

## 5. Análise do Estado Futuro

Neste trabalho, a análise do estado futuro foi delineada em três abordagens distintas, tais quais: o modelo futuro da CSS com a adoção do RFID, a análise técnica e a análise econômica.

O modelo futuro irá expor toda a cadeia de suprimentos operando com AIDC proporcionada pela solução RFID, salientando a redução de tempo empregado (mão de obra) e a precisão de inventário nos varejistas.

A análise técnica será confrontada ante as limitações da tecnologia supracitadas, ao passo que a análise econômica será norteada na valoração do incremento da eficiência alcançada, ou seja, o ROI em função da redução dos custos de mão de obra versus o custo de sua implantação e operação em moldura temporal de 10 anos (CHEN *et al.*, 2013; ILIE-ZUDOR *et al.*, 2011; LEE e LEE, 2011; PESCE, 2012; SARAC *et al.*, 2010; VÉRONNEAU e ROY, 2009).

### 5.1. Análise técnica

Ante ao exposto sobre o modelo atual da CSS das Fragatas Classe Niterói, ressaltando a atuação do departamento de intendência de cada navio como varejista da cadeia, bem como atentando para os Capítulos 2 e 3, os quais perfazem o referencial teórico deste trabalho, torna-se imperativo o estabelecimento de premissas fundamentais para a análise da adoção de novos processos suportados pela AIDC por meio da tecnologia RFID, bem como auxílio de empresas especializadas na tecnologia para a condução de pesquisa de campo.

#### 5.1.1. Site Survey

É por meio da pesquisa de campo que questões relacionadas aos requisitos dos equipamentos (*tags*, leitores, antenas e aplicativos, determinando o local ideal para a colocação desses dispositivos) e software serão identificadas também com o auxílio de provedores especializados na tecnologia.

### 5.1.1.1. Seleção do Tag

A priori, foram delineados os sobressalentes que seriam identificados com o *tag*, elencados na Tabela 9 como os itens que possuem maior valor agregado em face dos demais itens estocados, maior *lead time* (fonte de obtenção no exterior) e comuns aos seis navios, sendo todos os dados extraídos do SISBORDO.

Conforme exposto no capítulo 3, são variados os tipos de *tag* já presentes no mercado e também em desenvolvimento para aplicação em objetos metálicos. Nada obstante, o desempenho de um sistema de RFID é totalmente dependente do tipo de objeto que é etiquetado, pois materiais reagem de formas distintas às ondas de radiofrequência.

A escolha pelas etiquetas passivas (etiqueta mais barata em relação aos outros tipos) faz parte da busca de um projeto que resulte em ROI positivo, no que se refere ao custo da tecnologia, sobretudo ao se tratar de solução RFID nível de item (SARAC *et al.*, 2010).

Releva mencionar mais uma vez que Piramuthu *et al.* (2014) investigam os benefícios advindos da adoção de *tag* RFID nível de item em todos os produtos da camada varejista de uma cadeia de suprimentos, embora Fleisch e Tellkamp (2005) e Gaukler (2005) não advoguem tal aplicação. No mais, o valor de cada item é bem superior ao preço do *tag* pesquisado para a aplicação em comento.

Sendo assim, utilizou-se como modelo futuro a fixação de *tag* nível de item, também como forma de combater óbices inerentes à cadeia de suprimentos de sobressalentes, bem como maximizar os benefícios oriundos de tal aplicação.

Dos 50 itens analisados, todos são constituídos primordialmente de metal sendo acondicionados a bordo em embalagem plástica ou sem nenhum acondicionamento específico de forma unitizada. Mesmo tendo em sua composição o metal, verificou-se a evolução e o uso de etiquetas passivas UHF Class1 Gen2, a serem fixadas no corpo do sobressalente ou em sua embalagem.

No que diz respeito à fixação, propõem-se que as etiquetas sejam anexadas com fita adesiva no corpo do sobressalente ou na embalagem, de forma que a serem fixadas como uma solução etiqueta adesiva contendo embutimentos RFID EPC Classe 1 Geração 2 que operam a uma frequência de 860 MHz a 950 MHz. Ademais, determina-se como espaçamento ideal entre as etiquetas o mínimo de 02 mm, a fim de evitar interferência metálica entre antenas de *tags* (BARBOSA,

2011). Por fim, ressalta-se que a colocação dos *tags* será efetuada pelo DepSMRJ (camada imediatamente anterior a cada navio).

No que diz respeito às informações armazenadas, deve ser empregada a capacidade de dados padrão EPC Gen 2: 96 bits. As etiquetas serão codificadas com um número de identificação único de 10 dígitos (parte do número EPC) armazenado no sistema SINGRA para a obtenção de informações logísticas inerentes à cadeia de suprimentos de sobressalentes e dados de catalogação de cada item (NSN, N-CAGE, DESCRIÇÃO, *part number* ou *serial number*, CODEQ, código dos navios aplicado, quantidade aplicada e dotada e localização definida para aquele item no armazém a bordo).

#### **5.1.1.2. Frequência Adotada**

A frequência a ser adotada deverá ser UHF – 860 a 960 Mhz, seguindo o padrão EPC Gen 2, já aprovado pela ANATEL para o Brasil. Espera-se a adoção de frequência global vislumbrando a expansão do uso da etiqueta pela fonte de obtenção, que no caso específico é preponderantemente internacional (Europa e EUA).

#### **5.1.1.3. Distribuição de equipamentos**

Com base no conhecimento da movimentação do fluxo de material dentro de cada navio, bem como considerando as premissas infracitadas, estimou-se o tipo de leitor e a configuração das antenas para a aplicação analisada. Em associação a uma das empresas especializadas, verificou-se a necessidade de instalação um portal e um leitor (mais fonte externa) em cada navio, mais precisamente no CICE (local definido no capítulo 4) de cada navio, composto por quatro antenas de posição fixa e de leitura circular (que são mais favoráveis às várias orientações de etiquetas), adotando como prioridade a acurácia da leitura de itens controlados. Um portal com as mesmas características instalado na doca de saída do DepSMRJ (depósito central).

Ressalta-se que a bordo se trata de um ambiente confinado e de dimensões pequenas, inclusive o próprio CICE. Portanto, a solução prevê uma distribuição de modo a otimizar o espaço utilizado a bordo, contemplando também a utilização de

seis coletores de dados RFID (um em cada navio). Consta-se que a especificação destes dispositivos devem ser EPC Gen 2, a mais atual na frequência UHF, já que permitem que um leitor se comunique com múltiplas etiquetas (protocolos anti-colisão), o que será necessário nesta solução.

### 5.1.2. Premissas fundamentais para a adoção da RFID

Considerando o delineamento proposto na pesquisa de campo com o auxílio da empresa especializada, bem como as premissas que serão expostas a seguir, considera-se viável tecnicamente a implantação da tecnologia RFID a bordo de cada navio:

- O *Middleware* RFID deverá possuir plenas capacidades em *Web-Services* para o sistema de gestão integrada SINGRA (ERP) e para o sistema de gestão de armazenagem SISBORDO Sobressalentes (WMS); deverá ser integrado a arquitetura de referência *EPCGlobal*;
- Supõe-se viável a aplicação da tecnologia RFID em ambiente de navio de guerra (RFID JOURNAL, 2012a);
- Os itens serão fornecidos aos navios com os *tags* fixados pelo DepSMRJ utilizando-se de seus recursos de apoio ao Setor Operativo. Porém, para fins de cálculo do ROI, será considerado o custo dos *tags* sem haver qualquer delimitação de compartilhamento de custo na cadeia, em que pese Demiralp *et al.* (2012) adotarem a alocação de custos às demais camadas como forma de melhor absorção;
- Mecanismos de segurança nos sistemas de comunicação, que incluem protocolos e criptografia, serão adotados, porém ainda não será adotado o Gen2v2 em virtude de seu alto custo; e
- O sistema de RFID coexistirá com as soluções atuais já adotadas pelo DepSMRJ, porém não operacionalizadas a bordo. Por exemplo, toda arquitetura existente (código de barras) poderá ser aproveitada no modelo futuro ao utilizar etiqueta do tipo 3-em-1 (RFID, código de barras e leitura direta), que, por apresentar redundância de informações, evita paradas de funcionamento do sistema por uma eventual não-detecção de códigos.

## 5.2.

### Modelo futuro da Cadeia de Suprimento de Sobressalentes das FCN: a adoção da RFID

A Figura 59 demonstra o modelo do estado futuro contemplando a solução RFID nos processos logísticos da camada varejista da cadeia de abastecimento de sobressalentes.

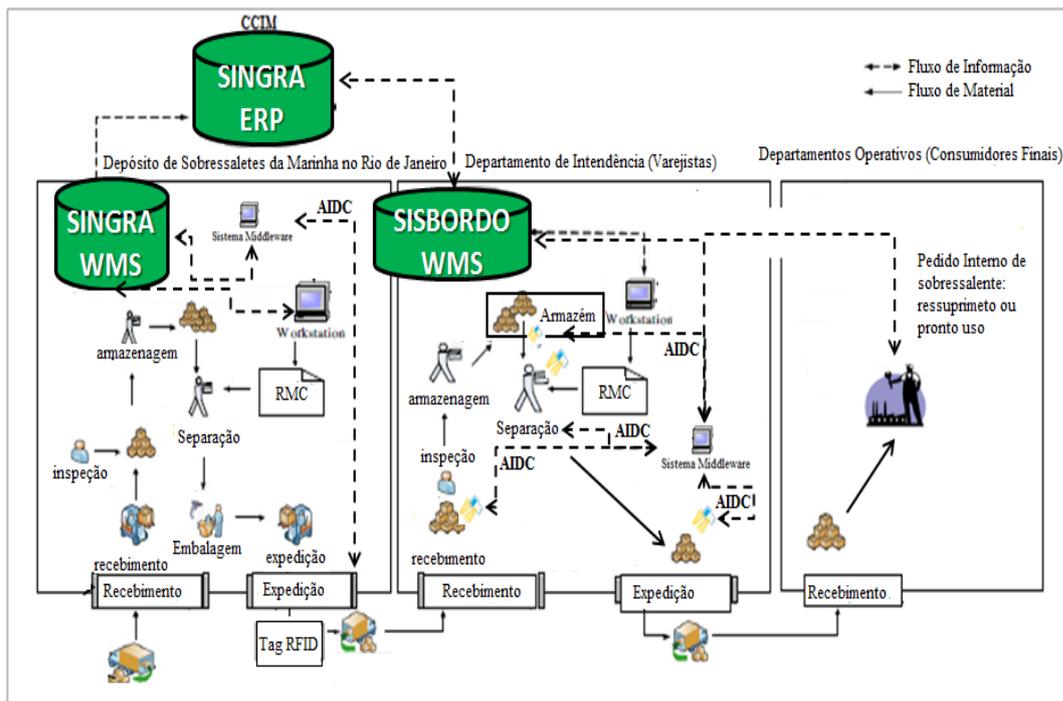


Figura 59: Modelo futuro da CSS  
Fonte: Adaptação Chen et al. (2013)

Sob a égide do diagnóstico preliminar destrinchado, a seguir serão registrados os potenciais benefícios e lacunas dos processos logísticos os quais serão atendidos e preenchidos a bordo de cada navio por meio da adoção da tecnologia RFID. No modelo futuro, é esperada a redução da interface humana nas operações de armazenagem e inventário, incluindo no subprocesso de entrada de dados, verificação e confirmação nos processos de recebimento e expedição.

Tal automação provê precisão das informações, mensuração da capacidade em tempo real e maior visibilidade do fluxo de material ao longo da cadeia. Claramente, resultando em impacto pertinente na redução de erro humano, bem como maior tempo para que o varejista se concentre nas suas atividades de competências centrais de cunho militar-naval.

### 5.2.1. Registro da demanda à jusante da CSS

A Figura 59 demonstra a realização dos processos logísticos da CSS com origem no Depósito e sua finalização nos consumidores finais (departamentos embarcados). A camada denominada Departamento de Intendência tipifica as funções logísticas do varejista relacionadas aos seis armazéns a bordo.

Atualmente, no mercado privado, varejistas buscam a integração junto aos CD por meio de sistemas de emissão automática de pedidos de reabastecimento com a utilização de RFID. Ressalta-se que os ganhos nas operações dos pontos de vendas, bem como a influência na melhoria da eficiência refletindo nos desempenhos de prazos de entrega, custos de mão de obra, utilização de estoques, segurança dos produtos, disponibilidade do produto e satisfação do cliente. Condea et al. (2012) arrematam tal aspecto afirmando que a utilização da tecnologia no monitoramento de processos logísticos dos varejistas tem impacto fundamental no sucesso do controle de estoques.

Por oportuno, ressalta-se que o fluxo de informação na cadeia de suprimentos entre navios e SAbM será baseado no EDI internet. Ou seja, todas as operações a bordo envolvendo as atividades logísticas para o material classificado como sobressalente serão tramitadas às camadas anteriores de apoio logístico da MB de forma automática.

Com ênfase na camada embarcada, é notória a aplicação da tecnologia RFID na identificação automática para cada sobressalente a bordo de forma individualizada. Permitindo também a transmissão de dados em tempo real para o SISBORDO, resultando em emissão automática de RMC para o SAbM, registrando assim o consumo do item e a necessidade reposição a bordo para o próximo consumo. Há um excelente parâmetro a ser buscado: o projeto da Marinha Americana no NSWC também prevê a utilização do software para a execução do reabastecimento de forma automática (RFID JOURNAL, 2012a).

Ademais, a restrição imposta a tal compartilhamento e registro de informação, inclusive evidenciada na literatura acadêmica (CONDEA et al., 2012), deve-se ao fato da ausência de estoque a bordo de um item demandado. Para tal situação minoritária, as emissões de pedidos ocorrerão conforme o modelo atual.

Posteriormente, por ocasião da análise econômica, serão comparados os valores auferidos no modelo como ele é versus os valores identificados no modelo futuro para o processo ora analisado.

Além da redução a zero do tempo de mão de obra empregada para as solicitações de pedidos manuais, serão utilizados como benchmarking os resultados obtidos por Shih *et al.* (2012) com a adoção de TI à jusante da cadeia para o compartilhamento de informações: incremento de 30% no nível de serviço e na precisão da previsão de vendas de 75%. Outra medida importante é a redução de *stockout* de 15% com a utilização de RFID na condução de reabastecimento automático de itens para os pontos de venda (CHAINLINK, 2014).

Portanto, a precisão da previsão de demanda da CSS poderá melhorar de 75% (reduzindo as flutuações de movimentação de estoques em excesso, em especial o estoque de segurança), os pedidos não atendidos poderão ser reduzidos de 15% e o nível de serviço aumentará para 34,71% (aplicando 30% de incremento ao nível de serviço atual de 26,70%, este nível indicado no capítulo 4).

### **5.2.2. Operações de Armazenagem com RFID**

Ainda tendo como referência o modelo futuro proposto na Figura 59, serão analisadas as operações de armazenagem.

- Recebimento

As etiquetas colocadas nas caixas pelo DepSMRJ serão interrogadas pelo leitor RFID utilizado estrategicamente no CICE, capturando dados atrelados às etiquetas definidas no nível de item. Após a leitura e o processamento, o material seguirá diretamente para o estoque, na localização definida para aquele item.

O sistema RFID conta e captura automaticamente cada item de sobressalente, bem como transmite a informação de “recebido” ao SAbM: caso haja alguma diferença entre a quantidade solicitada e a quantidade recebida, o sistema ajustará automaticamente e enviará tal discrepância ao SAbM.

O Fiel de Armazenagem conduzirá o item para o CICE do navio, a fim de efetuar captura por meio do leitor dados do material armazenado no *tag*, tais quais: Parte Identificadora, Nome, CODEQ aplicado, Número de Série ou número

de referência, CODEMP, Situação de Catalogação do item, quantidades aplicadas e dotadas e localização definida para aquele item. Os dados coletados serão carregados automaticamente no SISBORDO.

Com efeito, vislumbra-se a redução do tempo efetivo para recebimento de cada item de sobressalente e a mitigação de erros de dados de entrada no SINGRA, *on-line* e em tempo real, independente do volume de movimentação diária. Nesse processo será alocada apenas uma pessoa para conduzir o recebimento por navio.

O *benchmarking* utilizado para a condução deste processo é alicerçado no estudo de caso de Chen *et al.* (2013), cuja redução do tempo de recebimento de 70,7% no CD local após a adoção da tecnologia RFID foi constatada.

Quanto ao *benchmarking* escolhido pautar-se no trabalho de Chen *et al.* (2013), embora haja a aplicação da produção *lean* associada ao RFID, no caso em tela, o modelo futuro também contemplará um sistema com reposição freqüente, estabelecido entre o SAbM e cada navio.

Ademais, não é parca a literatura sobre ganhos em horas de trabalho, em percentuais semelhantes nas operações de armazenagem, tais como: Fosso Wamba e Chatfield (2011) divulgam ganho total de 83%; Kwok e Wu (2009) enunciam ganho anual de 87% em homem-hora; RFID Journal Brasil (2013c) relata ganho de 80% no tempo gasto com gestão de estoques; Reboulet (2012) ilustra o ganho de 87% do tempo de trabalho. Logo, os percentuais utilizados neste trabalho possuem viés conservador e aplicação justificada.

- Movimentação

Este processo não sofrerá alteração, apenas será obrigatório o deslocamento do Fiel de Armazenagem para o CICE. Ao invés de se deslocar do local de recebimento do navio até o armazém, o militar responsável se deslocará do local de recebimento ao CICE, e posteriormente ao armazém proposto. No caso de separação, o militar manterá a rota CICE x armazém.

Com a adoção do AIDC para itens recebidos em cada navio, será eliminado o processo de conferência, permitindo a leitura mais rápida e segura de um volume variado de itens que deverão ser armazenados em locais predeterminados pelo sistema gerencial, além de atualizar a localização do inventário automatica-

mente quando um item for acondicionado em uma nova posição. A probabilidade de um fiel de armazenagem não encontrar um item em sua localização registrada será baixíssima. Por outro lado, ao localizar um item, o fiel de armazenagem irá retirar o item e *scannear* sua identificação com base no *tag*.

- Armazenagem

O processo de armazenagem será efetuado com base na leitura automática dos dados de cada item. Após o acondicionamento do material na localização visualizada durante o recebimento, o fiel de armazenagem confirmará tal posição no SISBORDO. A utilização de tecnologia RFID para esta atividade propiciará a fácil identificação e localização de pontos de armazenagem, a otimização da acurácia das movimentações e do inventário, um melhor monitoramento e gerenciamento da reposição de estoques mínimos e de itens com vida útil de prateleira a vencer ou que estão armazenados por longo tempo no navio, aumentando também a produtividade e a segurança de itens a bordo.

O *benchmarking* utilizado para a condução deste processo também é aliçado no estudo de caso de Chen *et al.* (2013), onde constatou-se a redução do tempo de armazenagem de 95,5% no CD local após a adoção da tecnologia RFID.

- Separação

Atualmente, ante ao recebimento do pedido interno por um dos departamentos consumidores, o fiel de armazenagem verificará a localização de cada item e realizará a separação, após a autorização do fiel de material e do encarregado do abastecimento. Após a adoção da tecnologia RFID, o fiel de armazenagem receberá por meio de computador portátil os pedidos internos e verificará os locais onde os produtos estão armazenados. Ou seja, o sistema RFID garantirá a precisão da operação, a extinção de erros na coleta e o aumento significativo do nível de serviço ao cliente.

É através do SISBORDO que serão disponibilizadas informações referentes às quantidades armazenadas, tempo de armazenamento, quantidade utilizada por equipamento, entre outros. Portanto, apenas um militar realizará o deslocamento para a coleta de itens demandados.

O *benchmarking* utilizado para a condução deste processo é amparado por Chen *et al.* (2013) ao delinear a redução do tempo de separação de 16,7% no CD local após a adoção da tecnologia RFID.

- Expedição

Ao interrogar o *tag* fixada ao item solicitado, na função saída de estoque, automaticamente serão coletados os dados e registrados como fornecidos no SIS-BORDO, bem como transmitido automaticamente uma nova solicitação ao SAbM. Notadamente a inserção manual da saída de estoque, bem como o pedido de reposição executados no modelo atual manualmente pelo fiel de suprimentos não serão mais necessários.

Esta atividade será conduzida somente pelo fiel de armazenagem, inferindo-se a redução de custos de mão de obra.

O *benchmarking* utilizado para a condução deste processo também é amparado por Chen *et al.* (2013) ao perceberem a redução do tempo de separação de 96% no CD local após a adoção da tecnologia RFID.

- POSE e IRP

Atualmente, a operação de inventário é demorada em função dos diversos itens e posições existentes a bordo. Contabilizados um a um, o militar deve checar cada material e transcrever manualmente em papel para depois lançar no SIS-BORDO. Embora o inventário realizado a bordo empregue considerável quantidade de homem/hora, isso não garante a precisão na contagem de cada item (atualmente a acurácia do inventário é de 80,00%).

Conforme já exposto no capítulo anterior, esta é uma operação de importância vital para toda a CSS. Urge a certeza se todos os itens que estão contabilmente registrados no SISBORDO estão fisicamente no estoque e nos locais corretos.

A equipe designada para a realização do IRP realizará a checagem de itens armazenados dentro de cada localização, sem delinear os diferentes itens, pois o militar poderá abrir o software e começar uma pesquisa com base todos os sobres-

salentes em uma única localização a bordo de um navio definido (uma das seis fragatas).

Espera-se que o sistema emita instrução para os leitores, e, em seguida, exibirá uma lista de sobressalentes que estariam alocados naquela localização. Uma boa representação do resultado encontrado por localização inventariada é a utilização de cores no próprio software. Por exemplo, a parte identificadora de cada item poderá ser exibida em uma cor “a” se o *tag* atrelado nível de item não houver sido lido; cor “b”, se o *tag* for encontrado; ou cor “c”, se um sobressalente não registrado para aquela localização for interrogado.

Para auxiliar no trabalho de identificação visual, o militar poderá selecionar o item no software e verificar uma foto do item relacionado àquele NSN.

Os dados coletados deverão ser filtrados por um *Middleware* e enviados ao SISBORDO para subsidiar a tomada de decisão mais precisa acerca de operações de armazenagem. No caso específico do IRP, informações adicionais serão analisadas, tais como: localização de espaço disponível, NSN e respectivas quantidades estocadas a bordo e seu local exato.

Como *benchmarking* ideal para a solução propostas para estes processos existe o estudo de caso realizado na Marinha Americana a bordo dos Navios de Combate Litorâneo. Conforme RFID Journal (2012a), a solução RFID adotada pelo NSWC oferece a acurácia de inventário de 100% com redução de tempo empregado em contagem física de 86,7%. Neste viés, a Chainlink Research (2014) aponta a acurácia de inventário em 99% com redução do tempo em até 25 vezes.

Ademais, a alocação de mão de obra para realizar o inventário é reduzida de 99% (MABRY, 2012). Portanto, em face da acurácia apresentada pelo IRP após a adoção do RFID, bem como pela condução em maior frequência do próprio IRP, com resultados *on line* e *real time* sobre os estoques acumulados a bordo, a condução da contagem física de sobressalentes durante o POSE fase II não será mais necessária.

### **5.3. Análise econômica**

A fim de delinear os custos para a adoção da tecnologia RFID, que serão empregados na análise do ROI em face do benefício auferido, foi realizada consulta a provedores especializados na solução RFID, que convalidassem os requisi-

tos do sistema RFID para o projeto em comento, construído com base no diagnóstico preliminar e na análise de campo. Por razões de confidencialidade, serão omitidas as empresas que apoiaram com orçamento referente às necessidades de hardware, software, entre outros. Com base na previsão de baixa do serviço ativo das Fragatas Classe Niterói, o horizonte temporal utilizado é de 10 anos (PESCE, 2012).

### 5.3.1. Orçamento de empresa especializada

Foram solicitadas propostas de preço às empresas especializadas para o modelo futuro desenvolvido com base na adoção da tecnologia RFID analisado neste estudo, abarcando o conjunto de funcionamento de RFID: serviços de consultoria e projeto, software RFID, hardware RFID, especificações técnicas, implantação, customização/integração *software*, operação assistida e etc. O valor médio cotado foi de R\$ 1.100.672,00 para a implantação nos seis navios, divididos nas seguintes soluções e expostos na Tabela 13:

- Funcionamento: softwares relacionados e *Middleware* RFID com primeiro ano de suporte incluso, contrato de manutenção e suporte por mais 4 anos. Estimativa de 1500 horas para customização, integração entre sistemas e consultoria (mapeamento de modelagem de processos de negócio); estimativa de 6 meses para implantação software e hardware, treinamento e operação assistida; licenças relacionadas ao mobile, desktop e server; instalação física e lógica do sistema proposto; comunicação segura entre os dispositivos, gerenciador de eventos (EM) e gerenciador de dispositivos (fixo/móvel).
- Hardware: Um portal composto por quatro antenas, leitor RFID, fonte externa; um portal idêntico na doca de expedição do DepSMRJ (para controles de saída); oito coletores móveis de alta performance de *scanner* (um por navio e dois no DepSMRJ); suporte de antenas RFID; cabos para equipamentos RFID e *tags* RFID.
- Infraestrutura: Redes de comunicação; internet; computadores locais; servidores locais; licenças de software básico; sistemas de segurança; sistema operacional, logins, senhas, links de comunicação e base de dados do am-

biente operacional (dados de catalogação); pontos de energia elétrica e sistemas de *NoBreak*.

Tabela 13: Custo modelo futuro para as seis fragatas

<b>Custo do modelo futuro das 6 fragatas</b>		
<b>Aplicação RFID</b>		
<b>Funcionamento e hardware (orçamento)</b>	<b>Custo Etiquetas DepSMRJ (orçamento)</b>	<b>Total</b>
R\$ 910.992,00	R\$ 189.680,00	R\$ 1.100.672,00

Fonte: Autor

### 5.3.2.

#### **Seleção dos parâmetros para o cálculo do ROI**

Clarividente, as avaliações econômicas sobre implantação de novas tecnologias se fundamentam em cálculos financeiros (retorno sobre investimento). No entanto, não se deve desconsiderar outros objetivos organizacionais que apontam para a inovação e a construção de um competitivo porvir com modelos de negócios reestruturados. Portanto, se as organizações admitirem, ante aos amplos benefícios tangíveis ou não que poderão ser obtidos com a sua adoção, que a implementação da nova tecnologia é revestida de caráter estratégico, o retorno sobre o investimento torna-se questão secundária.

A pesquisa conduzida entre os membros da CSS aponta em ordem decrescente de dificuldade relacionada ao modelo atual da cadeia: imprecisão de informações sobre o controle de estoques a bordo; demanda altamente errática e intermitente e o alto custo de capital imobilizado a bordo. Como benefícios oriundos do RFID mais aderentes ao modelo futuro, os membros varejistas da cadeia apontaram: maior precisão e detalhamento de informações sobre estoques, demanda e ressurgimento entre varejista e seus fornecedores; aprimoramento da precisão de inventário da cadeia de abastecimento; e a redução da necessidade da mão de obra empregada.

A redução da mão de obra empregada em processos atuais proporciona evidentes ganhos e possui vasta aplicação nos estudos sobre ROI analisados neste trabalho (SARAC *et al.*, 2010). Contudo, desnudando o aspecto relacionado ao alto custo de capital imobilizado a bordo, verifica-se também o ganho em termos de melhoria da precisão de informações sobre o controle de estoques a bordo de cada navio que dialoga com o ganho de visibilidade de estoques também apontado por Sarac *et al.* (2010).

Fleisch e Tellkamp (2005) sugerem a utilização da pesquisa sobre a inacurácia de inventário em organizações que possuem considerável nível de imprecisão de inventário a fim de escolher a tecnologia para eliminar (ou pelo menos reduzir) os efeitos indesejáveis de tal óbice. Em especial, o potencial da tecnologia RFID no incremento da acurácia de inventário na camada varejista em busca da redução do custo da cadeia de suprimentos e da quebra de estoques.

Gaukler (2005) evidencia um modelo que considera os benefícios oriundos da aplicação RFID nível de item para membros da cadeia de suprimento. O autor também pesquisa o aperfeiçoamento da política de reabastecimento de estoques considerando aspectos específicos do sistema de RFID, em especial o incremento da visibilidade de informação ao longo da cadeia de abastecimento.

Releva mencionar que Chainlink Research (2014) também demonstra o benefício do ganho na precisão de inventário nos varejistas com o alcance de 99% da precisão na contagem física de estoques, por conseguinte, a visibilidade de total de itens estocados na camada de varejo.

Neste viés, utilizou-se como parâmetros para o cálculo dos benefícios do ROI a redução do tempo de mão de obra empregada nas operações de armazenagem, inventário e POSE fase II.

### 5.3.3. Redução do custo de mão de obra

Com base na seção 5.2.2, após a adoção do RFID, reduções de mão de obra nas operações de armazenagem a bordo de cada navio e no processo de POSE Fase II poderão ser concretizadas. A seguir, será apresentada na Tabela 14 a comparação do modelo atual, em termos de número de militares alocados por operação, com o efetivo vislumbrado para o modelo futuro.

Tabela 14: Comparação da situação atual com o efetivo proposto utilizando RFID

Operação	Modelo Atual	Modelo Futuro
	Efetivo de mão de obra	Efetivo de mão de obra
Recebimento	18	6
Armazenagem	6	6
Separação	18	6
Expedição	6	6
IRP	72	6
POSE (II)	72	0
<b>Total</b>	<b>192</b>	<b>30</b>

Fonte: Autor.

A Tabela 15 quantifica a redução do custo da mão de obra empregada por operação com base no tempo consumido no modelo atual, considerando os itens delimitados na Tabela 9, bem como o tempo que será consumido por operação considerando o *benchmarking* proposto para o modelo futuro.

Tabela 15: Redução do custo de mão de obra no modelo futuro.

Operação	Modelo Atual nas 6 fragatas		Modelo Futuro nas 6 fragatas		
	Tempo total em horas	Custo de mão de obra (R\$)	Tempo total em horas (benchmarking)	Custo de mão de obra (R\$)	Ganho em R\$
Recebimento	2.071,08	R\$ 47.634,84	606,83	R\$ 10.922,88	R\$ 36.711,96
Armazenagem	2.573,16	R\$ 59.182,68	115,79	R\$ 2.084,26	R\$ 57.098,42
Separação	1.569,00	R\$ 36.087,00	1.306,98	R\$ 23.525,59	R\$ 12.561,41
Expedição	1.004,16	R\$ 23.095,68	40,17	R\$ 723,00	R\$ 22.372,68
IRP	252,00	R\$ 5.796,00	33,49	R\$ 602,83	R\$ 5.193,17
POSE II (dois navios a cada 5 anos)	336,00	R\$ 7.728,00	-	R\$ -	R\$ 772,80
Custo (R\$/ano)		(R\$ 23/h ~)			
Total (MO)	7.805,40	R\$ 140.497,20	2.103,25	R\$ 37.858,55	R\$ 134.710,45

Fonte: Autor

Conforme exposto, o ganho anual de R\$ 134.710,45 está relacionado ao custo de mão de obra/hora quando calculado no modelo atual (tempo consumido por operação) e o mesmo custo projetado com base na adoção da tecnologia RFID em face dos ganhos de tempo relatados no modelo futuro em consonância com o *benchmarking* apresentado.

#### 5.3.4. O ganho de acurácia de inventário

Conforme exposto na seção 5.2.2, bem como casos de aplicações de RFID semelhantes ao proposto neste trabalho, a precisão de inventário no modelo futuro atingirá 99%. Tal percentual em cada navio significará espontâneo aumento do nível de serviço e redução dos custos totais de toda a cadeia de suprimentos (relevando o custo de manutenção de estoques com a visibilidade de estoques em cada fragata).

Exposta a seguir, a Tabela 17 demonstra o ganho anual percebido de R\$ 1.143.278,55 com o modelo futuro considerando os seis navios ao longo de dez anos. O valor atual de visibilidade de estoques é considerando sob o prisma de 85% de precisão de estoques com base no valor total de estoque dos itens delimitados na Tabela 9. O valor futuro considera a precisão de 99%, por conseguinte,

quase a totalidade de itens de sobressalentes disponíveis nos estoques dos seis navios antes não visíveis.

Sob um viés conservador e lançando mão dos estudos de Gaukler (2005), infere-se que aproximadamente 1,3% dos custos totais da cadeia economizados pela melhoria da política de reabastecimento (após RFID) são referentes à visibilidade da informação advinda no modelo futuro, reduzindo também o efeito chicote ao longo da cadeia.

Ao estudarem a aplicação RFID em um complexo sistema de distribuição de suprimentos para varejistas, Goebel e Günter (2009) demonstram o benefício proporcionado pela RFID da total visibilidade de estoques na camada do varejo. Os mesmos autores expõem a redução do custo total do sistema entre 7% e 74%, em função do número total de origem de erro (desvios, perdas, erros de processamento, processos de recebimento não confiáveis e problemas de qualidade). Adota-se como origem da imprecisão de inventário a bordo (varejo) os erros de processamento, os processos de recebimento não confiáveis e problemas de qualidade (quadro preliminar), haverá redução do custo total do sistema de 38%.

Releva mencionar que em um ambiente de nível alto de incerteza da demanda e em função do grau de discrepância de informações de inventário, Sari (2010) evidenciou uma redução no custo total da cadeia de abastecimento entre 2,8% - 28,91% após a adoção da tecnologia RFID. No escopo de tais custos logísticos habita o custo de manutenção de estoques não particularizado para aquele estudo.

Hellström e Wiberg (2010) afirmam que a tecnologia RFID oferece solução aos malefícios de erros de inventário, incluindo a redução de custos de estoques. Menciona-se também a redução do tempo de requisições em dívida ou a redução do tempo de fornecimento de pedidos em razão do aumento da disponibilidade em estoque dentro dos próprios navios.

Nada obstante, com base na estimativa da Tabela 16, insta registrar que tal estimativa é bastante conservadora, uma vez que não considera um benefício apregoado do modelo futuro que é a redução de estoque de segurança que mantido a bordo de cada navio em função do emprego do RFID.

Tabela 16: Aumento da visibilidade de estoques no modelo futuro

Benefício	Modelo Atual das 6 fragatas	Modelo Futuro das 6 fragatas	
	Valor atual de visibilidade de estoques (Tabela 9)	Valor futuro de visibilidade de estoques (99% de acurácia)	Ganho em R\$ anual (10 anos) (INV)
Acurácia de inventário (valor de estoque anual)	R\$ 51.146.672,12	R\$ 59.570.829,89	R\$ 842.415,78

Fonte: Autor.

### 5.3.5. Resultado econômico

O ROI é a relação entre o lucro operacional gerado pelos ativos e o capital investido (SAMANEZ, 2007). Matematicamente, o ROI é expresso por lucro operacional gerado pelos ativos/ Capital investido. Pode-se também expressar o ROI da seguinte maneira:

$$\text{ROI} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Figura 60: Equação para cálculo do ROI

Fonte: Chen *et al.* (2013)

O ROI é uma ferramenta analítica importante para o entendimento do desempenho de uma empresa, pois se concentra no desempenho operacional efetivo (SAMANEZ, 2007).

Conforme Tabela 18, considera-se como a variável B o valor monetário dos benefícios oriundos da adoção do sistema de RFID projetado de forma anual durante dez anos estimado em R\$ 134.710,45. C é o custo anual do modelo futuro (hardware, software e funcionamento), também projetado em dez anos, estimado em R\$ 110.067,20. A taxa básica de juros é denominada de i, atualmente fixada pelo Banco Central em 11% ao ano e “n” é o período estipulado, também em anos.

Nesta análise econômica, julgou-se prudente não utilizar o ganho proveniente do aumento da disponibilidade de estoques à jusante da cadeia de abastecimento de sobressalente das fragatas, a fim de se adotar uma análise mais conservadora em relação aos potenciais ganhos.

Tabela 17: Cálculo do ROI

Período anual (n)	Benefício Anual para os 6 navios	Custo anual para os 6 navios (C)	Efeito da Taxa de custo do capital anual (1+i) <sup>n</sup>	(B-C)	(B-C)/(1+i) <sup>n</sup>	C/(1+i) <sup>n</sup>	(B-C)/(1+i) <sup>n</sup> ÷ C/(1+i) <sup>n</sup>
1	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,11	R\$ 24.643,25	R\$ 22.201,13	R\$ 99.159,64	0,22
2	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,23	R\$ 24.643,25	R\$ 20.001,01	R\$ 89.333,01	0,22
3	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,37	R\$ 24.643,25	R\$ 18.018,93	R\$ 80.480,19	0,22
4	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,52	R\$ 24.643,25	R\$ 16.233,27	R\$ 72.504,67	0,22
5	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,69	R\$ 24.643,25	R\$ 14.624,57	R\$ 65.319,53	0,22
6	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	1,87	R\$ 24.643,25	R\$ 13.175,29	R\$ 58.846,42	0,22
7	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	2,08	R\$ 24.643,25	R\$ 11.869,63	R\$ 53.014,79	0,22
8	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	2,30	R\$ 24.643,25	R\$ 10.693,36	R\$ 47.761,07	0,22
9	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	2,56	R\$ 24.643,25	R\$ 9.633,66	R\$ 43.028,00	0,22
10	R\$ 134.710,45	R\$ 110.067,20	2,84	R\$ 24.643,25	R\$ 8.678,97	R\$ 38.763,96	0,22
<b>ROI</b>				<b>2,24</b>			

Fonte: Autor

Com base na redução da variável redução do tempo da mão de obra empregada nas operações de armazenagens e nas atividades de POSE e IRP, sem considerar o ganho monetário do incremento da visibilidade de estoque resultará em ganhos financeiros que ratificam a viabilidade econômica do estudo em tela, como referência o ROI de 2,24. À guisa de comparação, considerando o benefício da disponibilidade de estoque nas seis fragatas, a partir do modelo futuro, o ROI seria de aproximadamente 6.000%. Neste viés, para o mesmo período, o projeto MPAIS da Marinha Americana prevê um ROI de 3.000% por armazém em cada navio (MABRY, 2012).

#### 5.4. Comentários e Conclusões do capítulo

Os objetivos gerais de análise da viabilidade de implantação da tecnologia RFID, conservada a compatibilidade dos sistemas atuais da MB, orientada ao incremento da eficiência na estrutura logística da CSS a bordo das Fragatas Classe Niterói foram alcançados neste capítulo. Os demais objetivos se amparam nas seguintes conclusões:

- Por meio de análise técnica focada nos requisitos propostos pelo modelo futuro e no cenário extraído da pesquisa de campo, demonstrou-se a viabilidade da implantação da tecnologia RFID a bordo de navios de guerra, a-fiançando aspectos analíticos, tais como premissas fundamentais para a

evolução do modelo atual para o modelo futuro. Percebe-se o desfecho favorável da avaliação dos requisitos técnicos para a implantação da tecnologia de RFID.

- Utilizou-se também apoio de empresas especializadas em soluções de RFID para compor o valor médio de investimento utilizado no cálculo do ROI e a avaliar os requisitos econômicos para a implantação da tecnologia de RFID.
- No modelo futuro, delineou-se o funcionamento do sistema de RFID fundamentado nos modelos de negócios da cadeia de abastecimento de sobressalentes à jusante. Verificou-se os benefícios oriundos da tecnologia com ênfase na camada varejista, adotando benchmarking amplamente evidenciado no referencial teórico, nas operações de armazenagem, nos processos de inventário (inclusive na ausência de necessidade da realização do POSE) e no compartilhamento de informações, evidenciando o ganho em custo de mão de obra nas operações de armazenagem e o incremento da precisão de inventário em cada navio.
- A redução tempo de mão de obra empregado foi indigitada como parâmetro principal para o cálculo do ROI, embora também tenha sido evidenciado o benefício da melhoria de precisão de inventário, reabastecimento automático, nível de serviço, a redução de rupturas de estoques e do próprio custo total da cadeia no modelo futuro, todos permeando o incremento do vetor integração entre o SAbM e varejistas da cadeia.
- Por fim, a análise econômica do modelo futuro foi baseada no cálculo do ROI tendo como ganho operacional de eficiência a diferença entre o custo de mão de obra do modelo atual e do modelo futuro, bem como utilizando o valor médio orçado disponibilizado por provedores especializados em soluções RFID para ambientes severos. Sem utilizar monetariamente o ganho na precisão de inventário, acessou-se o ROI de 2,24 sendo este avaliado como economicamente viável.