



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

JAIR JAIRO JORIS

**APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO DISCRETA NA INCORPORAÇÃO DA
TECNOLOGIA RFID NO SERVIÇO DE POSTAGEM DE MALOTES
EM SALVADOR**

Salvador

2012

JAIR JAIRO JORIS

APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO DISCRETA NA INCORPORAÇÃO DA
TECNOLOGIA RFID NO SERVIÇO DE POSTAGEM DE MALOTES
EM SALVADOR

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Xisto Lucas Travassos Jr.

Salvador
2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

J11|a

Joris, Jair Jairo

Aplicação de simulação na incorporação da tecnologia RFID no serviço de postagem de malotes em Salvador. / Jair Jairo Joris. 2012.

102f.il.

Orientador: Prof. Dr. Xisto Lucas Travassos Junior

Dissertação (Mestrado em Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial) - Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC, Salvador, 2012.

1. Simulação. 2. RFID. 3. Rastreamento de objetos postais. I. Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC. II. Passos, Francisco Uchoa. III. Título.

CDD: 620.00113

JAIR JAIRO JORIS

APLICAÇÃO DE SIMULAÇÃO DISCRETA NA INCORPORAÇÃO DA
TECNOLOGIA RFID NO SERVIÇO DE POSTAGEM DE MALOTES
EM SALVADOR

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC.

Aprovada em 24 de Agosto de 2012.

Banca Examinadora

Prof. Xisto Lucas Travassos Jr, Dr.
Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC.

Prof. Wagner Pachekoski, Dr.
Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC.

Prof. Djonny Weinzierl, Dr.
Membro Externo – PUC-SC.

Dedico este trabalho a minha família, especialmente à Vivian, pelo imprescindível apoio prestado durante a realização das suas atividades e na compreensão da ausência nos momentos de reclusão do convívio familiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos que me apoiaram na realização do trabalho, aos gestores das áreas especificamente envolvidas com a pesquisa por permitirem a realização da coleta de dados, informações e acompanhamentos aos processos. Aos gerentes das áreas de operações e negócios da Regional da Bahia, pela disponibilidade e orientações prestadas.

Ao meu orientador Xisto Lucas Travassos Junior, inicialmente pelo acolhimento gerado pela troca de orientador e pelas incansáveis orientações prestadas durante o trabalho.

A equipe da banca examinadora da qualificação, pelas importantes orientações oferecidas para a finalização do trabalho.

Salvador, 24 de Agosto de 2012.

Jair Jairo Joris

RESUMO

O mercado de operadores logísticos que atuam no segmento de entregas de encomendas no Brasil vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Este crescimento é um reflexo das transações realizadas no comércio eletrônico também conhecido como *e-commerce*. Existem empresas que se destacam neste cenário por conseguirem oferecer serviços com características modernas, que utilizam novas tecnologias em suas páginas eletrônicas, como a rastreabilidade dos objetos e a disponibilização de informações sobre as movimentações e distribuições físicas dos respectivos objetos. Este trabalho de pesquisa propõe-se a estudar o atual processo de recebimento e tratamento de malotes utilizado pela Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, nos procedimentos operacionais relacionados às encomendas, com objetivo de verificação da viabilidade técnica da aplicação de tecnologia RFID – *Radio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência). A realização do estudo foi focada no processo de postagem do segmento de Malotes dos Correios, por representar um potencial de eventos que oportunizam as movimentações e rastreamento. Neste contexto, foi aplicada a ferramenta de simulação computacional para eventos discretos, confrontando com o modelo de aplicação de RFID para logística postal conhecido internacionalmente. No desenvolvimento do trabalho por meio da simulação computacional, foram identificadas situações em que alguns objetos não conseguem efetivar a postagem e lacunas que não contemplam o rastreamento. Foi possível ainda, estudar a aplicabilidade de uma proposta intermediária do atual processo de postagem dos Correios, com o modelo de utilização de RFID para logística postal. A partir da análise dos resultados obtidos nas simulações são apontadas situações que sinalizam vantagens para aplicação da tecnologia RFID considerando os aspectos estruturais do sistema atualmente utilizado.

Palavras-chave: Simulação Computacional, RFID, Rastreamento de Objetos Postais.

ABSTRACT

DISCRETE SIMULATION APPLICATION IN INCORPORATION OF RFID SERVICE UPGRADE IN SALVADOR.

The logistics operators market proceeding in Brazilian's orders supply segment has grown considerably in recent years. This growth is a reflection of electronic commerce transactions, also called e-commerce. Some companies stand out in this scene because they offer modern services with upgraded features at their webpage's, such as traceability of objects and the availability of information on object's movements and distributions. The present article proposes the study of the current process used by the Brazilian Post Office tracking in operational procedures related to orders, intending to check the technical viability of RFID (Radio Frequency Identification) technology application. The study is focused on pouches posting segment, once it represents potential events which nurture movements and tracking. In this context, was applied a computational simulation tool for discrete event, confronting with the standard application of RFID Postal Logistics world widely known. The development through computer simulation made possible to identified situations where some objects couldn't be posted and gaps which couldn't include screening. It was also possible to study the applicability of an intermediary propose for the current process of posting office, with RFID model for postal logistics.

From the analysis of results obtained in simulations, situations are pointed to light up the advantages in RFID technology application, considering current structural system aspects.

Keywords: Computer Simulation, RFID, Tracking of Posted Objects

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composição do código postal do objeto	24
Figura 2: Fluxo da geração de dados de rastreamento	25
Figura 3: Evolução do SRO	27
Figura 4: Evolução de <i>e-consumidores</i>	35
Figura 5: Macro fluxo das operações de rastreamento	36
Figura 6: Fluxo de encaminhamento dos objetos postais	37
Figura 7: Sistemas que utilizam as informações do SRO	40
Figura 8: Base conceitual de simulação	46
Figura 9: Modelo de simulação computacional	51
Figura 10: Sistema de configuração de RFID	53
Figura 11: Configuração básica de um sistema de RFID	54
Figura 12: Modelo de aplicação de RFID para logística postal	63
Figura 13: Modelo de arquitetura RFID para serviços postais	65
Figura 14: Fluxo da geração de eventos de rastreamento	70
Figura 15: Gráfico do teste de <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	77
Figura 16: Fluxo do atual processo de postagem dos Malotes	80
Figura 17: Simulação do atual processo de postagem dos Malotes	81
Figura 18: Fluxo do processo de postagem com a tecnologia RFID	82
Figura 19: Modelo de simulação do processo proposto com RFID	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Perfil de Operadores Logísticos de <i>Couriers</i>	31
Tabela 2: Principais Softwares Comerciais de Simulação	50
Tabela 3: Mercado Potencial de aplicação da tecnologia RFID	56
Tabela 4: Áreas de utilização da tecnologia de RFID	56
Tabela 5: Chegada diária de Malotes no CTE/SDR	72
Tabela 6: Malotes Processados por dia no CTE/SDR	73
Tabela 7: Amostra da Circulação de Malotes nos Correios	74
Tabela 8: Tempos de intervalos entre as falhas	76
Tabela 9: Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS)	77
Tabela 10: Erros ao Quadrado de Distribuição de Probabilidade (KS)	78
Tabela 11: Resultados da Simulação do atual processo de postagem	84
Tabela 12: Projeção de Malotes processados por dia na nova condição	85
Tabela 13: Resultados da Simulação do novo processo com RFID	86
Tabela 14: Malotes devolvidos por erros	87
Tabela 15: Impactos financeiros dos Malotes devolvidos	87
Tabela 16: Estimativas de recursos eliminados pelo processo de RFID	88
Tabela 17: Estimativas de investimentos com equipamentos de RFID	89

LISTA DE SIGLAS

- AC** – Administração Central dos Correios;
- AIDC** - *Automatic Identification and Data Capture* (Identificação automática de captura de dados);
- B2B** – *Business to Business* (Negócios entre Empresas);
- B2C** – *Business to Consumer* (Negócios entre Empresas e Consumidor Final);
- B2W** – Empresa Operadora Logística (Companhia Global de Varejo);
- CEE** – Centros de Entregas de Encomendas dos Correios;
- CEP** – Código de Endereçamento Postal;
- CTC** – Centro de Tratamento de Correspondências dos Correios;
- CTCE** – Centro de Tratamento de Correspondências e Encomendas dos Correios;
- CTE/SDR** – Centro de Tratamento de Encomendas de Salvador;
- CTS** - *Chronopost Tracking System* (Sistema de Rastreamento da empresa francesa Chronopost);
- DCT** – Departamento de Correios e Telégrafos;
- DEGEM** – Departamento de Gestão Estratégica dos Correios;
- DHL** – Dalsey, Hillblom e Lynn (Operador Logístico Internacional);
- DNE** – Diretório Nacional de Endereços;
- DPLAN** – Departamento de Planejamento da ECT;
- DPMO** – Defeitos Por Milhão de Operações;
- DR's** – Diretorias Regionais dos Correios;
- ECT** – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos;
- EPC** – *Electronic Product Code* (Código de Produto Eletrônico);
- EPC Global** - *Global Electronic Product Code*;
- ETRI** – *Electronics and Telecommunications Research Institute*. (Instituto de pesquisa em eletrônico e telecomunicações da Coreia do Sul);
- EUA** – Estados Unidos da América;
- FEDEX** – Serviço Expresso da Federal Express (Operador Logístico);
- GPS** – Sistema de Posicionamento Global;
- IBM** – *International Business Machines* (Comércio Internacional de Equipamentos);
- MTBF** - *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio de Intervalo de Falhas);
- MTTR** - *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparo de Falhas);
- ONU** – Organização das Nações Unidas;

P & D – Pesquisa e Desenvolvimento;

P.O. – Pesquisa Operacional;

RFID - *Rádio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência);

RPN – Rede Postal Noturna;

SOBRAPO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional;

SRO – Sistema de Rastreamento de Objetos;

SRORCR – Sistema de Rastreamento de Objeto e Rotina de Controle de Registrados;

TAM – Táxi Aéreo Marília (Empresa de Transporte Aéreo);

TECA – Terminal de Cargas Aéreas dos Correios;

TRO – Terminal de Rastreamento de Objetos;

UHF – *Ultra High Frequency* (Alta Frequência);

UPU – União Postal Universal;

WEB – World Wide Web (Site/Página Eletrônica).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Definição do Problema	17
1.2. Objetivos Específicos	17
1.2.1. Objetivos Específicos	17
1.3. Importância da Pesquisa	18
1.4. Motivação	19
1.5. Limitações, Questões e Hipóteses	19
1.6. Aspectos Metodológicos	20
1.7. Organização da Dissertação de Mestrado	21
2. LOGÍSTICA DO SISTEMA POSTAL NACIONAL	22
2.1. Conceito	22
2.2. Evolução Histórica	25
2.3. Sistemas de Entregas Rápidas - Síntese dos Serviços	28
2.4. Mercado atual do Setor Postal Brasileiro	31
2.5. Comércio Eletrônico	32
2.6. Linhas de Tratamento de Correspondências Operacionais	35
2.7. A linha na Contemporaneidade do Sistema de Rastreamento	39
2.8. Obstáculos ao comportamento eficaz da linha de rastreamento	41
2.9. Teoria das Restrições	43
2.10. Decisões Estratégicas	44
3. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO	46
3.1. Conceitualização de modelagem e simulação	46
3.2. Tipos e Modelos	47
3.2.1. Modelo Simbólico	47
3.2.2. Modelo Matemático	48
3.2.3. Modelo de Simulação Computacional	48
3.3. Modelagem de Simulação Computacional	48

3.3.1. Classificação	48
3.3.2. Simulação de Monte Carlo	48
3.3.3. Simulação Contínua	48
3.3.4. Simulação Discreta	49
3.3.5. Aplicações	49
3.4. Ferramentas Computacionais da Modelagem e Simulação de Eventos Discretos	49
3.4.1. Softwares Comerciais	49
3.4.2. Potencialidade de Aplicação	50
3.5. Metodologia da Simulação Computacional	50
3.6. Definição do Problema	52
4. SERVIÇOS POSTAIS GLOBAIS	53
4.1. A Tecnologia RFID	53
4.2. Tendências do uso da Tecnologia RFID	54
4.3. Conceitos Básicos e Cenários Globais	59
4.4. Avanços sobre RFID em Sistemas Postais	60
4.5. Normas e Leis	62
4.6. Modelos para Implantação da Tecnologia	62
5. METODOLOGIA DE TRABALHO E ESTUDO DE CASO	68
5.1. Metodologia	68
5.2. Planejamento do Projeto	68
5.3. Definição do Sistema	69
5.4. Formulação do Modelo	70
5.5. Coleta e Análise dos Dados	71
5.6. Codificação do Modelo	74
5.7. Verificação e Validação do Modelo	76
5.8. Simulação dos Cenários	78
5.9. Análise Estatística das Saídas	84
5.10. Análise dos Resultados Obtidos	86

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	93
REFERÊNCIAS	94
Anexo I – Modelo de Malotes	97
Anexo II – Modelo de Park (2006) original	98
Anexo III - Formulário da Pesquisa de Campo	99

1 INTRODUÇÃO

Autores como Novaes (2007) e Turchi (2011), afirmam que são crescentes as oportunidades empresariais emergentes da necessidade em se conseguir realizar transações comerciais e de logística operacional entre os elos das cadeias de suprimentos, de produção e distribuição. Acrescidas a isto, ocorrem demandas cada vez maiores por melhorias dos processos organizacionais (menores prazos e custos) e por um conjunto de informações dos respectivos fluxos envolvidos.

Além disso, consumidores estão cada vez mais exigentes por produtos e serviços de melhor qualidade, nos quais algumas características e benefícios passam a ser o pressuposto básico para a efetivação das aquisições. Este novo comportamento consumidor, porém, carece de observações detalhadas por parte das organizações. Os avanços tecnológicos e o advento da Internet criaram novos ambientes e novas formas de comercialização e relacionamentos entre os diversos elos das cadeias de produção, logística e de comercialização.

Diante destes cenários é necessário que as organizações observem as suas práticas negociais e operacionais para fazer frente às manifestações de demandas dos clientes e representantes das cadeias logísticas. Os constantes deslocamentos de mercadorias (objetos) entre pontos distintos contam com os benefícios da rastreabilidade que pode oportunizar a geração de um conjunto de dados, que necessitam ser gerenciados para se obter informações que visam alimentar os diversos atores participantes em uma cadeia de relacionamentos empresariais.

No Brasil, o elemento indexador da maioria dos eventos que ocorrem entre o pedido de mercadorias pelo canal *e-commerce* e a distribuição física dos objetos, utiliza o código de barras como identificador e gerador das informações. Atualmente, existem diferenças no padrão de informações utilizado pelos diversos operadores logísticos que atuam neste mercado. O procedimento básico consiste na disponibilização de informações, sobre o fluxo de rastreabilidade das mercadorias através da Internet. A diferenciação entre a atuação desses operadores está no conjunto de informações disponibilizadas e no tempo em que elas ocorrem.

Para o Departamento de Planejamento dos Correios (DPLAN - 2011), o setor postal segue sendo a maior rede de distribuição do mundo e como tal uma infraestrutura essencial para a economia global. Em seu conjunto, os Correios de 192 países que fazem parte da União Postal Universal (UPU), agência especializada da ONU, empregam mais de cinco milhões de pessoas, entregam 435 bilhões de correspondências e seis bilhões de encomendas por ano, além de oferecerem uma gama de serviços eletrônicos e serviços financeiros.

Globalmente é possível perceber uma evolução no Sistema de Logística Postal, pela utilização da tecnologia de *Rádio Frequency Identification* (Identificação por Radiofrequência) *RFID*, conforme trabalho de *ZHANG Xiao-dan, YUE Shu-jie, WANG Wei-min* (2006), em que vários Correios Internacionais utilizam etiquetas (*tag's*) em objetos postais e unitizadores de cargas (recipientes que englobam as cargas postais). Esta prática necessita amplos investimentos para a implantação da tecnologia por radiofrequência, mas oportuniza um conjunto amplo de informações, a maioria em tempo real, sobre a situação e a localização das mercadorias e seus respectivos unitizadores de cargas.

Desta maneira, o foco principal do presente trabalho está centrado na simulação computacional de eventos discretos, que apresentam o estudo do rastreamento de objetos, praticados por operadores que atuam em operações de logística postal nacional e internacional, as tecnologias que utilizam para a realização desses serviços e as informações que disponibilizam aos clientes dos diversos elos que compõem a cadeia de fornecedores desses processos.

Considerando as diversas modalidades de serviços que os Correios oferecem para o segmento de encomendas (como toda família de SEDEX, de PAC e de Malotes), foi escolhido o serviço de Malotes para ser estudado neste trabalho, por apresentar as características de operacionalização semelhantes aos outros serviços e pela organização oportunizar a realização da pesquisa no Centro de Tratamento de Encomendas de Salvador (CTE/SDR).

1.1. Definição do Problema

A necessidade ou a possibilidade de oferecer aos consumidores melhores informações sobre o fluxo operacional dos seus produtos e serviços tem estimulado as empresas a buscarem Sistemas de Informações que possibilitam situar os seus negócios ou produtos e serviços no tempo e no espaço em que operam, respeitando as limitações financeiras da realidade da Regional dos Correios da Bahia.

A Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT), empresa foco deste estudo, adota o Sistema de Rastreamento de Objetos (SRO), que é indexado por etiquetas de código de barras e respectivos leitores e concentradores, como ferramenta de operacionalização dos processos de tratamento e distribuição dos objetos, disponibilizando as informações em concentradores de dados para os seus clientes internos via intranet, como também, aos clientes externos via internet.

O problema estudado neste trabalho consiste em analisar quais as etapas do processo de postagem de Malotes do Centro de Tratamento de Encomendas de Salvador (CTE/SDR) apresentam a falta de rastreamento da carga postal, no seu manuseio e no transporte e a conseqüente inexistência de informações, o que implica em perdas dos prazos, extravios de objetos e indenizações para os clientes.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo técnico científico, que possa oferecer uma análise sobre os atuais desempenhos do Sistema de Rastreamento dos Correios (SRO), verificando a viabilidade de aplicar a tecnologia *RFID* no atual processo de postagem de Malotes dos Correios da Bahia, visando ampliar o nível de confiabilidade dos serviços prestados e as informações disponibilizadas aos clientes.

1.2.1 Objetivos Específicos

- a) Analisar o histórico do surgimento do serviço de rastreamento nos Correios, contemplando a estratégia inicial, a estrutura, o ambiente, a tecnologia e as pessoas envolvidas;

- b) Diagnosticar as rotinas e os desempenhos nos processos de rastreamento do Serviço de Malotes, observando as etapas de postagem, os manuseios, o transporte e a distribuição física dos objetos;
- c) Apresentar um diagnóstico do atual estágio do serviço de SRO, visando apontar possíveis caminhos que possam representar melhorias;
- d) Verificar as possibilidades e condições existentes ou necessárias para a aplicação da tecnologia RFID, para o Sistema de Rastreamento de Objetos nos Correios;
- e) Estimar os impactos de aplicação de tecnologia RFID nos atuais processos de rastreamento, operacionalização e financeiros;
- f) Propor um modelo intermediário de aplicação da tecnologia de RFID para os processos de rastreabilidade nos Correios.

1.3. Importância da Pesquisa

O cenário dos negócios realizados por meio do comércio eletrônico está em crescimento, como está apresentado no capítulo 2 deste trabalho sobre *e-commerce*. O fato apresenta novas demandas por serviços que ainda não estão sendo praticadas pelos operadores. Neste sentido, o trabalho buscará estudar possíveis alternativas para fazer frente a este crescimento de mercado.

A pesquisa está relacionada com a possibilidade de se conseguir atender pontos de rastreabilidade ainda não contemplados do atual sistema de rastreamento nos Correios, com a aplicação de nova tecnologia (RFID) que poderá oportunizar a realização de verificações em tempo real das etapas de postagem, do manuseio e de transporte hoje descobertas, permitindo novas práticas operacionais e análises dos desempenhos que permitirão intervenções processuais visando atingir melhores resultados.

Em se conseguindo projetar um procedimento intermediário que possa oportunizar a utilização dos benefícios da nova tecnologia, contemplando as situações em que no atual processo operacional dos Correios ocorrem falhas ou falta de rastreamento, entende-se que o trabalho possa atingir o seu propósito ressaltando a importância do mesmo.

1.4. Motivação

A atuação na área operacional nos Correios, do autor deste trabalho no período de dois anos (2008 a 2010), permitiu uma observação de que no atual sistema de rastreamento de objetos e da carga postal, existem lacunas com a falta de rastreamento, localizadas principalmente, entre as etapas de coletas dos objetos para as postagens e nas trocas das cargas entre os centros de movimentação e transporte.

O principal fator motivador da realização deste trabalho é a possibilidade de estudar assuntos relacionados a algumas questões a considerar: a aplicação da rastreabilidade nas etapas e eventos atualmente não contemplados nos processos operacionais dos Correios; as práticas de melhorias que alguns operadores brasileiros já utilizam e implantaram no segmento de rastreabilidade; as possibilidades de aplicação prática do estudo junto aos Correios; bem como, da possibilidade que o assunto proporciona para prosseguir em estudos e pesquisas futuras.

1.5. Limitações, Questões e Hipóteses

Toda proposta de aplicação de nova tecnologia implica em um estudo sobre as viabilidades de utilização e implantação. A prática de algumas organizações nos mostra que sistemas implantados e gerenciados erroneamente podem constituir fontes incessantes de problemas e prejuízos.

Qualquer tecnologia nova introduz ao mesmo tempo custos e benefícios para a organização, e a tecnologia de RFID não é uma exceção.

O elemento de custo mais discutido para sistemas de RFID é o impacto financeiro de identificadores individuais. Entretanto, esta é apenas uma parte do custo total. A adoção bem sucedida de RFID poderá requerer alterações nos processos operacionais e nos sistemas de informação, treinamento de pessoal e, em alguns casos, a interação com os clientes.

Introduzir o sistema RFID irá invariavelmente alterar os processos operacionais, na maneira como os objetos são identificados, como são classificados, unitizados, contados em ciclos e assim por diante. Para cada etapa no processo, será necessário incorporar capacidades para o processamento de exceções.

Antes de o processo atualmente existente ser alterado, deverá ser assegurado o conhecimento dos pontos fortes e das oportunidades de melhorias que um novo modelo de rastreamento possa oferecer, com seus benefícios e melhorias.

Não se recomenda pensar em aplicação de RFID a qualquer custo, sem que os processos atuais sejam avaliados e como eles podem ser melhorados e, possivelmente, poderá ser necessária a aplicação de um modelo de rastreamento intermediário que possa fazer a ligação do atual sistema SRO para uma nova tecnologia de RFID.

Algumas limitações se destacam na realização do trabalho, como as dificuldades em conseguir informações dos Correios sobre o planejamento em utilização e aplicação de novas tecnologias, sobre a existência ou não de planejamento em relação à atualização do atual sistema de rastreamento dos Correios.

1.6. Aspectos Metodológicos

A metodologia do trabalho é de caráter exploratório-descritivo, com pesquisas de campo e levantamento de dados documentais e a estratégia para fins de pesquisa será o estudo de caso. Para Yin (2005), o estudo de caso é uma das muitas maneiras de se fazer pesquisa, mas, em geral, representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

O trabalho será desenvolvido com base em estudo do atual Sistema de Rastreamento de Objetos (SRO) dos Correios, analisando as práticas aplicadas ao processo de postagem de Malotes e os desempenhos atingidos, observando as situações problemas caracterizadas pelo atual sistema, o gerenciamento dos processos e o alinhamento com as estratégias organizacionais definidas. Na prática, foram realizadas entrevistas com os operadores que operacionalizam as etapas de

coletas e postagens (processo estudado), como observações de todas as atividades que envolvem o fluxo descrito na Figura 16.

A metodologia será a análise sistêmica utilizando as etapas clássicas de um estudo de pesquisa operacional, como caminho referencial na condução do estudo, baseado em TAHA (1982) e WAGNER (1986).

1.7. Organização da Dissertação de Mestrado

Este trabalho está estruturado em seis capítulos e está organizado da seguinte maneira:

- a) Capítulo 1 – Introdução: contextualiza o cenário em que a pesquisa foi realizada. Apresenta a definição do problema, os objetivos, a importância do trabalho e sua estruturação;
- b) Capítulo 2 – A Logística do Sistema Postal Nacional: apresenta a conceitualização do sistema postal e suas evoluções, o atual mercado e sua importância na utilização da rastreabilidade e a disponibilização de informações, as restrições e as decisões estratégicas;
- c) Capítulo 3 – Ferramentas Computacionais de Modelagem e Simulação: apresenta a conceitualização, a evolução e os tipos de simulação computacional e as simulações realizadas no trabalho;
- d) Capítulo 4 – Estudo dos Serviços Postais Globais: apresenta a normalização universal do setor e as tendências de utilização de novas tecnologias;
- e) Capítulo 5 – Metodologia do Trabalho e o Estudo de Caso: apresenta a metodologia do trabalho e uma análise do atual sistema de rastreamento de objetos nos Correios com a aplicação de nova tecnologia de RFID, a partir dos procedimentos de postagem dos Malotes no CTE/SDR;
- f) Capítulo 6 – Considerações Finais: apresenta a conclusão do trabalho em relação ao problema e aos objetivos e as contribuições sugeridas para aplicação do estudo.

2. LOGÍSTICA DO SISTEMA POSTAL NACIONAL

2.1 Conceito

Segundo publicação do jornal O Estado de São Paulo (08.08.2011), o Brasil está vivenciando um crescimento expressivo do comércio eletrônico, o que está mudando o panorama do mercado de entregas expressas. Na era do varejo *online*, não basta apenas entregar, é preciso também estar preparado para informar ao consumidor final todos os movimentos da mercadoria adquirida.

Por meio de consultas aos sítios de algumas empresas que atuam no serviço de entregas de mercadorias adquiridas por meio do comércio eletrônico, é possível perceber que já iniciaram a modernização em seus procedimentos operacionais e de informações aos consumidores, utilizando as novas ferramentas tecnológicas disponibilizadas pelos serviços de rastreamento e de comunicação *online*.

A Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT) opera fortemente neste setor, pois por muito tempo este serviço estava compreendido como monopólio postal. Porém, há alguns anos outras empresas conseguiram ações judiciais que as permitissem igualmente operar neste setor. Atualmente, existem várias empresas que atuam no segmento de entrega de encomendas expressas.

Os Correios estão estruturados com um centro de Administração Nacional, denominada Administração Central (AC), com sede em Brasília, que congrega todo o sistema nacional de Correios, tendo o papel de realizar as definições corporativas da empresa. Ela conta com 28 Diretorias Regionais (DR's), com sede nas capitais dos estados brasileiros, tendo a finalidade de coordenar as ações e diretrizes da Administração Central. As DR's embora possuam estruturas diferenciadas nacionalmente, pelo tamanho ou grau de complexidade das operações em cada estado, executam atividades ou funções semelhantes.

Considerada como uma das maiores empresas do País, os Correios contam com uma expressiva infra-estrutura, para atender a demanda a que se dispõe a operar. Os dados citados a seguir foram obtidos em pesquisa aos Manuais e Relatórios Empresariais da empresa:

- a) Rede de Atendimento: 5.797 Agências de Atendimento Próprias e 6.492 Agências Terceirizadas;
- b) Unidades de Tratamento/Classificação: 60 Centros de Tratamento;
- c) Linhas de Transporte: 18 Linhas Aéreas com 63 Trechos diários, 629 Linhas de Transporte Rodoviário diário;
- d) Veículos: 4.857 veículos leves, 486 veículos pesados, 22.000 bicicletas e 14.500 Motos;
- e) Centros de Distribuição: 870 Centros de Distribuição de Cartas e 108 Centros de Distribuição de Encomendas;
- f) Pessoas: aproximadamente 53.000 Carteiros que realizam a Distribuição Domiciliária e 3.500 Operadores de Tratamento e Classificação.

O serviço logístico postal dos Correios é composto por diversas atividades que são processadas a partir de cada postagem realizada pelos respectivos clientes. Resumidamente estas ações são denominadas de postagem, manuseio, classificação, preparação, transporte, rastreamento, distribuição e disponibilização de informações.

O Sistema de Rastreamento de Objetos (SRO) é uma importante ferramenta de trabalho, que para os Correios tem como principal objetivo registrar as movimentações (rastreamento) de todos os objetos sob registro e respectivos unitizadores. Para estas ações utiliza o sistema tradicional de código de barras, oferecendo a possibilidade de acompanhamento e controle dos objetos, a fim de viabilizar o rastreamento dos objetos e das etapas operacionais contempladas, conforme pode ser percebido na Figura 1.

O manual de encaminhamento dos Correios (MANEC 1998) apresenta a composição do código de barras dos objetos, que apresenta as informações do tipo postal (classificação do serviço), de número sequencial do objeto, de um dígito verificador de controle e da sigla do país de origem do objeto. A Figura 1 apresenta o exemplo desta configuração.



Fonte: Correios (1998).

Figura 1: Composição do Código Postal do Objeto.

As principais etapas que compreendem o processo de rastreamento de objetos são: a geração dos eventos, a comunicação dos dados para um concentrador, a consulta de pesquisa dos eventos, que são gerados nas etapas da captação, classificação, transporte e distribuição dos objetos.

Segundo o manual de encaminhamento dos Correios, os principais eventos gerados durante o fluxo operacional do serviço de Malotes estão relacionados abaixo:

- a) Captação/Postagem: representa o início do rastro de um objeto, ou seja, quando o objeto entrou no fluxo postal dos Correios;
- b) Tratamento/Encaminhamento: registra o envio do objeto de uma unidade para a próxima unidade;
- c) Transporte: realiza a transferência dos objetos entre uma unidade de tratamento para outra unidade de tratamento, visando chegar o mais próximo da distribuição;
- d) Distribuição/Entrega: representa a saída do carteiro, com o objeto, para entregá-lo ao cliente;
- e) Aguardando Retirada: o objeto está disponível para entrega em uma unidade dos Correios. O cliente pode recebê-lo;
- f) Baixa na Entrega: informa se o objeto foi entregue ou não ao cliente.

A Figura 2 ilustra os principais eventos de geração de dados de rastreamento, que ocorrem na operacionalização do fluxo postal dos objetos.



Fonte: Manual de Encaminhamento da ECT (1998).
Figura 2: Fluxo da geração de dados de rastreamento.

O processo de rastreamento de objetos da ECT recebe características diferentes em relação à configuração dos serviços. Para exemplificar este procedimento, apresentam-se duas situações: o serviço de Malotes recebe rastreamento a partir do Centro de Exportação e na Unidade de Distribuição; já o serviço de Sedex recebe rastreamento em mais etapas, sendo na Postagem, no Tratamento/Classificação e na Distribuição. Algumas das etapas do fluxo de operacionalização dos objetos não são oportunizadas por rastreamento. Esta situação será analisada no capítulo das considerações finais e oportunidades de melhorias.

2.2 Evolução Histórica

Conforme publicado no site dos Correios, a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT) foi criada em 20 de março de 1969, pela Lei nº. 509, como Empresa pública vinculada ao Ministério das Comunicações. Até esta data a empresa denominava-se Departamento de Correios e Telégrafos (DCT) e era vinculada ao Ministério de Viação e Obras Públicas.

A partir de 1969, com a criação da ECT, o sistema postal ganhou em agilidade e eficiência. Dentre as medidas adotadas para modernizar a empresa, destacam-se: a criação do Código de Endereçamento Postal (CEP), a implantação

de centros de triagem automatizada, a instalação da Rede Aérea Postal Noturna (RPN) e a informatização da empresa.

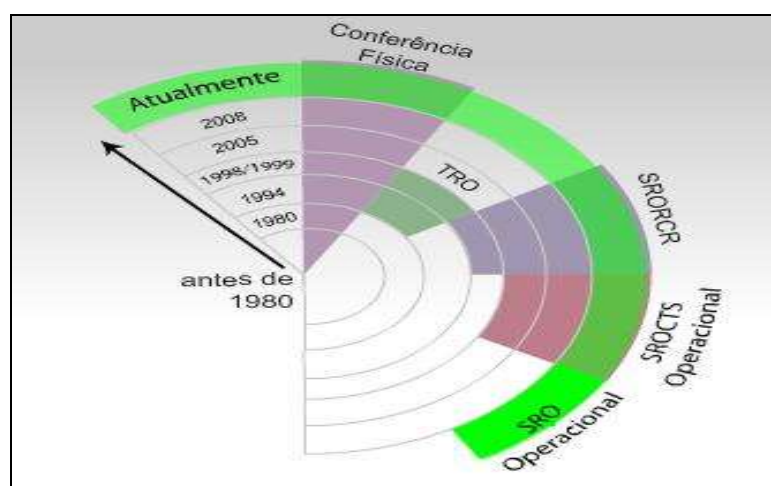
Em pesquisas realizadas nos Manuais da ECT, é possível perceber que, até a década de 80, a conferência da carga de objetos postais era processada fisicamente, a emissão das listas de entrega e a expedição eram realizadas somente de forma manual, sem auxílio de ferramentas automatizadas. Em 1980, a empresa implanta o TRO (Terminal de Rastreamento de Objetos), onde as emissões das listas de expedição começaram a ser efetuadas com o auxílio desta ferramenta, enquanto que a conferência da carga de objetos continuava sendo executada de forma manual. Em 1994 surge o SRORCR (Sistema de Rastreamento Operacional da Rotina de Controle de Registrados), inicialmente com funções limitadas a impressão das listas de expedição e distribuição. Em 1998 é implantada a evolução do SRORCR, deixando de ter apenas a impressão de listas e passando a realizar pesquisas de objetos, relatórios de estatísticas, relação de objetos pendentes entre outras funções gerenciais.

Com o objetivo de aperfeiçoar o rastreamento de objetos nos Correios, em 2005 a empresa adquire por meio de uma licitação internacional um novo sistema de rastreamento. Uma das exigências do edital de licitação era a de que houvesse uma empresa com experiência em rastreamento. Também havia a necessidade do fornecimento de equipamentos. O consórcio vencedor da licitação foi a IBM-Chronopost. A IBM é tradicional fornecedor de soluções informatizadas, inclusive de servidores. A Chronopost era, à época, um braço de tecnologia do Correio Francês e que também operava o serviço expresso na França e em alguns outros países da Europa. Em 2005 foi implantado o CTS (*Chronopost Tracking System*) em algumas unidades que atendiam pré-requisitos relacionados ao volume da carga tratada na unidade. Para as unidades com menores volumes de carga, continuou-se a utilizar o SRORCR. A empresa que desenvolveu o CTS tornou-se proprietária dos códigos fontes do sistema. Desta forma, eventuais melhorias e atualizações implicariam em um elevado custo de manutenção. Nessa fase os Correios adquiriram os seus primeiros coletores portáteis.

Em 2008 a ECT implantou o SRO II, que consistiu na centralização dos servidores e na incorporação de novas funcionalidades para atender demandas operacionais, integração mais adequada à estrutura de rastreamento hoje disponível, e a ampliação e atualização tecnológica do atual parque de equipamentos operacionais seguindo algumas características:

- a) O sistema passa a ser de propriedade da ECT;
- b) Maior aderência às necessidades das áreas de negócios e de operações;
- c) Modificação da arquitetura técnica com eliminação de etapas, maior agilidade e confiabilidade da informação, maior rapidez e precisão da informação aos clientes;
- d) Maior nível de críticas às informações de rastreamento;
- e) Atualização tecnológica com prospecção e implementação de novas tecnologias, e foco na concorrência.

A Figura 3 apresenta uma representação gráfica da evolução do sistema de rastreamento implantado pelos Correios.



Fonte: Manual de Encaminhamento (1998).

Figura 3: Evolução do sistema SRO nos Correios.

A partir da década de 1990, a ECT deixou de ser um agente exclusivamente do setor postal, abriu seu leque de serviços, assumiu características de “banco de serviços” e comportamento mercadológico agressivo, buscando vantagem competitiva no mercado dos serviços não monopolizados, em particular no âmbito da logística integrada.

No ano de 2000, os Correios lançam o Diretório Nacional de Endereços (DNE), um banco de dados atualizado pelo Código de Endereçamento Postal (CEP), para ser utilizado por empresas (clientes). Acompanha a base do DNE uma fonte especial para o CEPnet, que é o CEP em código de barras para ser impresso/aplicado nos objetos. Esta aplicação facilita a leitura mecanizada e a classificação dos objetos.

A implantação pelos Correios do CEP, do DNE e do SRO oportunizou funcionalidades operacionais que trouxeram benefícios aos processos, pois o CEP é utilizado com um indexador dos objetos no fluxo postal, o DNE é oferecido a empresas para encaminhar correspondências a uma gama de clientes e o SRO é uma das ferramentas que revolucionou os procedimentos de rastreamento dos objetos postais oferecendo informações da situação dos mesmos. Todos estes procedimentos de melhorias nos processos postais contribuem como características e benefícios aos usuários do comércio eletrônico.

2.3. Sistemas de Entregas Rápidas - Síntese dos Serviços

O mercado de operadores que atuam no segmento de entregas rápidas no Brasil vem crescendo rapidamente, sendo puxado predominantemente pelas transações de compra e vendas realizadas no comércio eletrônico. Algumas empresas se destacam nesta atuação por oferecer características e serviços modernizados, principalmente com a utilização de tecnologias disponibilizadas em suas páginas eletrônicas, como o rastreamento dos objetos, disponibilização de informações sobre os pedidos e a movimentação das mercadorias e a distribuição física dos objetos.

A Associação Brasileira de Logística (ASLOG) define que um operador logístico é a empresa prestadora de serviços, especializada em gerenciar e executar todas ou parte das atividades logísticas, nas várias fases da cadeia de abastecimento de seus clientes, agregando valor aos produtos dos mesmos. A logística das organizações deve ser orientada como um elo que perpassa estrategicamente pelas áreas da empresa e, desta forma, ser uma importante ferramenta para nortear os planos corporativos, que visam gerar ativos como resultados finais.

Para Novaes (2007), uma importante diferença entre o comércio eletrônico e as transações convencionais são os números e os tipos de intermediários. Na configuração do *e-commerce* o papel dos operadores logísticos assume importante participação pelas atribuições que lhe são repassadas pelos serviços de armazenagem, atendimento de pedidos, movimentações e transportes, como a distribuição final e o repasse de informações.

As informações de Novaes são factíveis com a recente realização de parcerias entre empresas que atuam no setor de transporte e entregas de encomendas expressas, destacando-se as fusões das empresas TNT com a Mercúrio, a FedEx e a Rapidão Cometa. Algumas companhias aéreas com a TAM, a GOL a Azul, igualmente oferecem o serviço de encomendas expressas para atender parte deste novo mercado de comércio eletrônico. Algumas divisões especiais começam ainda a ser apresentadas por esses operadores como customização de serviços por determinadas áreas do tipo: produtos farmacêuticos, editoras de livros, serviços com hora marcada, agendamento de coletas, entrega de porta a porta, serviços de cargas consolidadas e serviços diferenciados de informações dos *status* (situações) dos objetos e cargas.

O mesmo autor procurou explicar o motivo que tem levado as empresas a optarem pelos prestadores de serviços logísticos tendo em vista as novas tecnologias. O autor salienta que estas tecnologias reduzem facilmente os custos logísticos e aumentam o nível dos serviços oferecidos. No entanto, requerem altos investimentos e mão de obra treinada, constituindo-se em riscos para aqueles que começam a utilizá-la.

No contexto do uso de novas tecnologias que já são utilizadas no setor os prestadores de serviços logísticos apresentam série de alternativas interessantes a serem consideradas e estão apresentadas na Tabela 1.

Perfil de Operadores Logísticos com atuação em e-commerce.		
Empresa	Principais Serviços	Diferenciais Oferecidos
Correios Fonte: www.correios.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - Correspondências; - Sedex; - Encomendas; - Malotes; - Logística; - Telegramas. - Remessas internacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coletas; - Gestão de Postagens e Faturamento; - Rastreamento de objetos; - SAC. - <i>Advalorem (seguro)</i>
Direct Fonte: www.novo.directlog.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - e-direct (serviço específico para e-commerce); - direct logística; - direct reversa; - direct troca; - direct cargo; - direct <i>Standart</i>; - direct <i>Premium</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamento de ocorrência; - Serviços a cobrar; - Entrega com hora marcada; - Comprovante de entrega; - Tecnologia WAP com rastreabilidade total pela Internet; - Foto do local visitado (disponível WEB) quando tentativa frustrada de entrega; - SMS automático e em tempo real, para destinatário e remetente; - Interatividade via Web, além de acompanhar as remessas; - Telemarketing Ativo sobre ocorrências; - Gestores exclusivos para atendimento aos clientes.
Jadlog Fonte: www.jadlog.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - Documentos; - Encomendas; - Expresso; - Cargo (cargas); - .com (e-commerce); - Econômico; - Internacional 	<ul style="list-style-type: none"> - Coletas; - Rastreamento de objetos; - Frete a pagar; - Seguros; - Simulador de Preços; - SAC.
Braspress Fonte: www.braspress.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - Encomendas; - Logística; 	<ul style="list-style-type: none"> - Coletas; - Cotações <i>on-line</i>; - Faturas <i>on-line</i>; - Rastreamento de objetos; - Chat ao vivo;
Deutsche Post D H L Fonte: www.dhl.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - Encomendas e Documentos Expressos; - Transporte de Cargas; - Armazenagem e Distribuição; - Soluções em SCM; - Remessas Nacionais e Internacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coletas e agendamento de; - 0800 DHL Express; - Conta para clientes empresas (faturamento); - <i>Proview</i> DHL – controle das remessas em tempo real; - DHL ExpresSMS – informações via celulares; - DHL ExpressWap – acesso ao servidor de rastreamento; - DHL SpeedTracking – solicitar rastreamento até 5 remessas via telefones DTMF; - DHL XML <i>Services</i> - informações sobre remessas de e-commerce;

		<ul style="list-style-type: none"> - Seguros; - Notificação e Prova das entregas;-
TNT Mercúrio Fonte: www.tnt.com	<ul style="list-style-type: none"> - Entregas Expressas - <i>Time Critical</i>: entregas com rapidez máxima; - <i>Special Projects</i>: entregas para projetos customizados; - Remessas internacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agendamento de coletas; - Rastreamento das remessas; - Tempo de trânsito; - Simulação de fretes; - <i>ExpressMobile</i>: monitoramento das remessas via <i>e-mail</i> ou celular;
FedEx Express Fonte: www.fedex.com.br	<ul style="list-style-type: none"> - Encomendas Expressas; - Pacotes pequenos - Cargas pesadas; - Remessas internacionais 	<ul style="list-style-type: none"> - Coletas; - Rastreamento; - Ferramentas de Postagem; - Gerenciamento de contas e ferramentas de suporte; - Ferramentas alfandegárias; - Soluções de serviços móveis.
UPS Fonte: www.ups.com	<ul style="list-style-type: none"> - Encomendas Expressas; - Remessas entregues no domicílio; - Remessas entregues no Aeroporto: 	<ul style="list-style-type: none"> - Serviço de coletas; - Simulador de preços e prazos; - Solicitação de materiais para remessas; - Rastreamento dos objetos; - Informações via e-mail e SMS; - Soluções <i>online</i> para os clientes.

Fonte: Elaborado e adaptado pelo autor.

Tabela 1: Perfil de Operadores Logísticos de *couriers*.

Portanto, é possível perceber que a maior diferenciação no oferecimento dos serviços está concentrada nas empresas que conseguem praticar facilidades e trocas de informações com os clientes por meio da utilização de ferramentas tecnológicas, como registrado na Tabela 1. Os serviços de informação e tecnologias podem fazer a diferença.

2.4 Mercado atual do Setor Postal Brasileiro

O macro ambiente do setor postal brasileiro tem apresentado alguns comportamentos e tendências que devem ser considerados nos estudos prospectivos de qualquer empresa. Para analisar este ambiente serão considerados os desempenhos anuais dos principais operadores que atuam no setor e dados sobre o desempenho do comércio eletrônico, que podem oferecer informações interessantes.

Segundo a UPU (União Postal Universal), em 2007 a rede postal mundial formada por 191 Correios, com seus 5,5 milhões de empregados, processou e distribuiu 433 bilhões de objetos de correspondências domésticas, 5,5 bilhões de objetos internacionais e mais de 6 bilhões de encomendas simples.

Segundo o DEGEM (2011), o Brasil apresenta uma das maiores taxas de crescimento mundiais no *e-commerce*, em média de 30% anual, nos últimos cinco anos. Trata-se de um mercado extremamente promissor. A expectativa de vendas do comércio eletrônico em 2011 foi de R\$ 20 bilhões. Em 2010 este mercado fechou com movimentações de R\$ 14,8 bilhões. O tamanho do mercado de encomendas domésticas fracionadas de até 30 kg (expressas e não-expressas) está estimado hoje próximo de R\$ 10 bilhões e apresentou uma taxa de crescimento na ordem de 7,57% ao ano, no período 2005 a 2009, sendo que os Correios respondem por 33% e os 10 maiores concorrentes por 56%. Os demais movimentam os 11% restantes.

Com o crescimento destacado da utilização do comércio eletrônico, surgem novas demandas por serviços que ainda não são triviais entre os clientes e usuários do segmento. Para atender a situações de pós-aquisição onde clientes podem estar insatisfeitos com o produto adquirido virtualmente, surge o serviço de logística reversa, que consiste em um canal que permite a troca ou a devolução dessa mercadoria adquirida. Este serviço normalmente é operacionalizado por um operador logístico que realiza a ligação entre o consumidor e o vendedor.

Assim, é possível perceber em diversas publicações de periódicos que abordam o segmento do comércio eletrônico, é possível perceber que o número de vendas neste setor está em crescimento, como também, o valor transacionado nessas aquisições. Os consumidores brasileiros estão cada vez mais satisfeitos com este mercado, apesar de existirem situações negativas e insatisfações de alguns consumidores.

2.5 Comércio Eletrônico

O *e-commerce* (comércio eletrônico) pode ser definido de forma simples como sendo um tipo de transação comercial de compra e venda de mercadorias, feitas

com o auxílio de equipamentos eletrônicos como computadores e recentemente os aparelhos celulares, com a utilização da Internet.

Para Novaes (2007), comércio é a troca de produtos e de serviços por dinheiro. O pagamento dessas transações comerciais convencionais é feito com papel-moeda, cheques, ordens bancárias ou cartões de crédito. Quando o consumidor caracteriza a compra é processado o pagamento a favor do comerciante. Essas operações financeiras eram operacionalizadas manualmente até umas duas décadas atrás, sendo que, atualmente, passaram a ser efetuadas por meios eletrônicos. Nas transações convencionais, as preocupações com a segurança são bem menores, considerando que as partes estão fisicamente presentes. Com a evolução do comércio e o aumento da utilização de pagamentos eletrônicos, o nível de segurança para os comerciantes aumentou.

O crescente desenvolvimento e utilização da Internet para a realização de transações comerciais vêm oportunizando novas práticas na relação entre as organizações que vendem e os usuários que compram os produtos e serviços. Por volta da década de 80 já eram realizadas transações comerciais entre grandes empresas dos setores industriais e varejistas, com a utilização da *Electronic Data Interchange* (EDI – Troca Eletrônica de Documentos) e *Electronic Funds Transfer* (EFT – Transferência Eletrônica de Fundos), com a finalidade de agilizar as operações logísticas entre os operadores das cadeias de abastecimento e suprimento.

A percepção que se tem é que o ambiente digital com a evolução da Internet passou a ser visto pelo setor corporativo com um terreno fértil a ser explorado e como uma forma de imprimir agilidade e reduzir custo nos negócios:

A partir do final dos anos 1990 me início de 2000, com a evolução da Internet e dos mecanismos de segurança, essas operações começaram a ser feitas também pela *web*. Mas o potencial oferecido pela Internet levou as empresas a pensar de forma mais ampla e a incluir em seus planejamentos de marketing as estratégias de *e-business* – um conceito abrangente que se refere a uma fusão complexa dos processos internos, aplicações empresariais e estrutura organizacional,

com uso de tecnologia (*hardwares e softwares*), de modo a criar um modelo de negócios de alto desempenho (TURCHI, 2012, p. 16).

O surgimento da Internet oportuniza novas maneiras de se realizarem transações comerciais. O *e-commerce* oportuniza basicamente dois tipos de transações comerciais, o B2B (*business-to-business*) e o B2C (*business-to-consumer*). Nesse tipo de transação as empresas e clientes podem obter e trocar informações com fornecedores, como também adquirir os produtos. O B2B se caracteriza por ter pessoas jurídicas nas duas pontas do processo e a comercialização não acontece para pessoas físicas (consumidores). No B2C o comprador é uma pessoa física, que, a partir de um equipamento conectado a Internet, realiza buscas e adquire o seu produto ou serviço desejado.

Segundo relatórios recentes publicados pela empresa *e-bit* e da *WebShoppers*, instituições referência no *e-commerce*, o comércio eletrônico no Brasil fechou 2010 com um faturamento da ordem de R\$ 14,8 bilhões de reais, 40% superior a 2009.

Segundo o site do *e-bit (2010)*, o Brasil apresentou taxas de crescimento de 44% em média nos últimos cinco anos e as perspectivas para os próximos anos são de um crescimento ainda maior. Novas lojas virtuais, nos mais diversos segmentos, surgem a todo o momento e outras formas de comércio eletrônico como, por exemplo, os sites de compras coletivas, dão uma amostra da criatividade do empreendedor brasileiro. Este mesmo site apresenta a evolução do *e-commerce* no país:

- a) Faturamento de R\$ 14,8 bilhões em 2010;
- b) Entre 15 de novembro e 24 de dezembro foram registrados R\$ 2,2 bilhões de compras no *e-commerce*, com ticket médio de R\$ 370,00;
- c) Os maiores varejistas de venda *on-line* do Brasil são Pão de Açúcar, Casas Bahia, Ponto Frio, Walmart, Magazine Luiza e B2W;
- d) O canal de vendas *on-line* da Livraria Saraiva é responsável por 33% das vendas. É o maior ponto de venda da rede;

- e) Os produtos mais vendidos no Brasil são livros e assinaturas de revistas e jornais, saúde, beleza e medicamentos, informática, eletrodomésticos e eletrônicos;
- f) 86% dos consumidores brasileiros estão satisfeitos com o comércio virtual no quesito confiança.

Em análise ao número de consumidores que utilizam o comércio eletrônico, o número de e-consumidores no Brasil, seguindo o *e-bit*, aumentou em média 26% entre os anos de 2002 a 2010. A tendência é que no Brasil haverá mais de 52 milhões de compradores virtuais até 2015. A Figura 4 nos apresenta esta evolução do comércio eletrônico no Brasil.



Fonte: Disponível em: www.ebit.com.br. Acesso em: 25 set. 2011.

Figura 4: Evolução do número de e-consumidores no Brasil.

Ao mesmo tempo em que crescem de maneira quase que exponencial os números que envolvem o *e-commerce*, crescem também as exigências dos clientes por novos produtos e serviços, por novas formas de relacionamento nos negócios e por novos e melhores níveis de prestação dos serviços.

2.6 Linhas de Tratamento de Correspondências – Procedimentos Operacionais

Durante todo o fluxo operacional, da captação à distribuição, ocorre a geração de eventos, que possibilitam o rastreamento dos objetos postados e unitizadores (receptáculos que acondicionam as cargas) utilizados para a realização do transporte. A representação visual da Figura 5 possibilitou um acompanhamento

imaginário dos eventos de rastreabilidade dos objetos em suas diversas etapas operacionais no fluxo postal.



Fonte: ECT- Manual de Tratamento (1998).

Figura 5 – Macro Fluxo das Operações de Rastreamento dos Correios.

O início do fluxo ocorre com a inserção (postagem) de objetos postais (malotes, encomendas e outros) em Agências de Correios, denominadas de Unidades de Captação. Das Agências, os objetos postais são transportados até Unidades de Tratamento (CTC, CTCE), onde serão reagrupadas (classificadas) com base em seus endereços de destino. Essas unidades de tratamento normalmente concentram a carga de várias Agências que são associadas respectivamente à Unidades de Distribuição na sua região geográfica.

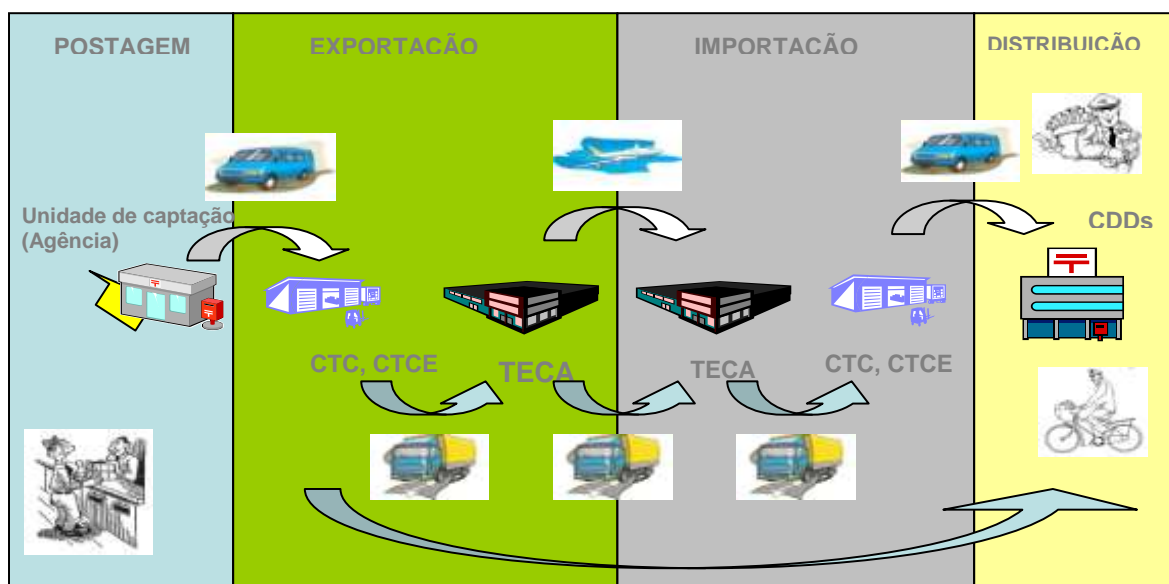
Os objetos destinados aos endereços na área de cobertura da própria unidade de tratamento são transportados diretamente para a unidade de distribuição mais próxima do endereço do destinatário. Quando o destino do objeto se localiza em uma área de cobertura de outra unidade de tratamento, este objeto será encaminhado a essa unidade, que será a responsável por enviá-lo a uma unidade de distribuição de sua região.

Se o destino do objeto é uma Unidade da Federação diferente daquela onde foi postado, o objeto poderá passar, ainda, por uma unidade concentradora de carga, chamada de Terminal de Carga Aérea (TECA), antes de chegar à unidade de tratamento de destino.

O transporte de carga entre as Agências e Unidades de Tratamento e entre as Unidades de Distribuição é normalmente feito por veículos leves, enquanto o transporte entre unidades de tratamento e entre os terminais de carga (TECA's) é feito por caminhões ou por aviões, dependendo das distâncias e da prioridade da carga.

Dependendo, também, do meio de transporte e das quantidades de objetos agregados para encaminhamento ao próximo ponto do fluxo postal, o acondicionamento dos objetos pode ser feito em pacotes amarrados com barbante, embalagens plásticas transparentes, caixetas de plástico rígido com ou sem tampa, contêineres flexíveis, de lona ou rafia (malas ou sacos postais), ou rígidos, de papelão ou metal (em chapas ou gradeados).

O modelo de operacionalização, citado no item 2.6 contempla algumas etapas de atividades que ocorrem em uma cronologia de fatos e operações, que podem ser mensuradas e rastreadas. A seguir apresenta-se o detalhamento de cada fluxo operacional do serviço de Malotes, segundo a Figura 6:



Fonte: ECT, Manual de Encaminhamento (1998).

Figura 6 – Fluxo de Encaminhamento dos Objetos Postais.

a) Postagem: este procedimento acontece de duas maneiras distintas:

a) O Cliente realiza a entrega/postagem do malote em uma unidade de captação dos Correios. O Atendente realiza o registro desta atividade com o

lançamento manual do número do Malote e a data do evento no formulário Ficha de Coleta. Este Malote é depositado em uma unitizador temporariamente, quando no final do dia a Unidade de Atendimento realiza o encaminhamento do Unitizador com todos os Malotes, protocolando em uma Ficha de Registro para ser processado em um centro de exportação.

b) O Carteiro realiza a coleta no estabelecimento do cliente, igualmente registrando nas fichas de coleta, depositando em um Unitizador localizado dentro do veículo, e, ao final do roteiro de coletas entrega todos os malotes coletados juntamente com as fichas de coleta, no Centro de Exportação para dar encaminhamento aos destinos.

b) Centros de Exportação (Tratamento) - recebem as cargas dos Malotes coletados nos Clientes e nas Unidades de Postagem, realizam a conferência da situação física dos malotes, das informações de destinos e do número do mesmo, registrando a sua expedição no SRO para início do fluxo operacional, observando:

- I. Âmbito Estadual - segue viagem para as localidades de destino em unitizadores igualmente registrados no SRO;
- II. Âmbito Nacional - seguem viagem via TECA's para as localidades de destino, em unitizadores registrados no SRO. Os unitizadores processados nos Terminais Aéreos não recebem nenhum evento de acompanhamento via SRO, pois essas unidades não possuem o sistema de SRO.

Uma vez carregados do SRO, os Malotes são armazenados em Unitizadores, onde ficam aguardando o encerramento das atividades de expedição, para em seguida serem encaminhados ao setor de Transporte visando à movimentação até os Centros de Importação.

c) Centros de Importação (Tratamento) - recebem e conferem os unitizadores secundários, classificam e unitizam os objetos pelas Unidades de Distribuição, realizam o lançamento somente dos unitizadores no SRO, encaminham as cargas para o transporte rodoviário até as Unidades de Distribuição.

d) Unidade de Distribuição - recebem e conferem os Unitizadores e os Malotes,

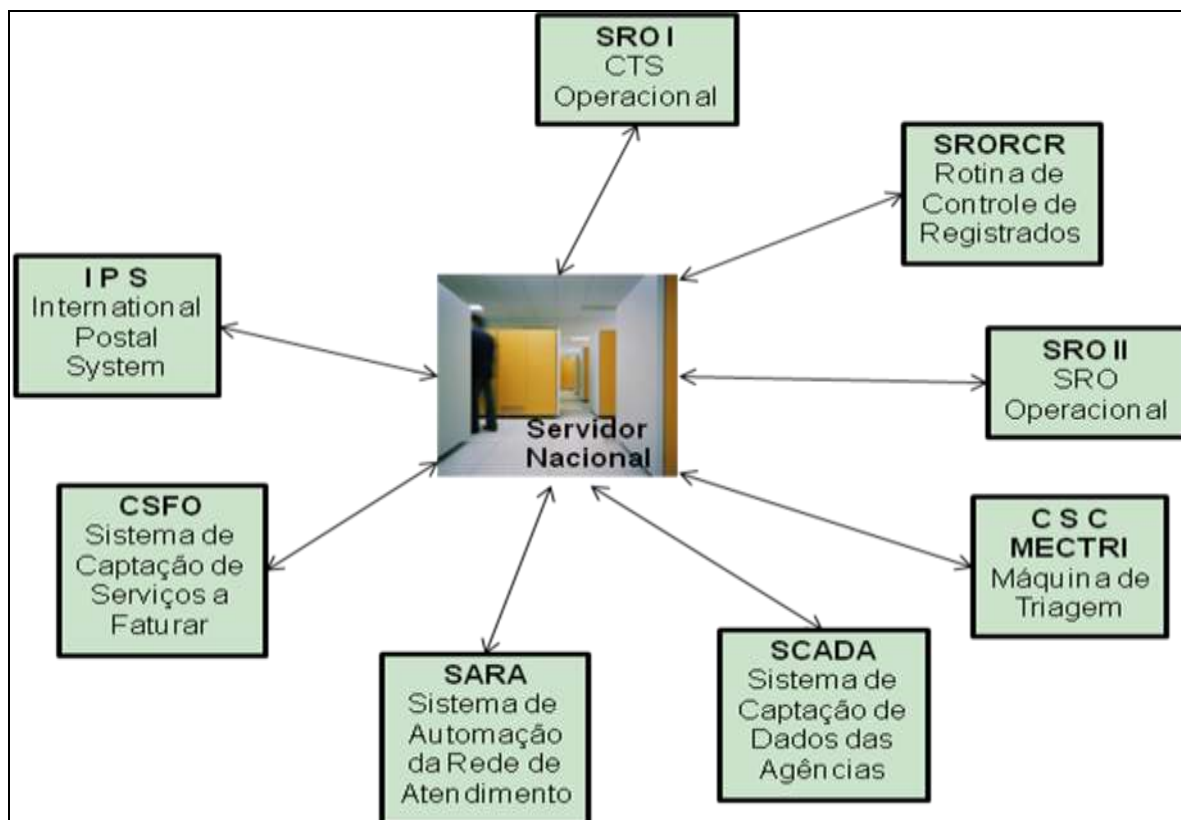
registram os objetos no SRO em Listas de Entrega para aos Clientes, conforme roteirização pré-definida e entregam os objetos e listas ao Carteiro para realizar a distribuição física.

- e) Distribuição Física - os Carteiros realizam as entregas físicas aos clientes, observando as roteirizações, colhendo os recibos dos destinatários e ao retornar à unidade efetuam as baixas da entrega no SRO.

2.7 A linha na Contemporaneidade do Sistema de Rastreamento dos Correios

Os Correios entendem que o rastreamento dos objetos postais tem relacionamento com a sua identidade corporativa. A identidade corporativa da empresa pode ser percebida na denominação das políticas do seu negócio: soluções que aproximam; na sua Missão: fornecer soluções acessíveis e confiáveis para conectar pessoas, instituições e negócios, no Brasil e no mundo; e na sua Visão: ser uma empresa de classe mundial.

A Figura 7 apresenta um modelo de organização das informações de rastreamento, onde o servidor nacional do SRO fornece informações de rastreamento dos objetos, para diversos sistemas corporativos dos Correios. Alguns destes sistemas geram indicadores de qualidade operacional. A empresa informa que 70% dos indicadores operacionais possuem ligação direta ou indireta com o sistema de rastreamento de objetos.



Fonte: Manual do SRO- ECT (2001).

Figura 7: Sistemas da ECT que utilizam as informações do SRO.

Segundo o DENCO, em 2006 a estrutura do SRO começa a dar sinais de problemas em relação a sua utilização e à disponibilização de informações. Dentre as principais dificuldades surgidas se destacam:

- a) Aumento do número de eventos e de unidades;
- b) Infra-estrutura tecnológica precária e desatualizada;
- c) Solução proprietária (caixa preta), pois as fontes ainda pertenciam a IBM;
- d) Arquitetura descentralizada e híbrida;
- e) Necessidade de evolução dos Softwares;
- f) Administração do ambiente ineficiente;
- g) Falta de dedicação exclusiva das equipes de suporte.

Considerando a saturação e os inúmeros problemas que o SRO I apresentou, em 2007 os Correios iniciam procedimentos para a implantação do SRO II, que recebe novos equipamentos e principalmente plataformas novas de armazenagem dos dados. Isto faz com que o sistema opere com maior velocidade e consistência, diminuindo as intermitências e dificuldades de operacionalização do sistema.

2.8 Obstáculos ao comportamento eficaz da linha de rastreamento

As demandas por informações de rastreabilidade são cada vez maiores considerando as expectativas dos clientes internos e externos. Internamente, estas informações permitem a realização de análises dos desempenhos operacionais, acompanhamento do fluxo dos objetos, gerenciamento dos prazos e sobre a efetivação da entrega domiciliar. Externamente, os usuários e clientes possuem o desejo de poder acompanhar as etapas do encaminhamento e da entrega final dos seus objetos.

Em processos de operação que envolve atividades com operadores (pessoas) e equipamentos (tecnologias), é possível que ocorram incidências de erros. Em acompanhamentos realizados em algumas atividades aleatórias nos procedimentos operacionais (coletas e postagens), é possível observar obstáculos na execução dos serviços. Na atividade de captação e postagem, são considerados todos os Malotes coletados por dia pelos Carteiros em diversos clientes e entregues para expedição no CTE/ SDR. Justifica-se escolher essa Unidade por representar o maior número diário de objetos coletados, que gira em torno de 2.000 Malotes por dia.

As atividades de um Centro de Exportação compreendem realizar a Classificação dos Malotes por destino, o faturamento, o lançamento no SRO e o Encaminhamento aos Centros de Importação ou Unidades de Distribuição. A Unidade analisada para o trabalho foi o CTE/SDR, que operacionaliza uma média de 2.000 Malotes/dia. Foram detectadas as inconformidades relacionadas abaixo, que implicam em obstáculos na operacionalização do serviço de Malotes:

- a) Malotes que chegam das coletas com a falta do lacre de fechamento e o visor de endereçamento incorreto. Isto inviabiliza o encaminhamento do objeto ao destino, sendo necessária a devolução do mesmo ao cliente que poderá rerepresentar o mesmo ainda no mesmo dia ou numa próxima frequência. Este erro apresenta uma média diária de aproximadamente 55 Malotes, representando 2,5% do volume das postagens;
- b) Inconformidades relacionadas ao faturamento e ao encaminhamento do Malote. Esta situação ocorre quando existir o fato da suspensão temporária do contrato por falta de pagamento. Esta situação foi

observada como um erro e representa um índice de 0,5% dos objetos diários para postagem;

- c) Inconformidades relacionadas com o sistema de postagem (SRO). Foram observadas dificuldades na leitura de algumas etiquetas de código de barras por estarem dobradas ou apagadas. Esta situação remete o objeto para uma digitação manual pelo operador do sistema. Outra situação relacionada ao sistema são algumas perdas de leitura dos objetos ocasionadas pelos leitores (*scanners*). Esta situação é corrigida quando um evento seguinte ocorrer registrada pela etapa da distribuição. Ambas as situações apresentam uma representatividade pequena, em torno de 10 objetos dia ou 0,5%;
- d) Inconformidades observadas no processo de movimentação, manuseio e tratamento da carga de Malotes - excesso de carga em um mesmo Unitizador (contenedor de cargas), situação que pode machucar os cartões de identificação e conteúdos dos objetos e a própria carga, como o Rótulo de Identificação do Unitizador fixado com fita adesiva no contenedor, possibilitando queda e perda da identificação. Essas situações possuem baixa representatividade e são corrigidas instantaneamente pelos Supervisores das operações.

É possível observar que o SRO dos Correios apresenta algumas lacunas em seus procedimentos operacionais de classificação, transporte e distribuição, que resultam em incidências de insatisfação junto aos clientes usuários dos serviços postais. Verifica-se uma possível falta de informações de rastreamento durante algumas das etapas do atual fluxo operacional:

- a) Nas operações de transporte tanto rodoviárias como aéreas, o que impede um acompanhamento real das cargas;
- b) No armazenamento temporário das cargas, pela falta de informação dos unitizadores secundários;
- c) Na distribuição domiciliar, pois as informações das entregas somente são registradas no retorno do entregador a sua base, necessitando a realização de baixa manual dos objetos pela lista de entrega.

2.9 Teoria das Restrições

Para Rozenfeld (2006), “A visão holística de uma empresa equivale a se ter uma imagem única, sintética de todos os elementos da empresa, que normalmente podem ser relacionados a visões parciais abrangendo suas estratégias, atividades, informações, recursos e organização, assim como suas inter-relações”.

Segundo informações colhidas durante a pesquisa, com os gestores dos processos de operacionalização, os Correios igualmente enfrentam problemas relacionados aos recursos materiais, tecnológicos e humanos para o atingimento dos indicadores de desempenho para o setor. Alguns fatores receberam destaque neste assunto:

- a) Problemas de manutenção com os equipamentos. Inexistência de manutenção preventiva e a manutenção corretiva não ocorre no local de instalação do equipamento;
- b) Na movimentação dos equipamentos para manutenção ocorrem novos problemas, ocasionados pela falta de cuidados com a movimentação e transporte;
- c) Tempo prolongado para o retorno dos equipamentos da manutenção;
- d) Falta de equipamentos de *backup* para utilização no período de manutenção;
- e) Aquisição de equipamentos e manutenções são realizadas centralizadamente, por estratégia e configuração da organização;
- f) Frequentemente ocorre intermitência no sistema de rastreamento (SRO), ficando as Unidades operacionais impossibilitadas de realizarem as transmissões de dados ao concentrador;
- g) Devido à instabilidade do SRO, ocorrem perdas de dados o que geram reclamações dos usuários e retrabalho na nova geração das informações;
- h) Falta de conhecimento dos operadores do sistema em relação as suas funções e aplicabilidades;
- i) Geração de eventos errôneos em relação às características dos serviços;
- j) Falta de treinamento e atualização dos operadores do sistema;
- k) Dificuldade de percepção e atuação sistêmica das áreas de suporte com as áreas de operacionalização dos serviços;

- l) Dificuldades no gerenciamento dos recursos materiais e tecnológicos em relação às atividades diárias, bem como, em relação às inconsistências produzidas.

2.10 Decisões Estratégicas

As empresas que atuam como operadores logísticos na prestação dos serviços de movimentação, transporte e distribuição das mercadorias comercializadas no comércio eletrônico e no segmento de encomendas expressas em geral, estão cada vez mais especializadas em estruturas tecnológicas e disponibilização de informações praticamente em tempo real, para todos os seus usuários distribuídos na cadeia de fornecimento e comercialização de produtos.

Segundo Oliveira (2010), a administração moderna que, de forma estruturada, sistêmica e intuitiva, consolida um conjunto de princípios, normas e funções para alavancar, o processo de planejamento da situação futura desejada da empresa como um todo e seu posterior controle perante os fatores ambientais, bem como a organização e a direção dos recursos empresariais de forma otimizada, com a maximização das relações interpessoais.

O Departamento de Gestão Estratégica (DEGEM) da ECT, em abril de 2011, faz algumas recomendações internas para a empresa após uma análise de mercado e dos seus maiores clientes:

- a) Especializar-se no segmento de *e-commerce*, com conseqüente investimento em tecnologia, frota, pessoal (maiores recursos e treinamento), plataformas operacionais específicas (Novos Centros ou Adaptações), processos e P&D para embalagens (reengenharia);
- b) Garantir os índices de qualidade operacional, ou seja, a entrega no prazo precisa ser regularizada;
- c) Priorizar o tratamento das encomendas do segmento de *e-commerce*, identificando-as por meio de etiquetas diferenciadas (solução em curto prazo);
- d) Priorizar a implantação do novo SRO, contemplando informações em tempo real, com relatórios de desempenho, gestão preventiva de entregas

(principalmente sinistros), mudança de endereço, correção, entre outras funcionalidades (referência Direct Express);

- e) Disponibilizar telefones celulares ou dispositivos eletrônicos (*palms*) para entregas do segmento de *e-commerce* para comprovações *online* de entrega, inclusive com assinaturas digitais (se possível). Vale destacar que a FedEx já possui tais ferramentas há 5 anos;
- f) Reavaliar os limites de peso e dimensões para o segmento de *e-commerce*, o que demanda uma plataforma diferenciada de operação (investimentos), que pode ser implementada de forma gradativa, uma vez que cresce a confiança da população no comércio eletrônico com consequente mudança do perfil de compras (eletroeletrônicos, tevês, frágeis, etc.);

Em maio de 2011, a Área de Comunicações da ECT apresentou informações sobre o seu estudo em relação à utilização da tecnologia de RFID, conforme publicação transcrita abaixo:

A tecnologia de identificação por radiofrequência vem sendo analisada há vários anos pela ECT, visando à implantação de portais de leitura de etiquetas inteligentes no Centro de Tratamento do Correio Internacional de São Paulo para a medição da qualidade dos objetos internacionais. Em breve, diversas unidades de tratamento espalhadas pelo Brasil terão sistema similar instalado para medir os prazos intermediários das cartas simples nacionais. Além disso, outros projetos envolvendo a triagem de malotes e os rastreamentos de unitizadores estão sendo estruturados para estender o uso da tecnologia a outras funcionalidades, fazendo uso, na medida do possível, dos mesmos equipamentos. Por fim, outras possibilidades de aplicação da RFID são objeto de estudo por uma linha de pesquisa específica coordenada pela área de inovação. Esta informação publicada pela área de comunicação dos Correios para o blog "Post Original" em 31.05.2011.

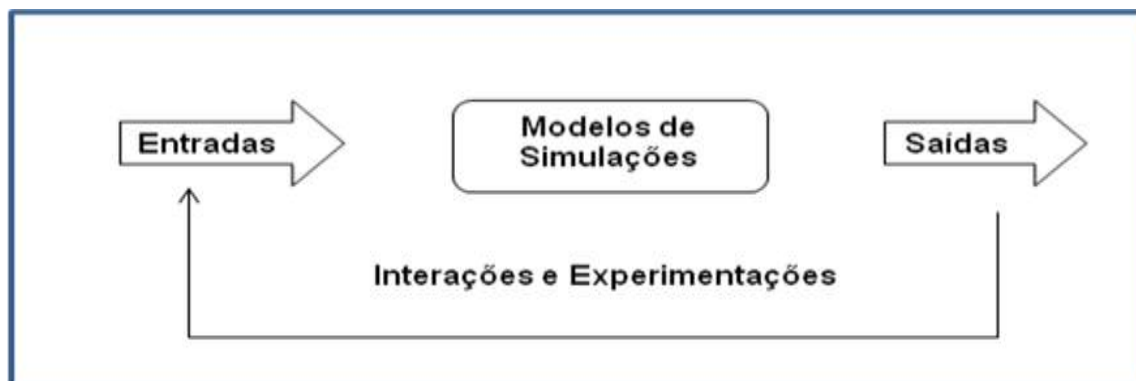
Se nesse nível de atuação a grande maioria dos operadores possuem estratégias de serviços semelhantes, torna-se necessário analisar, mesmo que de forma sucinta, quais seriam os principais diferenciais oferecidos e quais serão as tendências para o setor. A maior diferenciação no oferecimento dos serviços está concentrada nas empresas que conseguem praticar facilidades e trocas de informações com os clientes por meio da utilização de ferramentas tecnológicas, como registradas na Tabela 1. Os serviços de informação e tecnologias podem fazer a diferença.

3. FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO

3.1. Conceitualização de modelagem e simulação

Para Pidd (1998), a simulação computacional consiste na utilização de um modelo como base para a realização de exploração e experimentação da realidade.

O autor representa este conceito na Figura 8:



Fonte: Pidd,1998.

Figura 8: Base Conceitual de Simulação.

Com a utilização desta base conceitual é possível a realização de simulações computacionais para determinados modelos, observando-se as suas entradas conhecidas, a efetiva prática das interações e experimentações do que se está simulando, e as respostas geradas nas saídas da aplicação do modelo.

Segundo Chwif e Medina (2007), o termo simulação pode ser classificado em duas categorias: a simulação computacional e a simulação não computacional. A simulação computacional é a que necessita de um computador para ser realizada. A simulação não computacional não requer um computador para ser realizada. Estes autores também apresentam o que não seria uma simulação:

- Simulação não é um modelo matemático;
- Não é uma ferramenta de otimização;
- Não é substituta do pensamento inteligente;
- Não é uma técnica de último recurso;
- Não é uma panacéia que irá solucionar todos os problemas.

Para compreender melhor uma simulação, precisamos entender o significado de sistema e de modelo. Assim, Forrester (1968) define sistema como um agrupamento de partes que operam juntas, visando um objetivo em comum.

Na maioria das vezes quando se imagina um sistema computacional, associa-se ao pensamento de um sistema real, que existe fisicamente. Mas é possível simular, também, um sistema que seja hipotético, ou seja, as hipóteses.

Chwif e Medina (2007), apresentam que um modelo é uma abstração da realidade, aproximando-se do verdadeiro comportamento do sistema, mas sempre mais simples do que o sistema real. Por outro lado, se o modelo construído apresentar uma complexidade maior do que os do próprio sistema não têm um modelo, mas sim, um problema.

Garcia (2007), diz que os modelos podem ser físicos e matemáticos. Seriam equações ou conjuntos de equações que compõem o modelo de uma aproximação do processo real. Simulação, por sua vez é definida como a obtenção da resposta temporal das variáveis de entrada com sinais desejados e se diferem dos valores das condições iniciais das variáveis dependentes.

*“O princípio básico é simples. Analistas constroem modelos do **sistema** de interesse, escrevem programas destes modelos e utilizam um computador para inicializar o comportamento do sistema e submetê-lo a diversas políticas operacionais. A melhor política deve ser selecionada.” (Pidd, 1998).*

3.2. Tipos de Modelos

Basicamente os modelos de simulação são definidos em três tipos: modelos simbólicos, matemáticos e de simulação computacional.

3.2.1. Modelo Simbólico – é um modelo composto predominantemente por símbolos gráficos que representam um sistema de maneira estática, como por exemplo, uma imagem. Este modelo também pode ser definido com sendo diagramático ou icônico. Um fluxograma de processos igualmente pode definir um modelo simbólico. É um modelo com significativas limitações, pela sua

representação estática e a falta de elementos quantitativos e pelas dificuldades em representar os detalhes a serem projetados. É utilizado principalmente em projetos visando representar a documentação e a comunicação.

3.2.2. Modelo Matemático – normalmente é representado por fórmulas matemáticas, com, por exemplo, uma programação linear, ou como modelos analíticos do tipo de teorias de filas. Não possuem soluções analíticas para sistemas complexos, devendo-se utilizar hipóteses simplificadas. Mas, podem apresentar soluções rápidas e exatas.

3.2.3. Modelo de Simulação Computacional – quase sempre estes modelos são associados a modelos reais (físicos), que apresentam uma complexidade maior devido a sua natureza aleatória. Eles conseguem capturar com maior fidelidade as características envolvidas quando simulam situações reais. É o modelo mais utilizado como ferramenta para obtenção de respostas a sentenças do tipo: “*o que ocorre se...*”

3.3. Modelagem e Simulação Computacional

3.3.1. Classificação – a modelagem computacional pode ser classificada em três categorias básicas: simulação de Monte Carlo (estática), simulação contínua e simulação de eventos discretos.

3.3.2. Simulação de Monte Carlo – utiliza-se de geradores de números aleatórios para simular sistemas físicos ou matemáticos, nos quais não se considera o tempo explicitamente como uma variável, não sendo a variável mais importante da simulação. Esta simulação é útil para as soluções de problemas matemáticos complexos que surgem no cálculo integral da situação a ser analisada.

3.3.3. Simulação Contínua – caracteriza-se principalmente em considerar a mudança de estado do sistema ao longo do tempo. É utilizada para modelar sistemas cujo estado varia continuamente no tempo. Utiliza equações diferenciais para o cálculo das mudanças das variáveis de estado ao longo do tempo. Um exemplo, que bem traduz este conceito, pode ser visto em uma xícara de chá quente

colocada em temperatura ambiente. O fenômeno do resfriamento do chá é contínuo no tempo e o seu estudo pode ser mais bem conduzido por uma simulação contínua.

3.3.4. Simulação Discreta – igualmente caracteriza-se em considerar a mudança de estado do sistema ao longo do tempo. É utilizada para modelar sistemas que mudam o seu estado em momentos discretos no tempo, a partir da ocorrência de eventos e é orientada por eventos que indicam um instante em que o evento acontece. Esta simulação caracteriza-se pelos eventos. No exemplo anterior da xícara de chá, os eventos seriam a colocação da água quente na xícara, em seguida a colocação do chá na água quente, para finalmente disponibilizar o chá pronto. Nota-se assim, que cada evento ocorre em instantes diferentes determinados no tempo.

3.3.5. Aplicações – a perspectiva de aplicação da simulação é ampla e principalmente utilizada nos setores de produção e de serviços. Em ambos cenários a prática normalmente é antecedida da realização de simulações dos cenários ou dos processos a serem produzidos. O avanço das tecnologias igualmente foi um grande passo para a ampliação da utilização da simulação computacional, com o desenvolvimento de aplicativos de boas performances para simulações.

3.4. Ferramentas Computacionais da Modelagem e Simulação de Eventos Discretos

3.4.1. Softwares Comerciais – com base em pesquisas realizadas na Internet e com profissionais da área de logística, são resumidas informações de alguns softwares de simulação de eventos discretos encontrados e descritos na Tabela 2:

PRODUTO	EMPRESA	HOME PAGE
Arena	Systems Modeling Corporation	www.sm.com
AutoMod	Autosimulations	www.autosim.com
Extend	Imagine That	www.imaginethatinc.com
GPSS H	Wolverine Software	
Micro Saint	Micro Analysis & Design	www.madboulder.com
ProModel	ProModel Corporation	www.promodel.com
Simple + +	AESOP (Alemanha)	www.aesop.de
Simsript II.5	CACI Products Company	www.caciasl.com

Taylor	F&H Simulations (Holanda)	www.taylorii.com
VisSim	Visual Solutions	www.vissim.com

Fonte: Disponível em: <www.eps.ufsc.br/disserta98/plinio/cap2.htm>. Acesso em 18 jun. 2011.

Tabela 2: Principais Softwares Comerciais de Simulação.

3.4.2. Potencialidade de Aplicação – o grau de aplicação da modelagem computacional é grande, pois oportuniza a antecipação da verificação real do que se pretende realizar em um determinado sistema de produção ou de serviços. Isto poderá oferecer insumos para a tomada de decisão em relação a vários aspectos, como, por exemplo, os recursos materiais necessários, a estrutura e os equipamentos específicos, a possibilidade de interação a partir de cenários já testados, possivelmente uma diminuição de investimentos e custos e, também, o melhor aproveitamento dos ativos disponibilizados para cada processo.

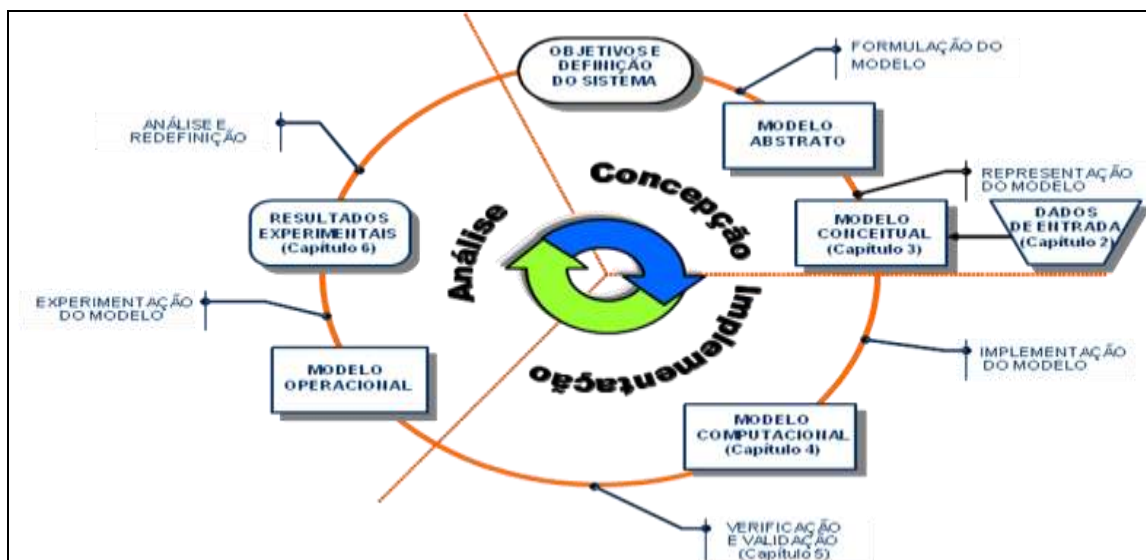
O surgimento crescente de novas tecnologias sempre será um fomento para a realização de simulações computacionais, pois poderão trazer embutidos novos avanços e inovações aos segmentos aplicados, sendo uma das técnicas mais aplicadas na realização de pesquisas operacionais.

3.5. Metodologia da Simulação Computacional – a partir de uma definição que para a análise de um determinado sistema é o modelo de simulação que melhor se aplica, devem-se seguir certos passos, a fim de que o estudo de simulação seja bem sucedido. Esses passos são definidos como as metodologias de simulação ou ciclos de vida de um modelo de simulação.

Segundo Chwif e Medina (2007), a construção de um programa de computador é apenas uma entre as inúmeras atividades de um estudo de simulação. O desenvolvimento de um modelo de simulação compõe-se de três etapas conforme a Figura 9:

- Concepção e formulação do modelo – caracteriza-se pela compreensão clara do sistema a ser simulado, os seus objetivos, as hipóteses e os respectivos detalhamentos. A representação do modelo ocorre por meio de ferramentas técnicas (gráficos, fluxogramas, esquemas), visando facilitar o entendimento dos envolvidos no projeto. Os dados de entrada são coletados para alimentar as etapas da simulação do modelo;

- Implementação do modelo – uma vez definido o modelo conceitual, este passa a ser convertido para um modelo computacional onde são inseridas as coletas de dados que representam a realidade a ser simulada. Nesta etapa é necessário que ocorra a verificação e a validação dos dados. Para este trabalho o sistema a ser utilizado nas simulações é o *ProModel*;
- Análise dos resultados do modelo – com a experimentação do modelo e as análises e definições realizadas a etapa do modelo operacional está pronta para simulação e geração dos resultados. É possível considerar que mesmo após vários resultados gerados é possível a realização de redefinições dos dados para a realização de novas simulações.



Fonte: Chwif, 2007.

Figura 9: Modelo de Simulação Computacional.

As etapas dispostas neste modelo não necessariamente precisam ser interpretadas como uma sequência linear. Em um estudo de uma situação prática, podem ocorrer diversas interações e realimentações no processo, à medida que a compreensão do problema muda na situação estudada. Este exercício de testar e simular inúmeras vezes, é que oportuniza a disponibilização de resultados que possam melhor representar o objetivo da realização da simulação e modelagem.

Paul *et al.* (1993) comentam que todo este procedimento sistemático pode não se efetivar se o problema não for bem entendido e identificado, levando-se a resultados da simulação errôneos.

3.6. Definição do Problema

A partir do acompanhamento das rotinas de operacionalização do SRO dos Correios, realizado durante a etapa da coleta de dados e descrita no capítulo 2 e pelo conhecimento técnico do autor, percebe-se que existem momentos da operacionalização que não estão contemplados com a rastreabilidade, como: durante a realização das Coletas, nos processos de Postagem, no Transporte entre as Unidades Operacionais, nos Terminais Aéreos e nos Terminais Rodoviários.

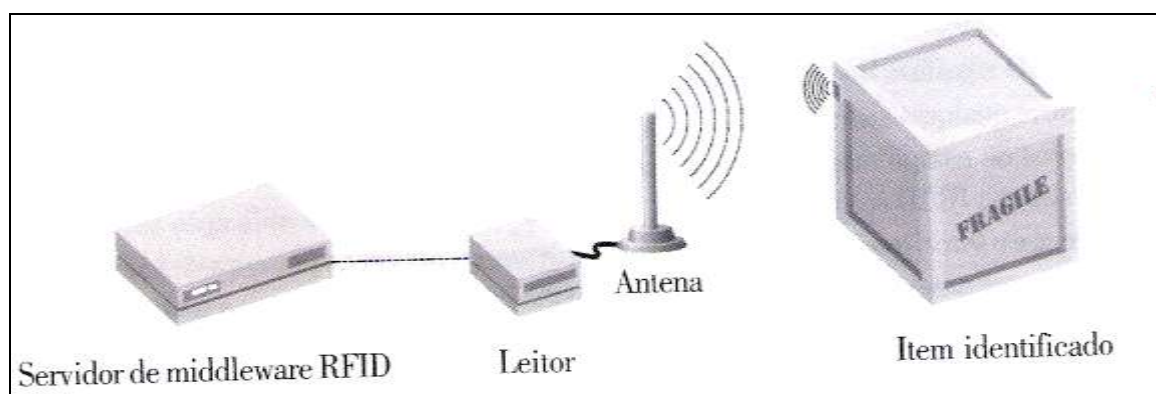
A partir da percepção desta realidade, faz-se necessário a realização de estudo dos atuais procedimentos de operacionalização, onde foi focado um dos processos citados (o de Postagem de Malotes no CTE/SDR) visando oportunizar possibilidades de melhorias nos procedimentos de postagem e rastreabilidade dos objetos. Este trabalho foi desenvolvido com base no estudo do modelo de aplicação de RFID para Logística Postal de Park et al. (2006), projetando, a partir das simulações computacionais realizadas, um procedimento intermediário a ser utilizado que possa melhorar a atual situação praticada no processo estudado e está representado no capítulo 4 deste trabalho.

Com base na conceitualização dos tipos de simulação apresentados e devido à peculiaridade do problema, será utilizada a simulação de eventos discretos para representar a situação atual e projetar o desempenho da situação futura, que será baseada nas melhores práticas globais apresentadas no capítulo 4.

4. RFID EM SERVIÇOS POSTAIS GLOBAIS

4.1 A Tecnologia RFID

Os autores Glover e Bhatt (2007) apresentam a tecnologia de RFID como um termo que descreve qualquer sistema de identificação no qual um dispositivo eletrônico que usa frequência de rádio ou variações de campo eletromagnético para comunicar é anexado a um item. Os componentes mais utilizados em um sistema RFID são o identificador, que é um dispositivo de identificação anexado ao item que será rastreado, e o leitor, que é um dispositivo que consegue reconhecer a presença de identificadores de rádio frequência e ler as informações armazenadas neles. A figura abaixo apresenta como as partes se conectam e as informações são processadas.



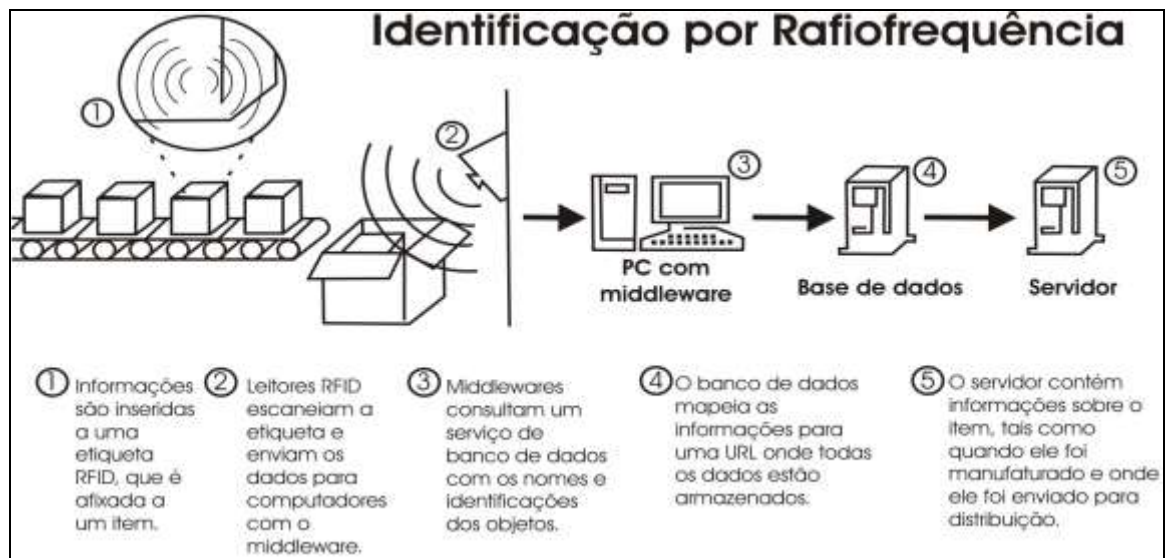
Fonte: Glover, 2007.

Figura 10: Sistema de Configuração de RFID.

Travassos (2009) afirma que RFID é um método que utiliza ondas eletromagnéticas para acessar dados armazenados em um microchip acoplado a uma pequena antena identificando automaticamente o objeto nele fixado. O autor apresenta que o seu funcionamento deve-se a um aparelho com função de leitura que recebe sinais na faixa de frequência de rádio através de uma antena que busca objetos a serem identificados. No momento em que um dos objetos é atingido pela radiação, ocorre um acoplamento entre ele e a antena, o que possibilita que os dados armazenados no objeto sejam recebidos pelo leitor.

Narsing (2005) apresenta um esquema básico de utilização da tecnologia de RFID, representado na Figura 11, sendo as informações de rastreabilidade inseridas previamente nas etiquetas eletrônicas (*tags*), que se comunicam com os leitores por

meio de ondas eletromagnéticas de radiofrequência captadas pelas antenas do sistema, enviando os dados para os servidores, que, por sua vez, disponibilizam as informações sobre todo o procedimento ocorrido no processo que a tecnologia foi aplicada.



Fonte: Narsing, 2005.

Figura 11: Modelo de configuração básica de um sistema de RFID.

4.2 Tendências do uso da Tecnologia RFID

A evolução da tecnologia RFID em segurança, privacidade e baixo custo está chamando a atenção de investidores e empresas para a adoção progressiva em setores como o varejo, logística e produção.

A identificação por *Radio Frequency Identification* (Identificação por radiofrequência) – *RFID* é um termo genérico que é usado para descrever um sistema que transmite a identidade (na forma de um único número de série) de um objeto ou pessoa sem fios, utilizando ondas de rádio.

Para Zhang et al. (2006), a implantação da tecnologia RFID está se tornando mais importante, graças ao processo de padronização através do uso da *Electronic Product Code Class* (EPC) geração 2 (Gen2). A padronização da EPC global abrange toda a arquitetura de RFID, da estrutura de dados das etiquetas para redes específicas de comunicação. Estas etiquetas estão sendo vistas pela comunidade varejista como uma tecnologia perfeita, para dar visibilidade aos seus produtos na

cadeia de abastecimento, melhorando desta forma a eficiência dos processos logísticos.

As estimativas do mercado global de RFID para o setor postal são otimistas. O baixo custo das etiquetas EPC Gen2 ganha aceitação generalizada e ampla aplicação. O setor postal será a segunda maior demanda de aplicação no mundo. O projeto dessas novas etiquetas foi baseado na ideia de redução de custos por etiquetas, quebrando a fronteira de cinco centavos de dólares, ficando mais atraentes para a industrialização.

Os autores Glover e Bhatt (2007) apresentam algumas chamadas promessas de utilizações da tecnologia de RFID:

- a) Os objetos que receberão a aplicação desta tecnologia poderão identificar itens na rede devido às suas IDs eletrônicas e conexões RF sem fio;
- b) Compartilhamento de informações do início ao fim da cadeia de fornecimento, podendo identificar instantaneamente a localização atual de um objeto;
- c) Militares e trabalhadores que atuam em serviços de resgates podem usar identificadores de RFID;
- d) Para as pessoas, a tecnologia poderia oferecer interfaces mais inteligentes que poderiam informar, por exemplo, quais as melhores combinações de roupas a serem usadas. Armários de remédios inteligentes poderiam prevenir contra a ingestão errônea de medicamentos;
- e) Algumas destas aplicações já são utilizadas como lojas, bibliotecas e locadores de vídeos, para evitarem furtos de objetos.

4.3 Conceitos Básicos e Cenários Globais

A tecnologia de identificação por radiofrequência *Radio Frequency Identification* (Identificação por radiofrequência) - *RFID* tem ampla aplicabilidade para a identificação automática e captura de dados *Automatic Identification and Data Capture* (Identificação automática de captura de dados) – *AIDC*, do setor de gestão de itens, e suas aplicações abrangem diversos níveis das cadeias de abastecimento industrial, comercial e de varejo, incluindo unitizadores de carga, os itens de transporte retornáveis, transporte de encomendas, embalagem e etiquetagem de produtos. À medida que a tecnologia amadurece e aplicações proliferam, a aplicação de RFID vai facilitar o comércio mundial e estimular a inovação e a competitividade.

Nas empresas de transporte e logística, a tecnologia RFID é encontrada em uma ampla gama de aplicações, considerando que as empresas começam a conduzir mais novos projetos pilotos e implementações. Mesmo as aplicações dentro do mesmo mercado podem variar drasticamente de um para outro.

A aplicação da tecnologia de RFID vem crescendo rapidamente e recebendo a atenção mundial das empresas, considerando as suas diversas aplicações. Considerando que o custo das etiquetas (*tags*) utilizadas com RFID vem baixando, as áreas de tecnologia e logística estão cada vez vai integrando a possibilidade de aplicação em tempo real à utilização nos processos de produção, visando aumentar a eficiência e a produtividade também nas operações de logística, como no processo de negócios, a fim de melhorar a visibilidade e a precisão nas suas relações com os seus fornecedores e clientes.

A empresa de pesquisas IDTechEx® (2005) apresenta em uma das suas pesquisas de marketing, que a tecnologia de RFID será amplamente aplicada em embalagens inteligentes e em serviços de operações postais. Nos próximos dez anos, estima-se que o mercado de etiquetas de RFID com aplicação em processos de operações postais, será o segundo maior em utilização global.

Zhang (2006) apresenta que o sistema de etiquetas com RFID para aplicação nos serviços postais vai atingir a parcela de três milhões de dólares nos EUA até o ano de 2016, cerca de 25% das demandas dos EUA, 25% das demandas na Europa e 50% das demandas na Ásia Oriental. Esta demanda será maior ainda se as etiquetas ganharem aceitação generalizada para objetos individuais. Estima-se que no seu devido tempo (até o ano de 2020), mais de um trilhão de objetos postais serão marcados por ano com etiquetas de RFID.

A Tabela 3, a seguir, apresenta o potencial anual em bilhões de etiquetas, por área e região de aplicação:

Área de Aplicação	Nº Etiquetas (bilhões)	Região Global
Marcação de Gado	01	Europa e Ásia
Sangue (logística)	02	USA e Europa

Bagagens Aéreas	04	USA e China
Paletes Logísticos	40	China, Japão e USA
Remédios Controlados	50	USA e Coreia
Livros	50	Japão
Seviços Postais (encomendas)	650	Europa e Ásia
Bens de Consumo Embalados	10.000	Europa, Japão e USA

Fonte: Adaptado de ZHANG, 2006.

Tabela 3: Mercado Potencial de aplicação da tecnologia RFID.

Atualmente vários países utilizam a tecnologia de RFID nos seus serviços postais e seus campos de aplicação estão se expandindo significativamente. Na Tabela 4, estão representadas as áreas de aplicação e os resultados da utilização da tecnologia de RFID:

Correio/País	Áreas de Aplicação	Escala e Resultados
TNT – USA	Logística, armazenagem e Correio Internacional	Ampla Expresso
DHL – USA	Rastreamento	Processos – Ativo
Australia Post	Correspondências e Rastreamento de Objetos	Processos Operacionais, 400 Portais, 12500 Unitizadores
Saudi Post	Postagens, Inspeção e Controles	Milhares de Etiquetas
Italy Post	Tratamento, Rastreamento e Distribuição	Processos Operacionais
China Post	EMS, Tratamento	Projeto Piloto
Finlandia Post	Rastreamento, Supervisão	93% de objetos rastreados
FedEx	Rastreamento e Encaminhamento	Projetos de Encaminhamento
UPS – Reino Unido	Unitizadores, Encaminhamento e Rastreamento	Projetos em andamento

Fonte: Adaptado de Zhang, 2006.

Tabela 4: Áreas de utilização da tecnologia de RFID.

Uma das maiores empresas de correios mundial, a DHL, iniciou as suas operações com RFID em 1998, tendo realizada vinte ensaios com aplicação de etiquetas ativas e passivas. Estes testes apontaram que a aplicação desta tecnologia melhora o serviço e reduz os custos. Desenvolveram equipamentos de TI global em 2005 e realizaram testes em várias unidades nos EUA, para garantir a aplicação e sua implantação. Estima-se que será utilizado cerca de um milhão de etiquetas por ano em seus processos operacionais até o ano de 2015, em substituição ao atual sistema de código de barras.

A TNT Express é igualmente um dos precursores da utilização de tecnologia RFID. Em 2003 realizaram projetos de aplicação em processos de logística, de armazenagem e distribuição internacional.

A Arábia Post está percebendo o crescimento da utilização da tecnologia para serviços postais e está com projetos para aplicação de etiquetas nas caixetas de unitização dos seus objetos postais. O objetivo da aplicação visa a melhoria no tratamento e na rastreabilidade dos unitizadores, bem como, a melhoria nas informações dos processos operacionais.

A Austrália Post está realizando um projeto especial de testes para aplicação de etiquetas inteligentes em envelopes. O sistema utilizará o mesmo procedimento de rastreamento já aplicado para controlar o seu sistema de rastreamento correio internacional. Estudam, ainda, a integração dos seus 400 leitores de etiquetas RFID utilizados na triagem e na distribuição dos objetos em todas as suas localidades do país. Em 2006, foi implantada a utilização de etiquetas ativas para leitura automatizada de envelopes que passam pelos centros de tratamento metropolitanos, visando otimizar o tratamento e encaminhamento dos objetos.

O Correio Finlandês também já escolheu a tecnologia RFID para aplicação em seus processos de gerenciamento de unitizadores que alimentam a sua cadeia de abastecimento, encaminhamento e distribuição. Como resultado, já alcançaram significativas reduções de custos com unitizadores, eliminando praticamente a necessidade de substituição e ganhos nos inventários e gerenciamento do processo operacional. O Finlândia Post está satisfeito com a aplicação da tecnologia, onde os leitores foram capazes de ler as etiquetas dos unitizadores, mesmo através de paredes e a taxa de rastreabilidade foi de 93%, entendida com um bom desempenho.

O Post Denmark, em 2006, igualmente implantou a tecnologia RFID aos seus unitizadores, aplicando etiquetas semi-ativas (emitem sinal quando ativadas) para controlar a sua utilização em todas as suas instalações. Obtiveram ganhos com a redução de perdas de unitizadores, melhorias na segurança e no acompanhamento dos objetos postais, como melhorias na falta de unitizadores nos processos de

tratamento e encaminhamento dos objetos. Na Dinamarca já existem cerca de 200 portais de leitura de etiquetas RFID instaladas nas entradas e saídas das suas instalações, que visam detectar e gravar toda a movimentação e o transporte que é realizado com os unitizadores.

O Correio Sueco implantou a tecnologia RFID em objetos de maior atratividade e valor agregado como em telefones celulares, equipamentos de informática e documentos do governo. A tecnologia, embarcada em embalagens especiais, consegue armazenar informações da origem ao destino dos objetos, incluindo sensores que detectam qualquer violação aos objetos.

O Itália Post aplica a tecnologia RFID em dois projetos. O primeiro fornece uma solução da triagem de alta velocidade para um grande número de etiquetas e objetos e o segundo destina-se às informações de rastreamento e tratamento da entrega dos objetos postais.

O China Post Logistics estabeleceu a aplicação em 18 províncias e construiu um sistema integrado que combina o desenvolvimento de mercado, a operação de negócios, a transmissão e informações, o financeiro, a contabilidade e o controle da qualidade do Correio Chinês. Em 2005, implantou-se o projeto de aplicação da tecnologia ao serviço de correio expresso (EMS). Os resultados mostram 99,4% de acertos no transporte dos objetos, 100% de acertos na classificação e na leitura e aumento de 20% na eficiência da taxa de entrega domiciliar.

Royal Mail do Reino Unido implantou a aplicação nos serviços de rastreamento, fiscalização, gestão e controle sobre as instalações, nos ativos reutilizáveis e no processamento das entregas, visando aumentar a eficiência, reduzir os custos, otimizar os ativos de armazenamento e aumentar o lucro.

4.4 Avanços sobre RFID em sistemas de postais

Em 2005 Ken Traub, co-fundador do EPCglobal, informou em uma entrevista publicada por Glover (2007), que além dos desafios habituais de iniciar uma nova área, questões de patentes e licenças ameaçam atrasar ainda mais o processo de RFID. Regulamentações diferentes para o espectro do rádio de país para país têm

sido um desafio também, não apenas para padrões EPC, mas também para padrões ISO como aqueles para identificação em animais de companhias de criação de gado. O que podemos esperar do EPCglobal no futuro próximo? E do ISO? E quais padrões a China, o maior exportador de bens manufaturados do mundo, usará?

Com a publicação do padrão Gen2 e da especificação ALE no início de 2005, EPCglobal começou a estabelecer o cenário esboçado pelo *EPCglobal Architecture Framework*. Os líderes do EPCglobal esperam ver um conjunto completo de padrões nas áreas de troca de objetos, troca de dados e infraestrutura, com suporte a interações da cadeia de suprimentos muito complexas e com diversas partes onde há necessidade de alguma indexação central ou serviços de bens manufaturados para encontrar todos os dados.

Matéria publicada no RFID Journal divulga que em março de 2009, carteiros dos Correios da Arábia Saudita receberam novos computadores portáteis com leitores de RFID para fornecer em tempo real a prova da entrega dos objetos postais. O aparelho CN3 da Intermecc também tem GPS integrado e é usado para fornecer atualizações em tempo real da localização e das atividades de transporte das cargas. Esta aplicação da nova tecnologia visa disponibilizar informações praticamente em tempo real aos clientes, aumentando o grau de satisfação dos serviços prestados. Nesta mesma época, os Correios Saudita já utilizavam um milhão de etiquetas RFID em suas correspondências e objetos postais. Porém, estimam chegar em breve à utilização de dez milhões de etiquetas no sistema postal, o que irá contribuir, também, em melhorias no sistemas de tratamento e transporte dos objetos.

Em pesquisas realizadas em outras publicações no RFID Journal, encontra-se que, em 2006, o Correio Dinamarquês implantou a tecnologia de RFID, para a realização da rastreabilidade e do gerenciamento dos unitizadores utilizados nos processos de triagem e transporte dos objetos.

O Correio Chinês, também em 2006, implantou a tecnologia EPC RFID em seus Centros de Triagem, nos processos de Transporte, nos Unitizadores e nas Encomendas Expressas. Em 2007, iniciou a implantação de etiquetas EPC Gen 2,

visando atingir as suas 570 estações de captação, os Centros de Triagem e as estações de Transferências. Esta aplicação resultou em monitoramento de 99,4% das cargas no transporte, 100% nas operações de Triagem e aumentaram a utilização dos Unitizadores em 20%.

Em 2007, o Correio Espanhol implantou a tecnologia UHF RFID nos seus Centros de Triagem e Unitizadores, visando acompanhar os fluxos de tratamento das cargas e prazos de entregas. Instalaram 36 portais de leituras e, durante os testes, perceberam que alguns leitores operavam simultaneamente, interferindo nas informações e operações dos mesmos. Para resolver este problema, a empresa fornecedora (iAnywhere e Symbol), instalou sensores de movimento que acionavam os leitores apenas quando as cargas eram trazidas para passagem nos portais.

4.5 Normas e Leis

As normas e leis para os serviços postais globais são deliberados pela União Postal Universal (UPU).

A União Postal Universal (UPU) é uma organização intergovernamental e internacional que agrupa os serviços postais de, atualmente, cerca de 190 países e regiões autônomas. Foi fundada em 1874, sendo a segunda organização internacional de vocação mundial mais antiga (depois da União Internacional de Telecomunicações) e tem como missão a coordenação entre os serviços postais dos diferentes países membros, sem interferir nas políticas próprias dentro dos estados.

Assim, cada administração postal é livre para definir como distribuir as correspondências, que serviços efetuar, qual o pessoal necessário para o seu funcionamento, qual o seu plano de edição de selos.

A UPU, por meio do seu Conselho de Operações Postais, criou em 2009 a Comissão 4 Padrões de Tecnologias, o Grupo de Padrões de aplicação de RFID. Estas equipes ficaram com a incumbência de apresentar propostas de aplicação e implantação da tecnologia RFID, a serem padronizadas para todos Correios ligados a entidade. Até o final deste trabalho ainda não havia sido publicado nenhum material sobre a conclusão dos trabalhos do Conselho de Operações Postais.

4.6 Modelos para Implantação da Tecnologia

A tecnologia de identificação de radiofrequência (RFID) apresenta ampla capacidade para identificações automáticas de captura de dados, que podem ser utilizados para realização de gerenciamento de itens e suas aplicações podem abranger vários níveis das cadeias de abastecimento industrial, comercial, logística, incluindo unitizadores de cargas, produtos, embalagens e etiquetas códigos para identificar os produtos.

A utilização da tecnologia EPC implica em algumas desvantagens, devido à limitação dos seus recursos computacionais de marcas de baixo custo. O projeto EPC foi baseado na ideia de minimizar custos por etiqueta e ser mais atraente na utilização em larga escala. Um dos problemas que caracteriza desvantagem é a falta de medidas de segurança, pois a utilização de canais sem fio ainda é insegura, onde as informações armazenadas nas etiquetas podem ser copiadas.

A implantação de RFID é exponencialmente crescente no setor de varejo, considerando a adoção da tecnologia EPC pelos líderes do segmento como a Walmart e Tedesco, que solicitaram aos seus fornecedores a identificação dos unitizadores e alguns produtos individuais. Esta demanda, consideravelmente grande, levou esses padrões mais próximos da adoção universal, o que tende a diminuir o custo dos componentes.

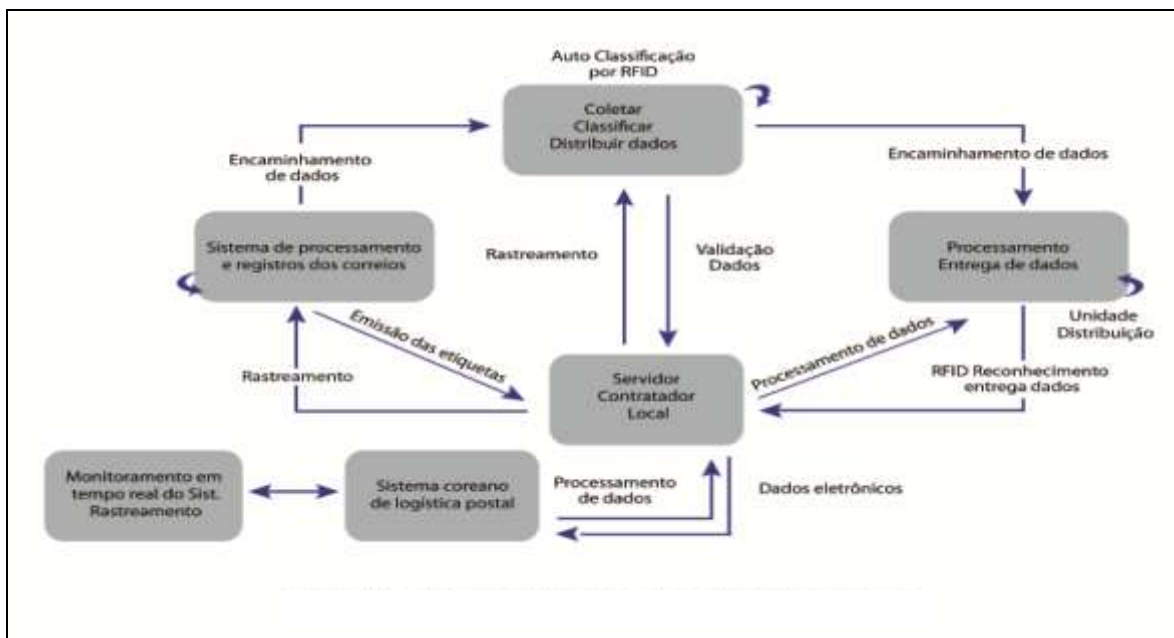
Para Seguí e Alfaro (2010) o modelo de aplicação da tecnologia de RFID ao segmento de varejo apresenta-se basicamente da seguinte maneira: o processo inicia na fabricação de um produto na empresa A, que anexa uma etiqueta de identificação de radiofrequência, que pode acompanhar todo o fluxo de processamento que este produto receberá, até terminar como propriedade de um cliente, ou dando a opção de ser removida no momento da venda. Estas etapas para o modelo de RFID aplicado ao varejo podem ser resumidas em quatro fases:

- a) Da Produção (incluindo toda cadeia de abastecimento e fornecedores);
- b) Da Distribuição (incluindo toda logística de transporte e distribuição);
- c) Do Ponto de Venda (todos os controles aos produtos);
- d) Do cliente (ponto final dos produtos e serviços).

Este modelo de varejo pode ser classificado como uma classe de circuitos abertos, caracterizados pela natureza da gestão do ciclo de vida dos itens, pela sua rastreabilidade e que os itens etiquetados não retornam a sua origem na totalidade ou em partes. Já os circuitos fechados suportam um conjunto específico de processos onde os itens equipados com etiquetas RFID são utilizados entre um predeterminado grupo de parceiros. Casos de uso típico que incluem o rastreamento de ativos reutilizáveis como unitizadores ou paletes que retornam as suas origens.

O Instituto de Pesquisa Eletrônica e Telecomunicações (ETRI) desenvolveu uma proposta de modelo de RFID para aplicação em gerenciamento de sistemas postais. A proposta contempla especificações para o processamento do fluxo de encomendas, gestão de unitizadores, estrutura de dados para o processo de tratamento de objetos postais, com possibilidades de rastreamento e acompanhamento em tempo real do acontecimento dos fatos (etapas).

Em Junho de 2006 Park et al. publicaram no *ETRI Journal*, o modelo de aplicação de RFID para operações de logística postais e sua arquitetura, conforme a figura 12.



Fonte: Adaptado de Jeong-Hyun Park and Jong-Heung Park 2006.
 Figura 12: Um Modelo de aplicação de RFID para Logística Postal.

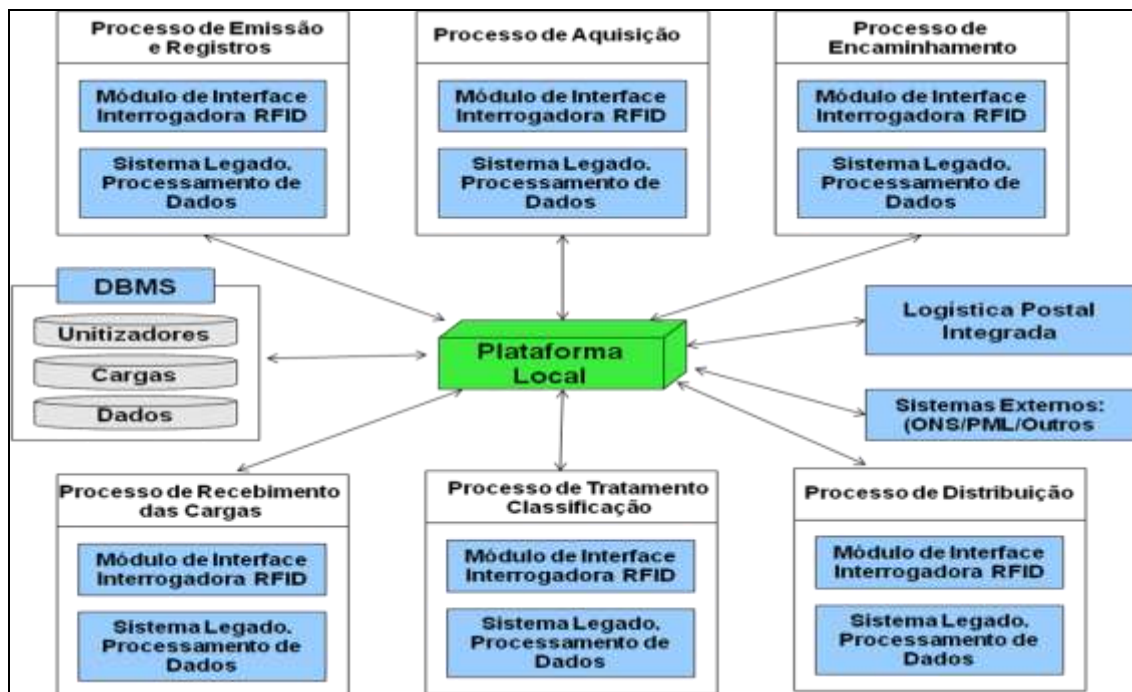
Este modelo de aplicação da tecnologia de RFID proposto para ambientes de logística postal apresenta quatro etapas de atuação e operacionalização: a) Unidade

de Correios (*Mail Office*); b) Unidade de Coleta e Centros de Distribuição (*Mail Collection & Distribution Center*); c) Serviço de Entrega (*Delivery Office*); d) Centro de Monitoramento (*Monitoring Center*).

- a) Unidade de Correios (*Mail Office*) – unidades de captação onde se realizam as postagens e onde os objetos recebem a etiqueta RFID, enviando os dados da emissão das encomendas e o código postal automaticamente para um sistema de logística postal por meio de um servidor local. Essas unidades também recebem as informações do rastreamento sobre o tratamento, encaminhamento e entrega dos objetos.
- b) Unidade de Coleta e Centros de Distribuição (*Mail Collection & Distribution Center*) – são os centros de tratamento que realizam o reconhecimento das etiquetas RFID já em suas docas de recebimento das cargas transportadas, realizando a auto-classificação e o envio para processamento e classificação final, visando serem encaminhadas para as unidades de entrega. Estas informações são encaminhadas automaticamente para um servidor do sistema de logística postal, ficando à disposição para todos os usuários.
- c) Serviço de Entrega (*Delivery Office*) – são as unidades que realizam a entrega domiciliar dos objetos, igualmente com leitura das etiquetas de RFID que identificam o código do setor de entrega final. O registro das entregas é realizado por coletores portáteis com *wireless* de LAN e CDMA, onde a transferência dos dados da entrega para o servidor de logística postal ocorre assim que uma atualização for solicitada, praticamente em tempo real.
- d) Centro de Monitoramento (*Monitoring Center*) – o centro de monitoramento pode realizar, em tempo real, o rastreamento e o monitoramento de todo o processo operacional ocorrido com as encomendas e a gestão dos unitizadores, por meio de um servidor local conectado ao sistema de logística postal. O centro também tem a capacidade de realizar o monitoramento do volume da carga que é recebida e processada, da utilização dos unitizadores e da disponibilização de unitizadores vazios.

Para o desenvolvimento de um sistema postal de aplicação de tecnologia de RFID, é necessária a realização da integração de etapas que compõem um processo de operacionalização postal. Estas etapas recebem a denominação de

arquitetura do sistema. Na Figura 13 são apresentadas as etapas da arquitetura de um sistema postal de RFID.



Fonte: Adaptado de Jeong-Hyun Park and Jong-Heung Park 2006.
 Figura 13 – Modelo de Arquitetura RFID em Serviços Postais.

Analisando e traduzindo o modelo de arquitetura do sistema, percebe-se a seguinte descrição para o sistema de logística postal:

- a. **Sistema de Processamento e Registros** (*Registration Processing System*)- realiza o registro de parcelas das informações através de uma antena de leitura de RFID. Este sistema consiste de um controlador de RFID para uma interface de dados postais entre o leitor que capta a parcela dos serviços prestados, um módulo de processamento do terminal com uma janela interface do usuário, que pode ser usada para entrada de dados, uma impressora que imprime a etiqueta a ser afixada nos objetos e um módulo de interface de RFID, para comunicações com os demais sistemas postais que se utilizam destas informações.
- b. **Sistema de Processamento e Postagem** (*Takeover Processing System*) – é aplicado em objetos que recebem rastreamento. Apenas uma parcela de objetos recebe aplicação das etiquetas RFID, que são lidas nas etapas dos seus procedimentos operacionais. O sistema é composto por um concentrador de RFID para interface de dados com o concentrador dos dados

de serviços postais, um módulo processador da leitura dos objetos com abertura de uma janela para interface com usuário, que pode ser utilizada para confirmação e reconhecimento das etiquetas, e um módulo legado para interface com os outros aplicativos de serviços de logística postal. O sistema compara os dados de uma etapa do rastreamento e os compara com os dados armazenados sobre os mesmos objetos que já estão carregados no sistema postal, em tempo real via TCP/IP, e apresenta *feedbacks* dos resultados para um servidor local, o que pode confirmar a operação normal do processo operacional aplicado aos objetos.

- c. **Sistema de Processamento do Encaminhamento/Transporte** (*Sending and Arriving Processing System*) – o sistema de encaminhamento tem a função de registrar todos os eventos que acontecem nas etapas de recebimento e encaminhamento das cargas. O sistema é composto por um controlador de RFID para a interface dos dados postais entre o leitor e o módulo de processamento dos dados postais, com janela de interface do usuário que pode ser utilizada para confirmar dados e realizar a interface com os outros sistemas postais.
- d. **Sistema de Processamento do Tratamento/Classificação** (*Auto-Sorting Processing System*) – é o sistema de processamento de triagem/classificação automática dos objetos postais a partir da leitura das etiquetas fixadas aos objetos, incluindo o código postal, no momento que os objetos passarem por uma área contemplada por antenas e leitores de RFID, que encaminham os dados ao servidor local.
- e. **Sistema de Processamento das Entregas** (*Delivery Processing System*) - sistema utilizado para a realização dos rastreamento da etapa da distribuição final dos objetos aos destinatários, por meio de coletores portáteis. O sistema compara os dados registrados nas etapas anteriores com os dados da entrega em tempo real por meio de LAN sem fio, e apresenta *feedbacks* dos resultados para um servidor local, que pode confirmar a operação final da entrega dos objetos.

Segundo Park et al. (2006), este modelo sugere a aplicação da tecnologia de RFID em serviços postais e arquitetura do sistema que pode ser utilizado para a realização de rastreamento dos processos e objetos em tempo real, bem como, para

a realização do gerenciamento a utilização dos unitizadores. O modelo considera ainda, que existem algumas adaptações da tecnologia de RFID a serem observadas para implantações em ambientes de logística postal, tais como a taxa múltipla das etiquetas e o reconhecimento de velocidade, de distâncias, conteúdos nos ambientes, interferências com as antenas, visibilidade das etiquetas, reutilização das etiquetas e um novo padrão de desenvolvimento de plataforma baseada em RFID para utilização em processo de logística postal.

O modelo sugerido por Park et al. (2006) usa o RFID em todo o processo do agente postal. Devido ao alto impacto administrativo e financeiro da implantação deste procedimento em instalação no estado da Bahia preferiu-se limitar o estudo de caso à aplicação do modelo ao setor de Malotes. Para que os impactos desta aplicação pudessem ser estimados foram utilizadas técnicas de simulação computacional para representar a situação atual e a futura com o RFID. A metodologia utilizada para este objetivo é descrita a seguir.

5. METODOLOGIA DE TRABALHO E ESTUDO DE CASO

5.1. Metodologia

A metodologia do trabalho é de caráter exploratório-descritivo, com pesquisas de campo e levantamento de dados documentais e a estratégia para fins do trabalho consiste no desenvolvimento de uma análise entre o método analítico do atual sistema de rastreamento. A técnica de modelagem escolhida foi eventos discretos, porque representa melhor a realidade do atual processo de postagem de malotes, tomando por base o estudo do Sistema de Rastreamento de Objetos (SRO) dos Correios, confrontando com o modelo de aplicação da tecnologia de RFID utilizado no Sistema de Logística Postal de Park et al. (2006).

Para este estudo foi realizado o trabalho de campo (diagnóstico e coletas de dados) do atual processo de postagem dos Malotes e posteriormente realizada a simulação deste cenário no software computacional *ProModel* (2005), visando a realização de uma análise entre a situação atual e outra com a aplicação de tecnologia RFID.

Considerando o conhecimento sobre os impactos da aplicação de uma nova tecnologia nos processos de rastreamento dos Correios, que pela natureza de ser uma empresa pública onde projetos deste tipo normalmente são implantados em longo prazo, será analisada também uma proposta de migração do atual modelo de rastreamento (SRO), para um modelo intermediário de rastreamento com a utilização de nova tecnologia RFID.

5.2. Planejamento do Projeto

O trabalho de pesquisa iniciou a partir dos estudos sobre simulação computacional, a tecnologia RFID e do modelo de aplicação de RFID para logística postal de Park (2006), levando em consideração o conhecimento técnico sobre o atual sistema de rastreamento utilizado pelos Correios, passando por coletas de dados e informações em entrevistas (conforme anexo III) e acompanhamentos realizados na empresa. Em seguida, foram realizadas simulações de eventos discretos com a utilização do software *ProModel* (2005), visando construir novos

cenários de rastreabilidade e sugerir a sua aplicação nos processos de operacionalização do sistema logístico da organização.

De natureza aplicada, a pesquisa tem o objetivo de gerar conhecimentos para uma aplicação prática voltada à solução de um problema específico: analisar quais as etapas no processo de postagem de Malotes do CTE/SDR apresenta a falta de rastreabilidade na carga postal, no seu manuseio e no transporte e a consequente inexistência de informações, o que implica em perdas de prazos, extravios de objetos e indenizações para os clientes.

5.3. Definição do Sistema.

O serviço estudado neste trabalho foi o de correspondência agrupada, denominado de Malote. A justificativa pela escolha deste serviço consiste no conhecimento atual do autor do trabalho, que trabalha na organização pesquisada. Por este serviço representar grande parcela de utilização, sendo plenamente conhecido por todos os trabalhadores dos centros de classificação e distribuição dos Correios, facilitará nos trabalhos de coleta de dados. Pela natureza e pela característica do serviço de Malote, os eventos de rastreamento representam uma significativa amostra, o que poderá validar o estudo e permitirá realizar projeções para os demais serviços que se utilizam da rastreabilidade com benefício de negócios.

A definição do sistema a ser utilizado considera dois momentos de estudos. O primeiro é o mapeamento do atual processo de postagem e rastreamento do Malote, a realização da simulação desses eventos em um sistema computacional. O segundo considera um estudo do modelo de aplicação de RFID para logística postal de Park 2006 (Figuras 12 e 13), visando conseguir elaborar um possível modelo intermediário de aplicação da tecnologia de RFID para os procedimentos operacionais dos Correios.

5.4. Formulação do Modelo

O modelo conceitual utilizado para a realização do estudo de caso é o modelo de simulação computacional de eventos discretos, por representar melhor associação com a prática real do processo objeto de estudo.

A etapa da formulação do modelo para a realização da pesquisa do trabalho levará em consideração o atual modelo de rastreamento utilizado pelos Correios, que está representado na figura 14:



Fonte: Manual de Encaminhamento da ECT 1998.

Figura 14: Fluxo da geração de Eventos de Rastreamento.

Este modelo (SRO) oportuniza a geração dos eventos de rastreamento, a partir da leitura da etiqueta de código de barras afixada nos objetos, que são transferidos ao final de cada operação para um concentrador, que disponibiliza informações para todos os usuários da cadeia operacional e parte dessas informações também são disponibilizados aos clientes.

Outra etapa considerada para o estudo é o levantamento dos dados realizado por observação, pesquisa e entrevista com os operadores dos procedimentos de postagem, que serão utilizados para a realização da descrição do atual processo e para a simulação computacional. Estas informações estão representadas na Tabela 5.

Na formatação do modelo de pesquisa, também é considerado o Modelo de RFID para aplicação em Logística Postal de *Jeong-Hyun Park et al. (2006)*, que apresenta como principais características um conjunto de vantagens que a tecnologia de RFID pode oferecer conforme representado nas Figuras 12 e 13:

- a) Um cliente cadastrado (contrato) pode gerar ou fixar uma etiqueta RFID (*tag*) em objetos postais, quando em seguida solicita a realização da coleta dos mesmos. Porém, já transmite antecipadamente as informações da (*tag*) para o concentrador do operador logístico;
- b) O operador logístico, com base nessas informações lógicas, já pode iniciar os procedimentos de programação de coletas, classificação dos objetos, programação dos unitizadores das cargas, roteiros de viagem e de distribuição física, realizando ao final destes procedimentos igualmente a transmissão das informações ao concentrador local de dados;
- c) Monitoramento em tempo real de todos os eventos de rastreamento e controle do processamento dos objetos, realizando ainda a gestão dos unitizadores das cargas, a partir da leitura do primeiro evento e da transmissão de dados dos demais eventos (movimentação e transporte);
- d) Permite, também, a realização da gestão dos unitizadores vazios, para que não falem estes materiais nos processos de logística postal, como ainda a situação de objetos em relação aos seus prazos de entrega ou devolução.

Portanto, existem várias possibilidades de realização de rastreamento dos objetos e unitizadores com a utilização da tecnologia de RFID, principalmente com a vantagem de informação em tempo real dos eventos. Isto possibilita ganhos operacionais, de qualidade e de tempo, permitindo a todos os usuários acompanharem o fluxo dos seus objetos no Sistema de Logística Postal.

5.5. Coleta e Análise dos Dados

Em seu trabalho de pesquisa, Carvalho (2006) apresenta que existem basicamente três maneiras de se obter dados acerca de determinadas situações: a observação, perguntas às pessoas envolvidas e examinando os elementos documentais escritos.

O estudo considerou a utilização das três técnicas. A coleta de dados ocorreu com base nos relatórios empresariais disponibilizados pelos Correios, na análise dos indicadores do SRO publicados pela área de operações, em entrevistas técnicas realizadas com as pessoas que operam e gerenciam o serviço de Malotes e nas observações realizadas nos acompanhamentos em fluxos dos eventos de rastreamento que ocorrem no processo de postagem dos Malotes no CTE/ SDR.

As chegadas de malotes varia significativamente ao longo dos dias de um mês. Efeitos sazonais, por outro lado, são muito pequenas. O serviço de Malotes é, por natureza, restrito a troca de documentos/materiais entre as organizações e não apresentam sazonalidade. Outros serviços como correio expresso (SEDEX) e Encomendas têm uma oscilação significativa da demanda durante o ano, com um pico durante o final do ano, feriados e outras datas comemorativas, exibindo um aumento de 20% a 30% nessas ocasiões. Portanto, decidiu-se não modelar a variação a longo prazo, e se concentrar na variação mensal. Isso faz sentido, ainda mais quando se considera que a unidade de tempo do modelo é hora.

Segundo Chwif (2007), é necessário ter um cuidado especial para diferenciar “*dados de entrada*” que são os valores fornecidos ao modelo de simulação e o que são “*dados de saída*”, valores obtidos do modelo de simulação.

Para a realização das coletas de dados foi desenvolvido o formulário de Coleta de Dados (ver anexo III). Este formulário foi desenvolvido com orientação de Professores da disciplina de metodologia e do orientador da dissertação.

Os resultados da pesquisa dos dados de entradas, colhidos nas atividades de campo realizadas no Setor de Exportação de Malotes no CTE/SDR, estão representados nas Tabelas 5, 6 e 7. Estas coletas serviram de dados iniciais para a realização das simulações computacionais, que estão registradas no item 5.8.

Dia	Quantidade de Malotes por dia
1	1626
2	1625

3	1916
4	2156
5	1954
6	2056
7	1644
8	2305
9	2189
10	1888
11	1703
12	2161
13	2075
14	1948
15	2316
16	1712
17	1683
18	1796
19	2312

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Tabela 5: Chegada diária de Malotes no CTE/SDR.

Origem	Destino	Nº Malotes	Percentual
Pallet de Chegada dos Malotes	Est. de Classificação dos Malotes	1.950	100%
Classif. de Malotes	Estação SRO 1	798	40,923%
Classif. de Malotes	Estação SRO 2	730	37,436%
Classif. de Malotes	Estação SRO 3	383	19,641%
Classif. de Malotes	Estação de Malotes Rejeitados	39	2%
Estação SRO 1	Estação SRO Manual	20	2,506%
Estação SRO 1	Estação de Malotes Processados	771	96,617%
Estação SRO 1	Estação de Malotes Rejeitados	7	0,877%
Estação SRO 2	Estação SRO Manual	17	2,328%
Estação SRO 2	Estação de Malotes Processados	707	96,851%
Estação SRO 2	Estação de Malotes Rejeitados	6	0,821%
Estação SRO 3	Estação SRO Manual	9	2,35%
Estação SRO 3	Estação de Malotes Processados	370	96,606%
Estação SRO 3	Estação de Malotes Rejeitados	4	1,044%
Estação SRO Manual	Estação de Malotes Processados	45	97,83%
Estação SRO Manual	Estação de Malotes Rejeitados	1	2,17%

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Tabela 6: Malotes Processados por dia no CTE/SDR, no processo de Postagem/Exportação.

Em síntese, este procedimento de postagem ocorre em torno de duas horas de operações, quando dos 1.950 Malotes apresentados para a realização da Postagem, 39 foram devolvidos por falta de Etiquetas de Identificação e 18 Malotes foram devolvidos por problemas contratuais, totalizando 57 devoluções em um dia de operação, o que representa aproximadamente 2,923% do total recebido para a postagem.

Para ilustrar o cenário do fluxo de Malotes no âmbito de atuação da ECT (Local, Estadual e Nacional), a Tabela 6 representa uma amostra da circulação de Malotes, na qual está registrada a média de objetos movimentados por dia nos Correios.

Unidade	Malotes por Dia	Malotes por Mês	Malotes por Ano
CTE Salvador	1.950	42.900	514.000
Regional da Bahia	3.385	74.470	893.640
ECT Brasil	274.405	6.036.928	74.443.136

Fonte: Sistema DW Correios, 2011.

Tabela 7: Amostra da Circulação de Malotes no mês de Janeiro de 2011.

5.6. Codificação do Modelo

Segundo Rotondaro (2002), em termos de cálculo da capacidade do sistema, variáveis de atributo definidas como falhas de identificação podem ser consideradas como defeito. O conceito “defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)” pode ser utilizado como índice de capacidade de um sistema de produção como se observa na equação abaixo:

$$DPMO = \frac{D}{N \times O} \times 1.000.000$$

Onde:

D = Número de defeitos;

N = Número de unidades produzidas;

O = Número de oportunidades de defeito por unidade;

DPMO = Defeitos por milhão de unidades produzidas.

Para Chwif e Medina (2007), uma das últimas etapas para a qualificação do processo é a aderência do modelo. Isto pode ser feito por meio de testes de aderência, em que se testa a validade ou não da hipótese quando:

- H_0 : o modelo é adequado para representar a distribuição da população;
- H_a : o modelo não adequado para representar a distribuição da população.

O autor apresenta, ainda, existência de dois testes clássicos de aderência: o teste Qui-quadrado (X^2), que se baseia no cálculo dos desvios entre as frequências acumuladas em cada classe e as frequências teóricas, e, o teste de Kolmogorov-Smirnov, que compara a função acumulada (função de repetição) do modelo teórico com a função acumulada de probabilidade observada. Alguns *softwares* fornecem fatores denominados de *p-value*, que servem para tomadas de decisões para a rejeição ou não da hipótese de aderência, ou seja:

- Se $p\text{-value} \leq \alpha$, então, H_0 é rejeitada ao nível de significância α ;
- Se $p\text{-value} > \alpha$, então, H_0 não é rejeitada ao nível de significância α .

Quanto menor o *p-value*, mais razões se tem para rejeitar a hipótese de aderência (H_0). Existem critérios usuais para se classificar o *p-value*:

- $p\text{-value} < 0,01$ – Evidência forte contra a hipótese de aderência;
- $0,01 \leq p\text{-value} < 0,05$ - Evidência moderada contra a hipótese de aderência;
- $0,05 \leq p\text{-value} < 0,10$ - Evidência potencial contra a hipótese de aderência;
- $0,10 \leq p\text{-value}$ - Evidência fraca ou inexistente contra a hipótese de aderência.

Outros dois fatores de desempenhos de métricas utilizadas para a análise de aderência são os tempos médios de intervalos em que ocorrem as falhas no processo MTBF (*Mean Time Between Failures*), e o tempo médio de reparo dos erros/falhas MTTR (*Mean Time To Repair*).

Em observações e acompanhamentos realizados no processo de postagem foram observados e mapeados os erros ocorridos de MTBF. Estes erros representam falhas no atual processo de postagem dos Malotes. A Tabela 8

apresenta os intervalos de tempos em que ocorreram as falhas/erros, praticados em uma jornada de 2 horas de operação na postagem dos Malotes:

MTBF (minutos)									
1,3	1,41	1,6	1,83	2,14	2,40	1,77	1,90	2,78	3,07
3,12	1,56	1,65	1,1	1,23	1,78	2,43	2,04	1,13	1,64
1,28	1,61	1,89	2,02	1,13	1,56	1,98	1,42	1,46	1,24
1,45	1,54	2,09	1,12	1,76	1,34	1,23	1,54	1,11	1,32
1,75	1,45	1,25	1,15	1,84	1,72	1,63	1,44	1,13	1,52
1,62	1,37	1,12							

Tabela 8: Tempos de intervalo entre as falhas/erros (MTBF)
Fonte: Elaborada pelo Autor.

A simulação destes dados no Minitab (2005) resultou em uma média entre as falhas/erros de MTBF de 1,64 minutos, com um desvio padrão de 0,777 minutos. Os tempos de reparos de MTTR para as falhas/erros no processo de postagem dos Malotes variam de acordo com cada situação como:

- a) A falta de etiqueta de identificação dos Malotes impede a postagem e o encaminhamento no mesmo dia, pois os mesmos precisam ser devolvidos ao Remetente para regularização e nova apresentação. O mesmo vale para os contratos de faturamento suspensos;
- b) A impossibilidade de leitura do código de barras, demanda de um procedimento manual de digitação do código que leva em média um tempo de reparação de 30 segundos por Malote.

Para a realização das simulações do atual processo de Postagem dos Malotes foi utilizado o software simulador *ProModel* (2005), como também para a simulação da aplicação do RFID e os resultados estão descritos nos próximos itens, bem como, as análises sobre a verificação e validação do modelo proposto.

5.7. Verificação e Validação do Modelo

Para a realização da verificação de validação dos resultados do modelo aplicado no trabalho, inicialmente foi utilizado o teste apresentado por Chwif e Medina (2007) chamado *Kolmogorov-Smirnov*, gerados a partir de uma amostra de 10 falhas MTBF, conforme sugere o modelo de teste e apresentado na Tabela 9:

Dados	$F_n(x)$ empírica	$F(x)$ teórica	$F(x(i))-F_n(x(i))$	$F(x(i))-F_n(x(i-1))$
1,3	0,1	0,106144666	0,006144666	0,01100431
1,41	0,2	0,145498096	-0,054501904	0,045498096
1,6	0,3	0,234098959	0,065901041	0,034098959
1,83	0,4	0,372474865	0,027525135	-0,072474865
2,14	0,5	0,58471521	0,08471521	0,18471521
2,4	0,6	0,747380024	-0,147380024	-0,247380024
1,77	0,7	0,333713549	0,366286451	0,266286451
1,9	0,8	0,419359032	0,380640968	0,280640968
2,75	0,9	0,898868152	0,001131848	-0,098868152
3,07	1	0,966509501	0,033490499	-0,066509501

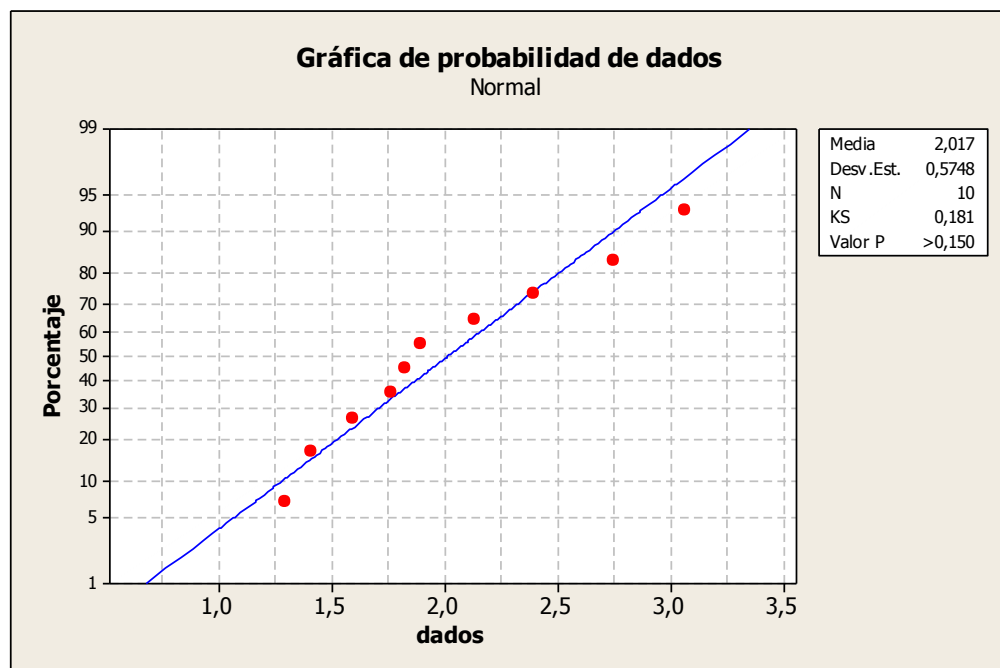
Média: 2,017
Desvio: 0,57484394
Conclusão: aceitar o H_0
Dteste < Dcrítico, logo não se pode rejeitar a hipótese de aderência de dados

Dteste: 0,3806
Dcrítico $n=10$ e $\alpha=5\%$: 0,409

Fonte: Chwif e Medina (2007) – Adaptada pelo Autor.

Tabela 9: Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS).

Este mesmo teste está representado no gráfico da Figura 15, gerado a partir do software *Minitab* (2005):



Fonte: Software Minitab – Elaborada pelo Autor.

Figura 15: Gráfico do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS).

O teste KS serve para medir os valores de H_0 e H^1 . Em H_0 a distribuição testada pode ser utilizada para prever os comportamentos dos dados observados e em H^1 a distribuição testada não pode ser utilizada. Portanto, se o Dteste for inferior ao Dcrítico, se aceita o H_0 que significa que a distribuição testada pode ser utilizada.

A partir da amostra na Tabela 5 foi realizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov* (KS) a fim de encontrar a melhor distribuição de probabilidade aleatória para representar a taxa de chegadas. O Normal, Uniforme, Gamma Erlang, Beta, Exponencial, Weibull, distribuições triangulares e Lognormal foram testados. A distribuição com menor erro quadrado foi a distribuição Uniforme (ver Tabela 10). Portanto, uma distribuição aleatória uniforme foi utilizado em ambos os modelos, com valores mínimo e máximo horária de 810 e 1160, com um P-valor de 0,15. Os valores mais elevados de P são desejáveis para o teste de Kolmogorov-Smirnov.

Distribuição	Erros ao Quadrado
Uniforme	0.0244
Beta	0.0297
Exponencial	0.0503
Erlang	0.0503
Gamma	0.055
Weibull	0.0554
Normal	0.0601
Triangular	0.0808
Lognormal	0.0918

Fonte: Chwif e Medina (2007).

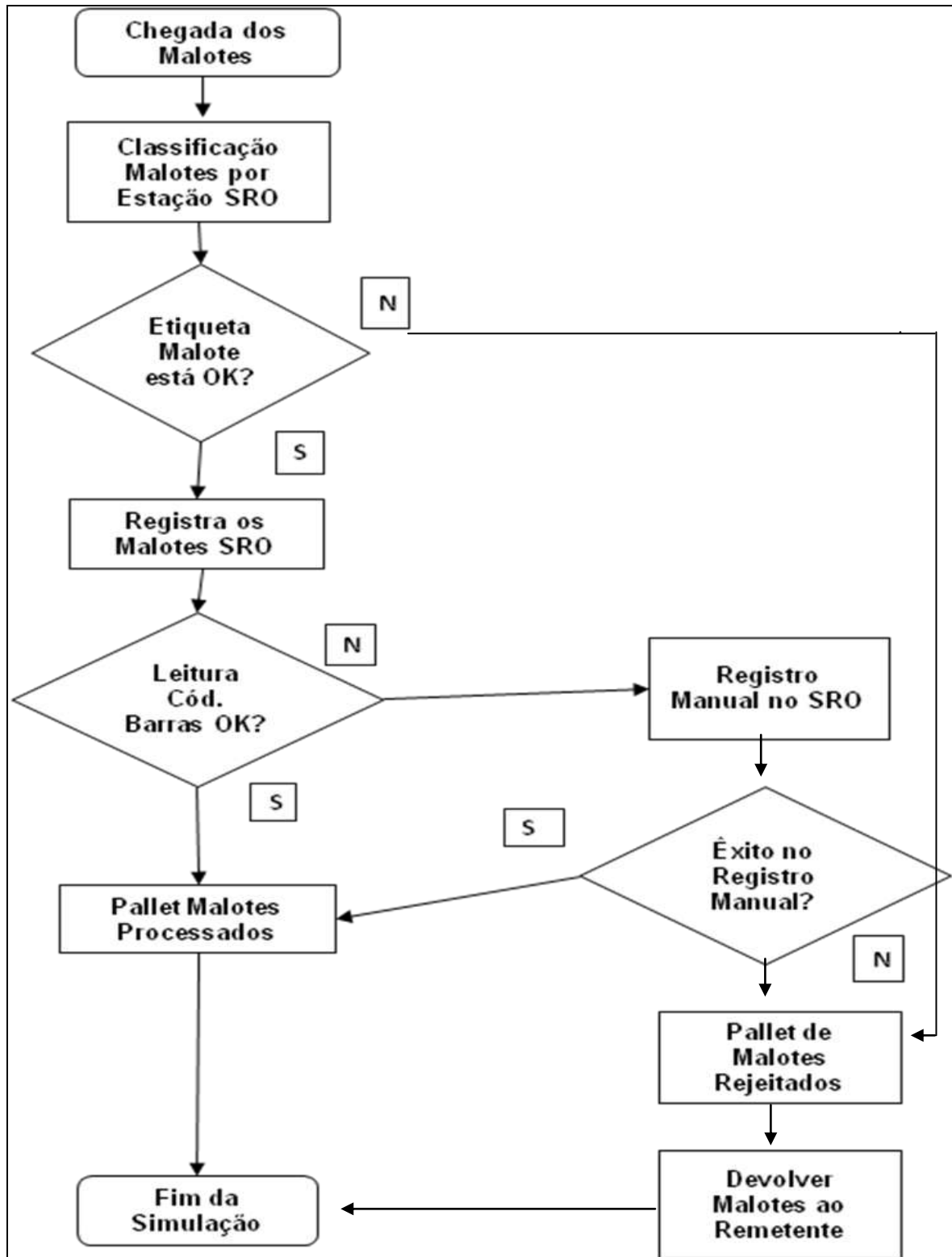
Tabela 10: Erros ao quadrado de Distribuições de Probabilidade diferentes (KS).

A validação de um modelo passa pela decisão do mesmo ser válido, ser utilizável e aceitável. Para este estudo foi possível apenas a realização da simulação computacional, pela indisponibilidade de recursos da tecnologia de RFID e das ferramentas técnicas de aplicação prática. Porém, pelos testes e simulações realizados foi possível observar que existe validação para a aplicabilidade do mesmo, conforme os resultados do KS e *P-value* registrados.

5.8. Simulação dos Cenários

Para a realização das simulações de postagem dos Malotes, foi utilizado o *software ProModel (2005)*, que executa uma linguagem de simulação em ambiente de trabalho e experimentação, podendo ser usado para testar um modelo a ser simulado e fazer a apresentação de seus resultados.

Com a utilização desta ferramenta de simulação, foi possível a realização de uma simulação representando a atual configuração de postagem e do rastreamento dos Malotes nos Correios, obtida na fase da coleta de dados em observações dos procedimentos de postagem, representado na Figura 16:



Fonte: Elaborada pelo Autor.

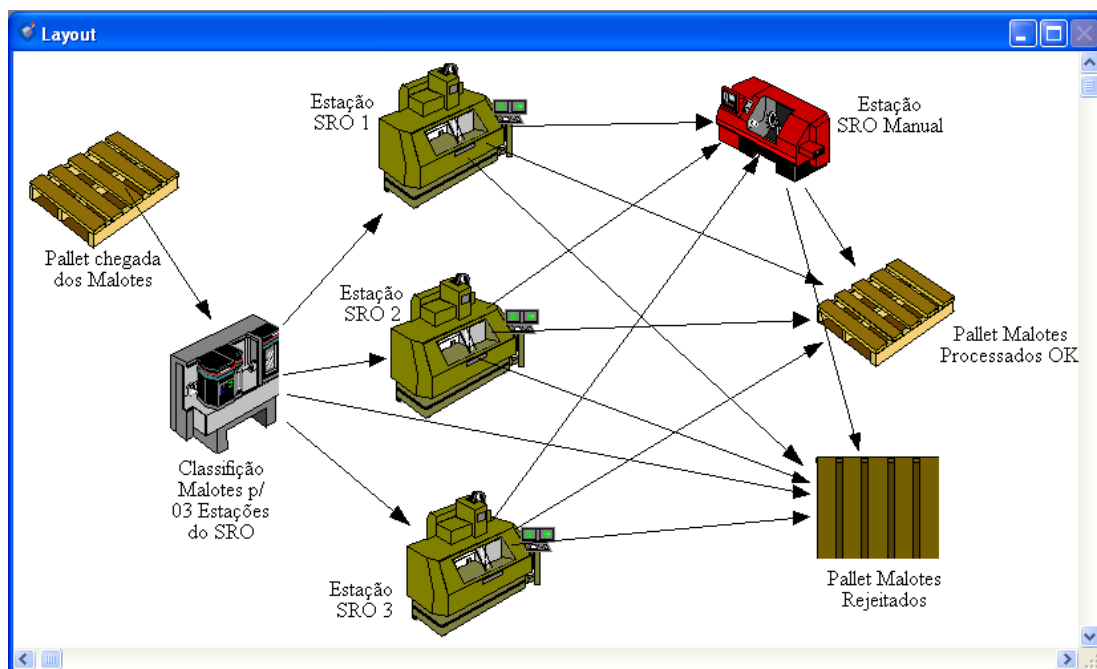
Figura 16: - Fluxo do Atual Processo de Postagem dos Malotes no SRO Exportação.

O processo de postagem dos Malotes no CTE/SDR acontece diariamente de segundas-feiras aos sábados, conforme a Figura 16. Todas as atividades são

importantes, mas as decisivas para o êxito das postagens e possibilidade de rastreamento compreendem:

- Necessidade de Etiqueta/Cartão de identificação do Destinatário;
- Possibilidade de leitura do código de barras contido na Etiqueta de identificação do Malote;
- A partir da leitura do código de barras, a liberação da postagem em relação ao faturamento e situação contratual;
- Para as etiquetas que não permitem leitura eletrônica, é necessária a digitalização manual dos dados.

Assim, a partir do fluxo do atual processo de postagem dos Malotes anteriormente apresentado, foi realizada a simulação do processo de postagem dos Malotes no CTE/SDR, conforme Figura 17 extraída do simulador *ProModel*:



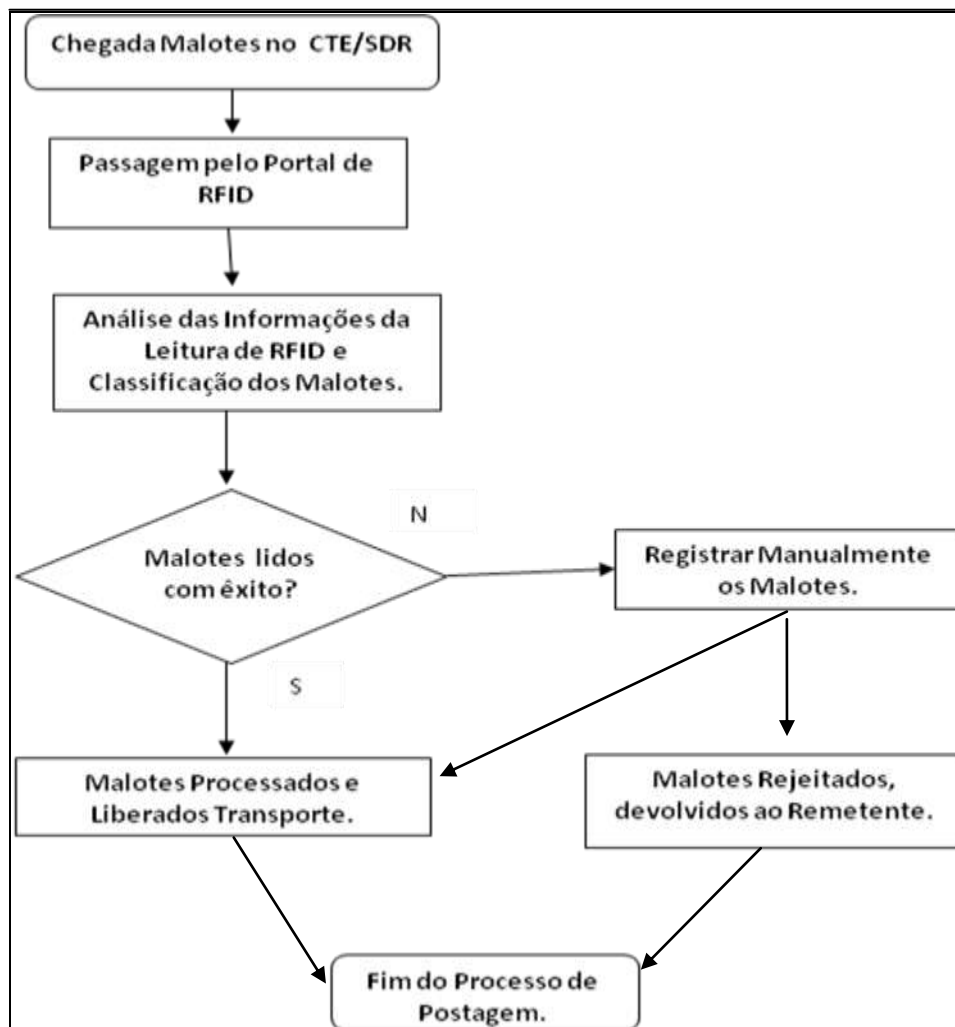
Fonte: ProModel - Elaborada pelo Autor.

Figura 17: Simulação do Atual Processo de Postagem dos Malotes no CTE/SDR.

Esta simulação apresenta a chegada dos Malotes ao CTE/SDR (*Pallet* de chegada dos Malotes), em seguida esses objetos são processados para as três estações de protocolo no SRO e alguns objetos com falhas que necessitam de processamento manual. Das estações do SRO os objetos com êxito seguem para o *Pallet* de Malotes processados (fim do processo), aqueles com falhas seguem para a estação de protocolo manual, para tratamento manual e após êxito de registro

seguirem para os objetos processados ou rejeitados. Nas estações de SRO também saem os objetos rejeitados (sem condições de postagem) que não podem seguir no fluxo do encaminhamento postal.

A seguir, apresenta-se a proposta do fluxo de operacionalização das postagens e rastreamento do mesmo processo de Malotes, mas agora com a utilização da tecnologia de RFID apresenta o fluxo operacional descrito na figura 18:



Fonte: Elaborada pelo Autor.

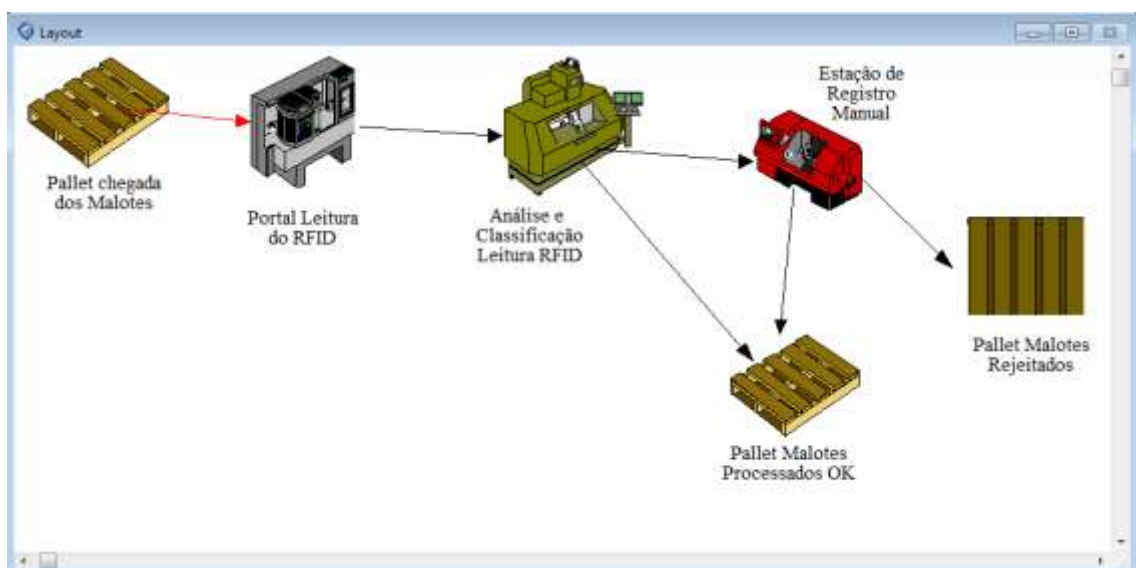
Figura 18: Fluxo do Processo de Postagem Proposto com RFID.

Um dos desafios do trabalho é realizar uma proposta de simulação que possa representar um modelo intermediário de aplicação, visando oferecer uma situação que possa realizar uma ligação entre o atual sistema de postagem e rastreamento

dos Correios (SRO), com um modelo que utiliza a tecnologia de RFID na aplicação em Sistemas de Logística Postal, conforme modelo de Jeong-Hyun Park et al. (2006).

A simulação do novo procedimento, o que está sendo sugerido neste trabalho para futura aplicação, acontece da seguinte maneira: o processo inicia na chegada dos Malotes, que em seguida são passados (transportados) pelo portal de RFID visando leitura dos objetos e transmissão dos dados ao concentrador; em seguida um Supervisor realiza a análise da leitura dos dados verificando as inconsistências, que são passadas para registro manual e os objetos válidos já seguem para o final do processo (*Pallet* dos Malotes processados).

A proposta de aplicação da tecnologia de RFID, por meio da fixação de uma etiqueta (*tag*) em cada Malote, conforme imagem do anexo 1, permitirá a realização da leitura global dos objetos ao invés da leitura individual como no atual SRO, através de um portal instalado no Centro de Exportação (CTE), o que permitiria agilidade no processo de postagem e otimização de recursos.



Fonte: ProMode - Elaborada pelo autor.

Figura 19: Modelo de Simulação do Processo de Postagem Proposto com RFID.

A análise dos dados e os resultados percebidos com a apresentação do modelo intermediário, já com a utilização da tecnologia de RFID, estão registrados no item 5.9 e 5.10 deste capítulo.

5.9. Análise Estatística das Saídas

Com base nos dados coletados no CTE/SDR durante o acompanhamento das operações de postagem dos Malotes, foi possível observar que, em média, essa Unidade de Exportação recebe das coletas aproximadamente 2.000 objetos/dia para processamento e expedição, sendo devolvidos aos remetentes 57 Malotes por dia que não tiveram êxito nas postagens por problemas de cartão de identificação, lacre, código de barras e por situações contratuais inconformes.

Na simulação do processo atual de lançamentos, os seguintes dados foram gerados: 40 horas ou 20 dias foram simuladas, a fim de representar um mês de operações.

Unidades de Processamento	Tempo (HR)	Capacidade da Estação (Unidades)	Quantidade Processada (Unidades)
Chegada dos Malotes	40	2.000	1.715
Classificação para 3 Estações SRO	40	1.950	1.664,37
Estação SRO 01	40	850	682
Estação SRO 02	40	800	622,75
Estação SRO 03	40	400	326,05
Estação SRO Manual	40	100	39,23
Estação de Malotes Processados	40	2.000	1.615,50
Estação de Malotes Rejeitados (Devolvidos)	40	500	48,8

Fonte: Relatório de Simulação ProModel – Elaborada pelo Autor.

Tabela 10: Resultado da Simulação do Atual Processo de Postagem dos Malotes.

Nesta simulação do atual processo de Postagem dos Malotes no CTE/SDR, que ocorre diariamente em uma jornada de 2 horas/dia (40 horas/mês), é possível realizar algumas observações com base nos dados da tabela acima:

- a) Que chegaram das coletas diárias aproximadamente 1.950 Malotes;
- b) Que na segunda operação são classificados (separados) para as 3 estações de processamento no SRO. Nesta etapa 46 Malotes são rejeitados por problemas nas etiquetas de identificação (ver MTBF). Esta devolução representa 2,36% do total;
- c) Que 46 Malotes passam a ser processados manualmente por problemas com as etiquetas de código de barras, o que representa 2,36% de erros na amostra;

- d) Que 1.893 Malotes tiveram êxito nas postagens, o que representa 97,08% da amostra;
- e) Que 57 Malotes foram rejeitados e devolvidos aos remetentes por problemas de visor, lacre, etiqueta e contrato, que representa 2,93% de erros na amostra;

Considerando a aplicação do conceito de “defeitos por milhão de oportunidades” (*DPMO*), para os malotes devolvidos para os remetentes, chega-se a um valor equivalente do nível *sigma* de 4,32, ou seja, conforme a tabela 9, conceitualmente um padrão de posição competitiva. Porém, trata-se de um índice considerável de clientes não atendidos por dia.

Na simulação do novo processo, em que se utiliza a tecnologia RFID, é considerada uma alteração nos procedimentos de Coleta, em que já se utilizaria um Coletor Portátil (*Symbol MC9090-G – Motorola*), para realizar a leitura da etiqueta de identificação com *chip* RFID, validando a postagem e transmitindo imediatamente os dados para o concentrador local, conforme Figura 13. Este procedimento resultaria que não chegassem mais Malotes ao CTE/SDR com erros de Cartão de Identificação (anteriormente chamado de visor) e com erros por problemas na leitura do código de barras dos objetos, persistiriam apenas os objetos com erros do contrato (faturamento), conforme apresenta a Tabela 12:

Origem	Destino	Nº Malotes	Percentual
Pallet de Chegada dos Malotes	Portal RFID	1.950	100%
Portal RFID	Análise e Classificação	1.950	100%
Análise e Classificação	Estação SRO Manual	25	1,282%
Análise e Classificação	Pallet de Malotes Processados	1.925	98,718%
Estação SRO Manual	Pallet de Malotes Processados	21	84%
Estação SRO Manual	Pallet de Malotes Rejeitados	4	16%

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Tabela 12: Projeção de Malotes processados por dia na nova condição.

Levando em conta essa nova condição, a Tabela 13 apresenta os números que são obtidos a partir das simulações com o modelo "RFID", considerando o fluxo da Figura 19:

Unidades de Processamento	Tempo (HR)	Capacidade da Estação (Unidades)	Quantidade Processada (Unidades)
Chegada dos Malotes	40	2.000	1.739,75
Portal de Leitura RFID dos Malotes	40	2.000	1.702,01
Validação da Classificação da Leitura RFID	40	2.000	1.702,01
Estação de Registro Manual	40	500	21,93
Estação de Malotes Processados	40	2.000	1.698,43
Estação de Malotes Rejeitados	40	500	3,58

Fonte: Relatório de Simulação ProModel – Elaborado pelo Autor.

Tabela 13: Resultado da Simulação do Novo Processo de Postagem com RFID.

Na simulação do processo de postagem com RFID, percebe-se uma diminuição de Malotes devolvidos aos remetentes, que caiu para apenas 3,58 Malotes, como também a diminuição de Malotes a serem processados manualmente devido a problemas nas etiquetas. Toda esta diferença consiste no novo procedimento a ser adotado (proposto), que as leituras e validações dos objetos serão realizadas no momento das coletas, com a utilização de equipamentos portáteis de leitura das etiquetas, que contêm o sistema de postagem e permitem a realização da pré-postagem com transmissão das informações ao concentrador de dados local, sendo que, quando da chegada dos Malotes no CTE/SDR, os objetos passariam por um portal de leitura que estaria instalado na Unidade, validando os dados de coleta e classificação dos objetos.

5.10. Análise dos Resultados Obtidos

Considerando os dados colhidos do atual processo de postagem dos Malotes, representados na Tabela 7, foi realizada a respectiva simulação no software ProModel representada na Figura 17, sendo possível observar os seguintes resultados:

- a) Malotes de Entrada: 1.950 = 100%
- b) Malotes Processados: 1.893 = 97,07%
- c) Malotes Lançados Manualmente: 46 = 2,36%
- d) Malotes Rejeitados (Devolvidos): 57 = 2,92%

A simulação do novo processo proposto, que considera a aplicação da tecnologia RFID representada pelos dados da Tabela 17 e pelo desenho da simulação da Figura 19, considerando os mesmos dados de postagem dos Malotes no CTE/SDR, apresentou os seguintes resultados:

- a) Malotes de Entrada: 1.950 = 100%
- b) Malotes Processados: 1.946 = 99,78%
- c) Malotes Lançados Manualmente: 21 = 1,08%
- d) Malotes Rejeitados (Devolvidos): 3,58 = 0,18%

Apenas para uma análise comparativa entre os dois processos simulados, utilizando-se da taxa de Malotes devolvidos e não postados, aplicados aos quantitativos de Malotes que circulam nos âmbitos da ECT, podemos observar os seguintes desempenhos na Tabela 14:

Unidades / Âmbito	Fluxo de Malotes por Dia (DW/ECT)	Malotes Devolvidos no Atual Modelo (Dia) (2,92%)	Malotes Devolvidos no Novo Modelo (Dia) (0,18%)
CTE/SDR	1.950	57	3,58
Estado da Bahia	3.385	99	6
Correios Nacional	274.405	8.013	494

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 14: Malotes Devolvidos por erros entre os dois modelos analisados.

Ainda é possível perceber alguns impactos econômicos e financeiros, da impossibilidade da ocorrência de postagem dos objetos citados na Tabela 15, baseando-se nos valores cobrados pela prestação do serviço que deixa de ser executado. Esta representação está contida na Tabela 13, considerando-se o valor cobrado para um Malote com peso até 2 kg, sendo para o Estado da Bahia (âmbito estadual com 60% do total) e para São Paulo (âmbito nacional com 40% do total) que representa o maior volume de remessas, considerando que os Correios praticam tarifas diferenciadas por peso e por destino:

Demanda diária de Malotes no CTE/SDR (sistema atual).	Âmbito Estadual (Bahia) = 60% Tarifa média até 2kg = R\$ 9,29.	Âmbito Nacional (SP) = 40% Tarifa média até 2kg = R\$ 34,20.
Postagem = 1.950 Malotes	1.170 x 9,29 = R\$ 10.869,30/dia	780 x 34,20 = R\$ 26.676,00/dia
Devolução = 57 Malotes	34 x 9,29 = R\$ 315,86	23 x 34,20 = 786,60

Fonte: Tarifas praticadas pela ECT 2012.

Tabela 15: Impactos financeiros da devolução de Malotes.

Portanto, considerando a demanda de postagem de um dia no CTE/SDR representaria uma arrecadação de R\$ 37.545,30 nos dois âmbitos de tarifas, e R\$ 1.102,46 em devoluções de objetos por problemas na postagem, resultando em uma arrecadação de R\$ 36.442,84. Aplicando esta mesma análise para os resultados de

malotes devolvidos com o novo procedimento proposto, o valor da arrecadação diária passaria para R\$ 37.484,23, ou seja, um valor diário a mais de R\$ 1.041,39. Isto significa que a aplicação do procedimento proposto resultaria também em uma evolução diária na receita.

No novo procedimento operacional proposto com a utilização da tecnologia RFID para o mesmo processo de postagem e rastreamento dos Malotes no CTE/SDR, ocorre uma racionalização de recursos com a diminuição de posições de trabalho envolvendo equipamentos e pessoas, que estão representadas na Tabela 16:

Recurso/Equipamento	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Total
Computador com estação de SRO	03	1.975,00	5.925,00
Scanner PLS 2100	03	225,00	675,00
Balança Toledo Prix4	03	850,00	2.550,00
Impressora Epson Lx300	03	650,00	1.950,00
Estabilizador de energia SMS 115V	03	120,00	360,00
Manutenção (valor estimado por estação)	03	250,00	750,00
Operador (empregado) Custo mensal	03	7.250,00	21.750,00
Total			33.960,00

Fonte: Valores unitários estimados fornecidos pela ECT.

Tabela 16: Estimativa de recursos eliminados pelo processo com RFID.

Também é importante registrar a redução de aproximadamente 50% do tempo utilizado para realizar a operação do novo procedimento em relação ao tempo utilizado de 4 horas do atual processo. Parte deste tempo poderia ser destinado na ampliação do prazo de postagem aos clientes, que poderiam entregar os seus objetos mais próximo do horário limite diário de postagem. Esta manifestação foi observada durante a realização das pesquisas e coletas de dados, de que os clientes gostariam de poder entregar os seus Malotes mais tarde para poder incluir mais documentos gerados no dia.

Para a aplicação da proposta intermediária de utilização da tecnologia RFID é necessário a utilização de novos equipamentos, que para este trabalho, serão consideradas apenas estimativas de recursos previstos para o processo estudado, devido à complexidade de informações tecnológicas para uma implantação total de um novo sistema em âmbito nacional dos Correios.

Com base no trabalho de Araújo (2011), que realizou um experimento prático de aplicação de RFID em processo de automação da cadeia de suprimentos de empresas montadoras de microcomputadores, sendo pela similaridade de procedimentos de rastreamento, a Tabela 17 apresenta um conjunto de equipamento RFID necessários para a realização do atual objeto de estudo:

Recurso/Equipamento	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Total
Leitor Symbol XR450	01	4.771,42	4.771,42
Antena Motorola AN400	02	1.244,56	2.489,12
Portal RFID em perfil de Alumínio	01	1.500,00	1.500,00
Coletor Symbol MC9090-G - Motorola	02	11.707,40	23.414,80
Impressora Térmica Zebra 110Xi4	01	13.018,95	13.018,95
Desenvolvimento de Software	01	8.000,00	8.000,00
Treinamento aos Empregados	01	6.000,00	6.000,00
Total			59.194,29

Fonte: Adaptado de Araújo 2011.

Tabela 17: Estimativa de investimentos com equipamentos RFID.

Considerando que o DPMO e o Padrão Sigma estão aceitáveis para um padrão de coerência, é possível perceber que a simulação da proposta de aplicação de RFID apresenta significativos resultados, principalmente, se considerarmos o percentual de êxito de postagens dos Malotes no novo processo.

Também é importante observar que nos testes de validação dos resultados, foi possível verificar que existe validação para a aplicabilidade da hipótese de aderência, conforme os resultados do KS e *P-value* registrados.

Destaca-se que pelo atual processo de postagem dos Malotes, 2,92% da demanda não apresenta êxito de postagem e em consequência precisa ser devolvida ao remetente. Após a simulação da aplicação da nova proposta de postagem, este volume de objetos rejeitados e devolvidos cai para 0,21%.

Se levarmos em consideração que procedimentos idênticos podem vir a ser aplicados em outros serviços dos Correios como no Sedex, nas Encomendas e nos Registrados (serviços que recebem rastreamento), estes ganhos operacionais assumem ainda maior relevância. É possível destacar que outros ganhos igualmente podem ser auferidos como:

- a) Rastreabilidade em tempo real das atividades e localização dos objetos;
- b) Rastreabilidade em pontos e locais de atividades que hoje não recebem este recurso, como, por exemplo, nos terminais de cargas aéreas, nas atividades de *cross-docking*;
- c) Na diminuição de atividades de registros e lançamentos, o que diminuiria efetivo e equipamentos, o que poderá ser objeto de estudos futuros;
- d) Na diminuição das indenizações decorrentes de perdas de objetos e falta de rastreabilidade.

Analisando o modelo de aplicação da tecnologia RFID demonstrado por Park (2006), que já é aplicado nas operações postais do Correio Coreano e em outros países, é possível entender a possibilidade de utilização em outros procedimentos que ainda não foram considerados como:

- a) Identificação e rastreamento dos unitizadores vazios, que são peças chave para o processo postal devido ao tratamento e à unitização das cargas;
- b) A possibilidade da realização de um número maior de trabalhos preparatórios como a elaboração antecipada das Listas de Entregas a partir das informações dos objetos contidas no concentrador de informação de RFID (Plataforma Local). Hoje, estas listas são emitidas apenas quando os objetos chegam fisicamente nas Unidades;
- c) Postagens lógicas a partir de arquivo de postagem do cliente;
- d) Tratamento e classificação a partir dos dados transmitidos para o concentrador de dados da Plataforma Local.

Existe motivação para que no futuro este trabalho seja retomado, pois nas entrevistas dos gestores da tecnologia de rastreamento dos Correios, esta manifestação foi citada para constar no planejamento estratégico de aplicação da tecnologia RFID em alguns processos de rastreamento em novos serviços. Portanto, ou pela organização ou pelos autores da presente pesquisa, existe forte possibilidade de retomada deste atual trabalho, quando então poderá ser possível a continuidade da pesquisa e da consequente validação do estudo aqui proposto.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para desenvolver os cenários do atual processo de rastreamento estudado, bem como do processo sugerido com a aplicação da tecnologia RFID, foi utilizada a ferramenta da simulação computacional de eventos discretos, onde foi possível simular as atuais atividades praticadas no processo de postagem dos Malotes, e, principalmente, a situação futura quando um novo procedimento de atividades é sugerido com a aplicação da nova tecnologia.

Neste trabalho, evidenciou-se que a metodologia para a implementação da tecnologia RFID no serviço de Malote nos Correios é viável. Os resultados da simulação computacional para o novo processo sugerido apresentaram significativos ganhos, destacando-se os seguintes:

- Importante diminuição de Malotes devolvidos aos Clientes, por não obterem êxito nos procedimentos diários de postagem. No atual processo de postagem são devolvidos em média 2,92% dos Malotes apresentados, enquanto que no novo processo de postagem este índice cai para 0,21%.
- Impacto econômico de R\$ 1.102,46 de perda com receita diária no serviço de Malotes que deixam de ser postados pelo sistema atual;
- Estimativas dos ganhos pela eliminação de recursos atualmente utilizados em materiais e equipamentos, aproximadamente R\$ 33.960,00 por mês;

É possível considerar que procedimentos idênticos podem vir a serem aplicados em outros serviços dos Correios como no Sedex, nas Encomendas e nos Registrados (serviços que recebem rastreamento), estes ganhos operacionais assumem ainda maior relevância:

- a) Rastreabilidade em tempo real das atividades e localização dos objetos e dos unitizadores das cargas;
- b) Rastreabilidade em pontos e locais de atividades que hoje não recebem este recurso, como, por exemplo, nos terminais de cargas aéreas, nas atividades de *cross-docking*;
- c) Na diminuição de atividades de registros e lançamentos, o que diminuiria efetivo e equipamentos, o que poderá ser objeto de estudos futuros;

- d) Na diminuição das indenizações decorrentes de perdas de objetos e falta de rastreabilidade.

Este trabalho será apresentado para os Correios, visando oferecer as contribuições que o estudo proporcionou, para ser levado em consideração na futura implantação da tecnologia RFID na organização. Pois, conforme o próprio DPLAN (2001) apresenta, o setor postal segue sendo a maior rede de distribuição de objetos do mundo, havendo a necessidade de implantação de novas tecnologias.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Conclui-se, ainda, que haverá possibilidade de continuação deste trabalho de pesquisa no futuro, uma vez que as aplicações dos novos procedimentos apresentados neste trabalho podem ser extensivos aos demais serviços que igualmente se utilizam das rotinas operacionais semelhantes e com a característica de rastreabilidade em tempo real.

É possível também registrar sugestões para trabalhos futuros, pois existem ainda outras situações que podem ser estudadas para a aplicação da mesma tecnologia, como no rastreamento dos objetos para os demais serviços com as mesmas características do serviço de Malotes.

Outro aspecto relevante observado no trabalho diz respeito às possibilidades de realização do rastreamento aos principais unitizadores utilizados no fluxo operacional de objetos postais, como também, o acompanhamento das cargas postais em alguns Terminais de Cargas (Terminais Aéreos e Terminais de Entrepostagem), que hoje não praticam a rotina de rastreamento por não estar prevista. Esta falta de rastreamento nestes locais impede o efetivo controle da carga e, segundo informações extra-oficiais colhidas na área de segurança, são nessas situações que alguns objetos são “perdidos” no fluxo postal, impactando em indenizações aos clientes envolvidos.

Há uma necessidade de realização de mais pesquisas sobre as aplicações de RFID no setor de serviço postal, considerando que esta área tem um grande potencial para melhorias de desempenho. Além disso, há a necessidade de realizar mais pesquisa sobre o impacto isolado da tecnologia RFID em comparação com a mudança na gestão, o redesenho de processos que ele gera e sobre o retorno dos investimentos econômicos financeiros necessários para a sua implantação.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO Filho, F. W. G. **Automação na cadeia de suprimentos das empresas montadoras de microcomputadores no polo de informática de Ilhéus/BA, utilizando tecnologia RFID**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia SENAI/CIMATEC/BA. GETEC, 2011.

BANKS, J.; CARSON II, J.S.; NELSON, B.L. **Discrete-event system simulation**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

CARVALHO, L. S. **Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas, como ferramenta de auxílio tomada de decisões**: estudo de caso em uma organização industrial. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração, 2006.

CHWIF L.; MEDINA A.C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos – Teoria e Aplicações**. São Paulo: Ed. Do Autor, 2007.

CHWIF, L. **Redução de Modelos de Simulação de Eventos Discretos na sua Concepção**: uma abordagem causal. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Mecânica, 1999.

DENCO. **Sistemas que utilizam SRO**. Manual do SRO. Departamento de Encomendas dos Correios. Brasília, 2001.

DGEM. **Uma Análise da Notícia**. Clipping Estratégico do Departamento de Gestão de Mercado dos Correios. Brasília, Dezembro 2011.

DPLAN. **Horizontes Estratégicos Balanço do Setor Postal**. Boletim do Departamento de Planejamento dos Correios. Brasília, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE CORREIOS E TELÉGRAFOS - ECT. Relatório anual da Administração. Brasília, 1995 a 2007.

_____. Plano Estratégico para o período 2000-2005. Brasília, 1999.

_____. Plano Estratégico 2004-2007 (Revisão 2007). Brasília, maio 2007a.

_____. Planejamento Estratégico 2008-2017: cenário estratégico. Brasília, 2007b.

FORRESTER, J. W. “**Industrial Dynamics – A Response to Ansoff and Slevin**”. Management Science 14, 601-618. 1968.

GARCIA, C., **Modelagem e Simulação de Processos Industriais e de Sistemas Eletromecânicos**, EDUSP, São Paulo, 1997.

GLOVER, B.; BHATT, H. Fundamentos de RFID. São Paulo: Alta Books, 2007.

LAW, A. M. & KELTON, W. D. **Simulation Modeling & Analysis**. McGraw-Hill Books, NY, Second Edition, 1991.

MINITAB ® Release 14 Statistical Software). c 1972 - 2005 Minitab Inc.

NARSING, A. RFID and Supply Chain Management: **An Assessment of Its Economic, Technical and Productive Viability in Global Operations**. The Journal of Applied Business Research, v. 21, n. 2, 2005.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OLIVEIRA, D. P. R. **Administração Estratégica na Prática: A Competitividade para Administrar o Futuro das Empresas**. São Paulo: Atlas, 2010.

PARK, Jeong-Hyunk and PARK, Jong-Heung. **Postal RFID Application Model and Performance**. ETRI Journal, Volume 28, Number 3, June 2006.

PAUL, R. J; Balmer, D. W. **Simulation Modelling**. London: Chartwell-Bratt, 1993.

PAVANELLO, J. E. **O uso de Simulação Computacional para Programação e Acionamento de Fábrica em Processo de Fundição: Um Estudo de Caso**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC Curso Engenharia de Produção e Sistemas, 2006.

PEGDEN et al. **Introduction to simulation using SIMAN**. São Paulo: Ed. McGraw Hill, 1995.

PIDD, M. **Modelagem empresarial: ferramentas para a tomada de decisão**. Porto Alegre, Bookman, 1998.

ProModel Runtime Silver, versão 7.0.0.191. PROMODEL Corporation ©, 2005.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: estratégia para melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antonio; AMARAL, Daniel Antônio. **GESTÃO de desenvolvimento de produtos**. SÃO PAULO: Saraiva, 2006.

SANTOS, A. B. **Modelo de Referência para Estruturar o Programa Seis Sigma: Proposta e Avaliação**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, Brasil, 2006. Tese de Doutorado.

SEGUÍ, J. M.; ALFARO, J. G. **RFID EPC-Gen2 for Postal Applications: A Security and Privacy Survey**. IEEE International Conference on RFID-Technology and Applications 2010 (RFID-TA2010), Pages 118-123. Guangzhou (China), June 2010.
SHANNON. R. E. **Systems Simulation: the art and science**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975.

TAHA, H. **Operations Research**: uma introdução. Library of Congress Cataloging in Publication Data, USA, 1982.

TURCHI, S.R. **Estratégias de Marketing Digital e E-commerce**. São Paulo: Atlas 2011.

TRAVASSOS, L. **Redes Industriais**. Aula apresentada na Disciplina de Sistemas Produtivos Industriais do Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. Salvador: 2009. Não Publicado.

WAGNER, H. M. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1986.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZHANG Xiao-dan, YUE Shu-jie, WANG Wei-min. **The review of RFID applications in global postal and courier services**. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications. Volume 13, Issue 4, December 2006.

<<http://www.ebit.com.br>. Acesso em 25/09/2011.

<<http://www.correios.com.br/sobreCorreios/empresa/publicacoes/relatoriosAdministracao.cfm>. Acesso em 01/12/2010.

Anexo I: Modelo de Malote e Cartão de Identificação do atual processo de Postagem, com a utilização do indexador de código de barras.



Fonte: Correios – CTE/SDR (2011).

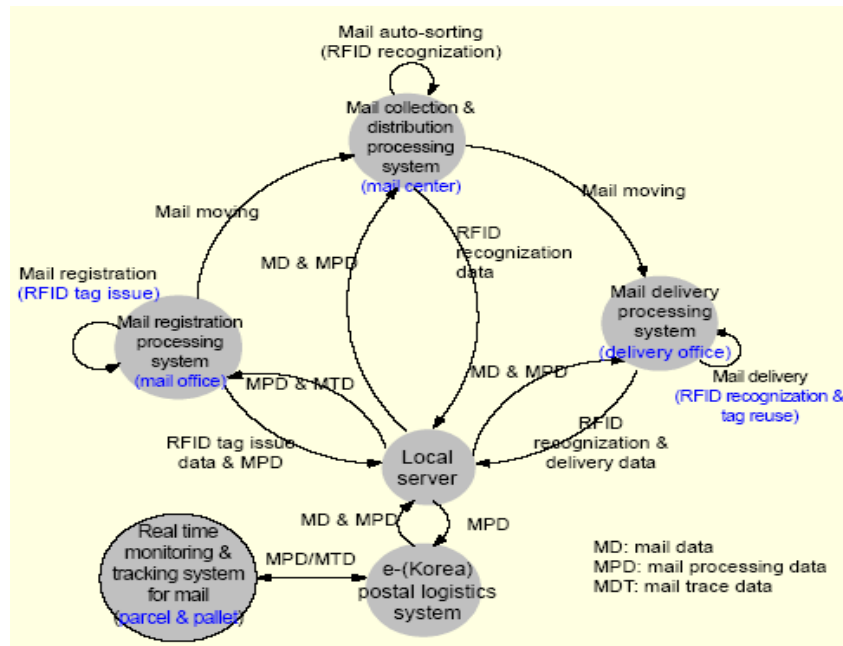
Modelo de Malote com Cartão de Identificação e Etiqueta de RFID, que é objeto de utilização para o estudo proposto.



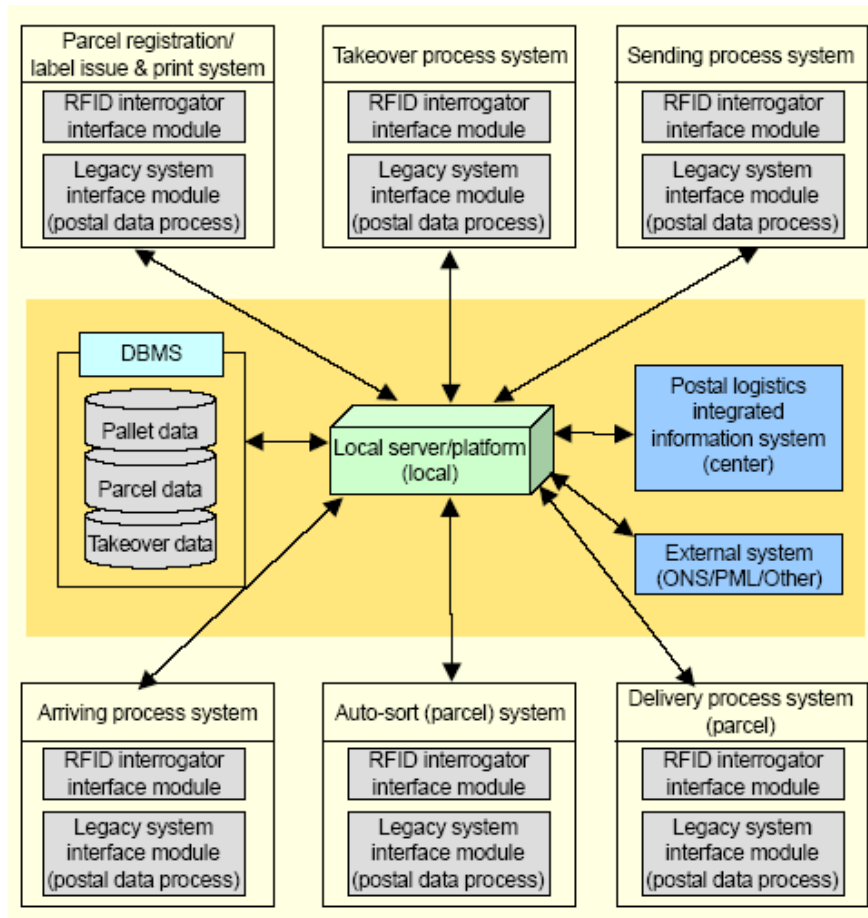
Fonte: Elaborado pelo Autor, com materiais disponibilizados pelos Correios.

Anexo II – Modelos de Aplicação e Arquitetura de RFID para Logística Postal.

Modelo de aplicação de RFID para Logística Postal. Park (2006) original.



Modelo de Arquitetura de utilização de RFID em Serviços Postais. Park (2006) original



Anexo III - Formulário da Pesquisa de Campo.**Formulário da Pesquisa de Campo – Coleta de Dados, como parte integrante do trabalho de pesquisa (Dissertação) de Jair Jairo Joris.**

Data da Pesquisa: ____/____/2011.

Levantamento de informações sobre os procedimentos operacionais de postagem do Serviço de Malotes, colhidas no CTE/SDR, conforme perguntas abaixo.

Nome da Etapa do Processo: _____

Unidade Pesquisada: _____

Nome do Entrevistado: _____

Base da Pesquisa: acompanhamento e verificação do Fluxograma da Etapa (ver figura 18 do trabalho de pesquisa), e as entrevistas com os operadores dos serviços.

Perguntas:

- a) Como acontecem os procedimentos de postagem dos Malotes?
- b) Quais são as principais incidências de erros que ocorrem nesta etapa?
- c) Quais os procedimentos para a regularização?
- d) Quais são os tempos necessários para as regularizações?
- e) Existem situações que podem não serem resolvidas? Quais procedimentos serão adotados para estas situações?
- f) Quais contribuições relevantes poderiam ser apresentadas e que não estão contidas nas perguntas anteriores?