

# CENTRO PAULA SOUZA

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

**Curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

Mario Beani Neto

**TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA À LOGÍSTICA DE  
ARMAZENAGEM**

**Americana, SP**

**2016**

# CENTRO PAULA SOUZA

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

**Curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

Mario Beani Neto

## **TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA À LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sob a orientação do Prof. MSc. Wagner Siqueira Cavalcante.

Área de concentração: Engenharia de Software

**Americana, S. P.**

**2016**

**FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS  
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte**

B35t	<p>Beani Neto, Mário</p> <p>Tecnologia da informação aplicada à logística de armazenagem. / Mário Beani Neto. – Americana: 2016. 62f.</p> <p>Monografia (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.</p> <p>Orientador: Prof. Me. Wagner Siqueira Cavalcante</p> <p>1. Armazenagem 2. Sistemas de informação I. Cavalcante, Wagner Siqueira II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.</p> <p>CDU:658.785 681.518</p>
------	---

Mario Beani Neto

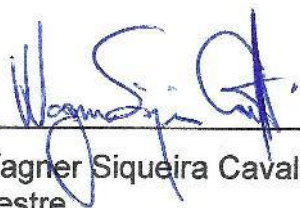
## TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA À LOGÍSTICA DE ARMAZENAGEM

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.

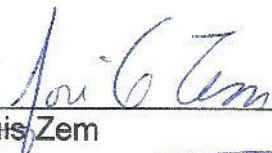
Área de concentração: Engenharia de Software

Americana, 21 de Junho de 2016.

### Banca Examinadora:



Wagner Siqueira Cavalcante  
Mestre  
Fatec Americana



José Luis Zem  
Doutor  
Fatec Americana



Rogério Nunes de Freitas  
Especialista  
Fatec Americana

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores que compartilharam seu conhecimento e se dedicaram a lecionar, conhecimento esse que levarei para sempre e que já coloco em prática diariamente.

Agradeço em especial meu orientador Wagner Siqueira Cavalcante pela disponibilidade, compreensão e atenção dedicada até o fim desse trabalho, e também ao meu pai, Mario Celso Beani, que se dedicou e orientou sobre a direção e conteúdo deste trabalho.

A minha família e amigos, por estarem ao meu lado sempre.

A todos que diretamente ou indiretamente ajudaram na realização e conclusão deste estudo.

## DEDICATÓRIA

A minha família, em especial meus pais, Mario Celso Beani e Valquíria Zanelato Beani que me deram todo o apoio e base necessários no desenvolvimento desse projeto.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo fornecer uma visão aprofundada do papel da tecnologia da informação no mundo da logística, qual o impacto que os softwares já existentes têm no desenvolvimento dessa área e em quais pontos será necessária uma melhora dos mesmos. Esse trabalho também conta com esclarecimentos sobre o que será estudado em cada área e um levantamento de requisitos para entender quais as reais necessidades de um sistema.

**Palavras Chave:** softwares de gerencia de armazém, levantamento de requisitos e logística de armazém.

## **ABSTRACT**

This work aims to provide an in-depth view of the role of information in the world of logistics technology, the impact that existing software have in the development of this area and what points an improvement thereof is required. This work also includes clarification on what will be studied in each area and a survey of requirements to understand what the real needs of the system.

**Keywords:** warehouse management software, requirements elicitation and warehouse logistics .



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DRP	Distribution Requirements Planning (Planejamento das Necessidades de Distribuição)
EDI	Electronic Data Interchange (Intercâmbio Eletrônico de Dados)
JAD	<i>Joint Application Development</i>
OMS	Order Management System (Sistema de Gestão de Pedidos)
RCG	<i>Rockford Consulting Group</i>
RFDC	Radio Frequency Data Collection (Coleta de Dados por Radiofrequência)
SCM	<i>Supply Chain Management</i> (Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos)
TMS	Transport Management System (Sistema de Gestão de Transporte)
WMS	Warehouse Management System (Sistema de Gestão de Armazém)

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Quadro 1: Requisitos funcionais.....</b>	<b>36</b>
<b>Quadro 2: Requisitos funcionais.....</b>	<b>37</b>
<b>Quadro 3: Formulário [RF01].....</b>	<b>38</b>
<b>Quadro 4: Formulário [RF02].....</b>	<b>39</b>
<b>Quadro 5: Formulário [RF03].....</b>	<b>39</b>
<b>Quadro 6: Formulário [RF04].....</b>	<b>40</b>
<b>Quadro 7: Formulário [RF05].....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro 8: Formulário [RF06].....</b>	<b>41</b>
<b>Quadro 9: Formulário [RF07].....</b>	<b>42</b>
<b>Quadro 10: Formulário [RF08].....</b>	<b>43</b>
<b>Quadro 11: Formulário [RF09].....</b>	<b>44</b>
<b>Quadro 12: Formulário [RF10].....</b>	<b>44</b>
<b>Quadro 13: Resposta do questionário enviado às empresas.....</b>	<b>47</b>
<b>Quadro 14: Composição dos softwares WMS.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 1: Processo de análise e levantamento de requisitos.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 2: Modelo espiral de desenvolvimento e evolução.....</b>	<b>56</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Software .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Sistema de Gerenciamento de Armazém.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Administração de Inventários .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Otimização de Administração de Inventários.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Algoritmo para a Administração de Inventários.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.1</b>	<b>Problema da Mochila.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.1.a</b>	<b>Contexto.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2.1.b</b>	<b>Definição.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.1.b.a</b>	<b>Problema da Mochila com Repetições (Limitado) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.1.b.b</b>	<b>Problema da Mochila sem Repetições (Ilimitado) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.1.b.c</b>	<b>Problema 0/1.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.1.b.d</b>	<b>Problema Limitado.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2.1.c</b>	<b>Motivação.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2.1.d</b>	<b>Aplicações Práticas.....</b>	<b>23</b>

2.2.2.1.e Resoluções.....	24
2.2.2.1.e.a Solução Usando Programação Dinâmica.....	24
2.2.2.1.e.b Método Ilimitado.....	24
2.2.2.1.e.c Método Limitado 0/1.....	25
2.2.2.1.e.d Solução Usando <i>Backtracking</i> .....	26
2.2.2.1.e.e Solução Usando o Método Guloso.....	27
2.2.2.1.e.f Solução Usando o Algoritmo de Aproximação <i>Greedy</i> .....	27
<b>3 ENGENHARIA DE REQUISITOS DE SOFTWARE.....</b>	<b>29</b>
3.1 Dificuldades no Levantamento de Requisitos .....	29
3.2 Levantamento de Requisitos .....	30
3.2.1 Requisitos Funcionais.....	36
3.2.2 Requisitos Não Funcionais.....	37
3.3 Especificação Estruturada.....	38
<b>4 ESTUDO SOBRE SOFTWARES EXISTENTES.....</b>	<b>46</b>
4.1 Necessidade das Empresas em Relação aos Softwares.....	46
4.2 Softwares Populares .....	52
4.3 Análise de Resultados.....	56

<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1</b>	<b>Trabalhos Futuros .....</b>	<b>59</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A armazenagem é considerada uma das atividades de apoio que dá suporte ao desempenho das atividades primárias, para que a empresa possa alcançar o sucesso, mantendo-se e conquistando clientes com pleno atendimento do mercado e satisfação total do acionista em receber seu lucro (POZO, 2004).

Ela é tida como uma importante função para atender com efetividade a gestão da cadeia de suprimento. Sua importância reside no fato de ser um sistema de abastecimento em relação ao fluxo logístico, que serve de base para sua uniformidade e continuidade, assegurando um adequado nível de serviço e agregando valor ao produto (GASNIER & BANZATO, 2001 apud BARROS, 2005).

Gapski (2003 apud VIEIRA et al, 2008) afirma que a busca para a melhoria do nível de serviço junto à logística continua sendo um dos grandes desafios gerenciais, ao qual a gestão da armazenagem é um fator preponderante na geração de custos e níveis de eficiência e eficácia dos objetivos, que se deseja alcançar junto aos clientes. A essência fundamental da armazenagem é estar provido de espaço para o fluxo de materiais entre as funções comerciais e operacionais, que em grande parte não mantem uma frequência de fluxo, variando em função da demanda e capacidade de produção.

As reduções dos custos de armazenagem estão baseadas: praticas operacionais, administração de inventários, técnicas de movimentação de materiais, métodos de estocagem processamento de pedidos e administração de trafego.

Estas atividades devem mutuamente integrar o mais alto nível de serviço para atender seus clientes dentro de prazos e custos reduzidos. E ainda se responsabilizando pelo recebimento, cuidados, entrega pontual do produto certo, na hora certa, na quantidade certa, condições adequadas e ao menor custo possível.

Um dos problemas que mais impactam nesse alto nível de serviço é justamente a administração de inventários, a dimensão do local e principalmente como essa dimensão é aproveitada.

Barros (2005) recomenda que a armazenagem deva ser planejada, envolvendo desde o layout do armazém, o manuseio de materiais, a embalagem, a identificação dos materiais, os métodos de localização de materiais, até o custo e nível de serviço que se deseja oferecer. Lembra ainda que um dos aspectos mais relevantes deveria ser justamente a detecção do ponto de equilíbrio entre o custo de se manter estoque, com relação ao nível de serviço que se deseja oferecer.

Baseado nesse problema é crucial achar a melhor maneira de aproveitar o espaço disponível, e mais importante ainda, o espaço ocupado. Como é possível utilizar o mínimo de espaço possível, otimizando ao máximo todos os aspectos de redução de custos.

Sendo assim, um software que procura melhorar e facilitar esse aspecto seria altamente desejável, pois poupará tanto recursos financeiros quanto o tempo necessário para estudo, trabalho e apresentação de dados.

Para isso é necessário o estudo do campo da logística mais a fundo, para saber quais são os empecilhos mais comuns nesse problema, também o estudo de sistemas já existentes de gerenciamento de estoque, ou referentes a logística. Também o estudo de algoritmos existentes que fazem referência a isso, ou que possam ser aproveitados.

O **objetivo** desse trabalho é explorar as necessidades referentes à logística, vendo os requisitos que um sistema precisa ter e quais deles já são supridas por sistemas existentes.

Baseado nisso, a **metodologia adotada** será de se aprofundar nos detalhes nesse campo da logística, entender as dificuldades e as soluções necessárias, estudar mais à fundo um software em específico, no caso o software SAP® ERP, e

sua viabilidade. Será necessário o levantamento de requisitos, sua análise e todo o trâmite necessário baseado na engenharia de software.

Foi utilizado o método qualitativo de pesquisa através do estudo multicaso, que se caracteriza pelo maior foco na compreensão dos fatos do que em sua mensuração, investigando fatos contemporâneos dentro da realidade em que ocorrem e sobre os quais o pesquisador não tem controle (YIN, 1994). Além disso, o estudo multicaso permite maior abrangência dos resultados, uma vez que não se limita às informações de uma só empresa.

Estudando mais a fundo o **problema** da necessidade de redimensionamento nos depósitos, se faz necessário o uso de algoritmos mais complexos, nesse caso o algoritmo baseado no “problema da mochila compartimentada”.

Esse trabalho abordará uma revisão de princípios que serão necessários para o melhor entendimento do mesmo no segundo capítulo. No segundo capítulo também será abordado o problema da mochila, suas possíveis aplicações e resoluções, mostrando como os algoritmos devem ser feitos e o porquê desse problema estar ligado a esse trabalho. No terceiro capítulo é discutido mais a fundo o que é um requisito, como são separados, o levantamento dos requisitos na ótica de um usuário do sistema e a separação deles de acordo com o modelo abordado. O quarto capítulo leva em conta o levantamento de requisitos do usuário e os softwares já existentes e como eles satisfazem essas necessidades. O quinto e último capítulo são as considerações finais e os temas que podem continuar a ser estudados.



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Software**

A tecnologia de informação tem o papel de ferramentas facilitadoras para integrações de empresas de uma cadeia produtiva, otimizando o tempo, compras, pedidos, diminuindo custos sobre erros humanos, facilitando a fluência das informações, otimizando processos, entre outros. De acordo com Fleury et al (2000), a tecnologia da informação vem com a proposta de otimizar o fluxo de informações, um elemento importantíssimo nas operações logísticas, pois diminui as incertezas e aumenta a flexibilidade nas tomadas de decisões. Exemplificando a tecnologia de informação nesse quesito, segundo Martin (2002): WMS - Warehouse Management System (Sistema de Gestão de Armazém); OMS - Order Management System (Sistema de Gestão de Pedidos); TMS - Transport Management System (Sistema de Gestão de Transporte); Sistemas de rádio frequência com a utilização de coletores de dados por código de barras; Sistemas de Gestão; Roteirizadores; Sistemas de Captação de Pedidos. Essas soluções tecnológicas são combinações de equipamentos e sistemas de controle que deslocam, armazenam e coletam produtos com alta precisão, acurácia e velocidade, dependendo do grau de automação. Esses sistemas melhoram o tempo de movimentação do operador, por sua vez os equipamentos reduzem o tempo de procura e documentação (RODRIGUES, 1999).

#### **2.1.1 Sistema de Gerenciamento de Armazém**

O propósito de um armazém é prover espaço para o fluxo de materiais entre as funções comerciais e operacionais e, através da integração de suas atividades, satisfazer ao mais alto nível de serviços aos clientes, ao custo mais baixo possível (MOURA, 1997).

Para Banzato (2004), um WMS é um sistema de gestão por software que melhora as operações do armazém, através do gerenciamento de informações eficiente e conclusão das tarefas, com um alto nível de controle e acuracidade do inventário.

Ainda segundo o mesmo, as informações gerenciadas são originárias de clientes, fabricantes, transportadoras, sistema de informação de negócios e fornecedores. O WMS utiliza essas informações para, de forma mais eficiente embalar, expedir, separar, inspecionar receber e estocar as mercadorias. Essa eficiência se dá por planejar, roteirizar e múltiplas tarefas dos processos do armazém. Esse sistema melhora a performance de todas as atividades administrativas e operacionais do processo de armazenagem, por exemplo: embalagem, carregamento, expedição, emissão de documentos e inventário, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, entre outras.

Também outro ponto a se ganhar com esse sistema é a melhoria o serviço ao cliente e também redução de custos, pois a produtividade operacional aumenta. “Todas as atividades passam a ser controladas e gerenciadas pelo WMS, em vez de serem feitas pelo operador, eliminando o uso de papéis, minimizando erros, aumentando a velocidade operacional e proporcionando uma acuracidade de informações muito alta.” (BANZATO, 2004) O sistema gerencia vários armazéns em tempo real, possibilitando a consulta de status de mercadorias tanto localmente como a distância, gerando notas de transferências e dando a possibilidade de uma visão setorial e até mesmo global relacionadas as mercadorias.

Também é oferecido pelo sistema uma melhor rotina de otimização de armazenagem, baseado no giro das mercadorias, é proposto um remanejamento das mesmas, para facilitar a estocagem e retirada.

Segundo Banzato (2004), a implementação do WMS possibilita redução de custo, que é obtida através da melhoria da eficiência da mão-de-obra, resultando em um armazém que exige menor carga de trabalho, assim, reduz-se a necessidade de horas extras, de contratar pessoal adicional e de corrigir erros no ponto de verificação.

Num cenário com esse sistema implantado, os erros são vistos em tempo real e corrigidos rapidamente. Otimizando todos os pontos comentados, também decorrente do uso do sistema vem a redução de inventários, e conseqüentemente a diminuição do espaço necessário.

## **2.2 Administração de Inventários**

“A logística é a última fronteira do trabalho de redução de custos, a plataforma para a modernização das empresas, constituindo-se em promotora do desenvolvimento de negócios” (MOURA, 2002). E ainda segundo Moura (1997) e Ballou (1993) a administração de materiais como um setor que oferece oportunidades de economias, sendo que seus custos podem absorver de 12 a 40% das despesas logísticas. Sendo assim, é de suma importância, para que se obtenha sucesso no processo logístico, que exista um sistema de informações que atenda todos os requisitos que compõe sua estrutura, acatando a rapidez do desejo do consumidor. A administração de materiais, o planejamento da produção, o suprimento e a distribuição física integram-se para formar este novo conceito de gerenciar os recursos fundamentais para atender aos desejos do cliente que é a Logística Empresarial ou Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. (POZO, 2004)

A armazenagem é uma das atividades de apoio do processo logístico, as que segundo Pozo (2004), são as que dão suporte ao desempenho das atividades primárias propiciando às empresas sucesso, mantendo e conquistando clientes com pleno atendimento do mercado e satisfação total do acionista em receber seu lucro.

Engloba a administração de espaços físicos, sendo eles em locais externos (centros de distribuições) ou na própria fábrica. Essa atividade envolve equipamentos e pessoal especializado, embalagens, manuseio, localização, projeto de docas ou baías de atracação, dimensionamento, arranjo físico, recuperação de estoque, necessidade de recursos financeiros e humanos, entre outros.

De acordo com Arbache, Santos, Montenegro e Salles (2004), uma instalação de armazenagem pode desempenhar vários papéis dentro da estrutura de distribuição

adotada por uma empresa: recepção e consolidação de produtos de vários fornecedores, para posterior distribuição a diversas lojas de uma rede; recepção de produtos de uma fábrica e distribuição para diversos clientes. As quatro atividades básicas da armazenagem são: recebimento, estocagem, administração de pedidos e expedição.

### **2.2.1 Otimização de Administração de Inventários**

De acordo com Chopra e Meindl (2003), os sistemas de tecnologia da informação (TI), são muito importantes em todo estágio da cadeia de suprimentos, pois permitem que as empresas reúnam e analisem as informações. Esses sistemas podem ser segmentados levando em conta os estágios da cadeia de suprimento, que segundo descrição de “Rockford Consulting Group - RCG” (2001) é o processo da movimentação de bens desde o pedido do cliente através dos estágios de aquisição de matéria prima, produção até a distribuição dos bens para os clientes, e possuem níveis diferentes de funcionalidade que podem receber e mostrar informações para a solução de problemas e tomadas de soluções estratégicas, planejamento ou operação.

Para Arozo (2003), existe hoje uma nova onda de implantação de pacotes de tecnologia da informação: a dos Sistemas de *Supply Chain Management* (SCM), e segundo dados da consultoria McKinsey, entre 1999 e 2002, foram vendidos mais de US\$ 15 bilhões em licenças para esses tipos de sistemas, não estando incluídos neste valor os gastos referentes aos processos de implantação e aos custos de manutenção. Apesar desse grande investimento mundialmente, o Brasil ainda está na fase inicial desse movimento.

Segundo Banzato (1998), atualmente a armazenagem, uma das atividades dentro de uma cadeia de suprimentos, exige muito mais do que simples procedimentos automatizados, ela necessita de sistemas de informação que possam tomar decisões rápidas e inteligentes. Como já visto o impacto nos preços dos produtos, é esperado e um fato de que a rentabilidade das empresas seja afetada diretamente pela eficiência do processo de armazenagem adotado, segundo RCG

(2001), a velocidade em cada uma dessas atividades é a chave para o sucesso da cadeia de suprimentos.

O WMS (Warehouse Management System) ou Sistema de Gerenciamento de Armazéns é uma mera parcela dos sistemas de informações que são voltados à Armazenagem, também são incluídos nesse âmbito o DRP – *Distribution Requirements Planning* (Planejamento das Necessidades de Distribuição), TMS – *Transportation Management Systems* (Sistemas de Gerenciamento de Transportes), EDI – *Electronic Data Interchange* (Intercâmbio Eletrônico de Dados), *Automatic Identification – Auto ID* (Identificação Automática – Código de Barras), *RFDC – Radio Frequency Data Collection* (Coleta de Dados por Radiofrequência), entre outros mais específicos e customizados, que garantem qualidade e velocidade de informações, racionalizando e otimizando a Logística de Armazenagem (BANZATO, 1998).

## **2.2.2 Algoritmo para a Administração de Inventários**

Levando em conta o problema apresentado, a melhor solução seria a aplicação do algoritmo da mochila compartimentada, em que uma série de combinações e possibilidades são testadas para maximizar o resultado final, se aplicando nesse problema por ter um espaço total, dividido em vários subespaços, fazendo com que seja necessária a avaliação de como será melhor aproveitada a área que será compartilhado por todos esses produtos.

### **2.2.2.1 Problema da Mochila**

O problema da mochila é um problema de otimização combinatória. O nome dá-se devido ao modelo de uma situação em que é necessário preencher uma mochila com objetos de diferentes pesos e valores. O objetivo é que se preencha a mochila com o maior valor possível, não ultrapassando o peso máximo.

O problema da mochila é um dos 21 problemas NP-completos de Richard Karp, exposto em 1972. A formulação do problema é extremamente simples, porém sua

solução é mais complexa. Este problema é a base do primeiro algoritmo de chave pública (chaves assimétricas).

Normalmente este problema é resolvido com programação dinâmica, obtendo então a resolução exata do problema, mas também sendo possível usar PSE (procedimento de separação e evolução). Existem também outras técnicas, como usar algoritmo guloso, meta-heurística (algoritmos genéticos) para soluções aproximadas.

#### **2.2.2.1.a Contexto**

O problema da mochila, conhecido também como "knapsack problem" é importante devido a estar relacionado à um grande número de outros problemas de programação.

Foi apresentado pela primeira vez por Dantzig (1957) e é um marco das técnicas de programação inteira, programação dinâmica e otimização combinatória.

O mesmo pode ser entendido por ter que encher uma mochila com um limite de peso e otimizando o valor do produto carregado.

Esse problema possui alguns ramos, (i) problema simples da mochila; (ii) problema múltiplo da mochila:

i. Onde se tem uma mochila e vários objetos cada tipo com o seu valor.

ii. O problema múltiplo da mochila: Onde existe mais de uma mochila ou uma mochila com vários bolsos e vários objetos de cada tipo com o seu valor.

Os problemas foram resolvidos por Ronald Rivest, Adi Shamir e Len Adleman em 1982 e o por Ernie Brickell em 1984, respectivamente.

### 2.2.2.1.b Definição

Colocando a capacidade da mochila pela variável  $W$  e  $n$  sendo itens distintos. Seja  $x_1, \dots, x_n$  quantidade de itens com seus pesos  $w_1, \dots, w_n$  e valor  $v_1, \dots, v_n$ . A maximização do valor da mochila se dá por meio da seguinte equação:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i, \text{ sujeito a } \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W$$

Resumindo, o máximo de valor e de itens, dentro da limitação da mochila.

#### 2.2.2.1.b.a Problema da Mochila com Repetições (Limitado)

Neste problema não existe um limite de quantidade para se carregar de cada item, sendo assim a equação para se maximizar o mesmo será:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i, \text{ sujeito a } \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W \text{ onde } x_i \in \mathbb{N}$$

#### 2.2.2.1.b.b Problema da Mochila sem Repetições (Ilimitado)

Neste caso são vistos dois problemas, o da mochila limitado 0/1 e o da mochila limitado, sendo esse uma generalização do primeiro.

#### 2.2.2.1.b.c Problema 0/1

Nesse caso só se pode pegar uma unidade de cada item, portanto é inserida a restrição  $x_i \in \{0,1\}$ . A equação de maximização é:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i, \text{ sujeito a } \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W \text{ onde } x_i \in \{0,1\}$$

### 2.2.2.1.b.d Problema Limitado

Este caso se assemelha ao de cima mas conta com uma crucial diferença, não são restringidos o número de itens que são pegos, por isso a restrição seria  $x_i \in \{1, 2, \dots, c_i\}$ . A equação da maximização é:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_i, \text{ sujeito a } \sum_{i=1}^n v_i x_i \leq W \text{ onde } x_i \in \{0, 1, \dots, c_i\}$$

### 2.2.2.1.c Motivação

Podemos exemplificar esse problema da seguinte maneira: existe uma pasta no computador com vários arquivos que serão passados para um CD, é conhecido que serão necessários mais de um para se conseguir transferir os arquivos. Como fazer para colocar o máximo de arquivos em cada CD, desperdiçando o mínimo de espaço?

O problema acima pode ser resolvido por colocar o máximo de arquivos em cada CD, fazendo com que o desperdício de espaço seja o mínimo possível.

Com base no exemplo entende-se que o problema da mochila se reduz a colocar dentro de um compartimento uma quantidade de objetos de certa importância para que o compartimento tenha o maior valor possível e o menos desperdício.

### 2.2.2.1.d Aplicações Práticas

A aplicação desse modelo vai, desde investimento de capital e orçamento, até corte e empacotamento e o tema deste trabalho, logística de armazenamento.



A abrangência desse modelo é tamanha que foi usada até mesmo para algoritmo de criptografia de chave pública, onde a mesma seria o peso total que a mochila poderia carregar e a partir disso a encriptação seria gerada.

#### **2.2.2.1.e Resoluções**

Por esse problema ser combinatório, seria possível usar o método de enumeração exaustiva, o qual é muito pouco viável, sendo útil somente se o número de objetos do problema fosse minúsculo, pois por exemplo, um problema com mais de 80 itens levaria bilhões de anos para ser concluído.

São enumeradas e explicadas aqui, três soluções para esse problema:

##### **2.2.2.1.e.a Solução Usando Programação Dinâmica**

A primeira técnica mais inteligente usada para a resolução do problema foi na década de 50, esse método usa recursividade, armazenando o resultado, para que cada vez que a função seja chamada novamente, o retorno seja o resultado ao invés de uma requisição para ser resolvida.

No método guloso, a solução ótima é definida por uma sequência de decisões ótimas locais, quando o método é ineficiente é possível gerar todas as possíveis sequências e escolher a melhor, porém essa solução seria ineficiente devido à ordem exponencial do resultado. Na programação dinâmica pode-se avaliar todas as soluções, garantido a veracidade da resposta final e armazenando resultados finais evitando contas repetidas, aumentando a eficiência do algoritmo.

##### **2.2.2.1.e.b Método Ilimitado**

Para o ramo do problema que contém repetições, é preciso pensar nos subproblemas. Pode-se implicar que a mochila tenha uma capacidade menor, da forma que  $w \leq W$ . Com isso pode-se escrever:

$K(w)$  = maior valor alcançado com uma mochila de capacidade  $w$ .

Se a solução para  $K(w)$  inclui o item  $i$ , então o item tem de ser removido da mochila para ter uma solução ótima  $K(w - w_i)$ . Resumindo,  $K(w)$  é  $K(w - w_i) + v_i$  para algum  $i$ . Como  $i$  é uma variável desconhecida, tem de ser tentadas todas as possibilidades.

$$K(w) = \max_{i:w_i \leq w} \{K(w - w_i) + v_i\}$$

Para a resolução então, temos:

$$K(0) = 0$$

para  $w = 1$  até  $W$ :

$$K(w) = \max\{K(w - w_i) + v_i : w_i \leq w\}$$

retornar  $K(W)$

Esse algoritmo completa uma tabela de tamanho  $W + 1$ , da esquerda para a direita. Levando-se em conta que cada chamada tem o tempo fixo de  $O(n)$ , e temos  $W$  chamadas, o tempo de execução será de  $O(nW)$ .

### 2.2.2.1.e.c Método Limitado 0/1

Para essa solução o subproblema deve ser adicionado o seguinte parâmetro,  $0 \leq j \leq n$ :

$K(w, j)$  = maior valor alcançado com uma mochila de capacidade  $w$  e itens  $1, \dots, j$ .

A resposta é  $K(W, n)$ .

Para isso ser expressado em subproblemas menores, o item  $j$  pode ou não ser necessário para alcançar o valor ótimo, sendo:

$$K(w, j) = \max\{K(w - w_j, j - 1) + v_j, K(w, j - 1)\}$$

O algoritmo preenche uma tabela dessa vez bidimensional, com  $W + 1$  linhas e  $n + 1$  colunas. Apesar dessa tabela ser maior que no caso anterior o tempo de execução será o mesmo, levando em conta que cada chamada leva o tempo fixo de  $O(n)$  e  $W$  chamadas são feitas, o tempo total será de  $O(nW)$ .

Inicializar  $K(0, j) = 0 \forall j = \{1, \dots, n\}$  e  $K(w, 0) = 0 \forall w = \{1, \dots, W\}$

para  $j = 1$  até  $n$ :

para  $w = 1$  até  $W$ :

se  $w_j > w$ :  $K(w, j) = K(w, j - 1)$

senão:  $K(w, j) = \max\{K(w, j - 1), K(w - w_j, j - 1) + v_j\}$

retornar  $K(W, n)$

#### 2.2.2.1.e.d Solução Usando *Backtracking*

*Backtracking* é justamente o algoritmo da busca por enumeração exaustiva. Nesse método boa parte das soluções podem ser eliminadas sem serem examinadas por totalidade. É uma solução que tem  $n$  decisões, que são modeladas em uma árvore que apresenta todas as possíveis combinações. Essa busca pode se tornar exponencial, sendo assim sua viabilidade depende da possibilidade de limitar a busca.

Para isso é necessário determinar um espaço para a solução, contendo nesse espaço ao menos uma solução ótima. Também é necessário organizar os resultados para poder fazer uma busca mais à fundo.

Aplicando no problema da mochila, são comparados todos os resultados levando em conta o peso máximo como limite de preenchimento. O algoritmo deve

guardar em uma variável a maior utilidade e ao final das comparações armazenar o resultado em uma outra variável.

#### **2.2.2.1.e.e Solução Usando o Método Guloso**

Esse método é um dos mais simples e pode ser aplicado a uma gama de problemas que possuem  $n$  entradas e é necessário ter um subconjunto das mesmas para que se satisfaça alguma restrição. O subconjunto que satisfaz a condição é chamado de solução viável. O desejado é uma solução viável que maximize ou minimize a função objetivo, essa solução viável é chamada solução ótima.

Nesse método é construído um algoritmo que trabalha em estágios, levando em conta uma entrada por vez, em cada estágio é decidido se a solução é ótima ou não. Faz-se isso por comparar as entradas em uma ordem feita por um processo de seleção, que tem por base alguma medida de otimização, podendo ser ou não a função objetivo. Essas medidas de otimização, porém, geram algoritmos que resultarão em solução sub ótimas na maioria das vezes.

#### **2.2.2.1.e.f Solução Usando o Algoritmo de Aproximação Greedy**

Essa solução foi proposta por Dantzig, em 1957, que se baseia em usar o algoritmo de aproximação do método *greedy*. Nessa proposta se organizam os valores por ordem decrescente de peso, em seguida é inserido o máximo de objetos possíveis dentro da limitação da mochila.

Um algoritmo que usa esse método tem como razão encontrar uma solução próxima na ordem de  $n$  e  $n^2$ . Sendo a taxa de aproximação representada por:

$$\max(C^*/C, C/C^*)$$

Onde  $C^*$  é o custo obtido. Esta taxa de aproximação deve ser menor ou igual a 2.

Para a resolução desse problema utiliza-se o método de aproximação baseado no método visto à cima, método guloso. Assim sendo a entrada é ordenada pelo quociente da divisão do valor pelo peso, sendo organizada em ordem decrescente. O método de ordenação é o quicksort, tendo o tempo definido por  $n\log(n)$ .

Para a resolução do problema pega-se os primeiros elementos da ordenação até a máxima capacidade ser atingida, se o elemento ultrapassar o limite é desprezado e se passa para o próximo.

### 3 ENGENHARIA DE REQUISITOS DE SOFTWARE

Nesse capítulo será visto a teoria de levantamento de requisitos e qual a importância dela num projeto. Também serão levantados os pontos necessários para que um software WMS consiga suprir as necessidades dos usuários, baseando-se na visão de um gerente de depósitos, que exerce essa função há mais de 20 anos.

#### 3.1 Dificuldades no Levantamento de Requisitos

A atividade de levantamento de requisitos é interferida por alguns fatores, sendo um processo que envolve interações humanas, fatores organizacionais e sociais e pessoas com níveis variáveis de conhecimento e objetivos. Christel e Kang (apud PRESSMAN, 2006) citam três problemas (i) problemas de escopo, (ii) problemas de entendimento, (iii) problemas de volatilidade:

i. As fronteiras do sistema são mal definidas ou os clientes/usuários especificam detalhes técnicos desnecessários que podem confundir, em vez de esclarecer, os objetivos globais do sistema;

ii. Os clientes/usuários não estão completamente certos do que é necessário, têm pouca compreensão das capacidades e limitações de um ambiente computacional, não têm pleno entendimento do domínio do problema, têm dificuldade de comunicar suas necessidades, omitem informação que acreditam ser óbvia, especificam requisitos que conflitam com as necessidades de outros clientes/usuários ou especificam requisitos que são ambíguos ou impossíveis de testar;

iii. Os requisitos mudam ao longo do tempo.

Kotonya e Sommerville (1998) ainda complementam essas dificuldades com: pode ser difícil compreender e coletar informações quando existem muitos termos desconhecidos, manuais técnicos e outros fatores do tipo; pessoas que entendem o problema a ser resolvido podem ser muito ocupadas e não ter muito tempo para, juntamente como analista, levantar os requisitos e entender o sistema; políticas

organizacionais podem influenciar nos requisitos de um sistema; os interessados não sabem muito bem o que querem do sistema e não conhecem muitos termos.

### **3.2 Levantamento de Requisitos**

Dentro da literatura existem várias definições para requisitos de software, dentre elas estão a dos autores (i) Sommerville (2007), (ii) Pfleeger (2004), (iii) Robertson; Robertson (2006):

i. Requisitos de um sistema são descrições dos serviços que devem ser fornecidos por esse sistema e as suas restrições operacionais;

ii. Um requisito de um sistema é uma característica do sistema ou a descrição de algo que o sistema é capaz de realizar para atingir seus objetivos;

iii. Um requisito é alguma coisa que o produto tem de fazer ou uma qualidade que ele precisa apresentar.

Baseando-se nisso, pode-se entender que os requisitos de sistemas são feitos de restrições sobre as quais o sistema deve operar, restrições que devem ser satisfeitas no processo de desenvolvimento, propriedades gerais do sistema e as especificações dos serviços que o sistema tem que prover.

Observando as definições acima pode-se entender a existência de dois tipos de requisitos: os funcionais e os não funcionais.

Os requisitos funcionais são declarações de serviços que o sistema deve prover, descrevendo o que o sistema deve fazer (SOMMERVILLE, 2007). Um requisito funcional descreve uma interação entre o sistema e o seu ambiente (PFLEEGER, 2004), podendo descrever, ainda, como o sistema deve reagir a entradas específicas, como o sistema deve se comportar em situações específicas e o que o sistema não deve fazer (SOMMERVILLE, 2007).

Já os requisitos não funcionais devem descrever as restrições sobre os serviços ou funções oferecidas pelo sistema (SOMMERVILLE, 2007), as quais limitam as opções para criar uma solução para o problema (PFLEEGER, 2004).

Os requisitos não funcionais são originários das restrições do usuário, em restrições de orçamento, em políticas organizacionais, em necessidades de interoperabilidade com outros sistemas de software ou hardware ou em fatores externos como regulamentos e legislações (SOMMERVILLE, 2007). Sendo assim, fica claro que esses requisitos podem ser classificados em decorrência da sua origem. Usando a classificação de Sommerville (2007), observam-se três categorias, (i) requisitos de produtos, (ii) requisitos organizacionais, (iii) requisitos externos:

i. especificam o comportamento do produto (sistema). Referem-se a atributos de qualidade que o sistema deve apresentar, tais como confiabilidade, usabilidade, eficiência, portabilidade, manutenibilidade e segurança (SOMMERVILLE, 2007);

ii. são derivados de metas, políticas e procedimentos das organizações do cliente e do desenvolvedor. Incluem requisitos de processo (padrões de processo e modelos de documentos que devem ser usados), requisitos de implementação (tal como a linguagem de programação a ser adotada), restrições de entrega (tempo para chegar ao mercado - *time to market*, restrições de cronograma etc.), restrições orçamentárias (custo, custo-benefício) etc (SOMMERVILLE, 2007);

iii. referem-se a todos os requisitos derivados de fatores externos ao sistema e seu processo de desenvolvimento. Podem incluir requisitos de interoperabilidade com sistemas de outras organizações, requisitos legais (tais como requisitos de privacidade) e requisitos éticos (SOMMERVILLE, 2007).

Os requisitos não funcionais se referem a partes que estão relacionadas ao sistema como um todo, mas não podem ser atribuídas à uma parte específica, como a confiabilidade por exemplo.



Os requisitos devem ser passíveis de entendimento de todos os interessados (*stakeholders*). Desenvolvedores, clientes e usuários finais são esses interessados, mas eles têm expectativas diferentes. Assim, Sommerville (2007) sugere duas partes de descrição de requisitos, (i) requisitos de usuários, (ii) requisitos de sistema:

i. são declarações em linguagem natural acompanhadas de diagramas intuitivos de quais serviços são esperados do sistema e das restrições sob as quais ele deve operar. Devem estar em um nível de abstração mais alto, de modo que sejam compreensíveis pelos usuários do sistema que não possuem conhecimento técnico (SOMMERVILLE, 2007);

ii. definem detalhadamente as funções, serviços e restrições do sistema. São versões expandidas dos requisitos de usuário usados pelos desenvolvedores para projetar, implementar e testar o sistema. Como requisitos de sistema são mais detalhados, as especificações em linguagem natural são insuficientes e para especificá-los, notações mais especializadas devem ser utilizadas (SOMMERVILLE, 2007).

Esses tipos de descrição são feitos em momentos e com propósitos diferentes, os de usuário são feitos nos estágios iniciais (levantamento preliminar de requisitos), servindo de base para desenvolvedores e clientes sobre o que o sistema deve fazer. Os de sistema, por sua vez, são elaborados como parte dos esforços diretos para o desenvolvimento do sistema, abrangendo detalhes importantes para as fases técnicas depois do processo de desenvolvimento, a saber: projeto, implementação e testes.

Sendo assim, Sommerville (2007) propõe um processo genérico de levantamento de requisitos e também de análise dos mesmos, que envolvem: (i) compreensão do domínio, (ii) coleta de requisitos, (iii) classificação, (iv) resolução de conflitos, (v) definição das prioridades, (vi) verificação de requisitos:

i. Os analistas devem desenvolver sua compreensão do domínio da aplicação (SOMMERVILLE, 2007);

ii. É o processo de interagir com os *stakeholders* do sistema para descobrir seus requisitos. A compreensão do domínio se desenvolve mais durante essa atividade (SOMMERVILLE, 2007);

iii. Essa atividade considera o conjunto não estruturado dos requisitos e os organiza em grupos coerentes (SOMMERVILLE, 2007);

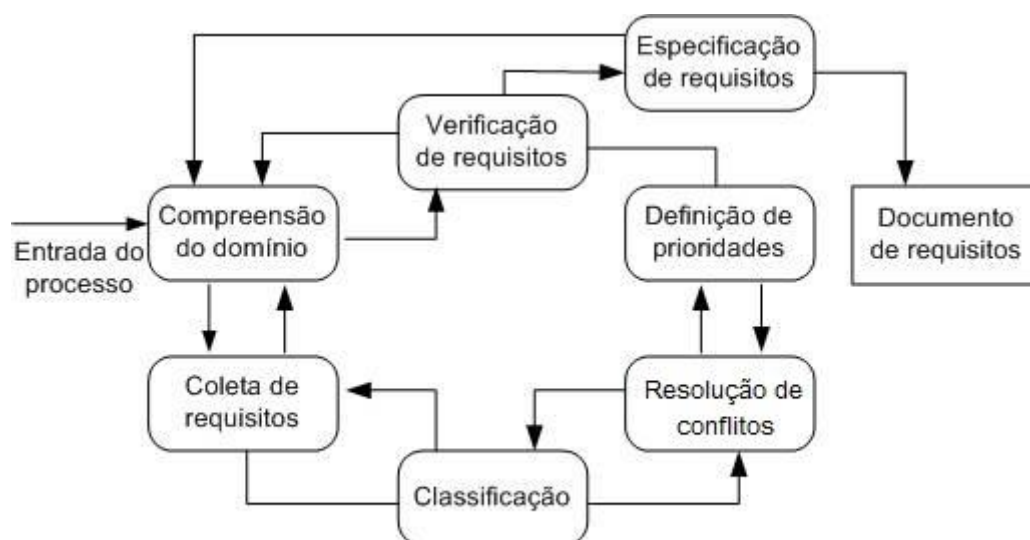
iv. Quando múltiplos *stakeholders* estão envolvidos, os requisitos apresentarão conflitos. Essa atividade tem por objetivo solucionar esses conflitos (SOMMERVILLE, 2007);

v. Em qualquer conjunto de requisitos, alguns serão mais importantes do que outros. Esse estágio envolve interação com os *stakeholders* para a definição dos requisitos mais importantes (SOMMERVILLE, 2007);

vi. Os requisitos são verificados para descobrir se estão completos e consistentes e se estão em concordância com o que os *stakeholders* desejam do sistema (SOMMERVILLE, 2007).

A análise e levantamento de requisitos é uma tarefa iterativa, com uma contínua validação, como visto na figura 1.

**Figura 1 – Processo de análise e levantamento de requisitos**



**Fonte: Sommerville (2007)**

Diversas técnicas podem ser utilizadas para o levantamento de requisitos, cada uma delas podem possuir focos diferentes, entender os requisitos por outra ótica, dentre elas estão (i) entrevistas, (ii) questionários, (iii) observação, (iv) análise de documentos, (v) cenários, (vi) prototipagem, (vii) dinâmicas de grupo:

i. técnica amplamente utilizada, que consiste em conversas direcionadas com um propósito específico e com formato “pergunta-resposta”. Seu objetivo é descobrir problemas a serem tratados, levantar procedimentos importantes e saber a opinião e as expectativas do entrevistado sobre o sistema (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

ii. o uso de questionários possibilita ao analista obter informações como postura, crenças, comportamentos e características de várias pessoas que serão afetadas pelo sistema (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

iii. consiste em observar o comportamento e o ambiente dos indivíduos de vários níveis organizacionais. Utilizando-se essa técnica, é possível capturar o que

realmente é feito e qual tipo de suporte computacional é realmente necessário. Ajuda a confirmar ou refutar informações obtidas com outras técnicas e ajuda a identificar tarefas que podem ser automatizadas e que não foram identificadas pelos interessados (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

iv. pela análise de documentos existentes na organização, analistas capturam informações e detalhes difíceis de conseguir por entrevista e observação. Documentos revelam um histórico da organização e sua direção (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

v. com o uso desta técnica, um cenário de interação entre o usuário final e o sistema é montado e o usuário simula sua interação com o sistema nesse cenário, explicando ao analista o que ele está fazendo e de que informações ele precisa para realizar a tarefa descrita no cenário. O uso de cenários ajuda a entender requisitos, a expor o leque de possíveis interações e a revelar facilidades requeridas (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

vi. um protótipo é uma versão preliminar do sistema, muitas vezes não operacional e descartável, que é apresentada ao usuário para capturar informações específicas sobre seus requisitos de informação, observar reações iniciais e obter sugestões, inovações e informações para estabelecer prioridades e redirecionar planos (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005);

vii. há várias técnicas de levantamento de requisitos que procuram explorar dinâmicas de grupo para a descoberta e o desenvolvimento de requisitos, tais como *Brainstorming* e JAD (*Joint Application Development*). Na primeira, representantes de diferentes grupos de interessados engajam-se em uma discussão informal para rapidamente gerarem o maior número possível de ideias. Na segunda, interessados e analistas se reúnem para discutir problemas a serem solucionados e soluções possíveis. Com as diversas partes envolvidas representadas, decisões podem ser tomadas e questões podem ser resolvidas mais rapidamente. A principal diferença

entre JAD e *Brainstorming* é que, em JAD, tipicamente os objetivos do sistema já foram estabelecidos antes dos interessados participarem. Além disso, sessões JAD são normalmente bem estruturadas, com passos, ações e papéis de participantes definidos (KENDALL; KENDALL, 2010; KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998; AURUM; WOHLIN, 2005).

Observando essas especificações sobre as técnicas de levantamento de requisitos, fica claro que se podem aplicar algumas concomitantemente, para o melhor proveito e maior aprofundamento nas especificações do sistema.

Nesse trabalho será utilizado o método de entrevista, levantando os requisitos e separando-os em requisitos funcionais com o código “RF” e requisitos não funcionais, com o código “RNF”. Lembrando que o levantamento foi feito com um gerente da área de logística que utiliza sistemas WMS diariamente.

### 3.2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais que o sistema precisa ter são:

**Quadro 1 – Requisitos funcionais**

<b>Requisito</b>	<b>Categoria</b>	<b>Prioridade</b>
[RF01] O sistema deve cadastrar endereços	Programação	Muito Alta;
[RF02] O sistema deve monitorar os itens	Programação	Muito Alta;
[RF03] O sistema deve monitorar a entrada de itens	Programação	Muito Alta;
[RF04] O sistema deve ordenar a separação	Programação	Muito Alta;
[RF05] O sistema deve priorizar a importância de cada item, para que a ordenação de entrada, saída e armazenagem tenha mais eficiência	Programação	Alta;
[RF06] O sistema deve trazer a operação de ponta a ponta, valorizada,	Programação	Alta;

metrificada e quantificada, saber dos itens que tem no local, quantos estão vendidos, quantos são para atendimentos, etc		
[RF07] O sistema deve gerar um relatório detalhado do faturamento	Programação	Média;
[RF08] O sistema deve gerar um relatório detalhado do carregamento	Programação	Muito Alta;
[RF09] O sistema deve gerar etiquetas para os itens, com código, tamanho, peso e volume	Programação	Muito Alta;
[RF10] O sistema deve gerenciar o depósito no aspecto de espaço, saber qual a melhor disposição para que determinado espaço seja melhor aproveitado	Programação	Muito Alta;

Fonte: Próprio Autor

### 3.2.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos funcionais que o sistema precisa ter são:

Quadro 2 – Requisitos não funcionais

Requisito	Categoria	Prioridade
[RNF01] O sistema deve ter níveis de acesso e privilégios diferentes para cada usuário	Programação	Alta;
[RNF02] O sistema deve ser leve	Programação	Alta;
[RNF03] O sistema deve ser seguro	Programação	Muito Alta;
[RNF03] O sistema deve ser simples, de fácil entendimento	Programação	Alta;

[RNF04] O sistema deve ser flexível, podendo ser inseridas rotas alternativas as que são comuns no dia a dia de um depósito	Programação	Muito Alta;
[RNF05] O sistema deve conseguir se comunicar com outros softwares, importar arquivos e interpretá-los	Programação	Alta;

Fonte: Próprio Autor

### 3.3 Especificação Estruturada

O formulário que será incluído a seguir diz respeito somente aos requisitos funcionais e foi sugerido por Sommerville (2007).

Quadro 3 – Formulário [RF01]

<b>[RF01]</b>	<b>O sistema deve cadastrar endereços. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Cadastrar endereços.
<b>Descrição</b>	Cadastra endereços de fornecedores e clientes.
<b>Entradas</b>	Dados do endereço.
<b>Fonte</b>	Usuário deve incluir esses endereços.
<b>Saídas</b>	Confirmação da inclusão do endereço.
<b>Destino</b>	Banco de dados.
<b>Ação</b>	O endereço é cadastrado com sucesso se todos os dados forem preenchidos, senão aparece uma mensagem de erro na tela, não permitindo que a informação seja guardada.
<b>Requisitos</b>	Ter um item cadastrado com informações referentes à esse endereço, seja entrega ou recebimento.
<b>Pré-condição</b>	Nenhuma.
<b>Pós-condições</b>	Nenhuma.

<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.
---------------------------	---------

Fonte: Próprio Autor

Quadro 4 – Formulário [RF02]

<b>[RF02]</b>	<b>O sistema deve monitorar os itens. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Monitorar os itens contidos no armazém.
<b>Descrição</b>	Monitora os itens que se estão cadastrados no sistema.
<b>Entradas</b>	Código do item.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Situação dos itens.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	Deve ser exibido na interface do usuário a situação do item pesquisado, se não existir o código será exibida uma mensagem indicando que o item pesquisado não existe.
<b>Requisitos</b>	Nenhum.
<b>Pré-condição</b>	Nenhuma.
<b>Pós-condições</b>	Nenhuma.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 5 – Formulário [RF03]

<b>[RF03]</b>	<b>O sistema deve monitorar a entrada de itens. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Monitorar a entrada de itens.
<b>Descrição</b>	Monitora a entrada de itens no armazém.
<b>Entradas</b>	Dados do item (altura, peso, volume e código).
<b>Fonte</b>	Inclusão de dados do produto manualmente, a não ser o código, que será gerado pelo sistema.



<b>Saídas</b>	Situação dos itens.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve monitorar a entrada dos itens no recebimento, se o item já existir, se altera a quantidade disponível, se o item não existir, cria-se uma nova entrada com os dados necessários.
<b>Requisitos</b>	Nenhum.
<b>Pré-condição</b>	Nenhuma.
<b>Pós-condições</b>	Mudança na situação do item no banco de dados.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 6 – Formulário [RF04]

<b>[RF04]</b>	<b>O sistema deve ordenar a separação. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Ordenar a separação de itens.
<b>Descrição</b>	Ordenar a separação de itens de acordo com o pedido feito.
<b>Entradas</b>	Recebimento de pedidos.
<b>Fonte</b>	Cliente que efetuou o pedido.
<b>Saídas</b>	Local e situação do item pedido.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve receber os dados de um pedido feito, informar se o item está disponível, se estiver separe a quantidade determinada no pedido e informe o local que o item se encontra, se o item estiver indisponível informe ao usuário.
<b>Requisitos</b>	Ter um item cadastrado com o código que foi solicitado.
<b>Pré-condição</b>	A quantidade do item tem de ser maior que a solicitada.
<b>Pós-condições</b>	Mudança na situação do item no banco de dados.

<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.
---------------------------	---------

Fonte: Próprio Autor

Quadro 7 – Formulário [RF05]

<b>[RF05]</b>	<b>O sistema deve priorizar a importância de cada item, para que a ordenação de entrada, saída e armazenagem tenha mais eficiência. Categoria: Programação. Prioridade: Alta.</b>
<b>Função</b>	Priorizar importância dos itens.
<b>Descrição</b>	O sistema deve priorizar a importância de cada item.
<b>Entradas</b>	Recebimento de item.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Qual a prioridade do item.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve informar, logo na entrada do item, qual o nível de priorização dele.
<b>Requisitos</b>	Ter um item cadastrado com o código que foi solicitado.
<b>Pré-condição</b>	A quantidade máxima do item não pode ser excedida.
<b>Pós-condições</b>	Mudança na situação do item no banco de dados.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 8 – Formulário [RF06]

<b>[RF06]</b>	<b>O sistema deve trazer a operação de ponta a ponta, valorizada, metrificada e quantificada, saber dos itens que existem no local, quantos estão vendidos, quantos são para atendimentos, etc. Categoria: Programação. Prioridade: Alta.</b>
<b>Função</b>	Trazer informações das operações feitas.

<b>Descrição</b>	Trazer detalhes da situação dos itens que estão estocados e quais operações foram feitas.
<b>Entradas</b>	Código do item desejado.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Situação detalhada do item.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve informar qual a situação do item em todos os seus detalhes, desde o dia de recebimento, qual o tamanho, a quantidade e o valor do mesmo. Desses itens disponíveis qual é a quantidade para atendimento, quantos estão vendidos e qual o estoque.
<b>Requisitos</b>	Ter um item cadastrado com o código que foi solicitado.
<b>Pré-condição</b>	Nenhuma.
<b>Pós-condições</b>	Nenhuma.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 9 – Formulário [RF07]

<b>[RF07]</b>	<b>O sistema deve gerar um relatório detalhado do faturamento. Categoria: Programação. Prioridade: Média</b>
<b>Função</b>	Gerar um relatório sobre o faturamento.
<b>Descrição</b>	Trazer detalhes sobre o faturamento.
<b>Entradas</b>	Intervalo de tempo desejado.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Relatório com os detalhes sobre o faturamento no tempo desejado.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve exibir um relatório informando o faturamento no intervalo de tempo selecionado, deve-se

	exibir quais itens foram faturados, a quantidade e a somatória do faturamento geral.
<b>Requisitos</b>	Período de tempo passado.
<b>Pré-condição</b>	Existir dados sobre o faturamento.
<b>Pós-condições</b>	Nenhuma.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 10 – Formulário [RF08]

<b>[RF08]</b>	<b>O sistema deve gerar um relatório detalhado do carregamento. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Gerar um relatório sobre o carregamento.
<b>Descrição</b>	Trazer detalhes sobre o carregamento.
<b>Entradas</b>	Código do carregamento.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Relatório com os detalhes sobre o carregamento selecionado.
<b>Destino</b>	Interface do usuário e relatório.
<b>Ação</b>	O sistema deve exibir um relatório informando o a situação do carregamento, trazendo quais os itens que nele estão contidos.
<b>Requisitos</b>	Existir um carregamento.
<b>Pré-condição</b>	Carregamento estar em andamento.
<b>Pós-condições</b>	Nenhuma.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 11 – Formulário [RF09]

<b>[RF09]</b>	<b>O sistema deve gerar etiquetas para os itens, com código, tamanho, peso e volume. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Gerar etiquetas para os itens.
<b>Descrição</b>	Gerar etiquetas detalhadas para os itens.
<b>Entradas</b>	Tamanho, peso e volume.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Informações para a etiqueta.
<b>Destino</b>	Etiqueta.
<b>Ação</b>	O sistema deve gerar etiquetas com peso, tamanho, volume e código.
<b>Requisitos</b>	Item cadastrado.
<b>Pré-condição</b>	Conter todos os dados necessários referentes ao item.
<b>Pós-condições</b>	Sistema refletirá que o item foi etiquetado.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

Quadro 12 – Formulário [RF10]

<b>[RF10]</b>	<b>O sistema deve gerenciar o depósito no aspecto de espaço, saber qual a melhor disposição para que determinado espaço seja melhor aproveitado. Categoria: Programação. Prioridade: Muito Alta.</b>
<b>Função</b>	Gerenciar o espaço do depósito.
<b>Descrição</b>	Gerenciar o espaço útil do depósito.
<b>Entradas</b>	Seção desejada para o redimensionamento.
<b>Fonte</b>	Usuário.
<b>Saídas</b>	Redimensionamento necessário.
<b>Destino</b>	Interface.

<b>Ação</b>	O sistema deve mostrar ao usuário qual a melhor disposição dos itens, para o melhor aproveitamento de espaço.
<b>Requisitos</b>	Seção existir.
<b>Pré-condição</b>	Conter todos os dados dos itens na seção referida.
<b>Pós-condições</b>	Sistema guardará a nova disposição de itens.
<b>Efeitos Colaterais</b>	Nenhum.

Fonte: Próprio Autor

## 4 ESTUDO SOBRE SOFTWARES EXISTENTES

Esse capítulo diz respeito aos softwares já existentes hoje no mercado de WMS, o que as empresas esperam deles, o que eles já fazem e o que falta para alcançar uma maior satisfação. Quais são as necessidades das empresas que utilizam esse software e o quão importante eles realmente são.

### 4.1 Necessidade das Empresas em Relação aos Softwares

A coleta de dados foi feita VERÍSSIMO e MUSSETI (2003), no XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, por meio de um levantamento bibliográfico e questionário enviado por correio eletrônico às organizações que já tem implementado o software WMS, sendo respondida pelo responsável pela gestão do armazém. A seleção dessas empresas foi por meio do Guia do Comprador, IMAM, edição de 2000, o qual exibe uma relação dos softwares WMS que estão sendo utilizados e são distribuídos no Brasil, suas características e três principais clientes. Foram incluídas tanto empresas que prestam serviços de armazenagem e distribuição quanto empresas que fazem a sua própria armazenagem. O questionário que contém 12 perguntas (conforme quadro 13), foi enviado a 25 empresas, sendo que 8 responderam. Após levantar esses dados foi analisado a eficiência e eficácia dos sistemas de gestão do armazém tendo em vista o lado do usuário.

#### Quadro 13 – Resposta do questionário enviado às empresas

1 - Quais os principais motivos que levaram a empresa a mudar seu sistema de gestão de armazém?

As empresas responderam que era necessária agilidade na operação de logística, devido ao crescimento do mercado e à necessidade de mudanças rápidas para atender às expectativas dos clientes. Algumas destacaram a eliminação de erros na entrega ao cliente, maior acuracidade dos estoques e otimização da operação de armazenagem e expedição.

2 - Quais foram as considerações feitas para a escolha do fornecedor do software?

Nesta questão, houve uma variedade de respostas, sendo que as considerações feitas foram em relação à facilidade de integração com sistemas corporativos já utilizados, tipo de base de dados, mesmo fornecedor do sistema gerencial, interface gráfica, atendimento das principais necessidades da operação, adequação às condições e necessidades produtivas e de qualidade operacional da fábrica.

3 - Esta escolha foi feita pela própria empresa comparando as diversas ofertas ou através de uma consultoria que se encarregou de escolher o fornecedor do software?

Algumas empresas compararam as ofertas e elas mesmas escolheram o software enquanto outras escolheram em conjunto com consultorias. Uma empresa realizou workshops com diversos fornecedores e aplicação de check-list.

4 - Quais as características apresentadas pelo software que a empresa considerou mais importantes frente às suas necessidades e expectativas?

A característica mais citada foi a adaptação ao sistema existente e ao negócio e a capacidade de atender as funcionalidades necessárias do armazém (integração com equipamento de movimentação e manuseio de materiais), além de tecnologia, gerenciamento on-line de toda a cadeia de abastecimento e gerenciamento a nível nacional, facilidade em extrair as informações.

5 - Quais as principais mudanças/aquisições que tiveram que ser feitas para viabilizar a implantação do software?

As respostas se limitaram a: compra de coletores de dados e sistema de rádio frequência, mudanças nos processos operacionais, ampliação da estrutura física, mudança de layout e instalação de transelevadores.



6 - Quais as principais dificuldades encontradas para a implantação e implementação do software?

A principal dificuldade foi a mudança cultural. Em uma empresa a maior dificuldade encontrada foi relacionar os códigos de barras com as várias unidades de um mesmo material.

7 - Quais os principais resultados alcançados de acordo com as principais necessidades e expectativas consideradas na questão 4?

Como alguns resultados tem-se o menor estoque nas lojas, reposição mais rápida, informações mais rápidas e o principal resultado é a maior acuracidade na tomada de decisões e no atendimento aos clientes.

8 - Quais resultados esperados não foram alcançados?

O principal resultado esperado e não alcançado é flexibilidade do software, sem maiores detalhes quanto ao tipo de flexibilidade. Outro resultado não alcançado levantado foi a não integração completa com o sistema de automação (uma empresa).

9 - Quais melhorias aconteceram e não eram esperadas?

A maioria das empresas não respondeu a esta questão. Uma empresa que respondeu mencionou a possibilidade de seus fornecedores visualizarem no mesmo instante a venda de seu produto na loja, e outra respondeu que houve uma adaptação dos usuários mais rápida que o previsto

10 - Surgiram novos problemas ou novas necessidades após a implementação do software?

A maioria não respondeu ou respondeu que não surgiram novos problemas ou necessidades. A empresa que mencionou a não integração completa do software

com seu sistema de automação, na questão 8, destacou este fato como uma nova necessidade.

11 - Em quanto tempo espera-se, ou houve, o retorno do investimento?

Uma das empresas estimou o retorno do investimento em 3 anos, porém este retorno aconteceu antes do previsto. A empresa não revelou em quanto tempo houve este retorno.

12 - A implementação do software atendeu às expectativas?

As respostas giraram em torno de 70% de satisfação. Uma empresa respondeu que atingiu 100% de satisfação após a implantação do código de barras e da rádio frequência.

**Fonte: A Tecnologia de Informação na Gestão de Armazenagem (2003)**

Após o recebimento do questionário e sua análise, houve, em alguns casos, um contato novamente, para obtenção de maiores informações sobre os resultados obtidos.

Assim, além dos resultados apresentados na questão 7, têm-se: maior otimização da estrutura interna, integração de processos, maior capacidade de armazenagem, redução de erro no recebimento e na expedição, maior acuracidade de estoques e da informação, a qual tem sua modificação disponível em tempo real.

Levando em conta o visto até agora nesse trabalho, observa-se que as empresas que implementaram os softwares WMS buscavam primariamente eficácia e agilidade no atendimento de necessidades de seus clientes, os quais exigiam uma alta capacidade de mudança, sendo assim, as empresas estavam buscando acuracidade e flexibilidade para que os pedidos de seus clientes fossem atendidos e até mesmo eventuais mudanças pertinentes aos processos de Distribuição Física.

Na questão em resultados não alcançados, pouco se mencionou, apenas que o software não apresentou a flexibilidade esperada. Foram feitas novas perguntas para se aprofundar em que tipo de flexibilidade as empresas estavam se referindo, como, por exemplo, mudança de endereço de armazenamento, mudança na programação da entrega, cancelamento de pedidos etc; porém não foram enviadas respostas. Levando em conta esse fato, abre-se espaço para uma nova pesquisa, levando em conta a insatisfação dos clientes, pois os softwares são customizáveis e o fornecedor tem um alto conhecimento dos requisitos e necessidades dos clientes, os quais deveriam saber de antemão se algum requisito não pudesse ser atendido.

Não é possível tirar maiores conclusões no que tange à flexibilidade, pois mesmo esse sendo um problema frequentemente mencionado, pode ser que existam outros que envolvem as empresas que não responderam ao questionário.

Foi registrado um caso apenas em que o software não se integrou com sistemas que já eram existentes. No que diz respeito a esse caso é preciso averiguar se não foram consideradas as características necessárias para a integração com os demais sistemas no projeto do desenvolvimento do software ou se foram apresentados os problemas no momento da implementação do mesmo, não atendendo à integração que foi conferida a ele, pois no primeiro caso seria um erro de projeto e no segundo, uma falha de software.

Quanto aos resultados não esperados, houve apenas um, já citado na questão 9. Essa ausência de resultados não esperados pode ser por conta dos softwares serem customizáveis e se adequarem às especificações e necessidades do cliente. No quesito de comparação entre resultados obtidos e esperados, foram abordados nas questões 7 (quais os principais resultados alcançados) e 4 (quais as características apresentadas pelo software que a empresa considerou mais importantes frente às suas necessidades e expectativas).

Fazendo um análise e comparação entre essas questões é possível entender a divergência entre os resultados que foram apontados como principais e as necessidades apontadas pelas empresas para a escolha do software. Não foi possível

que fossem extraídas informações que se referenciam a essa divergência, mas podem ser tiradas algumas reflexões, como: a falta de atendimento das necessidades explícitas, por parte do software, que não foram alcançadas e também não foram mencionadas, pois foram apresentadas somente no momento da escolha do software e não fizeram parte do projeto; o fato de que os resultados, na questão 7, são mais mensuráveis e visíveis do que as necessidades, mencionadas na questão 4, ficando estes como resultados alcançados, mas subentendidos, já que não foram ditos como resultados não alcançáveis. Olhando por esse lado foi identificada uma limitação nesse questionário, pois a metodologia de coleta de dados utilizada foi muito impessoal, não possibilitou um maior questionamento e aprofundamento nas perguntas e opiniões dos entrevistados, e também não foi possível a conversa com outros funcionários e observações levando em conta o fluxo de trabalho e fatos que ocorrem no ambiente em que o software foi implementado. Considerando isso, foi feito contato posterior com as empresas para obter mais informações sobre outros resultados, mencionados após as questões.

Tendo em conta esses resultados, se pode ver que algumas das necessidades foram supridas, como a facilidade em extrair informações e otimização da estrutura interna (relacionada a capacidade de realizar as funcionalidades de armazenagem).

Em relação às mudanças necessárias para a implantação do software, foram dados poucos detalhes nas respostas, mostrando somente a aquisição de equipamentos de radiofrequência e de movimentação, coletores de dados e mudanças de layout, estruturais e nos processos operacionais. Então, pelas empresas não explanarem mais sobre essas mudanças, não foi possível mensurar o tamanho do impacto sofridos sobre o setor e sobre os trabalhadores, quais dificuldades encontradas e quanto tempo foi necessário para tal mudança. Isso se mostra um argumento mais forte quando listam a mudança cultural como única dificuldade encontrada.

## 4.2 Softwares Populares

Após pesquisar diferentes softwares WMS disponíveis no mercado brasileiro através de folders e sites, propõe-se um breve resumo do que eles oferecem e os seus objetivos.

**Quadro 14 - Composição dos softwares WMS**

<b>Módulos</b>	<b>Funções</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Portaria</b>	Controle de entrada e saída de veículos, motorista, data e hora de acesso ao depósito Direcionamento para docas, administração do pátio e redução das filas de veículos.	Maior segurança, eficiência e sincronismo das atividades e das informações dos produtos Redução da movimentação de veículos
<b>Recebimento</b>	Conferência das mercadorias com coletores de rádio frequência Verificação de notas fiscais Controle da qualidade e verificação física dos produtos Endereçamento automático Geração de etiquetas com códigos de barra	Atualização do estoque no momento do desembarque – maior segurança das informações e rapidez Identificação de eventuais divergências Menor movimentação e manuseio das mercadorias dentro do depósito Menos burocracia

<p><b>Movimentação</b></p>	<p>Atualização do estoque no momento do desembarque – maior segurança das informações e rapidez Identificação de eventuais divergências</p> <p>Menor movimentação e manuseio das mercadorias dentro do depósito</p> <p>Menos burocracia</p>	<p>Melhor aproveitamento dos recursos</p> <p>Rastreabilidade dos produtos movimentados</p> <p>Medição da produtividade dos operadores</p> <p>Menor movimentação e manuseio das mercadorias dentro do depósito</p>
<p><b>Apanha e Separação</b></p>	<p>Busca inteligente pelo melhor endereço</p> <p>Classificação dos endereços eleitos</p> <p>Realização da apanha por pedido ou por item Separação em conjunto ou separadamente da apanha</p> <p>Documentos de saída e captura de pedidos</p> <p>Regras alternativas para consolidação Identificação de endereços para retirada considerando FIFO, LIFO ou</p>	<p>Redução da atividade de ressuprimento</p> <p>Otimização do percurso de apanha</p> <p>Possibilidade de consolidação posterior à apanha</p> <p>Minimização do volume de cargas</p> <p>Possibilidade de agrupamento de pedidos, racionalizando distâncias e recursos dentro do armazém</p> <p>Menos burocracia</p>

	Shelf Life Emissão de etiquetas de identificação Integração com equipamentos de movimentação de materiais	Menor movimentação e manuseio das mercadorias dentro do depósito  Redução da obsolescência das mercadorias
<b>Expedição</b>	Orientação pelo sistema através de coletores de rádio frequência  Emissão de listas com o conteúdo dos paletes, volumes ou caixas Interface com sistemas corporativos para liberação de cargas, emissão de notas fiscais Gerenciamento de embarques, transportadoras, veículos, cancelamento de pedidos e o retorno de mercadorias	Maior segurança na conferência da mercadoria – maior acuracidade da entrega – garantia de satisfação do cliente em relação às entregas.  Menos burocracia e maior rapidez da operação
<b>Inventário</b>	Inventários por cliente, rotativo ou por área Inventário rotativo de acordo com parametrização para classificação ABC de movimentação dos produtos  Inventários gerais	Realização de auditoria de toda a movimentação da área de armazenagem  Não é necessário suspender as atividades do depósito para realização de inventários

	Emissão de demonstrativos de resultado	Maior acuracidade das informações – meio eletrônico e não mais atividade humana
<b>Armazenagem</b>	Endereçamento automático de mercadorias	Menor tempo gasto nesta atividade
	Definição dos endereços pode incluir: FIFO, shelf life, peso, paletes incompletos	Menor movimentação e manuseio das mercadorias dentro do depósito
	Controle de estruturas de armazenagem	Permite conferência de localização de armazenagem
	Suporta operação de Cross-Docking	

Fonte: Empresas produtoras de softwares de gerenciamento de depósitos

Levando em análise o quadro 14, os resultados listados e a teoria sobre gestão de armazenagem, se evidencia a compatibilidade entre eles, tendo mais em destaque a maior segurança e acuracidade das informações sobre o estoque (menor erro humano), redução de estoques, disponibilidade em tempo real para tomada de decisões, e facilidade em acessar informações, esses foram alguns dos resultados mais mostrados pelas empresas que forcem softwares WMS.

Concluindo então, a satisfação dos usuários de softwares gira em torno de 70%, pois mesmo não estando completamente satisfeitos, não se apresentam os motivos para isso. Também foi visto que os softwares, de um modo geral, supriram às necessidades dos clientes, mostrando-se eficiente na implementação e customização. Não foi conseguido avaliar a eficácia dos mesmos por falta de dados que dizem

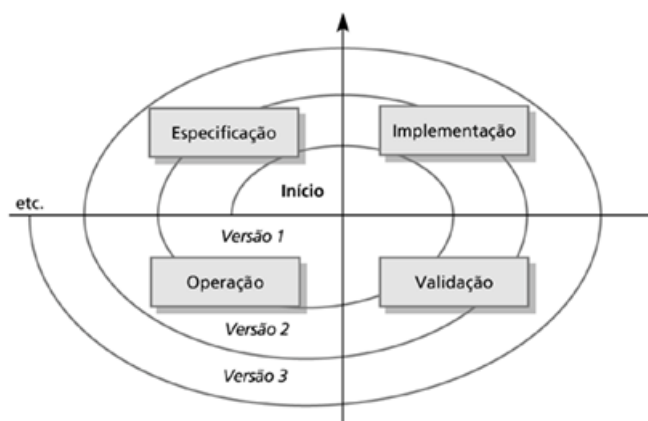


respeito à maior lucratividade das atividades, queda de custos, retorno sobre o investimento esperado, entre outros. Em vista disso, como próxima etapa serão levantados os requisitos necessários para a satisfação de um usuário do sistema, na visão de um gerente de depósito.

### 4.3 Análise de Resultados

Com o levantamento de requisitos foi possível entender quais são as deficiências hoje vistas nos sistemas WMS. Segundo Sommerville (2007), o desenvolvimento de software não é interrompido quando o sistema é entregue, mas continua por toda a vida útil do sistema (conforme figura 2). Sendo assim, é mais que normal que os sistemas tenham necessidade de melhoras, essas foram observadas fazendo uma análise dos resultados anteriormente mencionados.

**Figura 2 – Modelo espiral de desenvolvimento e evolução**



**Fonte: Sommerville (2007)**

Pode ser observado que os pontos que mais merecem atenção são a falta de flexibilidade, já até mesmo mencionado na pesquisa vista no capítulo 3, e a questão de gerenciamento de espaço. Explicando melhor a questão de flexibilidade, os sistemas atuais cobrem as operações diárias em um armazém, ou depósito, todas as atividades de praxe e mais comuns, que são documentadas são cobertas, mas boa parte das atividades exercidas no dia são “anormais”, não são mapeadas, nisso o

sistema apresenta uma falha, falta flexibilidade a ele para tratar tais mudanças, tais “anormalidades” no dia de um armazém ou sistema.

Na questão de gerenciamento do espaço o problema se mostra pela falta dessa opção, quanto de espaço seria necessária para maximizar o lucro e minimizar o custo com justamente o espaço necessário para armazenamento? Esse problema se estende até a área de transportes, quantos veículos preciso para o transporte de uma determinada quantidade de produtos, também maximizando o lucro e o número de produtos e minimizando o espaço e o custo?

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho discutiu a contribuição que os sistemas de informação têm no campo da logística, o objetivo foi entender quais das necessidades que a logística propõe já estão supridas hoje e quais seriam necessárias suprir.

No capítulo 1 foi dada uma breve introdução do que seria feito nesse trabalho e o que seria alcançado, no capítulo 2 foram introduzidos conceitos básicos de logística para o melhor entendimento do âmbito ao qual este trabalho está dedicado. No capítulo 3 foram vistos o que são requisitos de sistema, quais são suas divisões e importância no mundo de sistemas de informação. Foi feito também um levantamento de requisitos para entender o que um sistema WMS precisa ter na visão de um profissional da área que atua diariamente em conjunto com eles. Também foram avaliados os resultados e entendido quais são os pontos a melhorar dos sistemas hoje em dia utilizados. O capítulo 4 abrangeu os softwares hoje existentes no mercado, o que eles fazem, quais são suas deficiências, quais são suas qualidades e qual o nível de satisfação do usuário em cima deles.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, mostrando que os sistemas hoje sim, ajudam muito na área da logística, mas ainda tem possibilidade de ajudar muito mais, as áreas que acontecem normalmente em um depósito foram quase em sua totalidade sanadas, toda a teoria foi suprida com sucesso, mas existem os pontos que a teoria não cobre e que são comuns, nesse aspecto existe uma vertente para o sistema WMS crescer.

Levando em conta os resultados e fazendo uma comparação com o objetivo do trabalho, foi determinado que o objetivo sim, foi alcançado, foi possível fazer uma análise detalhada sobre o papel que os softwares atualmente utilizados exercem, o quanto importante são e o que seria necessário fazer para deixá-los ainda mais precisos e melhores para a utilização no dia a dia.

## **5.1 Trabalhos Futuros**

Ficou evidente nesse trabalho que a área de logística ainda tem muito a ser explorado no âmbito da tecnologia, depois do levantamento de requisitos abriu-se a possibilidade de discussão e proposição de fazer um novo software, cobrindo as necessidades que hoje já são sanadas e também as que ainda não foram.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBACHE, F. S.; SANTOS, A. G.; MONTENEGRO, C. & SALLES, W. F. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. Editora FGV: Rio de Janeiro, 2004.

AROZO, R. **Softwares de supply chain management**: Definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos*. São Paulo: Atlas, 2003.

AURUM, A.; WOHLIN, C. **Engineering and Managing Software Requirements**, Springer-Verlag, 2005.

BALLOU, R.H. (1993) - **Logística Empresarial**: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física. Atlas. São Paulo.

BANZATO, E. **WMS - Warehouse Management System**: Sistema de gerenciamento de armazéns. São Paulo: IMAN, 1998.

BARROS, M. C. **Warehouse Management System (WMS)**: Conceitos Teóricos e Implementação em um Centro de Distribuição. Dissertação de Mestrado. PUC. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005. 132p.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Estratégia, planejamento e operação. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

KENDALL, K.E.; KENDALL, J.E. **Systems Analysis and Design**. Prentice Hall, 8th Edition, 2010.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements engineering: processes and techniques**. Chichester, England: John Wiley, 1998.

MARTIN, D. **Central de Distribuição: A Automação como Fator Competitivo.** Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br>>. Acesso em: abr. 2002.

MOURA, A.R. (2002) - **LOG&MAN Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais.** Guia do visitante da MOVIMAT 2002. Ano XXIII, Setembro, n.143, p.6.

MOURA, R.A. (1997) - **Manual de Logística: Armazenagem e Distribuição Física.** IMAN. 2ª Edição. São Paulo.

PFLEEGER, S.L.; **Engenharia de Software: Teoria e Prática.** São Paulo: Prentice Hall, 2ª edição, 2004.

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística.** São Paulo: Atlas, 2004.

PRESSMAN, R.S. **Engenharia de Software.** McGraw-Hill, 6ª edição, 2006.

ROBERTSON, S.; ROBERTSON, J. **Mastering the Requirements Process.** 2nd Edition. Addison Wesley, 2006.

RODRIGUES, A.M. **Estratégias de Picking na Armazenagem.** Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>>. Acesso em: abr. 2002.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software.** 8ª Edição. São Paulo: Pearson – Addison Wesley, 2007.

VERÍSSIMO, N; MUSSETI, M. A. **A Tecnologia de Informação na Gestão de Armazenagem.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção. Ouro Preto, 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0112\\_0767.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0112_0767.pdf)>. Acesso em: maio. 2016.

VIEIRA, J. G. V.; BRAGA, L. M.; PIMENTA, C. M. **Gestão de armazenagem em um supermercado de pequeno porte.** Revista P&D em Engenharia de Produção, n. 8, 2008, p. 57-77.

YIN, R.K. (1994) - ***Case Study Research: Design and Methods.*** Sage Publications. 2a Edição. Califórnia.