



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

# IESM Atualidade

Centro de Investigação de Segurança e Defesa

Número 6

Abril 2016



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

***O Aviador do Futuro: evolução expectável e  
possíveis contributos da IoT***

Autor:

António Manuel Gomes Moldão  
Coronel da Força Aérea Portuguesa

Centro de Investigação de Segurança e Defesa

Abril de 2016

A publicação **IESM Atualidade** visa publicar eletronicamente no sítio do IESM ensaios ou artigos de opinião sobre temas de segurança e defesa da atualidade, preferencialmente da autoria de docentes do IESM, de investigadores do CISDI ou de outros investigadores nacionais ou estrangeiros, a convite do Diretor ou por iniciativa própria. Em princípio não devem incluir bibliografia, mas poderão citar obras de referência em notas de rodapé.

---

*Diretor, em exercício de funções*

Contra-Almirante João Leonardo Valente dos Santos

---

*Editor-chefe*

Major-General Jorge Filipe Marques Côrte-Real Andrade

---

*Coordenador Editorial*

Coronel Lúcio Agostinho Barreiros dos Santos

---

*Núcleo Editorial e Design Gráfico*

Capitão-de-mar-e-guerra Carlos Alberto dos Santos Madureira

---

*Propriedade*

Instituto de Estudos Superiores Militares

Rua de Pedrouços, 1449-027 Lisboa

Tel.: 213 002 100

Fax.: 213 002 179

E-mail: [cisdi@iesm.pt](mailto:cisdi@iesm.pt)

[www.iesm.pt/cisdi/publicacoes](http://www.iesm.pt/cisdi/publicacoes)

---

ISSN 2183-2560

---

© Instituto de Estudos Superiores Militares, 2016

# ***O AVIADOR DO FUTURO: EVOLUÇÃO EXPECTÁVEL E POSSÍVEIS CONTRIBUTOS DA IoT***

## **Resumo**

Este artigo apresenta uma breve análise prospetiva à forma de construir forças militares para enfrentar desafios futuros, a médio prazo, privilegiando a vertente relativa ao poder aéreo e o eventual contributo da *Internet das Coisas* (IoT) para esse desiderato.

## **Introdução**

Fazer uma abordagem prospetiva do homem que executa a operação militar, do soldado, ou do “aviador” no caso da Força Aérea, obriga-nos primeiro a estabelecer um horizonte temporal para essa análise.

Ou seja, pretendemos evoluir sobre as tecnologias que possam vir a dar corpo a um longínquo guerreiro à guisa de *Luke Skywalker*, ou estamos a antes a focar a nossa lente nos próximos 5 ou 10 anos? No fundo, trata-se de definir o nível de ambição do nosso estudo. Isto é, tentar evoluir sobre um futuro não tão distante que transformasse esta análise numa mera amálgama de conjeturas assentes apenas na nossa imaginação despregada, nem tão próximo que a tornasse irrelevante por trocar o pretendido caráter prospetivo por um mero apontamento sobre o “estado da arte”<sup>1</sup>.

Assim sendo, e seguindo o racional usado nos estudos da NATO enquadrados na temática *Framework for Future Alliance Operations* (NATO, 2015), no qual é feita uma análise prospetiva das eventuais ameaças e oportunidades do mundo em 2030, vamos basear esta breve abordagem nessa janela temporal.

## **Enquadramento prospetivo**

A evolução da estrutura militar da defesa nacional a longo prazo, deverá assentar numa abordagem abrangente e coerente dos desafios e oportunidades inerentes a um futuro ambiente de segurança. Nesta linha, os referidos estudos, liderados pela estrutura da Aliança dedicada à manutenção da capacidade essencial de adaptação a um mundo em constante mudança, o *Allied Command Transformation*, baseiam o processo de planeamento de forças na seguinte lógica: primeiro foi conduzida uma análise prospetiva do ambiente de segurança futuro (*Strategic Foresight Analysis*); com base nessa análise foi produzido um documento designado *Framework for Future Alliance Operations*, o

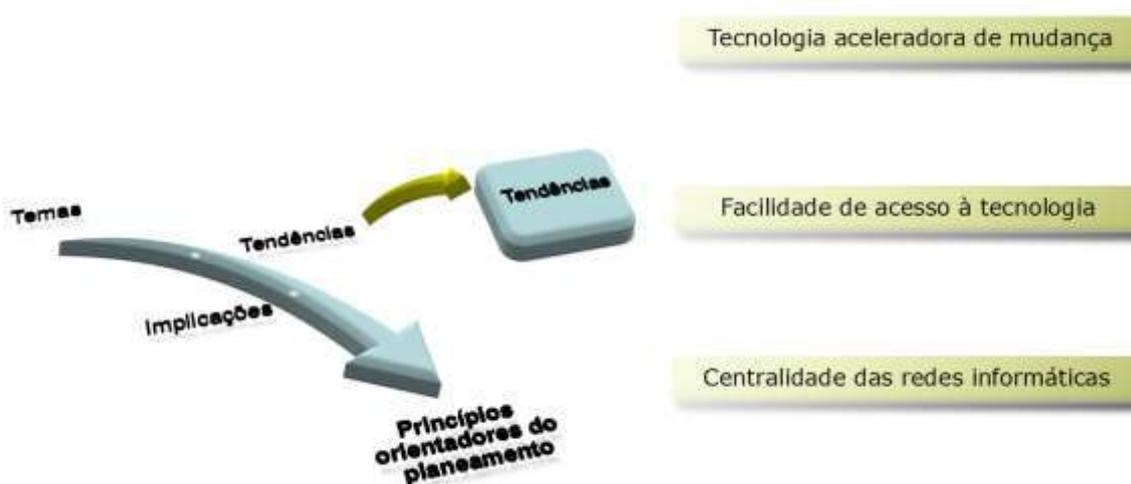
---

<sup>1</sup> Em linha com a definição do dicionário on-line da PRIBERAM, por “estado da arte” entende-se: “Nível mais avançado de conhecimento ou de desenvolvimento em determinada área e em determinado momento. "estado da arte", in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <http://www.priberam.pt/dlpo/estado%20da%20arte> [consultado em 12-01-2016].

qual define o rumo fundamental para a construção da estrutura militar de defesa da aliança<sup>2</sup>. Por se tratar de uma abordagem credível, fruto de um trabalho desenvolvido ao longo de vários anos por uma estrutura altamente especializada, é certamente adequada para nos guiar no nosso breve percurso rumo à Força Aérea e ao *airman* do futuro.

Assim, no documento da NATO, publicado em março do 2015, são explorados cinco temas: Tecnologia, Economia, Ambiente, Política e Social. Decorrentes de cada tema surgem Tendências, num total de quinze. Mercê da especificidade do tema em análise, relacionado com o possíveis contributos da IoT, de entre as diversas Tendências identificadas no documento inicialmente mencionado, passamos a identificar as diretamente relacionadas com o tema Tecnologia, omitindo as restantes dimensões, não por ter uma menor relevância mas por não se adequarem à génese desta breve narrativa. Deste modo, no âmbito tecnológico são identificadas as seguintes tendências (Figura 1):

- Tecnologia aceleradora da mudança (a tendência para ocorrer uma crescente fusão entre tecnologias existentes, emergentes e novas, acelera o ciclo de pesquisa, descoberta e exploração, e com isso acelerará o ritmo de mudança);
- Facilidade de acesso à tecnologia (a investigação científico-tecnológica comercial começará a superar a estatal);
- Centralidade das redes informáticas (um mundo globalmente ligado em rede universalizará o acesso à informação).



**Figura 1- Esquematização do processo de desenvolvimento dos princípios orientadores do planeamento de capacidades da NATO. No caso específico, o “Tema” é a Tecnologia e as implicações decorrentes das “Tendências” apresentadas são Instabilidade, Crise ou Conflito.**

Fonte: Autor (2016)

<sup>2</sup> Este racional foi apresentado num briefing conduzido pelo COR Grigory Medina, Strategic Analyst, Strategic Plans and Policy do Supreme Allied Commander Transformation, a 10MAR2015 em Bruxelas.

Resultantes das referidas tendências, são elencadas um conjunto de implicações, apresentadas sob a forma de futuros eventos, crises ou conflitos passíveis de determinar um envolvimento militar. Genericamente, são portanto identificadas possíveis situações de instabilidade, usadas no desenvolvimento das *Strategic Military Perspectives*. Por sua vez, aí são apresentados um conjunto de princípios orientadores do planeamento (Figura 1) da aliança a longo prazo.

Nota-se como o racional apresentado para o caso particular do tema em análise se coloca o desenvolvimento tecnológico a montante da emergência de instabilidade, crises ou conflitos. Ou seja, naturalmente, a eventual ameaça decorre do próprio desenvolvimento tecnológico alcançável pelos potenciais adversários no actual contexto mundial.

## Perspetivas

Ainda na sequência da análise apresentada, no mesmo documento da Aliança são apresentadas cinco grandes áreas, essenciais para o reforço da capacidade futura da Aliança: agilidade operacional; *security networking*; resiliência partilhada; consciência situacional estratégica; comunicação estratégica.

Em suma, o grande objetivo do estudo em causa é esclarecer os decisores relativamente à forma de como preparar forças para enfrentar os desafios do futuro e, naturalmente, antever estratégias para as empregar.

Nesta linha, na área da **agilidade operacional**, o que se antecipa é a necessidade de criação de Unidades flexíveis e de promoção de uma liderança militar cada vez mais criativa. Ou seja, trata-se de desenvolver forças capazes de operar de um modo rápido e disruptivo. Para tal, será necessário apostar em “pacotes de capacidades” pré-construídas (prontas a provocar os efeitos<sup>3</sup> desejados) e rapidamente destacáveis. Quanto aos líderes militares, responsáveis diretos pela exploração operacional dessas capacidades, importa criar condições que permitam agilizar o respetivo processo de tomada de decisão. Tal desiderato exigirá uma cada vez mais eficaz criação da consciência situacional do ambiente operacional. Isto é, implicará uma gestão eficiente da informação, a qual fluirá a um ritmo cada vez mais avassalador, bem como caminhar no sentido de lideranças tipo “*mission-command*”<sup>4</sup>.

Relativamente à área designada por **security networking**, trata-se de um conceito que extravasa o âmbito deste trabalho, por estar relacionado com a postura político-diplomática da aliança (o qual terá apenas uma pálida ligação com o *airman* do futuro).

---

<sup>3</sup> A COPD V2.0 de 4 de outubro de 2013, na página 1-11, define Efeito como sendo “*a change in the state of a system (or system element), that results from one or more actions*”. (NATO, 2013)

<sup>4</sup> A COPD V2.0 de 4 de outubro de 2013, na página 1-7, apresenta o conceito de *Mission-command* do seguinte modo: “*Through mission command, commanders generate the freedom of action for subordinates to act purposefully when unforeseen developments arise, and exploit favorable opportunities. Mission command encourages the use of initiative and promotes timely decision-making.*” (NATO, 2013)

Isto é, trata-se de estimular a criação de um ambiente internacional mais seguro, através da expansão de parcerias, da assistência no desenvolvimento de capacidades, na educação e treino, na promoção de exercícios conjuntos, etc..

Ao invés da *security networking*, a **resiliência partilhada** é certamente um princípio bem mais relevante para o tema em discussão. Trata-se, genericamente, de construir capacidades que permitam às instituições, com responsabilidade na área da defesa e segurança, resistir às ações de potenciais adversários, recuperando rapidamente de um eventual choque ou insucesso operacional. Para tal deve ser procurada não apenas a redundância nos sistemas críticos, mas também fomentada a manutenção da capacidade para continuar a operar na sua total ou parcial ausência.

A quarta grande área referida, relativa à futura capacidade de defesa, é a **consciência situacional estratégica**. A base do processo de decisão militar é, e certamente continuará a ser no futuro, uma compreensão abrangente, esclarecida e o mais exaustiva possível do ambiente operacional. Para tal, é essencial manter uma contínua monitorização de todas as fontes de instabilidade nas áreas de interesse nacionais e da aliança. As tarefas inerentes a este propósito, atendendo à quantidade gigantesca de informação que será necessário recolher, processar e disseminar irão certamente alavancar tecnologias emergentes.

Por último, a área da **comunicação estratégica** continuará a ser fundamental para a construção de uma narrativa favorável aos interesses nacionais e da aliança. Será também com base numa comunicação estratégica eficaz que os países da NATO e seus parceiros deveram manter a necessária coesão para enfrentar os desafios do futuro. Para tal, será necessário manter uma capacidade permanente para proceder a uma análise em tempo útil das informações veiculadas por adversários e opositores, por forma a ser possível produzir uma mensagem credível, em suporte das decisões da Aliança.

### **Breve abordagem da realidade nacional**

Seguindo, para efeitos de abordagem metodológica, uma aproximação semelhante à usada para obter o produto final da Análise de Missão, para a construção de um Plano de Operações para uma campanha, ou seja, o *Design Operacional*, comecemos por definir o *Estado Final Desejado*. Digamos que o que acabámos de apresentar nos parágrafos anteriores não foi mais do que definir um conjunto de *Condições* que caracterizam o dito *Estado Final*. Ou seja, se tivéssemos uma varinha mágica, capaz de transformar qualquer desejo em realidade, seriam estas as futuras capacidades bélicas da aliança em 2030. É para aí que devemos caminhar, é aí que queremos chegar. Em síntese, poderíamos elencar esse conjunto de condições, que, como referido, configura o Estado Final, da seguinte forma:

- Na área da agilidade operacional: “pacotes de capacidades” rapidamente destacáveis (forças capazes operar de um modo rápido e disruptivo), e gestão da informação que permita exercer uma liderança do tipo “*mission-command*”;
- Na designada “resiliência partilhada”: redundância nos sistemas críticos, e capacidade para continuar a operar na sua total ou parcial ausência;
- Quanto à consciência situacional estratégica: capacidade para proceder a uma contínua recolha, processamento e monitorização de informação relativa a todas as fontes de instabilidade nas áreas de interesse;
- Na área da comunicação estratégica: capacidade para analisar, em tempo útil, as informações veiculadas por adversários e opositores, e para produzir, em tempo útil, uma mensagem credível em suporte da Aliança.

Mantendo a analogia com o *Design Operacional*, importa agora escrutinar quais, de entre as capacidades elencadas, entendidas como o nosso *Estado Final*, poderão resultar da *Linha de Empenhamento Aeronáutica*, ou seja do poder aéreo, da aviação?

Parece incontornável alocar, em grande medida à componente aérea, a capacidade para se constituir como um vetor essencial para a projeção de forças com a rapidez necessária. Ou seja, o *aviador do futuro*, para além de integrar sistemas de armas intrinsecamente projetáveis, deverá operar um conjunto robusto de meios aéreos capazes de dar corpo ao designado “Global Reach”.

Relativamente à atual capacidade existente na FAP nesta área identificam-se o C-130 e, de um modo marginal e com grandes limitações em termos de alcance, autonomia e capacidade de transporte, o C-295. Foram já definidos os requisitos operacionais para a elaboração de um eventual caderno de encargos para avançar com a aquisição de uma plataforma capaz de substituir o C-130 e dar ao país a necessária “agilidade Operacional” num futuro muito próximo.

Neste âmbito, o KC-390 vem trazer outra capacidade de projeção. A título de exemplo, o novo avião permitirá projetar os homens da componente terrestre da Força de Reação Imediata (FRI), à data constituída por uma unidade de comando de escalão batalhão, com uma companhia de manobra e subunidades de apoio, num total de 141 homens até uma distância de cerca de 3000MN, sem escala.

Ainda na área da agilidade operacional, surge a necessidade crescente de conseguir uma gestão eficaz da informação, por forma a permitir ao *aviador* explorar em tempo útil e de um modo esclarecido as oportunidades e desafios próprios de um ambiente profundamente dinâmico e fluido. Neste campo, o caso de maior sucesso na Força Aérea é certamente o Sistema de Armas F-16 MLU. Tal resulta, em grande medida, do facto de ter sido conseguida a integração em programas de modernização das frotas suportados por um grupo alargado de operadores, designadamente o programa *European Participating Air Forces* (EPAF), o que tem permitido manter a sua total relevância operacional.

O F-16 dispõe de um conjunto de sensores e equipamentos próprios, que vão desde o radar ao *Targeting Pod*, bem como de capacidade para receber e transmitir dados em tempo real via rede de intercâmbio de dados táticos militar Link-16. Neste campo e neste sistema de armas, é razoável afirmar que “o futuro é agora”! Será fantástico almejar estender às restantes frotas operacionais operadas na FAP a capacidade de troca de informação, semelhante à que o Link-16 permite, e com isso alcançar a referida versatilidade associada à agilidade operacional, ou seja “*mission-command*”. Surge a criação e desenvolvimento da capacidade para exercer uma contínua monitorização das áreas de interesse, quer nacionais quer da aliança, por forma a alcançar a necessária consciência situacional estratégica. A NATO, na sua publicação doutrinária conjunta dedicada à INTELLIGENCE, refere que a necessidade de conhecer os opositores vai muito além da mera catalogação de forças e avaliação de capacidades, passa também pela “[...] compreensão da cultura, motivação, perspetivas e objetivos do adversário” (NATO, pp. 1-1). Alcançar tal desiderato obrigará, certamente, a uma conjugação de esforços por forma a adquirir e manter um adequado fluxo de notícias, opiniões, informações e conhecimento necessários para assegurar o sucesso operacional.

Paralelamente, também no mesmo âmbito, mas ao nível tático do emprego da força, certamente não menos relevante para a consecução dos objetivos nacionais e/ou da Aliança, enquadra-se a *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR). A este respeito Sandra Jontz, editora executiva e diretora da revista SIGNAL, no artigo intitulado “Internet of Things Promises to Transform Life – But at What Cost?”, afirma o seguinte: “ISR providencia informação e INTEL aos decisores e aos operacionais, ajudando-os a tomar decisões informadas, atempadas e precisas. Enquanto a Vigilância e o Reconhecimento podem responder às questões “o quê”, “quando” e “onde”, a combinação de elementos provenientes de múltiplas fontes e áreas do saber respondem às questões “como” e “porquê”. A combinação de tudo cria o ISR (NATO, 2016).

Também aqui a aviação tem e continuará certamente a ter um papel relevante a desempenhar. Uma vez mais atrevo-me a afirmar que, em termos de sistemas de armas com esta vocação, para a FAP “o futuro é agora”! Quer o P-3 CUP quer o C-295, na versão VIMAR, quer o F-16 MLU, são Sistemas de Armas modernos e com sensores capazes de contribuir decisivamente para a recolha de informações essenciais para o alcance da almejada Superioridade Informacional.

As Aeronaves não Tripuladas (UAV), por seu lado, tendo sido inicialmente empregues na vertente do reconhecimento e vigilância das forças opositoras, à semelhança do ocorrido nos primórdios do emprego bélico da aviação, são cada vez mais relevantes no campo de batalha moderno, não apenas em missões ISR, mas enquanto vetor de projeção e aplicação direta de força. Para um país de pequena dimensão e com recursos limitados como Portugal, o futuro passa, certamente, por construir alguma capacidade neste campo.

Tentando manter a nossa temática central, a *internet*, mais precisamente a *Internet* das Coisas, inevitavelmente ligada ao conceito dos anos 90 “*network-centric warfare*”, o

qual veio permitir melhorar a *situation awareness* e com isso o processo de tomada de decisão e a sincronização das ações em campanha, é oportuno citar o que Micjael K. Daly (Diretor de Tecnologia para o *Cyber Security da Raytheon Intelligence and Information Systems*) disse a este respeito: “A experiência diz-nos que quando tudo está ligado, tudo é vulnerável” (Jontz, 2015, p. 19). Tal constatação obriga a procurar redundância, associada, talvez não tanto à vertente tecnológica em si, mas antes, à necessidade de investimento na duplicação e integração de sistemas críticos e, naturalmente, ao treino da capacidade para operar na total ou parcial ausência dos mesmos. Ou seja, trata-se de uma questão financeira, doutrinária e de treino. Será certamente um processo contínuo e permanente.

Portanto, tendo na sua essência a IoT surgida, em grande medida, como uma aplicação do conceito “*network-centric warfare*”, está a crescer exponencialmente, sobretudo no mundo civil e a transformar-se em algo com um enorme potencial, a todos os níveis. Desde logo, em termos militares, através do seu possível contributo para a criação de uma consciência situacional abrangente, o qual passa também por monitorizar em tempo real o sistema de armas no seu todo, incluindo, naturalmente, homem e máquina.

No respeitante aos meios aéreos modernos, tal já ocorre nas nossas aeronaves (F-16, EH-101, C-295, etc.), desde a operacionalização da manutenção preventiva, feita através da recolha e análise da informação gerada pelos inúmeros sensores que equipam os vários sistemas da aeronave, até à constante monitorização dos parâmetros de voo e subsequente contributo para uma operação segura. Neste âmbito, o grau de modernidade das frotas, fundamentais para o cumprimento da missão e em exploração na Força Aérea Portuguesa, já é de elevado nível de sofisticação (desde o sistema *Health and Usage Monitoring System* na frota EH-101, até ao *Onboard Fatigue Monitoring System* na frota C-295, ou inúmeros sistemas semelhantes no F-16 MLU ou no P-3 CUP). Assim, sendo espectável que os sistemas de armas em causa se mantenham em operação seguramente até 2030, importará apostar na sua modernização contínua, por forma a garantir a necessária relevância operacional. Dito isto, e apenas na perspectiva das aeronaves, o futuro da Força Aérea começou a ser construído em 2003, com a transformação dos primeiros F-16 MLU, e atingiu o atual patamar em 2014 com a conclusão do programa de modernização da frota P-3C CUP+.

Relativamente ao vetor humano, afigura-se incontornável afirmar que continuará certamente a ser fundamental para o sucesso da missão. Seja a bordo do meio aéreo, aos comandos do UAV na estação de controlo ou numa posição tática num *Air Operation Center* (AOC), a interação dinâmica e eficiente entre o aviador e o meio tecnológico que o rodeia será cada vez mais relevante. Assim, é certamente possível progredir, por exemplo, no campo da monitorização dos sinais vitais dos tripulantes, um pouco à semelhança do que já é possível ser feito com os soldados no campo de batalha e já é um lugar-comum nas aeronaves atuais. No entanto, sendo o *aviador* moderno essencialmente um gestor de informação, e havendo o sério risco de a IoT se vir a constituir como um

novo contributo para a sobrecarga de dados, o principal desafio será transformar essa torrente de informação em conhecimento útil para melhorar o processo de decisão.

Resta à indústria encontrar os *Pontos Decisivos* e respetivos *Efeitos* necessários para materializar as Condições que definem o nosso *Estado Final*, neste caso trazer à luz do dia a tecnologia que irá permitir dar corpo ao *Aviador do Futuro*.

## **Bibliografia**

Ackerman, R., janeiro de 2015. Intelligence Plans Its Own Internet of Things. *SIGNAL, AFCEA's International Journal*, pp. 24-26.

IESM, 2014. *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa.

IESM, 2015a. *Regras de Apresentação e Referenciação para os Trabalhos Escritos a realizar no IESM - NEP / ACA 018*. Lisboa: IESM.

IESM, 2015b. *Trabalhos de Investigação - NEP / ACA - 10*. Lisboa: IESM.

Jontz, S., janeiro de 2015. Internet of Things Promises to Transform Life - But at What Cost? *SIGNAL, AFCEA's International Journal*, pp. 16-20.

Medina, C., 10 de março de 2015. *National Liaison Representatives Meeting. Framework for Future Alliance Operations, Military Implications*. Bruxelas: Bélgica.

NATO, 2008. *Nato Glossary Terms - AAP-6*. Nato Standardization Agency.

NATO, 2013. *COPD INTERIM V2.0 - Allied Command Operations Comprehensive Operations Planning Directive*. Bruxelas: NATO-Allied Command Operations.

NATO, 2013. *Forging the Future Leading NATO Military Transformation, Framework for Future Alliance Operations Workshop #2*. NATO School, Oberammergau, Germany: NATO School, Oberammergau.

NATO, 20 de novembro de 2014. *North Atlantic Treaty Organization - allied command transformation*. Obtido de Framework for Future Alliance Operations 2015: <http://www.act.nato.int/futures-ws-2>

NATO, 2015. *Framework for Future Alliance Operations, Strategic Military Perspectives*. Norfolk, EUA: NATO.

NATO, 2016. *North Atlantic Treaty Organization - Joint Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*. Disponível em: [http://www.nato.int/cps/en/natohq/topics\\_111830.htm?selectedLocale=en](http://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_111830.htm?selectedLocale=en) [Consult. 10 fev. 2016].

NATO, s.d.. AJP-2 - *Allied Joint Doctrine For Intelligence, Counter-Intelligence and Security*, Edition A Version A (ratification draft 1). Nato Standardization Agency.

Priberam Informática, 01 de janeiro de 2013. *Priberam*, dicionário. Disponível em <http://www.priberam.pt/dlpo/estado%20da%20arte> [Consult. 22 de fev. de 2016].

Seffers, G., janeiro de 2015. Defense Department Awakens to Internet of Things. *SIGNAL, AFCEA's International Journal*, pp. 21-23.

Wind River Systems, I., 01 de outubro de 2015. *The internet of things for defense*. Disponível em: [http://www.windriver.com/whitepapers/iot-for-defense/wind-river\\_%20IoT-in-Defense\\_white-paper.pdf](http://www.windriver.com/whitepapers/iot-for-defense/wind-river_%20IoT-in-Defense_white-paper.pdf) [Consult. 22 de fev. de 2016].





EDITORIAL: REVISTACIENCIASMILITARES@IESM.PT

TELEFONE: 213002153 | 213002151

MORADA: RUA DE PEDROUÇOS - 1449-027 LISBOA



CAPA

COMPOSIÇÃO GRÁFICA

TENENTE-CORONEL - TINF RUI JOSÉ DA SILVA GRILO

SOBRE GRAVURA DE

TENENTE-GENERAL VÍTOR MANUEL AMARAL VIEIRA