



**Marcelo José Pinho Barbosa**

**Estudo de viabilidade de implantação de  
RFID no Armazém do Depósito de  
Subsistência da Marinha no Rio de  
Janeiro**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção do  
Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Rio de Janeiro  
Abril de 2011



**Marcelo José Pinho Barbosa**

**Estudo de viabilidade de implantação de  
RFID no Armazém do Depósito de  
Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo**  
Orientador  
Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Luiz Antônio Silveira Lopes**  
Co-orientador  
Instituto Militar de Engenharia – IME

**Prof. Renata Albergaria de Mello Bandeira**  
Instituto Militar de Engenharia – IME

**Prof. José Roberto Blaschek**  
Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. José Eugênio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 06 de abril de 2011.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Marcelo José Pinho Barbosa**

Graduado em Ciências Navais, com habilitação em Administração de Sistemas, do Corpo de Intendentes da Marinha, pela Escola Naval, em 1998. Pós-Graduado, no Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais Intendentes, pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, em 2002; no Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários, pela Escola de Guerra Naval, em 2007; e no Curso de MBA em Logística empresarial, pela Faculdade de Administração e Ciências Contábeis – FAF, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente, desempenha as funções de Gerente Logístico do Centro de Controle de Inventário da Marinha, no que tange às operações de previsão de demanda, obtenção, gestão de estoques e distribuição de Gêneros Alimentícios da Marinha do Brasil.

#### Ficha Catalográfica

Barbosa, Marcelo José Pinho

Estudo de viabilidade de implantação de RFID no Armazém do Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro / Marcelo José Pinho Barbosa ; orientador: Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo. – 2011.

130 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2011.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Logística. 3. RFID. 4. Inovação. 5. Armazém. 6. Marinha. I. Carmo, Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

À minha esposa  
Paula Peruzzi Elia

Aos meus filhos  
Lucas Peruzzi Elia Barbosa  
Manuela Peruzzi Elia Barbosa

## Agradecimentos

À Marinha do Brasil, por ter me dado a oportunidade de fazer o Mestrado.

Ao Excelentíssimo Senhor Vice-Almirante, do Corpo de Intendentes da Marinha, da Reserva de 1ª Classe, Márcio Menezes Mendonça, por me dispensar uma especial consideração, permitindo-me realizar o curso.

Ao Excelentíssimo Senhor Contra-Almirante, do Corpo de Intendentes da Marinha, Diretor do Centro de Controle de Inventário da Marinha, Walter Lucas da Silva, pelo apoio e confiança em mim depositada para o cumprimento desta missão.

Aos meus antigos chefes navais, em especial ao CMG (IM) João Wander Nascimento de Anunciação, por quem eu nutro uma admiração pessoal, agradeço a valiosa motivação para que eu realizasse este meu sonho.

Aos companheiros do Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro, que foi cenário deste trabalho, por prestarem informações fundamentais no decorrer da realização do estudo.

Meus agradecimentos à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em especial ao corpo docente do Mestrado Profissional em Logística, pela transmissão de conhecimentos.

À empresa COSS *Consulting*, pela cooperação no desenvolvimento deste estudo.

Aos amigos do curso, pelos momentos de labuta e de descontração. Em especial, ao amigo PierFranco Pastore, irmão de arma e parceiro de ideais.

Ao estimado D.Sc. Luiz Antônio Silveira Lopes, pela orientação segura, paciência e compreensão durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao professor Luiz Felipe Roriz Scavarda do Carmo, pela orientação e apoio para que eu pudesse superar esse desafio.

Aos meus pais Sylvio e Sylvia, pela renúncia e esforço incondicional na minha criação e educação. Obrigado por vocês existirem!

Aos meus sogros Ruy e Leila, pelo incomensurável apoio e consideração.

Às minhas irmãs Ana, Renata e Flávia, às quais eu tanto amo, compartilho esta minha grande realização profissional.

Ao meu avô Flávio Pinho Filho (*in memoriam*), exemplo de correção de atitudes, por tudo.

À minha esposa Paula, meu amor, por ser grande incentivadora da minha profissão e por cada dia tornar a minha vida melhor. O seu elevado espírito de amor, de compreensão e de dedicação muito contribuiu em minha caminhada. Paulinha esta conquista também é sua.

Aos meus filhos Lucas e Manuela, as mais sublimes razões do meu viver.

À Deus, que eu saiba ser merecedor de todas as suas bênçãos e que possa ser instrumento de vossa vontade.

## Resumo

Barbosa, Marcelo José Pinho; Carmo, Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda. **Estudo de viabilidade de implantação de RFID no Armazém do Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2011. 130p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A logística, acompanhada de novas tecnologias, entra como geradora de vantagens competitivas, já que desempenha um papel significativo no sentido de agregar valor ao bem negociado. A procura por oportunidades levam diversas empresas a investirem em inovação, buscando o desenvolvimento de novos modelos de negócios e estratégias. A perspectiva é que uma grande mudança na gestão de cadeia de suprimentos seja proporcionada através da larga adoção da tecnologia RFID (identificação por radiofrequência). Esta tecnologia deve ser vista como um método adicional de identificação, utilizado em aplicações onde o código de barras e outras tecnologias de identificação não atendam a todas as necessidades, podendo ainda ser usada em conjunto com outro método de identificação. A tecnologia RFID provê uma melhor rastreabilidade, visibilidade e compartilhamento de informações entre parceiros comerciais a respeito dos ativos dentro de cada etapa do processo de fabricação, transporte e armazenamento em uma cadeia de suprimento. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade de aplicação da tecnologia RFID no armazém do Depósito de Subsistência da Marinha no Rio de Janeiro – DepSubMRJ, mantida a compatibilidade com os sistemas correntes, visando identificar as oportunidades mais relevantes na estrutura logística do DepSubMRJ. Conclui-se com esta dissertação que a implementação de RFID é viável para o caso analisado.

## Palavras-chave

Logística; RFID; Inovação; Armazém; Marinha.

## Abstract

Barbosa, Marcelo José Pinho; Carmo, Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda (Advisor). **Viability study of RFID use in the Warehouse of the Depot of Subsistence of the Navy in Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2011. 130p. Msc Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Logistics, accompanied by new technologies, provides competitive advantage since it plays a significant role in adding value to any item being negotiated. The search for opportunities lead many companies to invest in innovation, searching for developing new business models and strategies. The perspective is that a great change in supply chain management is provided through the widespread adoption of RFID (Radio Frequency Identification) technology. This technology should be seen as an additional method of identification to be used in applications where bar codes and other identification technologies commonly used do not meet all the demands. This arrangement can also accommodate the use of further different identification methods. RFID technology provides better traceability, visibility and information sharing between trading partners regarding the assets within each stage of manufacture, transport and storage in a supply chain. In this context, this study aims at examining the feasibility of the application of RFID technology in the Warehouse of the Depot of Subsistence of the Navy in Rio de Janeiro – DepSubMRJ, maintaining the compatibility with current systems already in place, identifying the opportunities most relevant to the structure of the DepSubMRJ logistics. We end this dissertation by concluding that the use of RFID is viable for the purpose here studied.

## Keywords

Logistics; RFID; Inovation; Warehouse; Navy.



## Sumário

1. Introdução	14
1.1. Importância da Logística	14
1.2. Justificativa	16
1.3. Objetivos da dissertação	17
1.4. Metodologia de pesquisa	18
1.5. Estrutura do trabalho	18
2. Fundamentação Teórica	20
2.1. Logística	20
2.1.1. Logística Militar	21
2.1.2. Logística Empresarial	22
2.1.3. Logística x SCM	24
2.1.3.1. Definição SCM	26
2.2. Gestão de armazenagem	28
2.3. Importância da TI	28
2.3.1. Papel da TI no gerenciamento da cadeia de suprimento	29
2.3.2. Sistemas de Informação	29
2.3.2.1. Sistema de Gestão Integrada – ERP	30
2.3.2.2. Sistema de Gerenciamento de Armazém – WMS	31
2.4. Identificação por radiofrequência – RFID	34
2.4.1. RFID x Código de Barras	34
2.4.2. Teoria da Operação	38
2.4.3. Componentes RFID	41
2.4.3.1. Antenas	41
2.4.3.2. Etiquetas	42
2.4.3.3. Leitor	48
2.4.3.4. <i>Middleware</i>	52
2.4.4. Faixa de Frequência	55
2.4.4.1. Regulamentação de Radiofrequência	56
2.4.4.2. Faixas de Frequências Utilizadas	57
2.4.5. Padronização de estruturas de dados	59
2.4.5.1. Padrões RFID (ISO e EPCglobal)	62
2.4.5.2. EPC – Código Eletrônico de Produto	65
2.4.6. Protocolo Anti-colisão	67
2.4.7. Segurança e Privacidade	68
2.4.8. Vantagens RFID	69
3. Panorama geral do uso do RFID	71
3.1. Benefícios	71
3.2. Desafios atuais	73
3.3. Aplicações RFID	76
3.3.1. <i>Internet of Things</i> (expectativas)	84
4. Diagnóstico Preliminar	86
4.1. Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM)	87
4.2. Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA)	89

4.3. Situação Atual do DepSubMRJ	90
4.3.1. Armazém Módulo 1 (M-1)	91
4.3.2. Armazém Módulo 2 (M-2)	95
4.3.3. Inventário Mensal (IM)	97
4.4. Informações adicionais	98
5. Estudo de Viabilidade	99
5.1. Estudo de Viabilidade Técnica	99
5.1.1. Site Survey	99
5.1.1.1. Escolha do <i>Tag</i>	99
5.1.1.2. Custo para colocação dos <i>Tags</i>	103
5.1.1.3. Interferência ambiental	104
5.1.1.4. Frequência adotada	105
5.1.1.5. Definição de posicionamento dos leitores e das antenas	105
5.1.2. Premissas fundamentais para a Solução RFID	106
5.1.3. Solução RFID	106
5.1.3.1. Recebimento	106
5.1.3.2. Movimentação	107
5.1.3.3. Armazenagem	108
5.1.3.4. Separação	108
5.1.3.5. Expedição	109
5.1.3.6. Inventário Mensal (IM)	109
5.2. Estudo de Viabilidade Econômica	110
5.2.1. Orçamento de empresa especializada em tecnologia RFID	111
5.2.2. Escolha do parâmetro para o Estudo de Viabilidade Econômica	112
5.2.3. <i>Benchmarking</i> do parâmetro selecionado	113
5.2.4. Redução de mão-de-obra no DepSubMRJ	113
5.2.5. Resultado	114
6. Conclusão	116
7. Bibliografia	118
Apêndice	125

## Lista de figuras

Figura 1: Evolução do gerenciamento da cadeia de suprimentos	26
Figura 2: Diferença entre o código de barras e o EPC	36
Figura 3: Exemplos de <i>Tag</i>	39
Figura 4: Exemplos de Leitores	39
Figura 5: Exemplos de Antenas	39
Figura 6: Funcionamento de um sistema RFID	40
Figura 7: Produção de uma etiqueta RFID	44
Figura 8: Etiqueta RFID	44
Figura 9: Partes físicas integrantes do Leitor	49
Figura 10: Faixas especiais das frequências mais utilizadas em RFID	56
Figura 11: Regulamentação para sistemas de radiofrequência	57
Figura 12: Frequências aprovadas e em uso pelo mundo	58
Figura 13: Família de estruturas do GTIN	61
Figura 14: Mapeamento de estruturas para o GTIN-14	61
Figura 15: Estrutura básica de um EPC	66
Figura 16: Transferência de material para os DepNavRe	89
Figura 17: Cadeia Logística do SAbM	89
Figura 18: Doca de entrada/saída do M-1	91
Figura 19: Doca de Recebimento/Área de Conferência e Arrumação do M-1	92
Figura 20: Área de Armazenagem do M-1	93
Figura 21: Expedição do M-1	95
Figura 22: Doca de entrada/saída do M-2	95
Figura 23: Principais processos no M-2	96
Figura 24: Plantas esquemáticas do M-1 e M-2	97

## Lista de tabelas

Tabela 1: Diferenças entre sistemas com código de barras e RFID	37
Tabela 2: Classe da Etiqueta EPCglobal	46
Tabela 3: Faixas de espectro de frequências	55
Tabela 4: Estruturas do GTIN	60
Tabela 5: Padrões ISO/IEC 18000	63
Tabela 6: Componentes da rede EPCglobal	64
Tabela 7: SKUs armazenados no M-1	93
Tabela 8: SKUs armazenados no M-2	96
Tabela 9: Itens com papelão na embalagem externa (etiquetas UHF passivo)	101
Tabela 10: Itens com plástico na embalagem externa	101
Tabela 11: Item com metal na embalagem externa	102
Tabela 12: Total de volumes para itens com papel na embalagem externa	103
Tabela 13: Total de volumes para itens com plástico na embalagem externa	104
Tabela 14: Total de volumes para item com metal na embalagem externa	104
Tabela 15: Custo Solução RFID	112
Tabela 16: Comparação da situação atual com o efetivo proposto utilizando RFID	114
Tabela 17: Análise da viabilidade da variável redução de mão-de-obra	115

*“Sustentar o fogo que a vitória é nossa (...)  
O Brasil espera que cada um cumpra o seu  
dever”*

Almirante Barroso  
(Guerra do Paraguai – 1868)