a. Quais as vantagens que identifica de um BCP entre centros de dados?**

- i. Capacidade de continuar a funcionar em situações de catástrofe.
- ii. Disponibilidade e segurança dos serviços e dos dados.
- iii. Definição de um processo para lidar com situações de emergência.
- iv. Dimensionamento das infraestruturas de acordo com os requisitos necessários para manter os serviços a funcionar a partir de um local alternativo.
- iv. Outras \_\_\_\_\_

**b. Quais os principais constrangimentos que considera de um BCP entre centros de dados?**

- i. Políticas e sistemas diferentes entre Ramos.
- ii. Escolha do modelo de DRP.
- iii. Custos de adequação e compatibilização dos centros de dados.
- iv. Necessidade de SLA de comunicações e *hardware* mais agressivos.
- v. Necessidade de garantir a largura de banda necessária entre centros de dados.
- vi. Disponibilizar *hardware* adicional no CD alternativo.
- vii. Outros \_\_\_\_\_

**c. Que oportunidades identifica com um DRP entre CD?**

- i. Poder continuar a funcionar a partir de outro local.
- ii. Maior garantia de serviços críticos.
- iii. Maior disponibilidade de serviços.
- iv. Evitar riscos de perda total de sistemas em caso de catástrofe ou desastre natural.
- v. Outros \_\_\_\_\_

**d. Qual considera ser o modelo de DRP mais adequado para as FA?**

- i. *Cold site*. **X**
- ii. *Backup* mútuo.
- iii. *Hot site*.
- iv. *Journaling* remoto.
- v. *Site* em espelho.

**e. Quais os principais serviços que vê como críticos a serem salvaguardados?**

- i. Serviços transversais ao MDN (e.g., SIG e Pessoal).
- ii. Serviços transversais às FA. (e.g., Correio Eletrónico, Portais, Gestão Documental)
- iii. Serviços operacionais (e.g. SLIS, SIFICAP, entre outros).

**f. Se o CD principal for no CDD, qual o melhor CD alternativo?**

- i. CCDCM – Marinha.
- ii. CDFA – FA.



- iii. CDE – Exército.
  - iv. CDEMGFA.
  - v. Combinação de alguns dos anteriores.
- g. Atualmente dispõe de algum BCP / DRP?**
- i. Sim.
  - ii. Não.
- h. Qual considera ser o tempo máximo aceitável para a reposição dos serviços em caso de um cataclismo ou estado de exceção?**
- i. 4 horas.
  - ii. 8 horas.
  - iii. 24 horas.
  - iv. 72 horas.
- i. Dispõe de um processo de cópias de segurança *off-site*?**
- i. Sim.
  - ii. Não.
- j. Se respondeu sim à questão anterior:**
- i. Para que serviços?
    1. Serviços operacionais.
    2. Serviços transversais às FA e serviços operacionais.
    3. Serviços transversais ao MDN.
    4. Para todos os serviços.
- k. Quais os serviços não operacionais mais críticos, que disponibiliza localmente no seu CD?**
- i. Correio eletrônico.
  - ii. Portais de Intranet.
  - iii. Aplicações locais.
  - iv. Internet.
  - v. Outras \_\_\_\_\_
- l. Qual o espaço ocupado por esses serviços?**
- vi. Até 500 GB.
  - vii. Entre 500 e 1000 GB.
  - viii. Entre 1 e 5 TB.
  - ix. Mais de 5 TB.
- m. Dispõe de robot de *backup***
- i. Sim.
  - ii. Não.
- n. Já utiliza alguma ferramenta de DRP?**
- i. Sim. Qual ? \_\_\_\_\_
  - ii. Não