

**RENATO SOARES DE AGUILAR**

**ADEQUAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
PICKING NO ARMAZÉM DE PRODUTOS  
ACABADOS DE UMA EMPRESA DE  
PRODUTOS ELÉTRICOS**

**Escola de Engenharia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Engenharia de Produção  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
2004**

**RENATO SOARES DE AGUILAR**

**ADEQUAÇÃO DE UM SISTEMA DE PICKING NO  
ARMAZÉM DE PRODUTOS ACABADOS DE UMA  
EMPRESA DE PRODUTOS ELÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Linha de Pesquisa: **Engenharia Logística e de Manufatura**

Orientador: **Prof. PhD. Samuel Vieira Conceição**

**Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais  
2004**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por tudo que tenho e pela força para vencer os obstáculos.

Ao Professor Orientador *Phd* Samuel Vieira Conceição, pela colaboração, pelas orientações sábias e práticas e pela paciência durante o tempo de trabalho em conjunto.

Ao Prof. Luiz Ricardo Pinto, pela orientação e apoio.

Aos professores da Banca Examinadora, por haverem aceitado a incumbência, por seu interesse e dedicação na tarefa de avaliar o conteúdo do texto e por oferecer suas valiosas contribuições.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais, por me proporcionar esta oportunidade de aprendizado e por prover os recursos necessários ao desenvolvimento da pesquisa.

A minha família, por sempre estar ao meu lado, compartilhando tanto das alegrias quanto das tristezas, incentivando-me sempre.

A minha esposa, Fernanda, pelo apoio, compreensão e companhia em todas as circunstâncias.

Aos colegas do DEP, especialmente o Luiz Antônio, pela amizade, apoio e sugestões.

Aos professores do DEP.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Justificativa e contexto do problema.....	13
1.2 Objetivo geral.....	14
1.3 Objetivos específicos.....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 Introdução.....	15
2.2 Gerenciamento do armazém.....	15
2.3 Picking no armazém.....	17
2.4 Estratégias de picking.....	20
2.5 Fatores que contribuem para a eficiência do sistema de picking.....	27
2.6 O Problema da seqüência de viagens do apanhador.....	29
2.7 Conhecimentos básicos sobre simulação.....	30
2.7.1 O uso da simulação .....	31
2.7.2 Vantagens e problemas de uma simulação .....	31
2.7.3 Razões para usar simulação.....	32
2.7.4 Diferentes tipos de simulações .....	33
2.7.5 Como estruturar um trabalho de simulação .....	34
2.7.6 Etapas de um estudo utilizando simulação .....	35
2.7.6.1 Formulação do problema.....	39
2.7.6.2 Coleta de dados.....	39
2.7.6.3 Identificação das variáveis.....	39
2.7.6.4 Formulação do modelo.....	39
2.7.6.5 Avaliação do modelo.....	39
2.7.6.6 Realização da simulação.....	40
2.8 Estudo dos tempos e movimentos.....	40
2.8.1- Procedimentos básicos .....	42
2.8.2- Número de ciclos a serem cronometrados.....	43
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	44
3.1 Estratégia de pesquisa adotada.....	44
3.2 Fases do processo de pesquisa-ação.....	45
4. A EMPRESA PESQUISADA.....	48
4.1 Introdução.....	48
4.2 Características da organização pesquisada.....	48
4.3 Definição da equipe de trabalho.....	52

4.4 As intervenções.....	53
4.4.1 Primeira intervenção.....	53
4.4.2 Segunda intervenção.....	56
4.4.3 Definição das estratégias de picking.....	57
4.5 Desenvolvimento da simulação.....	59
4.5.1 Definição do problema.....	59
4.5.2 Visualização do software de simulação a ser utilizado.....	59
4.5.3 Estabelecimento dos dados de entrada da simulação.....	60
4.5.4 Estrutura da simulação.....	61
4.5.5 - Modelagem dos cenários usando ARENA .....	63
4.5.6 Resultados obtidos com a simulação.....	64
5. CONCLUSÃO.....	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXO 1 – Dados relativos à coleta dos apanhadores do armazém.....	73
ANEXO 2 – Dados relativos aos intervalos entre as chegadas de lotes no armazém ...	75
ANEXO 3 - Dados relativos aos atrasos da saída do material da empresa no último ano .....	77
ANEXO 4 - Dados relativos aos lotes e ao número de produtos por zona .....	79
ANEXO 5 - Cenário do modelo 1.....	81
ANEXO 6 - Cenário do modelo 2.....	82

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.1 – Seqüência do pedido do cliente .....	13
Figura 2.1 – Picking discreto .....	23
Figura 2.2 – Picking por lote .....	24
Figura 2.3 – Picking por zona .....	25
Figura 2.4 – Fases da realização de uma simulação .....	38
Figura 2.5 – Folha de cronometragem .....	41
Figura 3.1 – Ciclo de pesquisa-ação .....	46
Figura 4.1 – Cronograma das atividades da pesquisa de campo .....	48
Figura 4.2 – Leiaute de picking .....	50
Figura 4.3 – Dados de entrada.....	60

## **LISTAS DE TABELAS**

Tabela 4.1 – Percentual de itens solicitados por zonas de coleta.....	62
Tabela 4.2 – Tempo médio de fila .....	64
Tabela 4.3 – Tempo médio de coleta de ordens por apanhador .....	65
Tabela 4.4 – Número de ordens que entram e saem do sistema .....	66

## LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – Gráfico de Pareto para a análise da entrega em atraso, por zona de produto .....	51
Gráfico 4.2 – Gráfico de Pareto para a análise da entrega em atraso, por período do mês .....	52

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 2.1 – Características do procedimento de picking.....	22
Quadro 4.1 – Estrutura da equipe e etapas do projeto.....	53
Quadro 4.2 – Classificação das causas do problema.....	54
Quadro 4.3 – Matriz Esforço <i>versus</i> Impacto.....	55
Quadro 4.4 – Pontuação das causas do problema.....	55
Quadro 4.5 – Plano de ação para as causas apresentadas no primeiro seminário.....	57
Quadro 4.6 – Parâmetros da empresa.....	58

## RESUMO

A alta concorrência que existe no setor industrial, o aumento crescente da variedade de produtos, o sistema de entregas cada vez mais freqüente, a redução no tempo de atendimento, a menor tolerância a erros de separação de pedidos e a pressão para a redução dos níveis de estoque são alguns dos pontos que demonstram a importância de pesquisar sobre armazenagem e coleta (picking) de produtos acabados em uma indústria que atua na produção de equipamentos elétricos de segurança, justificando a necessidade de desenvolver técnicas de redução de custo. A melhora de desempenho em relação à coleta e separação de pedidos na área do armazém de produtos acabados é viabilizada, neste estudo, pela definição de picking (coleta e separação de produtos em estoque) mais adequada ao Armazém de produtos acabados de uma empresa, mediante a análise das estratégias mais adotadas. Posteriormente, a definição do melhor método de distribuição de pedidos a ser adotado será demonstrada por meio de uma simulação utilizando o software ARENA para avaliar a entrega de determinados pedidos. A performance é mensurada pelo número de pedidos e de itens entregues, empregando o número de operadores disponíveis no turno de trabalho e com alternativa de estratégias de picking.

## **ABSTRACT**

Competition of the industrial area, the increase of the variety of products, more frequent deliveries, the smallest times of service, to the smallest tolerance to mistakes of orders separation and pressure for reduction of stock levels are some of the points that demonstrate the research importance on stocking and picking of ended products in an industry of the electric area that produces electric safety equipment, justifying the need of research and development of cost reduction techniques. The performance improvement in relation to the picking of requests in the stocking of finished products, is made possible, in this study, through the picking definition (collection and separation of products in stock) more appropriate to the warehouse of finished products of a company, by it analysis of more adopted strategies. Later, the definition of performance of the best method of distribution of orders adopted will be demonstrated through a simulation using the software ARENA to evaluate the delivery of certain orders. The performance is measured by the number of orders and of items you delivered, using the number of available operators in the work shift and with alternative strategies picking.