



SPOLM 2007

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 08 e 09 novembro de 2007.

AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE COMPONENTES COTS EM SISTEMAS DIGITAIS OPERATIVOS¹

Marco Antonio da Costa Vieira

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Rua Passo da Pátria 156 sala 306, bloco D, Niterói, 24210-240, RJ.

marco@ieapm.mar.mil.br

Eduardo Siqueira Brick

Núcleo de Logística Integrada e Sistemas da UFF (LOGIS/UFF)

Rua Passo da Pátria 156 sala 440, bloco E, Niterói, 24210-240, RJ.

brick@producao.uff.br

RESUMO

Este artigo trata da avaliação do emprego de componentes COTS (*Commercial-off-the-Shelf*) em Sistemas Digitais Operativos (SDO), na Marinha do Brasil (MB). Essa avaliação está sendo realizada por meio de um estudo de caso abordando dois sistemas desenvolvidos pela Marinha do Brasil: o SSTT-MT e o SICONTA MK II. Os resultados já obtidos com este estudo foram confrontados com a experiência internacional relativa ao emprego de componentes COTS em SDO. Esta comparação buscou identificar se as vantagens e desvantagens relatadas se concretizaram para estes desenvolvimentos, bem como identificar possíveis novas vantagens e/ou desvantagens, decorrentes dos sistemas terem sido desenvolvidos em ambiente brasileiro. Os dados foram obtidos em documentos administrativos e técnicos e por meio de aplicação de questionários e realização de entrevistas com pessoas diretamente envolvidas nas fase de projeto, desenvolvimento, instalação, operação e manutenção básica dos referidos sistemas.

PALAVRAS-CHAVE: COTS, Engenharia de Sistemas, Apoio Logístico.

ABSTRACT

This paper deals with the evaluation of the application of COTS (Commercial-off-the-Shelf) components on Operational Digital Systems (ODS), at the Brazilian Navy. A case study its being performed, covering two systems developed by Brazilian Navy: the SSTT-MT and SICONTA MK II. A comparison between the development of these systems and the international experience with the use of COTS components on ODS was made, trying to identify if the advantages and disadvantages reported were reproduced in these cases, as well as to identify new advantages and disadvantages inherent to the Brazilian environment. The data was obtained from administrative and technical documents and from interviews and surveys with persons involved with design, development, operation and basic maintenance of these systems.

¹ Este artigo foi elaborado no contexto do Acordo de Cooperação 01/2007-CMM/70 entre a Diretoria Geral do Material da Marinha (DGMM) e a Universidade Federal Fluminense (UFF).

KEYWORDS: COTS, Systems Engineering, Logistical Support.

1. INTRODUÇÃO.

Após o término da Segunda Guerra Mundial (1945) até meados da década de 80 – motivados pelo enorme poder de compra do Departamento de Defesa Norte-Americano (DoD) e pela bi-polaridade da guerra fria – as empresas e os órgãos de governo foram motivados a desenvolver sistemas que atendessem às características específicas de um padrão militar, conhecidas como MIL-SPEC (*Military Specification*). Esta forma de desenvolvimento de sistemas, mesmo quando não baseada em especificações militares, é também conhecida como solução proprietária.. Esta abordagem apresenta alguns efeitos indesejados como o elevado tempo para desenvolvimento, o alto custo e a dependência em relação ao desenvolvedor, para obtenção de sobressalentes, assistência técnica, atualizações e manutenção – tanto para o *hardware* como para o *software*.

O avanço tecnológico tem provocado grandes transformações, não apenas no âmbito da economia, mas também no desenvolvimento, produção e aplicação de novos sistemas digitais, incluindo os aplicados em ambiente militar, aqui denominados de Sistemas Digitais Operativos (SDO). Produtividade, controle de custos, confiabilidade e manutenibilidade, entre outras características, tornaram-se necessidades competitivas condicionantes para que as empresas, governos, forças armadas e órgãos desenvolvedores de sistemas se mantenham competitivos.

Segundo Horowitz (2006), a alteração no paradigma de desenvolvimento de sistemas digitais, ocorrida nos últimos 20 anos, onde o *hardware* e o *software* empregados em SDO evoluíram drasticamente, acarretaram a mudança do enfoque de desenvolvimento do *hardware* para o *software*. Este último passou a concentrar os maiores custos de desenvolvimento.

O método tradicional de desenvolvimento de sistemas digitais tinha início com a definição das necessidades, seguido da escolha da arquitetura, implementação e desdobramentos do sistema, testes e manutenção. Em sistemas baseados em componentes *Commercial-off-the-Shelf* (COTS), este paradigma foi drasticamente alterado (Fig. 1). Muitas das tarefas de implementação foram encampadas pelos desenvolvedores comerciais e seus produtos, invariavelmente, são criados antes da especificação das necessidades de um novo sistema, ou seja, já estão disponíveis para aquisição. Assim, as necessidades passaram a ter que se adaptar à disponibilidade mercadológica.

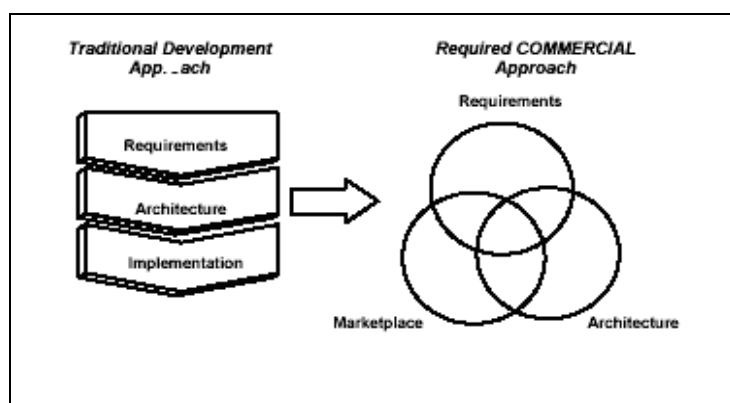


Fig. 1 - Abordagens para o Desenvolvimento de SDO (Horowitz et al)

O Departamento de Defesa Norte-Americano (DoD, 2001), afirma que: “A maioria dos programas do DoD obtém sucesso no desenvolvimento de sistemas digitais, pois incorporam os benefícios do emprego de itens comerciais. Estes programas requerem o

desenvolvimento de novas práticas e habilidades do DoD. Estes sistemas são concebidos, adquiridos, desenvolvidos e mantidos de acordo com as imposições do mercado”.

Segundo Alves & Castro (2001) e Sledge (1998), esta alteração de paradigma de desenvolvimento de SDO, tem conduzido a um crescente interesse para o desenvolvimento e aplicação de sistemas baseados em componentes COTS.

Atualmente, no contexto de redução de efetivos e orçamentos governamentais e militares, observa-se a consolidação da tendência surgida a partir da segunda metade da década de 80: aplicação de componentes COTS, em sistemas digitais operativos, objetivando primariamente, reduções no tempo e custo de desenvolvimento.

Collignon (2000) afirma que: “Atualmente, os sistemas digitais que são desenvolvidos com componentes COTS são onipresentes. Na medida em que substituem os sistemas proprietários, eles também substituem os custos e problemas de desempenho por problemas mais complicados que surgem do emprego de recursos pouco controláveis. Esta situação resulta em grande dificuldade de combinar o emprego de múltiplos componentes COTS no desenvolvimento de sistemas militares”. Por recursos pouco controláveis entende-se, os componentes comerciais (COTS), desenvolvidos basicamente para o mercado comercial global (civil) e que vêm a ser empregados em sistemas militares.

Rosa (2002) afirma que, neste contexto, o desenvolvimento de SDO para aplicações militares surge com a necessidade de atendimento de requisitos muito rígidos de operação e manutenção. O ambiente em que são empregados – normalmente, de características agressivas – e o ciclo de vida de, no mínimo 15 (quinze) anos, exigem robustez, confiabilidade e flexibilidade, entre outras características.

A Marinha do Brasil, segundo Rosa (2002), introduziu o conceito COTS em 1990, a partir do desenvolvimento, pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), do sistema de controle tático SICONTA MK-I, onde itens COTS importados foram integrados aqui no Brasil. Porém o *hardware* para este projeto foi especialmente desenvolvido pela empresa DATANAV, aplicando-se o conceito de MOTS (*Modified-Off-The-Shelf*) e fugindo do conceito absoluto de COTS, onde os itens devem ser comerciais e encontrados no mercado para aquisição. O projeto do SICONTA MK-II (Sistema de Controle Tático e de Armas), desenvolvido para a modernização das Fragatas Classe “Niterói” (FCN), a partir de 1992, é o primeiro projeto da Marinha a ter seu desenvolvimento totalmente baseado no conceito de COTS.

Desde então, o conceito COTS vem sendo adotado no desenvolvimentos de novos sistemas, tais como: SSTT (sistema de simulação tática e treinamento) e sua versão mais atual, o SSTT-MT (Sistema de Simulação Tática e Treinamento – Multi-Tarefa); SCAV (Sistema de Controle de Avarias), SCMPA (Sistema de Controle de Máquinas Principais e Auxiliares), desenvolvidos por alguns órgãos da MB, contando, em alguns casos, com parcerias estratégicas com universidades e/ou empresas.

O emprego de componentes COTS no desenvolvimento de sistemas digitais é portanto, muito recente e pouco estudado. Apesar das apregoadas inúmeras vantagens desse novo paradigma, principalmente na redução de custos e tempos de desenvolvimento, observa-se a ocorrência de novos problemas, especialmente no que tange ao apoio logístico.

Assim, este trabalho teve como propósito verificar se as vantagens e desvantagens no emprego de COTS, extraídas da experiência internacional com o desenvolvimento de SDO, se reproduziram no Brasil e se existem outras características próprias do ambiente brasileiro que mereçam ser destacadas.

O trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas: a seção 2 apresenta os conceitos básicos sobre COTS. Na seção 3 são resumidos os resultados da experiência internacional com o emprego de COTS. A metodologia empregada é descrita na seção 4 e a seção 5 apresenta os resultados do estudo de caso de dois SDO desenvolvidos pela MB. Por fim, na seção 6, são apresentadas as conclusões do trabalho.

2. CONCEITUAÇÃO DE COTS.

Entender o significado do COTS, seus requisitos e suas principais características são fundamentais para o sucesso no desenvolvimento de sistemas militares baseados nesta filosofia.

A definição a ser empregada neste trabalho, descrita por Collignon (2000) é: “Itens comerciais de software ou hardware previamente desenvolvidos e testados, disponíveis para o uso e de fácil acesso e aquisição no mercado e que não necessitem de modificações, adaptações e/ou manutenção, por parte da organização que o adquire ou emprega, durante o ciclo de vida previsto”, acrescida da citação de Rosa (2002) de que “o termo COTS, no ambiente militar, vem sendo associado à utilização de itens comerciais em substituição aos componentes MIL-SPEC”.

Os componentes COTS possuem as seguintes características básicas:

- a) são empregados em atividades diversas;
- b) são produzidos em escala industrial e por fornecedores diversos;
- c) são “atualizados” constantemente – a partir das experiências dos usuários e/ou das necessidades de mercado;
- d) normalmente não são desenvolvidos para emprego militar; e
- e) a manutenção, ao nível de componentes discretos, só é realizada pelo fabricante, pois não é fornecida a documentação técnica ou códigos fonte.

O *hardware* e o *software* empregados em SDO foram classificados por Pelletier (1997) em 5 (cinco) categorias:

	CATEGORIAS DE PRODUTOS COMERCIAIS				
	1	2	3	4	5
	MIL-SPEC	Controlado pelo Governo	Fornecedor Comercial	Tipo Comercial “MOTS”	Controlado pelo Vendedor
Características dos projetos	Militarizadas: definidas pelo governo / força armada	Não militarizadas: definidas pelo governo	Comercial: apenas para o governo	COTS: modificados para os governos / forças armadas	COTS: mercado civil
Exemplos	Porta-aviões	Radio de campo	Radio tático	Simulador tático	Placa-mãe
% de subsídios governamentais	100%	100%	Muito alto	Baixo (itens básicos)	Baixo
Grau de abertura do projeto	Total (de cada parte)	Total (de cada parte)	Quase total (forma e funções)	Mínimo necessário	Somente forma e funções
Propriedade da configuração	Governo	Governo	Fornecedor ou governos estrangeiros	Fornecedor	Fornecedor
Risco na estabilidade do projeto	Baixo	Baixo	Médio-baixo	Médio-alto	Alto
Risco no custo de apoio a longo prazo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Médio-alto
Custo de aquisição	Alto	Médio	Médio	Baixo	Muito baixo

Tempo de desenvolvimento	Alto	Alto	Medio	Baixo	Muito baixo
---------------------------------	------	------	-------	-------	-------------

Tabela 1 – Categorias de Produtos Comerciais (Pelletier, 1997)

A primeira categoria citada é a dos componentes MIL-SPEC, ou seja, componentes militarizados, projetados, desenvolvidos e aplicados na esfera militar. Nestes casos os governos e forças armadas são o desenvolvedor, financiador, proprietário e controlador de todo projeto, com as características necessárias e intrínsecas á operação em ambientes de combate. Era o único tipo de componente e desenvolvimento disponíveis para SDO até a década de 80.

A segunda categoria é a dos componentes também projetados, desenvolvidos e aplicados em ambiente governamental. Porém, não possuem características militares, ou seja, não são militarizados e possuem características de produtos comerciais.

Na terceira categoria, o fabricante é essencialmente comercial, produzindo componentes com características comerciais para emprego militar. Neste caso, os governos e forças armadas podem adquirir produtos MIL-SPEC ou “semi-MIL-SPEC” oriundos do mercado. O governo não possui o controle do projeto, mas tem o poder de exigir que seja apoiado à longo prazo, pois é o único cliente destes fornecedores.

A quarta categoria é a do produto “tipo comercial” desde o seu projeto, mas adaptado para aplicações militares ou mantido estável para tal, enquanto as versões em uso civil são atualizadas para atender às demandas do mercado.

Na última categoria, enquadram-se os itens de mercado oferecidos em larga escala, como “*open standards*”, para venda ou licenças de uso geral. Evoluem rapidamente, baseados na experiência dos usuários e na aceitação e possibilidades mercadológicas - principalmente após a introdução e popularização de conceitos de conectividade, velocidade e capacidade de processamento e Internet. Nestes casos, o enfoque do fabricante é o mercado civil, muito maior e dinâmico. A partir do momento em que um produto COTS é alterado para uso militar, ele deixa de ser capaz de receber as atualizações do mercado. Torna-se assim um “COTS modificado” (categoria 4 – Tabela 1), de acordo com Pelletier (1997) ou “não-COTS” de acordo com alguns outros autores.

Ainda segundo Pelletier (1997), as três primeiras categorias não demandam maiores preocupações em termos logísticos ou de ciclo de vida, pois são estáveis para emprego militar, característico de componentes MIL-SPEC. Os maiores problemas e dúvidas surgem nas categorias 4 e 5, quando empregados em sistemas militares, ou seja, se estes sistemas terão o apoio logístico comercial necessário em todo seu ciclo de vida. Os sistemas que utilizam componentes comerciais ou combinados (categoria 4) devem receber especial atenção, pois podem não estar preparados para suporte logístico em todo seu ciclo de vida militar, principalmente pelos fabricantes dos componentes “comerciais”.

Rosa (2002) classificou em três categorias típicas os componentes normalmente empregados no desenvolvimento de SDO para aplicações militares:

a) Proprietário: componentes baseados ou não em MIL-SPEC, com ciclos de vida estáveis e com os governos e forças armadas como usuário principal. Possui estrutura de apoio bem organizada e definida para o longo prazo. Normalmente associados a apenas um, ou número muito reduzido de fornecedores. Correspondem às categorias 1, 2 e 3 da Tabela 1. De modo geral, estão em desuso;

b) Comercial Modificado (MOTS): componentes desenvolvidos para uso no comércio em geral, sofrendo adaptações para empregos militares. Não contam com uma estrutura de apoio definida, principalmente em função das adaptações e modificações realizadas. Corresponde à categoria 4, da Tabela 1;

c) COTS ou Item Comercial: empregados sem qualquer tipo de adaptação por parte do usuário. É a categoria 5 da Tabela 1. Será o objeto de estudo deste trabalho, com avaliação

das vantagens e desvantagens de seu emprego, por parte da Marinha do Brasil e são, em sua maior parte, os componentes dos sistemas a serem abordados neste estudo.

3 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL COM O EMPREGO DE COTS EM SDO

Um freqüente questionamento é feito sobre o desempenho da tecnologia COTS em aplicações militares, visto que possuem características próprias.

A bibliografia referenciada cita inúmeras vantagens e desvantagens, bem como alguns “cuidados” a serem observados no emprego de componentes COTS. Para um melhor entendimento, as mesmas estão relacionadas às duas principais fases do ciclo de vida dos SDO:

- Do desenvolvimento aos testes de aceitação; e
- Operação e manutenção do sistema.

Com o intuito de facilitar a visualização e compreensão das vantagens, desvantagens e recomendações para o desenvolvimento, operação e manutenção de SDO, com emprego de componentes COTS, bem como servir de guia para a coleta e análise dos dados, as tabelas abaixo apresentam um resumo das citações encontradas na bibliografia pesquisada:

3.1 Do desenvolvimento aos testes de aceitação

VANTAGENS	FUNDAMENTAÇÃO/COMENTÁRIO	REFERÊNCIA(S)
Menores tempos de desenvolvimento.	Em relação ao desenvolvimento de sistemas proprietários com desenvolvimento próprio de componentes de SW e de HW, empregando componentes discretos.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Burke (1998) e Rosa (2002)
Menores custos de desenvolvimento.	Em relação ao desenvolvimento de sistemas proprietários com desenvolvimento próprio de componentes de SW e de HW, empregando componentes discretos.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Burke (1998) e Rosa (2002)
Acesso rápido a novas tecnologias (“estado da arte”).	Possibilidade de empregar o que há de mais moderno em tecnologia, já que os componentes COTS são produzidos com o uso das mais recentes tecnologias.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001) e Rosa (2002)
Suporte de muitas indústrias do setor e facilmente encontrados e adquiridos no comércio.	Diversos fabricantes produzindo produtos com funções similares, gerando uma disputa por mercado e grande oferta de opções. Os componentes são multi-emprego e de padrão “ <i>open standard</i> ”.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005).
Baixo custo de aquisição de componentes.	Competição de “mercado” e/ou comparado ao desenvolvimento próprio de HW e SW.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005) e Rosa (2002)
Possibilidade de desenvolvimentos flexíveis	Desenvolvimento simultâneo de distintas configurações ou versões, como o caça JSF (EUA).	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005).

Tabela 2 – Vantagens do emprego de COTS na Fase de Desenvolvimento

DESVANTAGENS	FUNDAMENTAÇÃO/COMENTÁRIO	REFERÊNCIA(S)
Obsolescência (retirada de	Retirada de determinado produto ou saída de fabricantes do mercado, até mesmo durante o	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette

fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).	desenvolvimento, resultando em substituição de componentes. Em comparação com os sistemas proprietários, que apresentam ciclo de vida de, pelo menos, 15 anos.	(2005), Burke (1998), Collignon e Rosa (2001) e Rosa (2002)
Dificuldades de integração de componentes, selecionados para o sistema.	Agravado em sistemas complexos, com emprego de múltiplos componentes COTS de fornecedores distintos.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Burke (1998), Collignon e Rosa (2001) e Rosa (2002)
Impossibilidade de alteração das características do produto – “caixa-preta”.	Imposto pelos fabricantes e desenvolvedores.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon e Rosa (2001) e Rosa (2002)
Necessidade de estabelecer um apoio logístico diferenciado	Baixa possibilidade de reparos para hardware com tecnologia SMD e/ou <i>Multi-Lay</i> , somado às alterações de configurações e a necessidade de uma nova abordagem para o planejamento do apoio logístico	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon e Rosa (2001) e Rosa (2002)
Requisitos rígidos de operação e manutenção	O ambiente militar-naval exige características de maior “robustez” dos SDO. Em alguns casos, existe a necessidade de adaptação do componente para operação neste ambiente.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001) e Rosa (2002)

Tabela 3 - Desvantagens do emprego de COTS na Fase de Desenvolvimento

RECOMENDAÇÕES	FUNDAMENTAÇÃO/COMENTÁRIO	REFERÊNCIA(S)
Emprego de um criterioso processo de seleção de componentes.	Fator primordial para o sucesso do emprego de componentes COTS. Anula ou minimiza ocorrências de obsolescência e dificuldades de integração, entre outras.	Place (2000).
Sólido relacionamento com o desenvolvedor ou vendedor.	Vinculado à ocorrência de problemas contratuais, de capacidade técnica do desenvolvedor, bem como define as responsabilidades, prazos e custos.	Place (2000).
Gerenciamento das diferenças entre o projeto e o mercado.	Associado ao processo de seleção de componentes. Normalmente, o mercado já possui os componentes a serem empregados no sistema. Cabe ao projetista não incorporar funcionalidades ao sistema em desenvolvimento, que não possa ser prontamente atendida pelos produtos disponíveis.	Place (2000).
Abordar aspectos de manutenção antecipadamente.	Possibilita a adequação ao paradigma COTS, formatação do apoio logístico necessário (deve ser diferenciado) e estabelecimento de dotações de sobressalentes, entre outros.	Place (2000).

Emprego de múltiplos itens comerciais no mesmo sistema.	Reflexos na manutenibilidade, disponibilidade, apoio logístico, entre outros. Resultam, primariamente, em obsolescências e dificuldades de integração.	Place (2000).
---	--	---------------

Alterações de configurações e parâmetros.	de e	Minimizar a quantidade de alterações do projeto. Reflete em alterações de prazos e custos, bem como no re-trabalho de seleção novos componentes.	Place (2000).
---	------	--	---------------

Tabela 4 – Recomendações para o emprego de COTS na Fase de Desenvolvimento

3.2 Operação e manutenção do sistema

VANTAGENS		FUNDAMENTAÇÃO/COMENTÁRIO	REFERÊNCIA(S)
Menor tempo para reparos, aumentando a disponibilidade.		Por características de apoio logístico, onde o componente é do tipo PSL/LRU, sendo rapidamente substituído no local de operação e posteriormente reparado ou descartado.	Bertoa e Vallecillo (1999), Burke (1998), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Facilidade e rapidez de obtenção de componentes no mercado.		Devido à diversidade de fabricantes e vendedores atuando no mercado de componentes COTS.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001) e Place (2000)
Baixo custo de aquisição de componentes e sobressalentes		Competição de “mercado” e desenvolvimento tecnológico.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Capacidade de atualizações.	de	Manter o “estado da arte” tecnológico, substituindo componentes por outros mais “atuais”, incorporando novas tecnologias.	Bertoa e Vallecillo (1999), Burke (1998), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Estrutura de apoio reduzida,		Ligada ao fato da manutenção ser, praticamente, restrita aos primeiro e quarto escalões.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Alta confiabilidade dos componentes COTS.		Fruto da novas tecnologias e processos e, também, devido aos componentes já serem pré-desenvolvidos e testados em outras aplicações.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001) e Place (2000)

Tabela 5 - Vantagens do uso de COTS na Fase de Operação e Manutenção

DESVANTAGENS		FUNDAMENTAÇÃO/COMENTÁRIO	REFERÊNCIA(S)
Obsolescência (retirada de fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).		Retirada de determinado produto do mercado, exigindo atualizações periódicas das configurações do sistema. Em Comparação com os sistemas proprietários, de pelo menos, 15 anos.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)

Dificuldades de integração de novos componentes, decorrentes de atualizações.	Agravado em sistemas complexos, com emprego de múltiplos componentes COTS.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Alto risco no apoio a longo prazo – baixa suportabilidade.	Possibilidade de retirada de produtos e empresas do mercado, impossibilidade técnica e/ou econômica de reparo de componentes, entre outros.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)
Custo da operação, manutenção e atualizações.	Ainda em avaliação. Os relatos existentes ainda são em baixo número.	Bertoa e Vallecillo (1999), Blanchette (2005), Collignon (2001), Rosa (2002) e Place (2000)

Tabela 6 - Desvantagens do uso de COTS na Fase de Operação e Manutenção

4. METODOLOGIA.

A seleção da estratégia de pesquisa empregada teve como base Yin (1999). Tendo em vista a natureza dos dados a serem coletados e a sua dispersão em unidades da Marinha do Brasil, optou-se por realizar um levantamento, por meio de aplicação de questionários, entrevistas e análise de documentos técnicos e administrativos.

A escolha considerou que o emprego de uma estratégia mista agrega características que estão em consonância com o objetivo e contexto deste trabalho. Pois, em sua forma, demanda por características exploratórias, explanatórias e empíricas sobre acontecimentos recentes, sobre o qual se tem pouco ou nenhum controle.

O método de estudo de caso é uma estratégia para se examinar acontecimentos contemporâneos e pode ser considerado mais adequado a este trabalho, tendo como fonte principal a aplicação de questionários e uma série sistemática de entrevistas. Tomando-se por base a afirmação de Yin (1999): “o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo – com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta e análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem uma tática para coleta de dados nem uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente”.

Foram analisados dois sistemas com características distintas:

a) SSTT-MT – Sistema de pequeno porte, baseado totalmente em componentes COTS de uso generalizado, para operação em ambiente amigável.

b) SICONTA MK II – Sistema complexo, empregando componentes COTS para aplicações profissionais, além de componentes COTS de uso generalizado e componentes proprietários, para operação em ambientes exigentes (navios de guerra).

4.1 SSTT-MT

Sistema de Simulação Tática e Treinamento – Multi-Tarefa, instalados no NE Brasil e no Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML). Desenvolvido a partir do final da década passada, pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). Objetiva o treinamento e avaliação das tripulações dos navios da esquadra e das aeronaves da MB, em condições similares àquelas encontradas quando em operações no mar. Consiste, no CAAML, de dezesseis cubículos, sendo um para os instrutores.

O *hardware* é composto de 13 (treze) PSL/LRU (Parte Substituível em Linha/*Line Replaceable Unit*) e 1 (uma) PSO/SRU (Parte Substituível em Oficina/*Shop Replaceable Unit*) COTS, oriundos de 10 (dez) fabricantes distintos, atuantes no mercado de computadores pessoais.

4.2 SICONTA MK II

O projeto do SICONTA MK II teve início em 1992, já visando sua aplicação no projeto de modernização das fragatas classe “Niterói” (ModFrag). Trata-se de um sistema complexo, baseado em computação distribuída e de arquitetura e tecnologias mais modernas em comparação com o antigo Ferranti-CAAIS, sistema proprietário/MIL-SPEC, então em uso nas fragatas, que empregava arquitetura de processamento centralizado e com menor capacidade e baseado em linguagens de programação específicas. O SICONTA MK II é um sistema de controle tático e de armas em tempo real, modular e expansível.

O Plano de Apoio Logístico Integrado (PALI) descreve que o *hardware* é composto de 80 (oitenta) PSL/LRU (Parte Substituível em Linha/*Line Replaceable Unit*) e 4 (quatro) PSO/SRU (Parte Substituível em Oficina/*Shop Replaceable Unit*) COTS, distribuídas em 10 (dez) sub-sistemas ou consoles e oriundos de 15 fabricantes distintos, atuantes desde o mercado de componente para sistemas militares e de defesa até o mercado de computadores pessoais.

5. RESULTADOS.

Apesar do estudo ainda não estar totalmente finalizado, já apresentou resultados que permitiram concluir sobre o tema pesquisado. Os resultados já obtidos estão apresentados a seguir, em forma descritiva e discriminados por sistema, fase do ciclo de vida e por categoria (vantagens/desvantagens/recomendações), seguindo a mesma estrutura das tabelas 2 a 6:

5.1 SSTT-MT

5.1.1 Do desenvolvimento aos testes de aceitação

VANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Menores tempos de desenvolvimento.	Dados do sistema anterior em fase de obtenção. Sistema atual desenvolvido em cerca de 2,5 anos.
Menores custos de desenvolvimento.	Dados em fase de obtenção.
Acesso rápido a novas tecnologias (“estado da arte”).	Sistema foi desenvolvido com componentes de última geração disponíveis no mercado.
Suporte de muitas indústrias do setor e facilmente encontrados e adquiridos no comércio.	Todos os componentes tipicamente COTS e facilmente encontrados no mercado. Todos os componentes com mais de um fabricante.
Baixo custo de aquisição de componentes.	Componentes de baixo custo de aquisição.
Possibilidade de desenvolvimentos flexíveis	Existem duas versões distintas do sistema, empregando os mesmos componentes.

Tabela 7 - Evidências obtidas em relação às vantagens

DESVANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Obsolescência (retirada de fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).	Não ocorreu durante o desenvolvimento.

Dificuldades de integração de componentes, selecionados para o sistema.	Problemas de integração entre componente de <i>hardware</i> e de <i>software</i> selecionados.
Impossibilidade de alteração das características dos componentes – “caixa-preta”.	Não houve a necessidade de alterar as características dos componentes.
Necessidade de estabelecer um apoio logístico diferenciado	Não foi levado em consideração, durante o desenvolvimento.
Requisitos rígidos de operação e manutenção	Não se aplica a este sistema

Tabela 8 - Evidências obtidas em relação às desvantagens

No desenvolvimento do SSTT-MT observou-se que as seguintes recomendações para desenvolvimentos baseados em COTS, relacionadas na tabela 4, foram seguidas:

- Todos os componentes empregados foram do tipo COTS puro (categoria 5 da classificação de Pelletier (1997));
- Não foram realizadas alterações de configurações e/ou parâmetros nos componentes.

As demais recomendações não foram seguidas. Porém, devido às características do SSTT-MT, listadas na seção 4 (sistema muito simples), não houve maiores prejuízos ao desenvolvimento.

5.1.2 Operação e manutenção do sistema

VANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Menor tempo para reparos, aumentando a disponibilidade.	Reparos feitos por substituição de PSL/LRU, em tempos muito reduzidos.
Baixo custo de aquisição de componentes e sobressalentes	Componentes COTS de baixo valor.
Facilidade e rapidez de obtenção de componentes no mercado.	Nas avarias ocorridas, os componentes foram adquiridos em menos de 7 dias, mesmo considerando-se os tempos administrativos
Capacidade de atualizações.	Não foram realizadas, até o momento. Porém poderiam ter sido implementadas com facilidade, devido ao sistema empregar arquitetura de computador pessoal (PC/Windows).
Estrutura de apoio reduzida,	Não foi necessário estabelecer nenhuma estrutura formal de apoio.
Alta confiabilidade dos componentes COTS.	Durante cerca de 4 anos de uso, foram observadas apenas duas falhas em componentes.

Tabela 9 - Evidências obtidas em relação às vantagens

DESVANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Obsolescência de componentes (retirada de fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).	Devido às características do sistema e à arquitetura utilizada, mesmo quando ocorre a retirada de fabricação de componentes, alternativas são facilmente encontradas. Vários componentes já foram retirados de fabricação e substituídos por outros, sem problemas de integração.

Dificuldades de integração de novos componentes, decorrentes de atualizações.	Devido às características do sistema e à arquitetura utilizada, novos componentes são facilmente integrados.
Alto risco no apoio a longo prazo – baixa suportabilidade.	Devido ao fato dos componentes empregados serem de uso generalizado, com grande demanda, este problema não foi observado.
Custo da operação, manutenção e atualizações.	Muito baixo.

Tabela 10 - Evidências obtidas em relação às vantagens

5.2 SICONTA MK II

5.2.1 Do desenvolvimento aos testes de aceitação

VANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Menores tempos de desenvolvimento.	Dados de sistemas similares, em fase de obtenção. Primeira versão do sistema levou cerca de 7 anos. Uma das causas, não relacionadas ao uso de COTS, foi a descontinuidade contratual, com a substituição das empresas desenvolvedoras. Ocorreram três substituições de empresas responsáveis.
Menores custos de desenvolvimento.	Dados em fase de obtenção.
Acesso rápido a novas tecnologias (“estado da arte”).	Sistema desenvolvido com componentes de última geração disponíveis no mercado.
Suporte de muitas indústrias do setor e facilmente encontrados e adquiridos no comércio.	Muitos componentes tipicamente COTS, para uso em aplicações <u>profissionais</u> e facilmente encontrados no mercado internacional. Muitos componentes com mais de um fabricante.
Baixo custo de aquisição de componentes.	Não foi possível realizar a comparação com soluções proprietárias. Entretanto, componentes, de uma maneira geral, têm baixo custo relativo.
Possibilidade de desenvolvimentos flexíveis.	Existem versões distintas do sistema, empregando os mesmos componentes (treinamento e operativo).

Tabela 11 - Evidências obtidas em relação às vantagens

DESVANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Obsolescência (retirada de fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).	Pelo menos 8 (oito) ocorrências de retirada de produtos do mercado (obsolescências), durante o desenvolvimento.
Dificuldades de integração de componentes, selecionados para o sistema.	Houve problemas de integração entre componentes de <i>hardware</i> e de <i>software</i> selecionados.
Impossibilidade de alteração das características dos componentes – “caixa-preta”.	Não houve a necessidade de alterar características de componentes.
Necessidade de estabelecer um apoio logístico diferenciado.	Planejamento inicial, feito na fase de desenvolvimento, teve que ser posteriormente revisto.
Requisitos rígidos de operação e manutenção.	Não ocorreram problemas de adaptação e emprego de componentes para o ambiente naval. Os consoles foram testados quanto a vibração, temperatura e choque, sem apresentar problemas.

Tabela 12 - Evidências obtidas em relação às desvantagens

No desenvolvimento do SICONTA MK II, observou-se que, de modo geral, as recomendações para desenvolvimentos baseados em COTS, relacionadas na tabela 4 , foram seguidas.

5.2.2 Operação e manutenção do sistema

VANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Menor tempo para reparos, aumentando a disponibilidade.	Reparos feitos por substituição de PSL/LRU, em tempos muito reduzidos.
Baixo custo de aquisição de componentes e sobressalentes	Componentes COTS de baixo valor relativo.
Facilidade e rapidez de obtenção de componentes no mercado.	Nas avarias ocorridas, os componentes adquiridos para substituição do estoque empregado, levam, em média, 180 dias para serem adquiridos, chegando, em alguns casos, a mais de 2 anos. Além disso, houve impossibilidade de obtenção de alguns componentes por descontinuidade de fabricação.
Capacidade de atualizações.	Apesar de existirem componentes com versões mais atuais, o sistema não está sendo atualizado.
Estrutura de apoio reduzida,	A estrutura de apoio atual é mais simplificada, pois se baseia em 1 escalão, com descarte de componentes COTS.
Alta confiabilidade dos componentes COTS.	Durante cerca de 6 anos de uso, para as unidades mais antigas, foram observadas apenas 12 (doze) falhas em componentes.

DESVANTAGENS	RESULTADOS OBTIDOS
Obsolescência de componentes (retirada de fabricação e com problemas de substituição). Reduzido ciclo de vida (2 a 5 anos).	Vários componentes já apresentam obsolescência. Porém, não estão sendo substituídos por outros mais atuais, devido à utilização dos estoques.
Dificuldades de integração de novos componentes, decorrentes de atualizações.	Não foram feitas atualizações do sistema, nesta fase.
Alto risco no apoio a longo prazo – baixa suportabilidade.	Ocorrência de dificuldades de atendimento, pelos fabricantes. A maioria dos questionamentos encaminhados levam muito tempo para serem respondidos ou solucionados. Muitas vezes a resposta é negativa. Reparo dos componentes se mostrou inviável técnica e economicamente, levando a uma política de descarte não prevista no planejamento inicial.
Custo da operação, manutenção e atualizações.	No biênio 2005-2006 os pedidos de reparo/solicitações ao exterior, para componentes COTS do sistema, somaram cerca de US\$ 230.000,00.

5.3 Particularidades do desenvolvimento em ambiente brasileiro.

Os sistemas abordados no estudo de caso apresentaram as seguintes ocorrências que não estão relatadas na experiência internacional, configurando-se como características inerentes ao desenvolvimento em ambiente brasileiro:

- Excessivos tempos para recebimento de componentes adquiridos no exterior;
- Excessivos tempos para envio e recebimento de itens avariados, quando encaminhados ao exterior para avaliação ou reparo;
- Atrasos relacionados a problemas com a alfândega brasileira, tais como: operações-padrão e greves;
- Dificuldades em obter informação e suporte técnico dos fabricantes, em tempo hábil.

6. CONCLUSÕES

Apesar do estudo ainda estar incompleto, os dados obtidos, até o momento, permitem apresentar algumas conclusões.

Em face do estudo de caso realizado, pode-se concluir que os desenvolvimentos abordados apresentam muitas ocorrências similares às descrições extraídas da experiência internacional, tanto em relação às vantagens quanto em relação às desvantagens.

Fica claro que a inexistência de uma indústria de componentes COTS para desenvolvimento de SDO no Brasil perpetua a dependência de fornecedores estrangeiros e os conseqüentes problemas decorrentes, tais como: prazos, custos, prioridade de atendimento e tempos envolvidos para a solução dos problemas. Esta situação é agravada por características típicas do ambiente brasileiro, que dificultam e encarecem a importação de componentes. Estas características afetam diretamente os prazos e custos de desenvolvimento e operação.

De qualquer modo, o emprego de componentes COTS nos sistemas digitais é uma realidade irreversível, exigindo dos desenvolvedores e usuários que se adaptem a ela. Outro aspecto importante observado, com impactos no apoio logístico, é o fato de que os componentes COTS vêm adquirindo um caráter de descartáveis, com reflexos favoráveis na manutenibilidade e disponibilidade dos sistemas que empregam este novo paradigma, embora possam implicar em novos e maiores custos..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, Carina F. e Castro, Jaelson – “*Um método Baseado em Requisitos para Seleção de COTS*” – 2001, XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, pp. 193-205;

Bertoa, Manuel F. e Vallecillo, Antonio – “*Quality attributes for COTS components*” Departamento de lenguajes y ciencias de la computacion, Universidad de Málaga-España, 1999. Disponível na Internet: <http://sciencedirect.com/cots/bertoa>

Blanchette, Stephen Jr. – “*US Army Acquisition – The Program Executive Officer perspective*” – Special Report CMU/SEI-2005-SR-002, March 2005. Disponível na Internet: <http://sei.cmu.edu>

Burke, Arleigh – “*Built to Fight with Commercial Off The Shelf Components*” – Disponível na Internet: <http://cots.crane.navy.mil>, Jun 1998, pp1-4.

Collignon, Stephane – “*Commercial-Off-The-Shelf (COTS) Systems, Architecture and Knowledge*”, Dez 2000 – DSTO-TR-1493 – Department of Defense, Australian Government;

DoD – Department of Defense “*Commercial Item Acquisition: Considerations and Lessons Learned*” – Office of the Secretary of Defense” July2001. Disponível na Internet: <http://www.navy.gov>;

Horowitz, Barry M. e Lambert, James H. – “*Assembling Off-The-Shelf Components: Learn as you go systems engineering*” – IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol 36, n^o 2, March 2006; pp 23-34

Pelletier, Francis – “*Military hardware procurement: Commercial-off-the-shelf (COTS): Pipe Dream or Salvation?*”. Dez1997. Disponível na Internet: <http://wps.cfc.dnd.ca/irc/nh/nh9798/0011.html>

Place, Patrick R.H. – “*Guidance on Commercial based and Open Systems for Coast Guard Program Managers*” – CMU/SEI/2000-SR-013, Dez2000. Disponível na Internet: <http://sei.cmu.edu>;

Plano de Apoio Logístico Integrado – PALI. Documento 0.53.001.06.002 – Edição 5, Versão “A” – Projeto ModFrag – Rio de Janeiro - 2006.

Rosa, Antonio J. – “*Uma Política de Manutenção para Sistemas Digitais Operativos que Utilizam Tecnologia COTS*”, Rio de Janeiro, 2002 – Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense;

Sledge, Carol; Carney, David – “*Case Study: Evaluating Cots Products for DoD Information Systems*” – SEI Monographs on the Use of Commercial Software in Government Systems”. June1998. Disponível na Internet: <http://sei.cmu.edu>;

Yin, Robert K. – *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Tradução Daniel Grassi - 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 1999.