

LEILA VON DREIFUS

MELHORIA DA OPERAÇÃO DE RECEBIMENTO E ARMAZENAGEM EM
UMA EMPRESA DE COMÉRCIO ELETRÔNICO

São Paulo
2006

LEILA VON DREIFUS

Melhoria da operação de recebimento e armazenagem em uma empresa de
comércio eletrônico

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenharia de Produção

São Paulo
2006

LEILA VON DREIFUS

Melhoria da operação de recebimento e armazenagem em uma empresa de comércio eletrônico

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Diploma de
Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulino Graciano Francischini

São Paulo
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

DREIFUS, Leila von

Melhoria da operação de recebimento e armazenagem em uma empresa de comércio eletrônico / L. von Dreifus -- São Paulo, 2006. 133p.

Trabalho de formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Operações 2. Logística (administração de materiais)
3. Arranjo físico I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Aos meus pais, Eduardo e Cida, pela paciência e pelo apoio durante todos estes anos de estudo. Tenho certeza que estão muito felizes por mais essa conquista. Obrigada por tudo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, que me ajudaram a superar os desafios e a passar por estes anos de Escola com mais sorrisos e alegrias.

Agradeço em especial a Yuri Fang, pelo amor, carinho, atenção, compreensão, dedicação e principalmente pela paciência e apoio durante todos estes anos, que não foram poucos.

Também merecem um agradecimento Fernanda Carbonari e Luiz Fernando de Biazzi, pela ajuda, ensinamentos e compreensão durante a realização deste trabalho.

Agradeço também a toda equipe da Submarino S.A. que me ajudou a concluir este trabalho.

“A journey of a thousand miles begins with a single step.”
(Confucius)

RESUMO

O comércio eletrônico tem crescido rapidamente nos últimos anos no Brasil. Devido a este rápido crescimento a empresa foco deste trabalho implantou uma linha de automação para a separação de pedidos e se instalou em um galpão de 20.000 m². Este trabalho tem como objetivo viabilizar tal implantação e ao mesmo tempo melhorar a produtividade da operação de picking que se encontra baixa devido à falta de organização no estoque que resulta em grandes deslocamentos. Primeiramente foi feito um estudo da curva de venda dos produtos, depois analisadas as possibilidades de operações. Assim sendo, foi preciso redesenhar duas operações: a de recebimento para que os produtos fossem separados de acordo com a sua classificação na curva de venda e a de endereçamento para que os produtos separados sejam armazenados nos locais adequados. A determinação dos locais, para cada tipo de classificação, também é fruto deste trabalho, uma vez que este micro layout viabiliza a operação da linha de automação e melhora a produtividade da operação de picking. Viabiliza a linha de automação por deixar disponível para esta operação apenas produtos de alto giro, e melhora a produtividade do picking dado que classifica locais de estoque de fácil acesso para produtos de venda significativa e locais remotos para produtos de baixo giro. Além disso, para manter a operação com bom funcionamento do estoque foram criadas outras duas operações, uma destinada a abastecer as áreas de estoque de trabalho e outra destinada a manter os produtos em endereços correspondentes a sua classificação.

Palavras chave: Operações. Logística (administração de materiais). Layout.

ABSTRACT

The e-commerce has had a fast growth in Brazil and for that the company, studied here, has moved to a 20.000 m² storage facility and installed an automation line to separate the clients' orders. The objectives of this study are to make possible the implementation of this line and to improve the productivity of the picking operation; this last one is not achieving its goal today because there is no storage organization, which demands a lot of people's displacement. Firstly, the products in stock were analyzed and separated by a sales' curve. Then the operations of receiving and storage were remade. The receiving so the products can be separate by its classification and the storage operation so they are placed in the right and most appropriated place in the storage facility. Two others operation were created, one to supply the area near the automation line, and one to keep the storage organized by the sales' curve, even when some products change its classification. Lastly, this study presents a solution of micro-layout, which means that it was determinate places in the storage facility for each product's classification. With all, the automation receives only products with high sales and the picking operation is improved because the best sellers are in good positions, which makes the operation faster.

Key-words: Operations. Logistic (materials handling). Layout.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa do estoque com identificação de áreas.....	31
Figura 2: Diagrama da sequência da rotatividade do item	43
Figura 3: Tempo padrão para a seleção de pedidos em estantes.	46
Figura 4: Fluxograma simplificado opção A.....	64
Figura 5: Fluxograma opção B.....	66
Figura 6: Fluxograma opção C.....	67
Figura 7: Estrutura hierárquica para escolha da operação de separação de produtos.....	68
Figura 8: Pesos obtidos para a escolha da operação.....	71
Figura 9: Fluxo de caixa opção A.....	73
Figura 10: Fluxo de caixa opção B.....	75
Figura 11: Fluxo de caixa opção C.....	76
Figura 12: Fluxograma das operações.....	79
Figura 13: Layout do recebimento.....	80
Figura 14: Fluxograma da lógica do sistema WMS para endereçamento de produtos na área da automação.....	88
Figura 15: Ilustração das estruturas em estoque.....	88
Figura 16: Lógica de mudança de classificação do item no sistema.	93
Figura 17: Fluxograma das operações de abastecimento e reordenação.....	94
Figura 18: Estrutura J - 1 e J - 2, respectivamente.	98
Figura 19: Estrutura J - 3 e J - 4, respectivamente.	98
Figura 20: Estruturas G - 1, G - 2 e G - 3, respectivamente.....	100
Figura 21: Estruturas G - 4 e G - 5, respectivamente.....	100
Figura 22: Estruturas G - 6, G - 7 e G - 8, respectivamente.....	101
Figura 23: Estruturas M - 1 e M- 2, respectivamente	102
Figura 24: Estruturas M - 3 e M - 4, respectivamente	102
Figura 25: Estruturas Cat01 - 1, Cat01 - 2 e Cat01 - 3, respectivamente.....	104
Figura 26: Estrutura Cat09 - 1, Cat09 - 2 e Cat09 - 3, respectivamente	105
Figura 27: Estruturas Cat04 -1, cat04 - 2 e cat04 - 3, respectivamente	106
Figura 28: WBS do projeto das novas operações.....	114
Figura 29: Dependência entre as entregas.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados do comércio eletrônico brasileiro	18
Tabela 2: Distribuição de pedidos enviados em SKUs	20
Tabela 3: Faturamento por datas no ano.....	20
Tabela 4: Categorias de produtos	24
Tabela 5: Classificação da categoria por tipo de produto.....	24
Tabela 6: Distribuição de categorias por valor monetário.....	25
Tabela 7: Quantidade de peças e SKUs por categoria.....	26
Tabela 8: Categorias por ordem crescente de venda	27
Tabela 9: Tabela perfil dos pedidos.....	27
Tabela 10: Tabela perfil das consolidações.....	28
Tabela 11: Projeção de participação nas vendas para dezembro de 2007	28
Tabela 12: Projeção de venda por tipo e por classificação de curva de venda de produto.....	28
Tabela 13: Curva ABC área J	61
Tabela 14: Curva ABC área G.....	61
Tabela 15: Curva ABC área M.....	61
Tabela 16: Curva ABC cat01	61
Tabela 17: Curva ABC cat04	61
Tabela 18: Curva ABC cat09	61
Tabela 19: Perfil das notas fiscais recebidas	62
Tabela 20: Vantagens e desvantagens opção A.....	63
Tabela 21: Vantagens e desvantagens opção B.....	65
Tabela 22: Vantagens e desvantagens opção C.....	67
Tabela 23: Comparação de critérios relacionados ao objetivo.....	69
Tabela 24: Comparação de critérios normalizada	69
Tabela 25: Cálculo λ máximo e índice de consistência.....	69
Tabela 26: Comparação das alternativas de acordo com cada critério.....	70
Tabela 27: Ordens de prioridade para cada opção.....	70
Tabela 28: Rank das opções no critério técnico	71
Tabela 29: Amostra de produtividade da operação de endereçamento	72
Tabela 30: Produtividade da operação de endereçamento – opção A	72
Tabela 31: Comparação produtividade operação de endereçamento atual.....	72
Tabela 32: Aumento dos custos de mão de obra – opção A.....	72
Tabela 33: Investimentos iniciais - opção B.....	73

Tabela 34: Amostra de tempo produtividade lançamento de notas fiscais.....	74
Tabela 35: Diferença de produtividade das operações de lançamento de notas fiscais	74
Tabela 36: Comparação de produtividade da operação de endereçamento – opção B.....	74
Tabela 37: Economia – opção B.....	74
Tabela 38: Custos iniciais – opção C	75
Tabela 39: Custos mensais – opção C	75
Tabela 40: Economia – opção C.....	75
Tabela 41: Comparação VPL das opções A, B e C.....	76
Tabela 42: Cubagem média de produtos pequenos	84
Tabela 43: Quantidade de endereços x cobertura mantida nos endereços de itens pequenos na área abrangida pela automação.....	84
Tabela 44: Cálculo da quantidade de movimentação e pessoas necessárias para cada cobertura mantida	85
Tabela 45: Comparação das alternativas de cobertura – itens pequenos.....	85
Tabela 46: Quantidade de endereços x cobertura mantida nos endereços de itens pequenos na área abrangida pela automação.....	86
Tabela 47: Cálculo da quantidade de movimentação e pessoas necessárias para cada cobertura mantida	86
Tabela 48: Porcentagem do total de vendas de médios	86
Tabela 49: Solução para cobertura e quantidade de endereços na área abrangida pela automação	87
Tabela 50: Tamanho de quantidade de endereços na automação.....	89
Tabela 51: Cálculo da cubagem média para estoque de reserva	91
Tabela 52: Cubagem endereços de estoque de reserva.....	91
Tabela 53: Quantidade de endereços de estoque de reserva.....	91
Tabela 54: Exemplo da lista de abastecimento.....	93
Tabela 55: Identificação das cores na lista de abastecimento	94
Tabela 56: Identificação das prioridades da lista de abastecimento	94
Tabela 57: Estimativa de peças a ser movimentada na área de médios	95
Tabela 58: Estimativa do total de peças a ser movimentada	95
Tabela 59: Quantidade de peças mantida no estoque de trabalho	96
Tabela 60: Cálculo da necessidade de mão-de-obra para operação de abastecimento.....	96
Tabela 61: Equipe de abastecimento e reordenação.....	96
Tabela 62: Tipo de estrutura área J.....	97
Tabela 63: Quantidade de endereços por classificação de ABC, área J.....	97
Tabela 64: Tipo de endereços e quantidades área J.....	98
Tabela 65: Tipos de endereços área G.....	99

Tabela 66: Quantidade de endereços por classificação de ABC, área G.....	99
Tabela 67: Configuração endereços G (continua)	99
Tabela 68: Curva ABC área M.....	101
Tabela 69: Endereços área M	101
Tabela 70: Quantidade de endereços por classificação ABC, área M.....	101
Tabela 71: Configuração de endereços M	102
Tabela 72: Endereços área cat01	103
Tabela 73: Quantidade de endereços por classificação ABC, cat01.	103
Tabela 74: Configuração endereços cat01	103
Tabela 75: Curva ABC Cat09.....	104
Tabela 76: Endereços área cat09	104
Tabela 77: Curva B e C	104
Tabela 78: Configuração endereços cat01	105
Tabela 79: Curva ABC - Cat04	105
Tabela 80: Endereços Cat04	105
Tabela 81: Curva B e C de Cat04.....	106
Tabela 82: Configuração dos endereços de Cat04.....	106
Tabela 83: Resumo das estimativas de economia e investimento da operação de recebimento	108
Tabela 84: Resumo da nova equipe de endereçamento	109
Tabela 85: Resultado da determinação dos endereços e cobertura na área AA	111
Tabela 86: Lista de atividades e orem de execução.....	115
Tabela 87: Definição de responsáveis pelas entregas.....	115
Tabela 88: Produtividade separação – opção C.....	119
Tabela 89: Recebimento diário médio em SKUs	119
Tabela 90: Cálculo da necessidade de mão de obra	119
Tabela 91: Medidas para cálculo da produtividade da movimentação de estoque.....	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process
AR – Aviso de recebimento
BL – Backlog
CD – Compact Disc
DVD – Digital Vídeo Disc
ERP – Enterprise Resource Planning
IC – Índice de consistência
IR – Índice randômico
MACBETH - Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
Max - máximo
MCDM - Multi Criteria Decision Making
NF – Nota fiscal
PAF – Posto avançado fiscal
PMG – pequenos, médios e grandes
Pré-RI – Arquivo para recebimento integrado
RC – Razão de consistência
RF – Rádio frequência
RI – Recebimento integrado
ROI – Return on Investment
Qtd - quantidade
SA – Sociedade anônima
SGC – Sistema de Gestão Comercial
SKU – Stock keeping unit
TIR – Taxa interna de retorno
TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VMD – Venda média diária
VPL – Valor presente líquido
WBS – Work Breakdown Structure
WMS – Warehouse Management System

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	O mercado de comércio eletrônico e a empresa	17
1.2	O problema	19
1.3	Estrutura do trabalho	22
2	SITUAÇÃO ATUAL	23
2.1	Perfil do estoque	23
2.2	Perfil dos pedidos	27
2.3	Layout do centro de distribuição	29
2.4	Operação atua	32
2.4.1	Recebimento	32
2.4.2	Endereçamento	35
2.4.3	Picking	37
2.5	Sistemas de informação	38
2.5.1	ERP	38
2.5.2	WMS.....	39
2.5.3	Sistema de Gestão Comercial	40
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	41
3.1	Organização, manutenção e operação de estoque.	41
3.1.1	Estoque – Definições	41
3.1.2	Custos associados ao estoque	41
3.1.3	Sistema ABC	43
3.2	Layout de estoque	44
3.3	Abastecimento interno	47
3.4	Determinação de um processo de atividades.....	50
3.5	Controle de uma variável.....	51
3.6	Escolha entre propostas de solução	53
3.6.1	Método qualitativo.....	53
3.6.2	Método quantitativo.....	56
4	RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	59
4.1	Operações no recebimento	59
4.1.1	Curva de venda	60
4.1.2	Separação por curva de vendas.....	62
4.2	Operações de endereçamento e movimentações de estoque	82

4.2.1	Abastecimento e endereçamento	82
4.2.2	Reordenação – controle das mudanças de classificação dos produtos	91
4.2.3	Dimensionamento da equipe	95
4.3	Micro layout de estoque	96
4.3.1	Área J - produtos médios de alto valor	97
4.3.2	Área G - produtos grandes	98
4.3.3	Área M - produtos médios,	101
4.3.4	Área de Pequenos – cat01, cat04 e cat09	103
5	CONCLUSÃO	107
5.1	Análise dos resultados	107
5.1.1	Redesenho da operação de recebimento	107
5.1.2	Operações que envolvem a equipe de endereçamento	108
5.1.3	Micro layout	112
5.2	Plano de implantação	113
5.3	Próximos passos	115
5.3.1	Curto prazo – para implantação	115
5.3.2	Longo prazo	116
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	APÊNDICE A – Cálculo de mão-de-obra para opção C	119
	APÊNDICE B – Cálculo da produtividade da movimentação de produtos.	120
	ANEXO A – Planta do centro de distribuição	121
	ANEXO B – Cálculo da AHP	123

1 INTRODUÇÃO

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido na empresa Submarino S.A., uma empresa brasileira de comércio eletrônico, que atua no mercado desde junho de 1999. Hoje possui cerca de 1,4 milhões de clientes ativos, ou seja, clientes que fazem compras no mínimo uma vez a cada 12 meses, o que gera cerca de 10.000 pedidos por dia.

O escopo da Submarino abrange 22 categorias de produtos sendo que elas contêm desde livros, CDs e DVDs até geladeiras e fogões. Hoje fazem parte deste escopo cerca de 150.000 SKUs.

A produtividade de um centro de distribuição de produtos de um e-commerce é um importante fator de diferenciação no ramo, haja vista que um dos fatores que pesa na escolha do cliente por uma empresa ou outra é o prazo de entrega. A Submarino é uma empresa que se diferencia no mercado pelo menor prazo de entrega, tanto para São Paulo como para todos os estados na nação.

Devido ao rápido crescimento em vendas e a crescente necessidade de espaço, a empresa deixou suas antigas instalações na Barra Funda e se instalou em um novo centro de distribuição localizado em Osasco, SP. Neste novo local, irá implantar uma linha automatizada de operação para separação de pedidos, no entanto parte da armazenagem ainda continuará com operação manual.

O macro layout de estoque já está definido, mas faz-se necessário desenho de micro layout e uma redefinição de operações, para que o conjunto consiga atingir uma boa produtividade.

Desta forma este trabalho tem como objetivo:

- i. Redefinir operações do centro de distribuição, operações de recebimento e endereçamento.
- ii. Desenho de micro layout do estoque, melhorando a ocupação do estoque e atendendo às necessidades das operações.

A autora tem vínculo de estágio com a empresa mencionada, desde setembro de 2005, na área de operações e logística. Neste período, desenvolveu trabalhos ligados à área de projetos para melhoria do desempenho do departamento. Neste contexto já foram realizadas algumas análises e estudos da operação de recebimento de mercadorias e controle de estoque. Participou, inclusive, do plano e execução da mudança física do antigo centro de distribuição para o novo.

O trabalho mostra-se necessário para concluir a mudança do centro de distribuição, iniciada em janeiro de 2006, para viabilizar a implementação da linha de automação e melhorar a operação no estoque, conciliando a automação instalada e a operação que continuará manual. Além disso, o projeto é de grande pertinência e relevância dentro dos aspectos que compõem a Engenharia de Produção. Assim, por seu cunho prático e aplicado será de grande valia para a empresa.

1.1 O mercado de comércio eletrônico e a empresa

O comércio eletrônico (B2C)¹ iniciou-se no Brasil no final da década de 90 e, hoje, o mercado de venda de livros pela internet já ocupa o 8º. lugar no mundo mostrando que 45% dos usuários de internet já fizeram ao menos uma compra de livro via e-commerce².

Mas este mercado ainda deve crescer, dado que o e-commerce no Brasil atinge cerca de 18% do total de usuários de internet brasileiros, seu mercado potencial. De junho de 2006, há 5,75 milhões de consumidores na web num total de 32 milhões de usuários da internet. A previsão é que, em 2007, o Brasil tenha 34 milhões de usuários e que, destes, 20% sejam consumidores via internet, segundo dados da pesquisa realizada pelo E-bit (2006).

¹ Abreviatura do termo em inglês “Business to cosumer” pode ser traduzido como “transação entre empresa e consumidor”

²E-bit. **Perfil do e-consumidor**, Agosto 2005. Disponível em <http://www.camara-e.net/_upload/perfil_e-consumidor.pdf> Acesso em 25 de abril de 2006.

Além disso, espera-se que o mercado de comércio eletrônico brasileiro cresça 56% só no ano de 2006, segundo pesquisa realizada pela Web Shoppers realizada pelo E-bit, uma empresa de pesquisa e marketing on-line.

O consumidor do e-commerce, B2C brasileiro, possui o seguinte perfil: 58% são homens, a faixa etária predominante é entre 35 e 49 anos e o gasto médio por compra fica em média em R\$ 272,00³. Este perfil teve pouca modificação desde 2001.

Podemos concluir que o consumidor está adquirindo cada vez mais confiança neste canal de compra, uma vez que o tíquete médio tem crescido com o passar dos anos e a categoria de eletrônicos tem aumentado sua participação nas vendas, segundo dados da pesquisa WebShoppers 13, 2006.

O mercado de comércio eletrônico no ano de 2005 teve um faturamento de R\$ 2,5 bilhões, representando um crescimento de 43% em comparação com 2004⁴.

Tabela 1: Dados do comércio eletrônico brasileiro

Comércio Eletrônico no Brasil (2005)	
Faturamento	R\$ 2,5 bi
Tíquete médio	R\$ 272
Crescimento em relação a 2004	43%
Crescimento em relação a 2001	355%
Produtos mais vendidos (Participação por quantidade de pedidos)	CDs e DVDs – 21%
Fonte: Grupo de pesquisas e-bit / Base amostral: 573.662 de 01/01/05 a 31/12/05 (www.ebitempresa.com.br)	

A Submarino S.A. é uma empresa de e-commerce, que atua no mercado desde 1999, fazendo entregas em todo o território nacional e no exterior. No âmbito das empresas que atuam somente no mercado de varejo de comércio eletrônico (chamadas de pure-player⁵) a Submarino S.A. é a empresa líder no Brasil.

No website da Submarino existem disponíveis cerca de 700.000 itens, 150.000 SKUs que estão divididos em 24 categorias de produtos. A empresa Recebe produtos de mais de

³ Segundo E-bit disponível em <<http://www.netface.com.br/pt1/noticias/ver.php?uid=58>> acesso em 27 de março de 2006.

⁴ Segundo E-bit disponível em <http://www.camara-e.net/_upload/WebShoppers13.pdf> acesso em 27 de março de 2006

⁵ Termo em inglês utilizado para designar empresas que atuam em apenas um mercado, neste caso o eletrônico.

1.100 fornecedores diferentes, desde pequenas editoras a grandes fabricantes de linha branca como a Multibrás.

Além de mercadorias de varejo, a empresa também disponibiliza serviços de revelação de foto digital e atua como terceiro para empresas que querem comercializar através do comércio eletrônico, mas não têm interesse em administrar esta operação, como nos casos Natura, Nokia e Motorola. Desenvolvendo os websites e a operação logística para tais clientes.

A operação da Submarino entrega os pedidos, nas principais cidades do Brasil, em até dois dias úteis, e em até um dia útil na região da Grande São Paulo. O prazo de entrega ao cliente é um dos fatores de diferenciação da companhia, representando se uma grande vantagem sobre seus principais concorrentes, que fazem a mesma entrega em prazos até duas vezes maiores.

A empresa Submarino tem crescido significativamente desde a sua fundação, atingindo, no exercício social de 2005, uma receita bruta de aproximadamente R\$ 576 milhões, representando uma taxa de crescimento anual composta de 65,5%, durante os últimos 4 anos de exercício social encerrados em 31 de dezembro de 2005. Isso representa cerca de 2,6 milhões de pedidos entregues no ano de 2005 para cerca de 1,3 milhões de clientes.

1.2 O problema

A empresa opta por armazenar produtos em estoque próprio. Devido ao crescimento do mercado observado a necessidade de mais espaço de armazenagem, recebimento e expedição levou a empresa a adquirir um novo centro de distribuição em janeiro de 2006, com 20 mil metros quadrados de área, o dobro da área ocupada anteriormente.

Pensando na crescente demanda, foi, também, adquirida uma linha de automação que será utilizada apenas para os itens de pequenas e médias dimensões e que possuem maior giro no estoque. Entre os pequenos ficam livros, CDs e DVDs e entre os médios encontram-se modem, secadores de cabelo e dvd's players.

A capacidade de armazenagem próxima à linha automatizada é de até 2390 SKUs, por existirem tantos endereços disponíveis nesta área. Caso seja utilizada em sua capacidade máxima esta área representará cerca de 2% do total de SKUs no estoque e 86% do total de vendas.

Tabela 2: Distribuição de pedidos enviados em SKUs

	Quantidade	Porcentagem
SKU na linha de automação (quantidade)	2.390	2%
Quantidade total de SKUs em estoque	144.015	
Venda média diária dos 2390 SKUs mais vendidos (peças)	8.581	86%
Média de pedidos diário	10.000	

A demanda, hoje, sofre grande elevação no período do Natal, quando a quantidade de pedidos por dia chega a dobrar. Esta época do ano chega a representar 18% do faturamento do mercado de comércio eletrônico, conforme pesquisa Web Shoppers E-bit 13^a. edição, tabela 3.

Tabela 3: Faturamento por datas no ano

	Período	Faturamento (R\$ milhões)	Porcentagem do faturamento
Dia das mães	23/04/05 a 09/05/05	92	4%
Dia dos namorados	28/05/05 a 13/06/05	86,5	3%
Dia dos pais	30/07/05 a 14/08/05	101	4%
Dia das crianças	28/09/05 a 12/10/05	108	4%
Natal	15/11/05 a 23/12/05	458	18%
Total	01/01/05 a 31/12/05	2500	100%

A linha de automação instalada, em setembro de 2006, foi projetada para atender a demanda até 2009. Após tal período, a linha deverá ser expandida, o projeto já prevê tal expansão para a sua viabilidade.

No entanto, cerca de 98% dos SKUs ainda ficarão de fora da automação, armazenados em porta-paletes ou estantes que ainda utilizarão operação manual. Desta forma, existirá um novo centro de distribuição com dois tipos de operação e para que a produtividade seja a melhor possível é preciso que toda a operação seja desenhada de maneira que a linha manual e a automatizada trabalhem paralelamente, assim como a identificação e determinação das novas operações.

Os itens estão acomodados em um espaço duas vezes maior em área e três vezes maior em altura que o utilizado no galpão anterior, mas ainda está sendo utilizada a operação antiga, que requer muita movimentação de pessoas e itens. Não existe nenhum método de

endereçamento específico, ou seja, o operador tem o poder de decidir a alocação dos produtos. Assim, um redesenho é necessário tanto para a implantação da automação como para aperfeiçoar a operação neste centro de distribuição.

A meta de produtividade antiga das operações de picking e packing já não está sendo alcançada hoje, e a necessidade da empresa é que a produtividade, com a implementação da automação aumento em torno de 50%. Destarte, é preciso analisar e definir a maneira como as linhas: automatizada e a manual trabalharão juntas. Isso deve ocorrer com o objetivo de aumentar a produtividade e diminuir o tempo de operação por pedido.

Apesar das técnicas e modernos equipamentos para uma eficiente separação, não podemos ignorar que a eficácia desta atividade (picking) está atrelada às técnicas de engenharia industrial, racionalização do trabalho, em particular organização, tempos e métodos, pois tudo se resume a percorrer distâncias na horizontal e vertical, num determinado tempo. Logo quanto menor forem essas distâncias, menor será o tempo decorrido para realizar uma certa tarefa. (MOURA, 2003).

No entanto, a operação de picking depende do recebimento e, principalmente, do endereçamento, para que tenha sucesso e agilidade. Assim sendo, não se pode traçar apenas a operação de picking, mas é preciso atentar ao recebimento e endereçamento para que se obtenha o melhor resultado, sendo este o objetivo deste trabalho.

Outro fator importante é o layout adequado à separação dos pedidos. Segundo Moura (2003), os itens de maior giro devem estar na região de maior conforto ergonômico para os operadores, ou seja, altura das prateleiras adequada.

O centro de distribuição possui, hoje, apenas um macro layout de estoque definido, ou seja, localização de porta-paletes e estantes, no entanto, o micro layout (localização de produtos) ainda não está definido e este é um ponto importante para o sucesso da operação no galpão. Com isso, destaca-se a relevância do segundo objetivo do presente trabalho.

Podem-se resumir em dois tópicos os problemas a serem resolvidos:

- i. Redesenhar as operações manuais de recebimento e endereçamento, para:
 - a. A viabilização da implantação da automação: pode ser definida como a necessidade de se manter na área próxima a esta linha os produtos mais vendidos, para que seja mais bem aproveitada.

- b. A viabilização da operação no novo centro de distribuição: sendo definida como a diminuição do deslocamento da operação de picking e conseqüente aumento de produtividade.
- ii. Desenhar o micro layout de estoque para que a operação de picking seja melhorada, complementando o primeiro objetivo, uma vez que os locais de fácil devem ser determinados.

1.3 Estrutura do trabalho

Capítulo 1 – Introdução: Apresentação da empresa, mercado em que ela está inserida e descrição do problema.

Capítulo 2 – Situação atual: descrição da situação atual do estoque, das operações e dos sistemas utilizados hoje.

Capítulo 3 – Revisão bibliográfica: Apresentação de um resumo teórico dos conceitos e modelos aplicados na resolução dos problemas propostos neste trabalho.

Capítulo 4 – Solução do problema: Apresentação da solução com a aplicação dos conceitos e modelos apresentados e discutidos no capítulo anterior.

Capítulo 6 – Conclusões: Apresentação dos resultados do trabalho, plano de implantação e próximos passos.

Capítulo 7 – Referências bibliográficas: Bibliografia utilizada como base para este estudo.

2 SITUAÇÃO ATUAL

Para que os objetivos deste trabalho sejam atingidos será feita uma análise da situação atual do estoque, do macro layout, já desenvolvido e implantado, da operação utilizada atualmente e dos sistemas de informação utilizados.

2.1 Perfil do estoque

Para traçar o perfil do estoque da empresa primeiramente analisaremos:

- a. As categorias de produtos existentes.
- b. A representação em valor de cada categoria.
- c. A representação em número de peças e SKUs de cada categoria.

Hoje, existem, na Submarino, 22 categorias que são divididas em subcategorias. Cada categoria representa uma área específica do site, as chamadas lojas. Dentro de cada uma das lojas estão alocados todos os produtos da categoria. Existem algumas subcategorias com uma loja própria, no entanto, são poucas exceções.

Outra exceção é a categoria Genérico que engloba produtos de cama, mesa e banho e alguns produtos de parceiros como a Natura, Editora Abril e Bohemia.

As categorias estão divididas conforme a tabela a seguir.

Tabela 4: Categorias de produtos

Categorias	Quantidade de subcategorias
Automotivos	18
Bebês	38
Beleza e Saúde	20
Brinquedos	44
CDs	1
Cine e Foto	39
DVDs/VHS	1
Eletrodomésticos	16
Eletroportáteis	30
Eleto-eletrônicos	53
Esporte e Lazer	26
Ferramentas	18
Games	32
Genéricos	7
Informática	39
Instrumentos Musicais	31
Livros	3
Moda	20
Perfumaria	12
Presentes Finos	25
Telecomunicação	47
Utilidades Domésticas	36
Total	556

A partir deste ponto as categorias serão substituídas por números, para que nenhuma informação estratégica da empresa seja divulgada. No entanto para haja um bom entendimento as categorias serão divididas em tipos de produtos. São definidos hoje na empresa três tipos de produtos, os pequenos, os médios e os grandes, sendo:

- Pequenos: produtos com volume inferior a $0,45m^3$: como livros.
- Médios: produtos com no máximo 6 kg e $0,45m^3$. Exemplos: secadores de cabelo, barbeadores, depiladores, mouse entre outros.
- Grandes: volume maior que $0,45m^3$.

A tabela a seguir classifica a categoria por tipo de produto.

Tabela 5: Classificação da categoria por tipo de produto

Tipo de produto	Categorias
Pequenos	1, 4 e 9
Médios	2, 3, 5, 6, 8, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
Grandes	7, 10, 11, 12, 15

Analisando o estoque em valor temos a distribuição, nas categorias de produtos.

Tabela 6: Distribuição de categorias por valor monetário

Categoria	Porcentagem
1	24,90%
2	15,56%
3	12,06%
4	7,59%
5	7,21%
6	5,79%
7	5,69%
8	5,44%
9	3,87%
10	2,58%
11	1,58%
12	1,34%
13	1,26%
14	1,02%
15	0,97%
16	0,87%
17	0,68%
18	0,60%
19	0,39%
20	0,28%
21	0,19%
22	0,13%

Com a quantidade de produtos no estoque podemos fazer uma análise mais precisa quanto à dimensão de cada categoria de produtos dentro do estoque. A tabela abaixo ilustra a quantidade de produtos de cada categoria, assim como, de SKUs, em estoque na data de 4 de abril de 2006. Nela pode-se observar que as categorias de produtos do tipo pequenos são as que mais possuem peças em estoque, fazendo contraste com a tabela 6.

Tabela 7: Quantidade de peças e SKUs por categoria

Categoria	Quantidade de peças	Quantidade de skus	Porcentagem em número de peças	Porcentagem em skus
1	449.808	96.051	45,76%	66,70%
4	149.456	8.420	15,21%	5,85%
9	129.249	18.452	13,15%	12,81%
6	48.817	1.807	4,97%	1,25%
2	47.776	1.332	4,86%	0,92%
5	29.310	1.363	2,98%	0,95%
3	20.230	780	2,06%	0,54%
10	14.564	2.599	1,48%	1,80%
18	12.365	1.286	1,26%	0,89%
17	12.092	1.957	1,23%	1,36%
16	11.786	1.362	1,20%	0,95%
12	11.193	1.672	1,14%	1,16%
13	7.582	646	0,77%	0,45%
14	7.063	188	0,72%	0,13%
8	5.903	323	0,60%	0,22%
11	5.696	458	0,58%	0,32%
7	5.209	669	0,53%	0,46%
20	4.561	1.102	0,46%	0,77%
19	4.235	1.751	0,43%	1,22%
15	3.827	1.575	0,39%	1,09%
21	1.235	71	0,13%	0,05%
22	958	151	0,10%	0,10%
Total Global	982.915	144.015	100,00%	100,00%

Assim tem-se a determinação dos problemas neste no aspecto do estoque, que serão tratados neste trabalho, são eles:

- a) Produtos de diferentes dimensões, necessitando de diferentes soluções de armazenagem para cada um deles.
- b) Grande quantidade de peças, necessitando de operações enxutas de endereçamento e picking.

Outro ponto que vale destacar são os produtos vendidos sem estoques, ou seja, aqueles que são comprados apenas após a venda efetiva. Por este motivo já chegam ao estoque “vendidos”, e por isso devem ser rapidamente manuseados para expedição. Estes produtos são chamados de backlog (BL)

2.2 Perfil dos pedidos

Depois de analisado o perfil do estoque faz-se necessário observar como é o perfil dos pedidos. Isso porque as categorias com maior vendagem são aquelas mais movimentadas merecendo, assim, maior atenção as que merecem maior atenção.

Além disso, a combinação de tamanhos diferentes de produtos é importante para entender as combinações de pedidos feitas no website da empresa todos os dias.

Assim sendo, a tabela a seguir ilustra as categorias em ordem crescente de venda, base utilizada: ano de 2005. Pode-se observar que as categorias de pequenos são as que representam maiores vendas.

Tabela 8: Categorias por ordem crescente de venda

Categoria	Tipo da categoria
1	pequeno
4	pequeno
9	pequeno
2	médio
3	médio
5	médio
11	grande
10	grande
6	médio
14	médio
12	grande
8	médio
13	médio
7	grande
16	médio
17	médio
20	médio
18	médio
19	médio
15	grande
21	médio
22	médio

A tabela a seguir ilustra o perfil dos pedidos dos clientes e a sua taxa de incidência.

Tabela 9: Tabela perfil dos pedidos

Pedidos	Porcentagem média
Com 1 item	67%
Com 2 itens	19%
Com 3 itens	7%
Com mais de 3 itens	7%

Desta forma, 33% dos pedidos precisam de consolidação, essas consolidações seguem o seguinte perfil.

Tabela 10: Tabela perfil das consolidações

Tipo de consolidação	%
Sem consolidação	67%
Consolidação (pequenos)	21%
Consolidações diversas	12%

Embora a análise atual do estoque e pedidos seja útil para entender como ele é distribuído e quais as categorias mais importantes, é necessário observar também a projeção para o futuro.

A tabela 11, a seguir, foi desenvolvida pelo departamento de planejamento e possui uma projeção das vendas, que pode ser entendida como a quantidade de peças mantida em estoque, uma vez que todos os pedidos são enviados aos clientes do centro de distribuição. Isso porque a Submarino mantém em estoque os produtos vendidos para atender o cliente em um curto prazo.

Esta projeção foi feita com base nos dados históricos de estoque, no seu mix de produtos e na previsão de crescimento da empresa para o próximo ano. A previsão de crescimento está embasada na projeção de crescimento do mercado eletrônico no Brasil e no desempenho da Submarino nos últimos anos.

Tabela 11: Projeção de participação nas vendas para dezembro de 2007

Porcentagem nas vendas	
Pequenos	68%
Médios	28%
Grandes	4%

A tabela a seguir mostra a mesma projeção dividida em classificação de curva de venda, para que se possa ter idéia do impacto de cada tipo de produto na venda e, conseqüentemente, no estoque mantido.

Tabela 12: Projeção de venda por tipo e por classificação de curva de venda de produto

Pequenos	Porcentagem nas vendas (total)	Médios	Porcentagem nas vendas (total)	Grandes	Porcentagem nas vendas (total)
A	48%	A	20%	A	3%
B e C	20%	B e C	8%	B e C	1%

Por estes valores mostrados, a implantação da linha de automação para os produtos de alto giro, ou seja, de classificação A do tipo pequeno e médio são justificáveis. É importante ressaltar que na área destina aos produtos de maior giro, ou seja, áreas

próximas às esteiras de automação, não haverá espaço suficiente para armazenar todos os produtos que fazem parte desta classificação.

No entanto, este trabalho irá levantar a quantidade ideal de SKUs para esta área possuir a maior quantidade possível de produtos de alta venda, mas que não prejudique a operação de picking, ou seja, não dificulte a retirada de produtos. Este ponto será discutido e analisado no capítulo 4.

2.3 Layout do centro de distribuição

Conforme mencionado anteriormente, a empresa instalou-se em um galpão de 20 mil metros quadrados de área, além de um prédio de escritórios. O centro de distribuição foi então idealizado para atender a demanda até 2009.

O dimensionamento das estruturas instaladas atualmente foi feito com base na projeção do estoque para o período do Natal de 2007. O macro-layout, ou seja, o local de cada estrutura, das prateleiras e porta-paletes, assim como a localização da linha de automação, foi feito com base na quantidade de cada tipo de produto (pequenos, médios e grandes) e na área necessária.

Existem, hoje, 7.568 posições (endereços) em porta-paletes, 9.120 posições (endereços) em prateleiras e 25.570 posições (endereços) em estantes.

Os problemas encontrados atualmente no layout que serão tratados neste trabalho são:

- a) Altura das estruturas, isso significa que existem posições de difícil acesso que devem ser ocupadas apenas por produtos de baixo giro, para que se consiga operar com uma produtividade adequada.
- b) Grandes dimensões de área, que se não utilizada da maneira correta acarreta em um deslocamento grande por parte da equipe de picking, gerando uma redução na produtividade.

A planta completa pode ser observada no anexo A. A seguir está representada uma figura com as diferentes áreas de estoque, são elas:

- J - onde são armazenados produtos médios de alto valor,
- G - onde são armazenados produtos grandes,
- M - onde são armazenados produtos médios,
- cat01, cat04 e cat09, correspondendo às categorias 1, 4 e 9 respectivamente,
- P – onde são armazenados produtos de categorias como cama, mesa e banho, que já tem baixa venda e não será foco deste trabalho.

Pode-se observar também a existência de um monta-carga entre as áreas J e M, este equipamento é utilizado para movimentar produtos do andar térreo aos mezaninos e vice-versa. No entanto não é um equipamento utilizado para locomoção de pessoas.

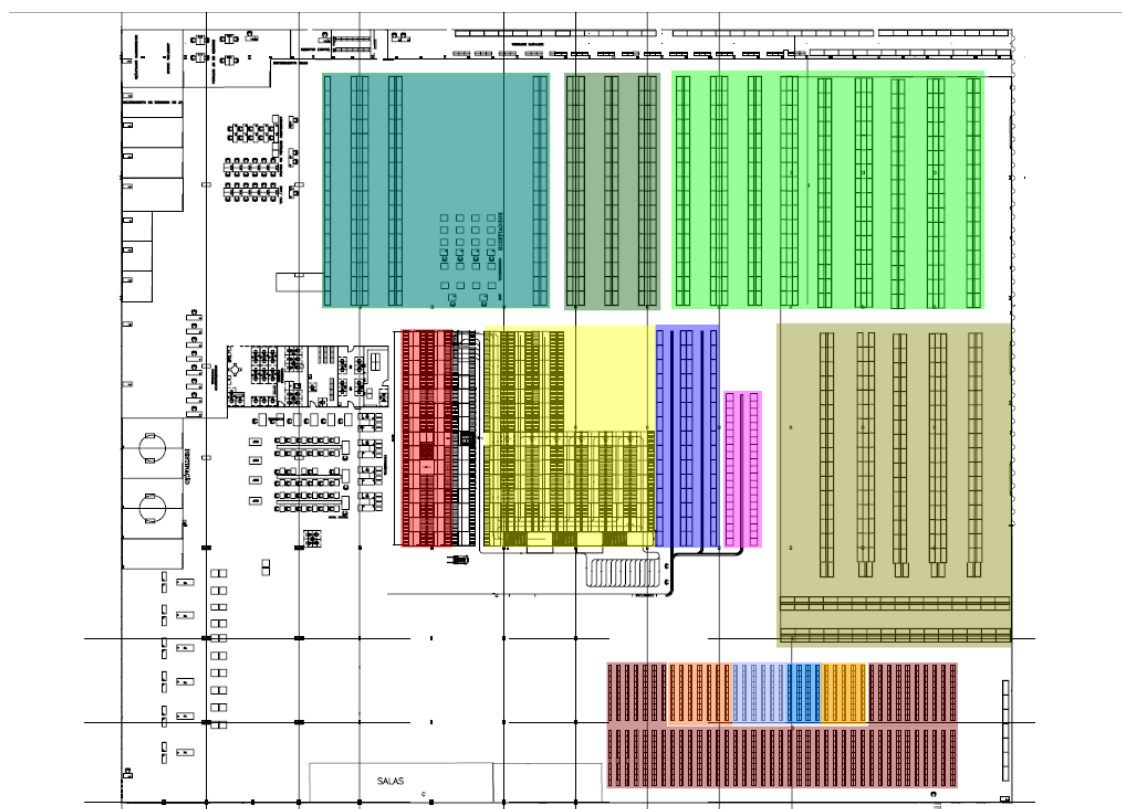


Figura 1: Mapa do estoque com identificação de áreas

2.4 Operação atua

A operação da empresa basicamente consiste na compra de mercadoria de fornecedores, recebimento e armazenamento destes produtos. A venda ocorre pelo website, cada venda gera um pedido, do qual é realizado o picking e a expedição.

A seguir serão apresentadas detalhadamente apenas as operações que são tema deste trabalho.

2.4.1 Recebimento

A operação de recebimento é composta por várias etapas desde a liberação da entrada do caminhão na portaria até a acomodação dos produtos para o processo de endereçamento. A seguir serão apresentadas as operações realizadas pela equipe de recebimento.

1. Conferência da nota fiscal na portaria (PAF⁶): quando o fornecedor chega para fazer uma entrega ele deve mostrar na portaria os documentos e a nota fiscal da mercadoria que será entregue. Os operadores do PAF verificam se existe uma ordem de compra para aquelas mercadorias descritas na nota fiscal. Caso positivo verifica se as quantidades pedidas e os valores na ordem de compra são iguais aos apresentados na nota fiscal.

Se estiver tudo correto o recebimento é aceito, um aviso de recebimento é criado e o fornecedor aguarda liberação de uma doca. Caso o fornecedor esteja com horário marcado terá preferência, caso contrário aguardará até que os demais terminem as entregas. Quando existe uma doca disponível o fornecedor é autorizado a entrar.

⁶ PAF: sigla para Posto Avançado Fiscal – responsável pela conferência de dados da nota fiscal e procedimentos fiscais.

Se algo não estiver correto o recebimento é recusado através de um formulário que comunica ao fornecedor o motivo da recusa.

2. Recebimento nas docas:

a. Doca de pequenos

Existem duas docas para o recebimento de produtos classificados como pequenos. Quando as docas estão vazias a entrada dos fornecedores é autorizada. Este recebimento é feito da seguinte forma:

- O fornecedor entrega os pacotes/caixas
- O operador do recebimento confere a quantidade de volumes com aquela descrita no aviso de recebimento.
- Caso não haja divergências, o recebimento é aceito e o canhoto da nota fiscal é devolvido assinado para o fornecedor, pelo PAF. Os volumes entregues são acomodados em paletes, acompanhados de suas respectivas notas fiscais, ao lado das docas, onde ficam aguardando a conferência.
- Caso haja alguma divergência o recebimento é recusado.

Os volumes nos paletes ficam identificados com uma placa, onde estão as informações de fornecedor, número da nota fiscal, nome da pessoa que recebeu e a data de recebimento.

Caso seja uma compra urgente, a conferência é feita prioritariamente.

b. Doca de médios e grandes

Existem sete docas para o recebimento de produtos classificados como médios e grandes. Da mesma forma que o recebimento de pequenos, quando as docas estão desocupadas ocorre a liberação do próximo fornecedor. Este apresenta e descarrega as mercadorias na doca.

Todas as mercadorias são contadas e conferidas com o aviso de recebimento. Os códigos de barras dos produtos são anotados em uma tabela, redigida a mão, pois não existem computadores nestas docas.

Após a conferência das mercadorias, elas são separadas e levadas para uma área no próprio recebimento onde ficam aguardando o processo de lançamento e entrada. Assim como os produtos de pequenos estes paletes são identificados com número da nota fiscal, o nome do fornecedor, nome do conferente e a data do recebimento. Os produtos recebem também um número de lote que servirá para identificá-lo.

O fornecedor é liberado e retira o canhoto da nota fiscal do PAF, se nenhuma divergência for constata.

Caso ocorra divergência entre o físico o aviso de recebimento e esta divergência for acima da tabela de tolerância definida pelo departamento fiscal a mercadoria é devolvida e o recebimento recusado.

3. Conferência dos produtos pequenos: O conferente transporta um dos paletes na área entre as docas para a área de conferência, dando preferência aos de data mais antiga.

Com o auxílio de um computador e de um leitor de código de barras, o conferente passa todos os produtos pelo leitor gerando um arquivo no sistema Gestão Comercial (chamado Pré-RI). Este arquivo conterá todos os produtos físicos e quantidades conferidas. O sistema fornece um número de lote para esta conferência.

O conferente compara a lista gerada no pré-RI e a nota fiscal. Caso ocorra divergência entre o físico e a nota fiscal e esta divergência for acima da tabela de tolerância definida pelo departamento fiscal, os produtos são encaminhados para o suporte, que irá entrar em contato com o fornecedor. Se for abaixo da tabela um protocolo de divergência é criado para negociação com o fornecedor, mas o recebimento é realizado.

Após esta operação o número de lote é gerado pelo sistema.

Depois de identificado o paleta é levado, pelo conferente, até uma área no próprio recebimento onde ficam aguardando o processo de lançamento e entrada.

4. Lançamento e entrada de nota fiscal:

- a. Pequenos: O operador do PAF, lançador, recebe a nota fiscal e faz o seu cadastro no sistema ERP. Com este cadastro e com o arquivo de pré-RI gerado na conferência, o operador poderá verificar se os valores da nota fiscal e os da ordem de compra estão coerentes e assim lançar os produtos no sistema.

Se estiver correto, a entrada da nota fiscal é feita. Caso contrário o suporte solucionará o problema de acordo com as instruções do departamento comercial, responsável pela compra.

- b. Médios e grandes: A operação é a mesma do lançamento e entrada de produtos pequenos, no entanto, ao invés de acessar o arquivo de pré-RI, o lançador digita as linhas da nota fiscal.

Depois da entrada da nota fiscal, os produtos já estão liberados para venda e, desta forma, devem ser endereçados. O lançador dirige-se até o palete e, na mesma placa colocada pelo operador da doca, coloca os dados da entrada e escreve um E sinalizando que está liberado para o endereçamento.

2.4.2 Endereçamento

O endereçamento consiste em transportar os produtos recebidos e lançados no sistema para um local de armazenagem específico dentro do estoque, chamado de endereço. O endereço funciona como referência para localização dos produtos em estoque. Os deste setor funcionários seguem os seguintes procedimentos:

- a) Identificação de lotes aptos para o endereçamento. Os operadores também chamados de endereçadores procuram, na área do recebimento, paletes com a marcação E, a qual indica que o lote está pronto para endereçamento. Não existe uma organização dos paletes na área de recebimento, aqueles prontos para o endereçamento e aqueles aguardando entrada ficam misturados, obrigando o operador a procurar pelos paletes assinalados com a letra E.

- b) Uma decisão importante que o endereçador deve fazer neste momento é definir qual o tipo de endereço. Se o produto for de devolução deve ir ao endereço de produtos de devolução, se o produto for de revenda existe outro intervalo de endereços para este tipo de produtos e assim sucessivamente. Normalmente, no recebimento, os produtos de revenda ficam separados dos produtos de devolução.
- c) Transporta o palete para a área onde serão armazenados, ou seja, se o lote contém livros ele transporta o palete até as prateleiras onde são armazenados livros, se contém geladeira é transportado para os porta-paletes onde é armazenada a linha branca comercializada pela empresa.
- d) Procura um local vazio, ou um endereço que tenha espaço para colocar os itens do palete. O operador toma a decisão de onde alocar os produtos, ou seja, em que prédio ou qual andar irá colocar os produtos.
- e) Realiza o processo de endereçamento no sistema, quando o endereçador acha um local que julgue adequado. Este processo consiste em informar ao sistema WMS, disponível na RF, o lote ao qual aqueles produtos pertencem, ler o código de barras do produto e, em seguida, do endereço.
- f) Caso exista uma grande quantidade do mesmo produto, o operador pode informar a quantidade ao invés de ler o código de barras de todas as unidades. Os endereços possuem uma configuração padrão, a qual identifica o seu tipo de estoque e o local onde está localizado no galpão.
- g) Depois de informar ao sistema o endereço em que está alocando o produto o operador acomoda os itens na prateleira. Ao terminar de endereçar o lote, o operador retorna ao recebimento e recomeça a operação no recebimento.

O grande problema desta operação, que será abordado neste trabalho é o poder de decisão do endereçador de alocar os produtos onde julga conveniente, muitas vezes dificultando a operação de picking.

2.4.3 Picking

Neste item será rapidamente descrita a operação hoje, que ainda será mantida manual e como a operação funcionará nos locais onde a automação foi instalada.

2.4.3.1 Picking Manual

Esta operação é realizada por pedido, ou seja, são impressas folhas, cada uma contendo um pedido de um cliente. Elas são então organizadas de forma a fazer o operador andar do fundo para frente do galpão.

O operador anda pelos corredores a procura dos endereços indicados na folha, ao encontrar o endereço procura pelo item, uma vez que existem diversos itens em um mesmo endereço.

Como os produtos de maior giro não estão concentrados em endereços mais próximos à expedição, ou em um único endereço os operadores acabam se deslocando muito durante o turno.

2.4.3.2 Picking com expedição na automação

O picking será feito por produto, ou seja, a cada impressão de pedidos serão geradas listas de produtos, apenas com os produtos armazenados na área próxima às esteiras da automação.

Com estas listas os operadores recolherão os produtos nos endereços e os colocarão em caixas que serão levadas, por esteiras, até o sorter.

Este por sua vez, separa os produtos e os associa aos pedidos dos clientes, ou seja, o pedido do cliente é formado pelos produtos alimentados nas esteiras. Quando consolidados nas estações de consolidação do sorter são encaminhados para a expedição.

2.5 Sistemas de informação

O grande problema encontrado nos sistemas da empresa é a falta de ferramentas, por isso este trabalho irá apresentar requisitos de sistemas para que sejam traçadas especificações que serão utilizadas para desenvolver as ferramentas necessárias às soluções.

Outro problema é a existência de diversos sistemas independentes, que trocam dados através de interfaces, que muitas vezes apresentam problemas de desempenho e de confiabilidade. No entanto este problema não será abordado neste trabalho.

2.5.1 ERP

Sistema que armazena dados de toda a organização, desde estoque de produtos e ordens de compra até dados sobre vendas e baixa de estoque. Porém o sistema implantado hoje não possui um módulo financeiro compatível com as necessidades da empresa.

Além disso, o seu desempenho está abaixo daquela exigida pela operação hoje, isso ocorreu porque a empresa cresceu rapidamente e alguns investimentos em infraestrutura ainda não foram realizados. Esta é uma das razões pela qual o sistema deverá ser substituído por outro nos próximos meses.

Na empresa, hoje, existem diversos módulos e usuários do sistema. Cada usuário tem um perfil estabelecido que lhe permite acesso apenas aos módulos necessários para as suas funções e decisões. Desta forma torna-se um sistema seguro e de fácil aplicação.

Todas as operações realizadas por usuários são armazenadas em um histórico para evitar que dados sejam manipulados erroneamente.

No entanto para cada novo usuário é necessária a obtenção de uma licença, a qual acarreta custos elevados à empresa. Esta é uma das razões pela qual este sistema não será utilizado para a solução do problema, uma vez que a Submarino não pretende fazer investimentos no atual sistema e está cada vez mais migrando suas operações para outros sistemas, como o Sistema de Gestão Empresarial.

2.5.2 WMS

Sistema de gerenciamento de estoque, utilizado para coordenar informações de quantidade de produtos, tipo de produtos, locais onde estão armazenados. Este sistema foi desenvolvido internamente pelo departamento de tecnologia de informação da empresa.

Nele está toda a inteligência de entrada, armazenagem e retirada de produtos. Através de um banco de dados, armazena todos os produtos que foram recebidos e o local onde estão armazenados dentro do centro de distribuição. A cada pedido de clientes ele determina qual o produto a ser retirado, isso ocorre através de uma regra que localiza o endereço do produto a ser retirado.

Assim sendo hoje existem dois sistemas que possuem as informações dos produtos contidos em estoque, o WMS e o ERP. Enquanto um contém as informações contábeis (ERP) o outro contém as informações físicas dos produtos. No entanto, não compartilham o mesmo banco de dados e, em muitos casos, ocorrem divergências de estoque entre um sistema e outro devido a ajustes de estoque e erros de entrada.

Este sistema é disponível em duas versões uma no computador e outra no RF.

2.5.3 Sistema de Gestão Comercial

Sistema desenvolvido internamente, ele contém análises financeiras e operacionais utilizadas pelo departamento comercial e de reposições para realizar o planejamento de compras do período.

Este sistema disponibiliza relatórios de margens de venda, fornecendo informações importantes ao departamento comercial. Para facilitar a estratégia também fornece uma análise de produtos por tempo de estoque, ou seja, se existem muitos produtos parados no estoque.

Este sistema também é usado como interface para o recebimento de mercadorias, uma vez que contém as informações dos itens e dos pedidos feitos aos fornecedores.

Outra função importante é o agendamento de fornecedores, controlando a disponibilidade e capacidade do recebimento.

Com isso podem-se resumir os problemas apontados neste capítulo em:

- Problemas com estoque:
 - Produtos de diferentes dimensões, necessitando de diferentes soluções de armazenagem para cada um deles.
 - Grande quantidade de peças, necessitando de operações enxutas de endereçamento e picking.
- Problemas com layout
 - Altura das estruturas.
 - Grandes dimensões de área.
- Problemas com operações
 - Produtividade abaixo da meta.
 - Poder de decisão de armazenagem nas mãos dos operadores.
- Problemas com sistemas de informação
 - Falta de ferramentas adequadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos e modelos utilizados para a resolução dos problemas aplicados no decorrer deste trabalho.

3.1 Organização, manutenção e operação de estoque.

3.1.1 Estoque – Definições

Segundo Martins (2000) existem diferentes tipos de estoque, o estoque de produtos da empresa Submarino é classificado de duas formas:

- Produtos Acabados: “itens que já estão prontos para ser entregues aos consumidores finais” Martins (2000).
- Produtos Consignados: que são de propriedade do fornecedor até a venda para o cliente final, mas são armazenados no mesmo centro de distribuição.

Segundo Ballou (1993) o estoque é mantido por diferentes motivos, para a empresa estudada os motivos que se encaixam são: melhorar o serviço ao cliente, economia de escala (compra de maiores lotes para obter descontos nos preços) e proteção contra incerteza no tempo de entrega este último pela falta de confiança no prazo do fornecedor.

3.1.2 Custos associados ao estoque

Segundo Martins (2000) a movimentação interna de materiais é um fator importante por assumir custos significativos. Esses custos são divididos em três grandes categorias:

custos diretamente proporcionais, indiretamente proporcionais e aqueles que independem da quantidade estocada.

Aplicando este conceito à realidade encontrada na empresa temos:

Custos diretamente proporcionais:

- Armazenagem, uma vez que quanto maior a quantidade estocada maior a área de armazenagem,
- Manuseio, maior a quantidade de pessoas e equipamentos para a sua movimentação maior o custo de manuseio. Este custo também é denominado como custo de preparação e custo de pedido de compra, ou seja, aquele custo para preparar o pedido e expedi-lo. (ARNOLD 1999)
- Perdas, quanto maior a quantidade mais difícil de manter o controle e maior a quantidade de perdas.
- Furtos e roubos pela mesma razão anterior.

Custos indiretamente proporcionais:

- Custos de obtenção, quanto maior a quantidade comprada maior o poder de negociação com o fornecedor por menores preços.

Custos independentes:

- Custo do aluguel do galpão: independentemente se estiver com a capacidade toda ocupada ou não este custo não varia

No entanto este trabalho propõe solução para a diminuição apenas dos custos de manuseio. Ele será aproximado pelo custo de mão-de-obra, que segundo Moura (2003) é o custo mais elevado de um armazém.

O custo de mão-de-obra está diretamente ligado com a produtividade. É calculado de acordo com o tempo gasto para realizar uma tarefa, ou seja, unidade de tempo por tarefa. A unidade de tempo é medida em valor de acordo com o custo da mão de obra, que envolve todos os custos que um funcionário proporciona, desde seu salário até todos os encargos.

3.1.3 Sistema ABC

Para diminuir estes custos Arnold (1999) sugere o Sistema ABC de controle de estoques. Segundo o autor este método irá dividir o estoque em níveis de controle baseado na importância dos itens.

Este sistema baseia-se no princípio ou lei de Pareto, a qual dita que se observa, geralmente, que a relação entre a porcentagem de itens e a porcentagem da utilização anual segue um padrão 80-20. O que significa que apenas 20% dos itens em estoque representam 80% da utilização. E a última classificação, neste caso C, representam apenas 5% da utilização.

Esta classificação é estabelecida de acordo com a característica do item que influencia os resultados. Segundo Arnold (1999), esta característica geralmente é monetária, ou seja, na utilização anual em valores monetários.

No entanto o valor da mercadoria não interfere no custo de armazenagem e movimentação, a característica que mais impacta no custo da área é o giro de estoque.

Giro de estoque ou rotatividade do item é a medida inversa do tempo que o produto fica armazenado da chegada no armazém até a expedição. Quanto maior este tempo menor o giro ou rotatividade. Esta medida é importante porque quanto maior a rotatividade maior o número de vezes que o item será separado para completar um pedido. Assim, maior será a frequência de movimentação do item. O diagrama a seguir ilustra o raciocínio.

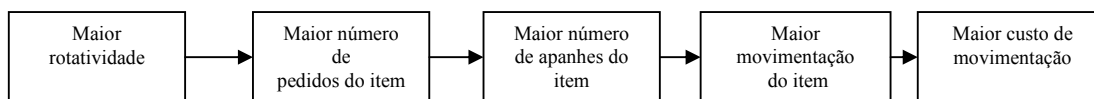


Figura 2: Diagrama da sequência da rotatividade do item

Sendo assim a medida mais importante é a quantidade de peças que são enviadas diariamente de um mesmo SKU, medida que impacta nos custos internos.

Portanto neste trabalho será aplicado o método ABC para dividir os itens em estoque de acordo com seu giro e assim identificar o melhor local de armazenagem de cada

classificação para a redução dos custos de movimentação e melhoria no processo de armazenagem.

Para fazer a análise ABC Arnold (1999) sugere os seguintes passos:

- a) Definir quais as características que influenciam os resultados da administração de estoque. Neste estudo o giro de estoque.
- b) Classificar os itens de acordo com base nos critérios estabelecidos. Estabelecer grupos com mesma classificação. Classificação A, B e C sendo A aqueles que mais giram, os cortes serão feitos de acordo com a quantidade de peças vendidas.
- c) Aplicar um grau de controle de acordo com a importância do grupo. Neste caso será o local de armazenagem.

3.2 Layout de estoque

Conforme descrito no capítulo anterior o macro layout do estoque está definido, no entanto é necessário definir o local de cada tipo de produto no estoque, por tipos de produtos entenda-se classificação de curva ABC. Segundo Moura (2003) a locomoção dentro do estoque representa cerca de 60% do tempo de separação e desta forma sugere que os itens de maior movimentação (saída) estejam armazenados próximos à área de expedição.

Uma definição importante relatada por Ballou (1993) é a identificação do tipo de depósito. O novo estoque da Submarino encontra-se em uma facilidade alugada, mas onde a empresa e seus dirigentes têm total controle sobre as operações que são todas realizadas, as quais são feitas por pessoas contratadas pela empresa. Desta maneira a produtividade da operação de separação de pedidos é de competência da empresa e impacta em seus resultados.

Para Ballou (1993) uma prática muito utilizada em armazéns, que como o da Submarino, contém diversos tipos de produtos (grandes, pequenos, pesados, leves,

perecíveis e não perecíveis) é a divisão do depósito em seções, cada seção com um tipo de produto.

Arnold (1999) sugere alguns sistemas básicos de localização de estoques, mas aponta que nem todos são úteis para todos os estoques, como: agrupar itens funcionalmente relacionados, agrupar os itens de giro rápido, agrupar itens fisicamente semelhantes e colocar o estoque de trabalho e o estoque de reserva em locais separados. Dentre estes os que se enquadram no tipo de estoque mantido pela Submarino são:

- *Agrupar os itens de giro rápido*: colocá-los próximos à expedição para diminuir a movimentação.
- *Agrupar itens fisicamente semelhantes*: itens semelhantes precisam de estruturas semelhantes.
- *Colocar o estoque de trabalho e o estoque de reserva em locais separados*: pequenas quantidades de estoque de trabalho (aquele do qual são feitas retiradas) e estoque de reserva armazenado em um ponto mais remoto do estoque. Isso ajuda a aumentar a produtividade do apanhe porque com menores quantidades de peças as distâncias percorridas são menores e a organização é maior.

Ballou (1993) coloca como outra variável para a definição de layout a rotatividade dos itens. Para cada rotatividade apresenta-se um cenário diferente e, conforme discutido anteriormente no tópico Sistema ABC, no estoque estudado existem diferentes rotatividades, desde produtos que são enviados a centenas de clientes por dia, a produtos que saem uma vez a cada seis meses do estoque.

Outros autores também apontam a importância da rotatividade para o plano de estoque, segundo Bowesox e Closs (2001) um bom plano de estocagem deve levar em conta a rotatividade dos produtos sendo que aqueles com maior rotatividade devem estar armazenados próximos à expedição, ou seja, onde as distâncias a serem percorridas são menores. Os autores colocam também outra vantagem desta divisão, diminuir a necessidade de movimentação vertical dos produtos, ou seja, aqueles de baixa rotatividade devem ser armazenados em locais mais distantes e em prateleiras elevadas. No entanto produtos de relativamente pesados devem ter uma estratégia adequada, como armazenagem em locais baixos, para evitar acidentes e diminuir esforços.

Ballou (1993) apresenta um estoque com rotatividades diferentes e sugere segmentar o depósito em um *sistema de área modificado*, apresentado a seguir.

Sistemas de área modificado: existem dois locais distintos, um onde são armazenadas as grandes quantidade de produtos, chamadas de áreas de reserva. Estas áreas são altas e com profundas estruturas. O outro local, com estruturas baixas e de fácil acesso, com quantidades menores de produtos serve para a separação dos pedidos. (BALLOU 1993).

Com este arranjo a operação de separação tem seu tempo reduzido, uma vez que os operadores não se deslocam por uma grande distância para realizar o apanhe dos itens, e justamente aqueles que possuem uma rotatividade maior ficam mais próximos à expedição.

Segundo Moura (1997) a melhor zona de seleção de pedidos em estantes para um separador é em prateleiras de altura de 600 mm a 2.000 mm, com profundidade de 400 mm, conforme figura abaixo.

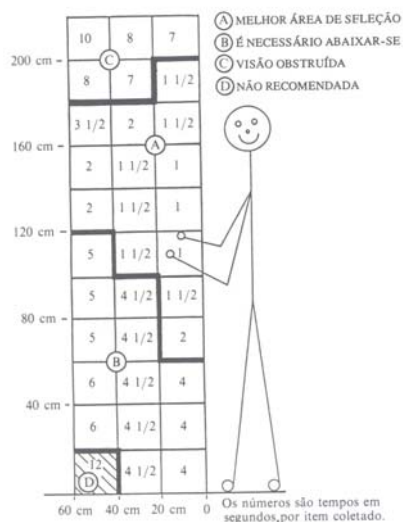


Figura 3: Tempo padrão para a seleção de pedidos em estantes.

Fonte: MOURA, R. A. Manual de logística: armazenagem e distribuição física vol. 2 ed. IMAM, SP, 1997.

O autor coloca também o alcance máximo de profundidade para homens e mulheres, 680 mm para homens e 600 mm para mulheres. Já na altura das estantes a diferença é maior, 2.000 mm para homens e 1.800 mm para mulheres. Ele coloca ainda que as zonas mais altas das estantes devam ser usadas para armazenar material de abastecimento.

Já os porta-paletes têm o mesmo problema de altura, no entanto a diferença está no fato de que se o produto estiver no alto é necessário equipamento específico para a movimentação. A utilização de empilhadeiras torna a operação mais lenta e conseqüentemente mais custosa, por isso os itens armazenados em alturas elevadas serão itens de baixa rotatividade.

Para a definição do micro layout, das diferentes zonas de estoque, será levantado as necessidades de espaço para cada classificação na curva de venda.

Após a definição do layout de estoque é preciso definir de que maneira este arranjo será respeitado. Arnold (1999) propõe dois sistemas básicos:

- Localização fixa ou como defini Ballou (1993) sistema de endereçamento fixo: em um endereço só pode ser armazenado um SKU, ou seja, o sistema “...atribui a uma unidade de armazenagem uma localização ou localizações permanentes e nenhum outro item é estocado ali.” (ARNOLD 1999, página 358). Este tipo de localização gera uma baixa utilização cúbica do estoque, no entanto é importante para a organização física dos produtos de alto giro, uma vez que ter apenas um SKU no endereço facilita a visualização e o apanhe dos produtos.
- Localização flutuante ou como defini Ballou (1993) sistema de endereçamento variável: os produtos não têm uma localização própria, são estocados onde houver espaço. Este método contribui para uma melhor utilização cúbica do estoque.

Portanto para os itens de curva A que estarão na área próxima à esteira da automação será utilizado o sistema de localização fixa. Já para os outros itens em estoque o sistema de localização flutuante, onde será fornecido um intervalo de endereços com as mesmas características do produto e o operador poderá tomar a decisão de em qual deles colocar.

3.3 Abastecimento interno

Conforme descrito no item anterior e segundo Moura (2003) o tempo de caminhar e localizar o item em um endereço representa cerca de 75% do tempo de separação. Por

tanto se faz necessária uma área de separação e uma área de armazenagem e para que este sistema funcione é preciso um método de abastecimento das áreas de separação. A seguir serão apresentadas algumas técnicas pesquisadas em diferentes bibliografias.

Método kanban: “...é uma técnica japonesa de gestão de materiais e de produção..., que é controlado através do movimento de cartão (kanban).” (MOURA, 1951 página 29). Este método tem como objetivo assegurar que existam peças suficientes disponíveis para a produção, mas que não sejam acumuladas mais peças que o necessário na área de produção.

Segundo Moura (1951) é um sistema manual de puxar a produção, onde a requisição e a movimentação são disparadas pela transferência de um cartão. Pode-se dizer que o controle é visual, ou seja, visualização de cartões em um quadro.

Segundo Moura (1951) o cartão dispara o fluxo de movimentação, quando o nível de estoque de produção (separação) atinge um limite o cartão é posicionado no quadro. Os operadores de movimentação, com este cartão, trazem a quantidade demandada pelo cartão da área de armazenagem para a área de separação.

Algumas regras devem ser seguidas para que se obtenha sucesso na operação, Moura (1951) aponta diversas, as mais relevantes na possível implantação são: existência de apenas um kanban de movimentação para cada produto, o lote de movimentação é sempre fixo e este deve conter uma quantidade pequena que seja usada diariamente, um lote só é requisitado quando um anterior acaba e a operação deve estar pronta para a reposição.

Moura (1951) expõe que o mais importante no método é a transmissão e a reação para um sinal, como a movimentação será feita não é importante. O cartão serve como meio de visualizar o nível de estoque.

Uma maneira de utilizar estes cartões no estoque existente na empresa hoje é da maneira como Moura (1951) descreve a sinalização de estoque mínimo. Esta sinalização consiste em deixar um sinal (cartão) na altura do estoque mínimo da cada item, quando a peça de cima do sinalizador for retirada o kanban é movimentado para o quadro.

Considerando o número de SKUs que precisarão deste controle, cerca de 2.000, o tamanho do quadro já se torna um empecilho. Além disso, Moura (1951) coloca como

uma desvantagem a disciplina a ser mantida, o método requer que os operadores sejam disciplinados na movimentação dos cartões para que o fluxo ocorra. E, os sinais (cartões) estarão no meio dos produtos e podem ser esquecidos e levados a expedição quando grandes lotes são expedidos.

Reabastecimento disparado visualmente: embora o kanban seja um método visual, existem métodos mais simples. Moura (2003) coloca que o próprio operador pode disparar o reabastecimento através de um controle visual, sem o auxílio de cartões.

A identificação de necessidade de abastecimento pode ser feita com a marcação da altura do estoque mínimo, como uma faixa pintada no endereço. Mas normalmente são feitas por contentores vazios, que são identificados pelos operadores. No entanto esta operação requer muita atenção e constante verificação da área de separação.

Será descartada pelo fato de serem muitos SKUs na área de separação, a princípio cerca de 2.000 SKUs, além disso, Moura (2003) já aponta que apenas operações pequenas são beneficiadas com este método.

Reabastecimento disparado via sistema: o sistema dispara uma ordem de reabastecimento quando o nível mínimo de inventário determinado é atingindo. (MOURA, 2003).

Para a realização deste método é necessário desenvolver um sistema adequado para a operação que controle, em tempo real, a quantidade de produtos nos endereços e que realize cálculos de estoque mínimo e ponto de pedido. A empresa possui um sistema WMS que realiza este controle.

Este método é de controle mais fácil que os kanbans, a resposta será rápida uma vez que todos os operadores têm acesso ao sistema e este emitirá uma ordem que poderá ser visualizada de qualquer ponto do estoque, através do sistema de RF.

O nível mínimo de estoque, segundo Santoro (2005), é calculado de acordo com a fórmula de ponto de pedido. Utilizando um modelo de estoque reativo, ou seja, a reposição não é de acordo com a previsão de demanda, mas sim de acordo com o nível de estoque.

O modelo de frequência de revisão será contínuo, como Santoro (2005) aponta é o modelo em que a tomada de decisão é contínua, ou seja, não existe um período fixo de revisão. O sistema acompanha o nível de estoque e quando atingir o ponto de pedido aciona a reposição.

A reposição ocorrerá sempre que o estoque disponível estiver abaixo do ponto de pedido. A quantidade a ser repostada é o lote, que segundo Santoro (2005) é calculado da seguinte forma:

$$Lote = (EstMax - EstDis)$$

Onde *EstMax* é o estoque máximo e *EstDis* é o estoque disponível.

O estoque máximo será determinado pela capacidade do endereço do estoque.

O cálculo do ponto de pedido é feito de acordo com a fórmula abaixo:

$$PtoPed = Dm \times Te$$

Onde *Dm* é a demanda média e *Te* o tempo de espera (lead time).

O sistema controla as saídas dos produtos e o estoque disponível, quando este último atingir o ponto de pedido dispara uma ordem de abastecimento, a qual será cumprida no tempo de espera determinado para o cálculo do ponto de pedido.

Pelas opções apresentadas anteriormente percebe-se que a melhor, devido ao tamanho do estoque da empresa, é o abastecimento via sistema.

3.4 Determinação de um processo de atividades

Neste trabalho serão apresentados novos processos para a empresa que visam melhorar o aproveitamento de: capacidade física do estoque, processos de separação de pedidos e linha de automação de separação de pedidos. A seguir será apresentada a técnica que Arnold (1999) sugere para a determinação de um processo de atividades.

- a) Estabelecer as fronteiras do processo, onde o processo começa e onde termina.
- b) Traçar o fluxo do processo, descrever o que acontece no processo do ponto de início até o término, utilizando técnicas de registro.
- c) Determinar insumos e resultados, sendo os insumos aquilo que é modificado pelo processo e resultados as consequências do processo.
- d) Determinar componentes, recursos necessários para a realização do processo.
- e) Definir clientes, aqueles que são atendidos pelo processo, pode ser tanto um departamento interno à empresa como externo.
- f) Definir os fornecedores, aqueles que fornecem os insumos.

3.5 Controle de uma variável

Outro problema encontrado na proposta de solução é como monitorar uma variável e diagnosticar uma tendência positiva ou negativa em seu comportamento. Esta variável é a quantidade de peças vendidas por dia de cada item em estoque.

Uma ferramenta utilizada em controle da qualidade consegue acompanhar o desempenho de uma variável a cada nova medida. Esta ferramenta é conhecida como gráfico de controle de variáveis.

Segundo Montgomery (2001) os gráficos de controle são compostos de dois eixos a ordenada com os valores da variável monitorada e a abscissa com o tempo. Este gráfico contém uma linha central que representa a média do valor da variável. E outras duas linhas sendo uma o limite superior de controle e outra o limite inferior de controle.

Ainda segundo o autor esta ferramenta é uma técnica de processo de monitoramento, normalmente utilizada para detectar comportamentos fora do comum (fora do limite de controle) e identificar as causas, com isto reduzir a variabilidade. (Montgomery, 2001)

Montgomery (2001) apresenta dois tipos de gráficos de controle para variáveis, um destinado à média ($\bar{x}$) e outro de range R. Neste caso o que nos interessa é a média da variável, uma vez que não é necessário controlar o seu range ou variabilidade.

As interpretações dos gráficos, apresentadas pelo autor, são utilizadas para diagnosticar um comportamento anormal da variável, mostrando a não aleatoriedade dos valores em relação à linha média do gráfico.

No entanto a idéia é utilizar a ferramenta somente para detectar mudanças de comportamento da variável, ou seja, valores fora do limite de controle, assim como tendências. Detectado o comportamento, os cálculos são refeitos. Estes comportamentos são apontados pelo autor como sendo:

- Mudança no processo: mostra que a média do processo provavelmente mudou e pode ser notado através de pontos seguidamente acima ou seguidamente abaixo da linha central.
- Tendência: quando os pontos do gráfico estão caminhando na mesma direção, tanto positiva como negativa.

Segundo Montgomery (2001) a variável deve seguir uma distribuição normal de média (μ) e desvio padrão (σ). No entanto, estas informações não são utilizadas para traçar o gráfico de controle uma vez que são desconhecidas. Desta forma sugere estimar estes valores através de 20 a 25 amostras com de 4 a 6 observações, sendo m o número de amostras e n o número de observações por amostras temos:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

Sendo $\bar{\bar{x}}$ a linha central (média) do gráfico.

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

Sendo R o range da amostra.

$$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

Sendo LSC e LIC limites superiores e inferiores de controle

Estes cálculos serão utilizados pelo sistema para controlar a VMD dos itens.

3.6 Escolha entre propostas de solução

Para obter o melhor resultado é sempre necessário apresentar diferentes opções de solução aos problemas, fazer uma análise e escolher a melhor delas. Segundo Santana (2002) os métodos quantitativos de escolha de propostas está baseado em apenas um critério: o lucro geral. Porém para que isso não seja apenas a abordagem utilizada a escolha será feita com a combinação dos dois critérios demonstrados a seguir. Com a combinação dos resultados, destes critérios, consegue-se determinar qual a melhor proposta a ser aplicada.

Os dois métodos são qualitativo e quantitativo, para cada um deles existem diferentes formas de determinar a melhor alternativa, a seguir serão apresentadas as diferentes formas e a escolha daquela que será aplicada neste trabalho.

3.6.1 Método qualitativo

Quando existem diferentes propostas e aspectos não quantitativos, ou seja, não medidos objetivamente, para analisá-las o método qualitativo é o mais indicado. Este método é aquele que leva em consideração aspectos não mesuráveis, são também denominados de MCDM⁷.

Segundo Santana (2002) o MCDM é utilizado para se determinar mesmo não sendo a proposta otimizada aquela que melhor concilia os critérios utilizados para a escolha. “A agregação dos diferentes (conflitantes ou irreduzíveis) critérios em um indicador de desempenho é um dos objetivos específicos dos mais elementares modelos de MCDM.” (SANTANA 2002 página 30).

O autor coloca também que as análises através de MCDM devem possuir critérios, definidos por um regulador, que sejam classificados em ordem de importância, sendo assim que possam receber pesos. A seguir são apresentados alguns destes métodos.

TOPSIS proposto por Hwang e Yoon em 1981.

⁷ MCDM sigla do inglês: Multi Criteria Decision Making, método de decisão com múltiplos critérios.

É um método mais simplista, ou seja, de aplicação mais fácil e prática. Nesta aplicação comparam-se as propostas com duas situações hipotéticas uma ideal e outra indesejável.

Como todo método MCDM, primeiramente definem-se os critérios relevantes para a escolha. Depois de definidos eles devem ser classificados de acordo com a sua importância e desta forma pesos são atribuídos para cada um deles.

Para cada proposta é atribuída uma nota, a escala normalmente utilizada é de 1 a 5. Formando uma matriz de m colunas e n linhas, onde m é o número de propostas e n o número de critérios identificados. As situações hipotéticas são determinadas pelo conjunto das maiores notas para cada critério e das piores notas, sendo as notas multiplicadas pelos pesos atribuídos.

A melhor proposta será aquela que simultaneamente tiver o menor afastamento da situação ideal e o maior afastamento da situação indesejável.

É importante destacar que este método não compara diretamente as alternativas, uma vez que as notas são atribuídas de acordo com o regulador de acordo com seu conhecimento.

MACBETH proposto por Bana e Costa e Vasnick em 1994 – Este método é semelhante ao método AHP onde existem duas fases, uma de estruturação e outra de avaliação.

A maior diferença está na escala de valores utilizada na comparação par a par das propostas em cada um dos critérios e na validação dos julgamentos.

O MACBETH permite a verificação visual da consistência, uma vez que na matriz de julgamentos os valores de “diferença de atratividade” devem aumentar da esquerda para a direita e de baixo para cima, devido a uma necessária ordenação antes dos julgamentos. (PAMPLONA 1999 página 6).

Segundo Rangel e al. (2002) o método é utilizado para determinar uma função que caracterize cada proposta e determinar pesos para os critérios utilizados. O primeiro passo é definir quais são os pontos de vista que influem para a escolha das propostas, aqueles que são relevantes.

Para avaliar as propostas são feitas comparações dois a dois onde o decisor aplica a diferença de atratividade que julga correta. Esta diferença a princípio é semântica e possui 6 classes de C1 a C6.

Cria-se uma matriz de juízo de valor, onde são colocadas as propostas e a cada cruzamento de propostas a_i e a_j atribui-se o valor da classe C_k (1 a 6). Após a criação da matriz de juízo os testes de consistência devem ser realizados, para verificar se os julgamentos realizados estão coerentes.

Em seguida são definidos os pesos para os critérios. Diferentemente do AHP que faz comparação direta entre os critérios o MACBETH utiliza-se de uma forma indireta colocando propostas fictícias que, segundo Rangel e at. (2003) representam o critério. Ou seja, cada critério terá uma alternativa (proposta) fictícia que representará a melhor atratividade no critério correspondente a pior nos outros. Com a comparação das atratividades das alternativas são determinados os pesos dos critérios.

Assim tem-se uma matriz de comparação e através de cálculos, que não cabem aqui descrever, é determinada a melhor solução.

AHP criado por Thomas L. Saaty em 1980.

É um método baseado em pesquisa operacional, e segundo Gomes (2004) foi um dos primeiros métodos desenvolvidos e é hoje um dos mais usados no mundo.

A abordagem mais importante tratada neste método é a hierarquia dos objetivos, ou seja, existe um objetivo geral e objetivos intermediários. Assim existe uma árvore hierárquica que em cada nível terá uma matriz de comparação par a par.

Os critérios mensuráveis e não mensuráveis são levados em consideração como aponta Santana (2005) nos seus estudos. Sendo o primeiro passo a identificação dos critérios e a comparação par a par por meio da qual será determinada a importância de cada critério, ou seja, seu peso. A comparação é feita de acordo com uma escala de 1 a 7. Segundo Saaty (1991) esta escala está relacionada à capacidade do ser humano em distinguir no máximo sete (± 2) níveis de diferentes julgamentos.

Um método de autovetores e autovalores é utilizado para construir a ordem preferencial de critérios e alternativas, que podem gerar inconsistências. Para que estas inconsistências não existam são aplicados testes de integridade.

Para realizar o processo analítico deve-se primeiro efetuar a estruturação hierárquica do problema, seguindo a óptica da homogeneidade (critérios de mesmo nível com mesmo grau de importância) e não-redundância (independência de um nível hierárquico em relação ao outro). A partir da estruturação aplica-se a formulação matemática.

Depois de analisar os três métodos descritos anteriormente a escolha é pelo **AHP** por ser uma formulação matemática simples, ser hierárquico e Desta maneira trabalhar em dois níveis relevantes como mostrado no próximo capítulo. Além disso, Pamplona (1999) em seu artigo faz a comparação dos diferentes métodos e recomenda a escolha do AHP para escolhas de até nove alternativas e com critérios independentes, por fornecer um resultado satisfatório e diversas vantagens como: assegurar uma análise de consistência mais robusta e julgamento de alternativas aos pares.

A formulação matemática aplicada pode ser consultada no anexo B deste trabalho.

3.6.2 Método quantitativo

Métodos quantitativos são aqueles que avaliam o retorno financeiro das diferentes propostas para apontar a melhor. Para tal é importante olhar as propostas como um investimento, onde se tem o custo de implantação (saída no fluxo de caixa) e as economias no custo de operação (entrada no fluxo de caixa). A seguir serão apresentados alguns dos métodos mais utilizados.

ROI

Neste método são comparados a magnitude e o tempo de ganhos esperados sobre o capital investido. É utilizado para decisões de fazer ou não fazer, principalmente quando a decisão envolve programas de treinamento ou de marketing. Outro uso comum é na decisão de compras de sistemas e equipamentos.

No entanto não é aplicado a casos em que os custos não são facilmente especificados ou quando existem custos indiretos associado ao investimento. Assim quando não é clara a dimensão dos gastos e dos retornos este método não é confiável. Além disso, não leva em consideração o custo de oportunidade do capital investido.

Para calcular o retorno sobre o investimento basta dividir os lucros previstos pelos custos do investimento.

$$ROI = \frac{Lucro}{Investimento}$$

$$Tempo_retorno = \frac{1}{ROI}$$

Este cálculo resultará em uma porcentagem que significa o quanto o lucro representa do investimento. Normalmente é aplicado a casos em que o lucro é periódico (mensal, anual) e sendo assim o inverso do resultado será o número de períodos necessários para que seja recuperado o investimento realizado.

VPL

Este método só pode ser utilizado para alternativas de investimento de mesmas condições, ou seja, que durem o mesmo tempo e que estejam, sujeitas à mesma taxa de custo de oportunidade (taxa de desconto). Segundo Ehrlich (1989) o objetivo é comparar os equivalentes concentrados em um determinado ponto no tempo, que neste caso é o presente.

“O método do Valor Atual consiste em colapsar todos os valores para o ponto $t=0$. Dadas diversas alternativas, é possível calcular os valores atuais equivalentes às séries correspondentes e compará-los para decidir qual a melhor.” EHRlich 1989 página 39

Sendo assim podem-se comparar alternativas de investimento traçando um fluxo de caixa e calculando o equivalente atual, aquela que apresentar maior equivalente é a melhor alternativa.

TIR

Este método consiste em determinar a taxa de retorno do investimento, é utilizado principalmente quando não é possível determinar um custo de oportunidade mínimo.

O objetivo é traçar um fluxo de caixa e determinar o valor da taxa de retorno quando VPL seja igual à zero. Para cada alternativa uma taxa será calculada, ao compará-las pode-se determinar a melhor alternativa.

No entanto este método só pode ser utilizado para alternativas que contenham entradas e saídas, ou seja, investimentos (custos) e resultados positivos. Caso contrário não é possível realizar o cálculo.

Primeiramente verifica-se que a relação custo benefício é simples para quantificação do problema, uma vez que não envolve custos de oportunidade e não relaciona o valor com o tempo.

A TIR não pode ser escolhida neste caso porque existe uma proposta sem um fluxo de caixa com entradas e saídas, o que impossibilita a aplicação do método. Neste caso a escolha é o ***VPL*** que se mostra mais adequado à análise.

4 RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Na determinação das operações necessárias à viabilização da automação serão apresentadas diversas alternativas para cada problema apontado. Quando existir mais de uma proposta de solução tecnicamente viável, a escolha entre as alternativas será feita com base em dois critérios: quantitativo e qualitativo. Ambos os critérios serão analisados de acordo com as pesquisas apresentadas no capítulo anterior.

A parte técnica será analisada de acordo com os critérios definidos por uma comissão e seguindo o método AHP. E a parte econômica será analisada de acordo com o VPL.

A estrutura deste capítulo consiste em:

- Operações do recebimento, onde estão presentes os cálculos de curva de venda e a escolha e determinação das operações neste setor.
- Operações de endereçamento, onde estão são definidas as operações de abastecimento, assim como o layout do endereço na área abrangida pela automação. Ainda apresenta a operação de reordenação de estoque e dimensionamento de equipe.
- Micro layout, onde são apresentados os cálculos utilizados para a determinação do micro layout assim como o resultado em si.

4.1 Operações no recebimento

Neste item são apresentadas as propostas de solução para os problemas que afetarão o recebimento de produtos.

4.1.1 Curva de venda

O primeiro passo é definir a classificação dos produtos de acordo com a curva de venda. Para isso, primeiramente, os produtos serão divididos de acordo com suas dimensões, isso porque existem diferentes locais de armazenagem no estoque, um para cada tipo de produto, e sendo tratados separadamente.

Desta forma teremos quatro zonas de estoques, são elas:

- J – estantes onde são armazenados produtos precisos, de alto valor ou de fácil perda e de dimensões médias até 580x380x200 mm.
- G – porta-paletes onde são armazenados produtos de grandes dimensões (maiores que 580x380x200 mm) e estoque reserva paletizados de itens menores.
- M – estantes onde são armazenados produtos de dimensões médias de até 580x380x200 mm.
- Pequenos – onde são armazenados as categorias 1, 4 e 9.

Com isso têm-se quatro estoques diferentes para analisar. Com estas informações o sistema classifica os itens, para isso segue o seguinte procedimento:

- a) Gera uma lista com todos os SKUs em estoque e suas dimensões;
- b) Faz a associação da dimensão com a área do estoque;
- c) Separa quatro listas diferentes, uma para cada área;
- d) Calcula a venda média diária de cada item;
- e) Calcula a soma das vendas médias diárias de cada uma das quatro listas;
- f) Calcula a porcentagem da venda média diária do item em relação ao total da sua lista (área);
- g) Ordena cada uma das listas em ordem decrescente de porcentagem
- h) Faz o cálculo da porcentagem acumulada;
- i) Classifica todos que ficarem até os 80% como A, de 80% a 95% como B e o resto como C;

As tabelas a seguir mostram estes cálculos para cada uma das áreas de estoque com o número de SKUs para cada classificação e quantidade média de peças.

Tabela 13: Curva ABC área J

	SKUs	% total de SKUs em J	Peças	% total de peças em J
A - 80% venda	383	5%	47.422	33%
B - 95% venda	1.448	19%	34.199	24%
C - 100% venda	5.966	77%	62.655	43%
Total	7.797	100%	144.276	100%

Tabela 14: Curva ABC área G

	SKUs	% total de SKUs em G	Peças	% total de peças em G
A - 80% venda	288	11%	52.827	63%
B - 95% venda	520	20%	17.393	21%
C - 100% venda	1.852	70%	13.055	16%
Total	2.660	100%	83.275	100%

Tabela 15: Curva ABC área M

	SKUs	% total de SKUs em M	Peças	% total de peças em M
A - 80% venda	1.342	13%	38.490	27%
B - 95% venda	2.429	23%	43.894	31%
C - 100% venda	6.667	64%	58.299	41%
Total	10.438	100%	140.683	100%

Tabela 16: Curva ABC cat01

	SKUs	% total de SKUs em cat01	Peças	% total de peças em cat01
A - 80% venda	6.920	7%	125.576	39%
B - 95% venda	16.453	17%	90.583	28%
C - 100% venda	72.361	76%	234.208	72%
Total	95.734	100%	450.368	100%

Tabela 17: Curva ABC cat04

	SKUs	% total de SKUs em cat04	Peças	% total de peças em cat04
A - 80% venda	753	9%	80.103	54%
B - 95% venda	1.572	19%	33.559	22%
C - 100% venda	6.121	72%	35.879	24%
	8.446	100%	149.541	100%

Tabela 18: Curva ABC cat09

	SKUs	% total de SKUs em cat09	peças	% total de peças em cat09
A - 80% venda	2.684	15%	51.658	40%
B - 95% venda	4.342	24%	27.319	21%
C - 100% venda	11.421	62%	49.901	39%
	18.447	100%	128.878	100%

Pelas tabelas anteriores pode-se observar que a venda é bastante concentrada, principalmente nas categorias de pequenos (cat01, cat04 e cat09).

4.1.2 Separação por curva de vendas

Um ponto importante para o aproveitamento e viabilidade da automação é a seleção dos itens de maior venda, estes estarão em endereços classificados como AA, aqueles próximos às esteiras que levam à linha de automação. É também importante para a operação manual que os itens sejam organizados nas estruturas de modo a minimizar a movimentação total do estoque. Sendo que os que mais saem estejam mais próximos às áreas de expedição e em posições de fácil alcance para os operadores, assim a produtividade do picking aumenta.

Os itens chegam ao estoque, hoje, misturados, isso quer dizer que em uma mesma nota fiscal existem produtos de classificações (A, B ou C) diferentes. Conforme levantamento feito do recebimento do mês de abril/2006 tem-se:

Tabela 19: Perfil das notas fiscais recebidas

	Porcentagem
Notas fiscais com itens de 1 classificação	61%
Notas fiscais com itens de 2 classificações diferentes	21%
Notas fiscais com itens de 3 classificações diferentes	18%
	100%

Assim podemos observar que 39% das notas fiscais recebidas possuem mais de uma classificação, isso justifica a necessidade de separação. A seguir são apresentadas opções, para que esta operação, criadas pela autora.

Opção A: Não ter separação física dos produtos antes do endereçamento, apenas consulta ao sistema no momento da armazenagem.

Objetivo: Manter os diversos itens e lotes juntos, como são recebidos hoje, sem nenhuma separação prévia.

Procedimento:

- a) Os itens aguardam o lançamento em paletes, onde, na maioria das vezes, existem produtos de mais de uma nota fiscal. Conforme mencionado no capítulo 2, após o lançamento são liberados para o endereçamento.

- b) O endereçador escolhe um palete na área de produtos a endereçar e antes de transportá-lo consulta no sistema WMS, pelo código de barras, qual a classificação de algum dos itens pertencentes ao palete. Isso é necessário para que o endereçador saiba para que local transportá-lo.
- c) Leva este palete ao local de endereçamento deste primeiro item que consultou em seu rádio frequência.
- d) Endereça-o e consulta os outros itens para verificar se existe algum que pertença àquela mesma área, caso exista endereça-o e segue para outras regiões do estoque até que termine de endereçar os produtos do palete.

Tabela 20: Vantagens e desvantagens opção A

Opção A: Sem segregação física	
Vantagens	Desvantagens
Não aumenta número de funções do recebimento, mantendo a sua produtividade.	Aumento do momento de movimentação dos itens a serem endereçados pela falta de segregação dos SKUs; o endereçador terá que endereçar produtos do mesmo palete em locais diferentes do estoque.
Não é necessária a criação de área para a divisão de lotes.	Diminui a produtividade atual do endereçador, pois embora hoje os lotes não sejam separados eles endereçam todos os SKUs no mesmo local do estoque.
-	Caso o produto não esteja classificado de acordo com a curva ABC/PMG, ou a sua classificação não esteja de acordo com o produto fisicamente o endereçador terá que voltar com a mercadoria ao suporte para receba uma classificação. Mais uma vez aumentando o momento de movimentação.

O fluxograma a seguir ilustra as operações desenvolvidas pelo endereçador nesta opção.

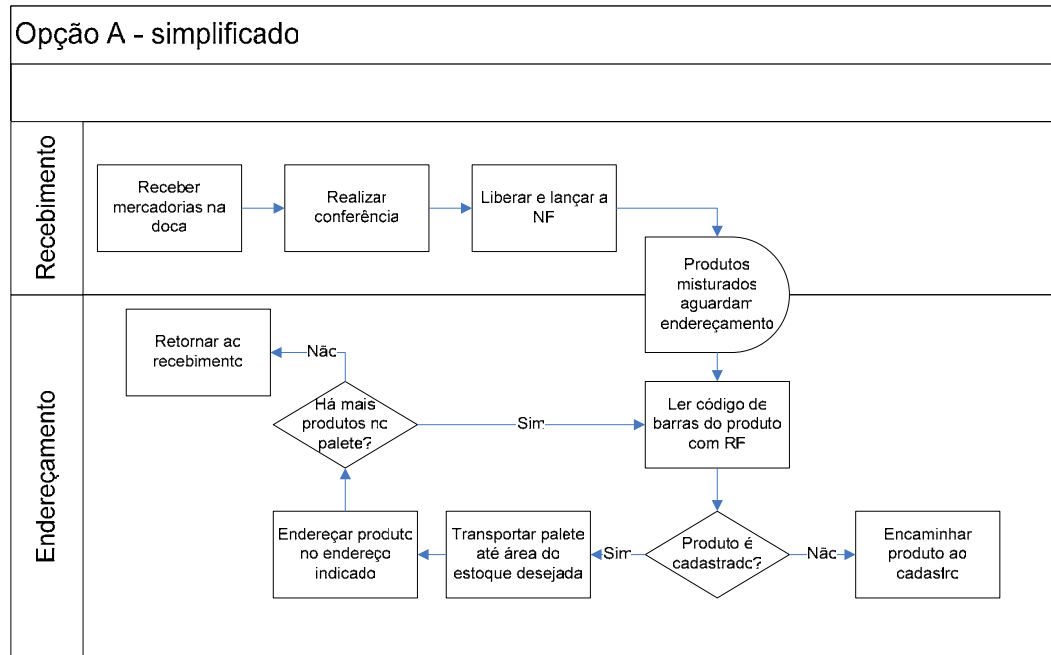


Figura 4: Fluxograma simplificado opção A

Opção B: Separação dos tipos de produtos na conferência dos itens

Objetivo: Separar os itens na operação de conferência física do recebimento, onde hoje já ocorre a manipulação de produtos.

Procedimento:

- Durante a conferência, os itens são consultados no sistema de informação, através do código de barras, sendo assim o sistema aponta qual a classificação do produto e estes são separados.
- A separação é feita em curva de vendas (ABC) e tamanho (PMG) ficando cada classificação em um palete diferente. Vale salientar que a separação por tamanho já ocorre naturalmente, uma vez que dificilmente produtos de tamanhos diferentes são recebidos nas mesmas notas fiscais.
- Após o término do recebimento e segregação os paletes são deslocados para uma área demarcada do recebimento onde permanecem até o momento do endereçamento. Esta área já possuirá 10 divisões, ABC e BL e a divisão de tamanhos PMG.
- Após a liberação dos itens para o endereçamento o endereçador transporta o palete para a região correta do estoque e armazena todos os SKUs do palete.

Tabela 21: Vantagens e desvantagens opção B

Opção B: Segregação na conferência	
Vantagens	Desvantagens
É necessária apenas uma área de armazenagem de produtos entre o recebimento e endereçamento.	Diminui a produtividade da conferência de produtos pequenos dado que agrega mais uma tarefa aos operadores desta função.
A separação faz com que o endereçador não precise consultar os itens antes do transporte, facilitando a saída dos paletes.	Necessidade de computadores para a área de conferência de produtos médios e grandes, para consulta de produtos, a conferência de pequenos já possui computadores.
A separação por locais de estocagem faz com que o endereçador seja mais produtivo do que na opção A, por percorrer uma menor distância. Eles serão dedicados a uma região do estoque o que facilita a coordenação e diminui a necessidade de equipamentos (empilhadeiras).	Necessidade de leitores de código de barras para a conferência, apenas a conferência de pequenos possui leitores de código de barras.
Na conferência já ocorre manipulação de produtos, desta forma evita-se que mais pessoas tenham que manuseá-los.	Instalação de postos de pré-RI para o recebimento de médios e grandes.
Mantém a produtividade do recebimento de médios e grandes, pois a montagem de paletes é feita pelo fornecedor, que abre e retira os produtos das caixas. O conferente só apontará para qual paleta/lote deve ir o produto.	Necessidade de um sistema de lotes mais elaborado, ao invés de apenas um número deverá possuir de diferentes letras (exemplo lote 10A, 10B) e possivelmente mais de um paleta, o que pode dificultar a rastreabilidade dos produtos após a conferência.
Priorização do endereçamento produtos em BL ao contrário da Opção A.	Geração de um sistema de rastreabilidade, para localização dos lotes de uma mesma nota fiscal.
O momento de movimentação do endereçador diminui. Ele transporta o paleta apenas na direção frente-fundo do estoque e por poucas ruas. Menor momento de movimentação que a opção A.	-
Facilita o processo de lançamento da nota fiscal, pelo processo de criação do pré-RI para todos os produtos.	-
Diminui o retrabalho da conferência de produtos médios e grandes, já que atualmente os códigos de barras podem ser copiados erroneamente.	-

O fluxograma a seguir ilustra as operações desenvolvidas pelo endereçador nesta opção.

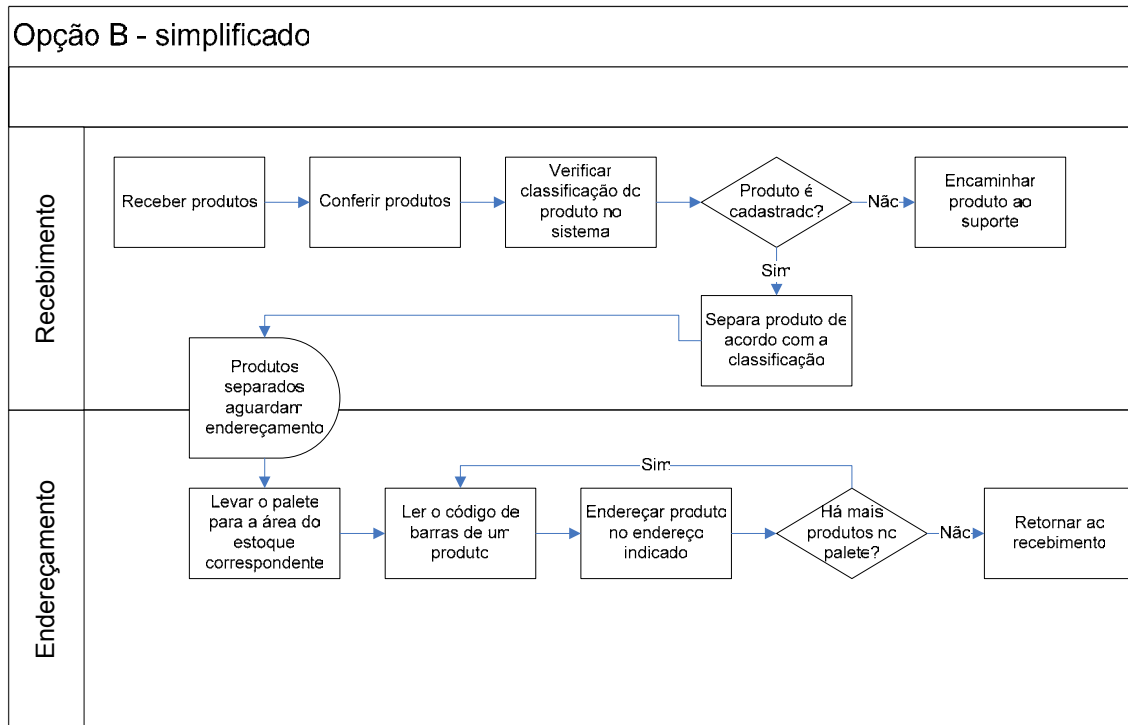


Figura 5: Fluxograma opção B

Opção C: Separação dos tipos de produtos após o lançamento de notas fiscais

Objetivo: Separação dos itens por curva apenas após a liberação destes para o endereçamento. Ou seja, criação de um processo intermediário entre recebimento e endereçamento.

Procedimento:

- Uma equipe, na área de produtos a endereçar, dedica-se à tarefa de separação.
- Assim que os paletes liberados chegam a esta área a equipe consulta os produtos no sistema de informação
- Separa por tamanho PMG e curva de venda ABC.
- Após esta separação o endereçador transporta o paleta para a região correta do estoque onde consegue armazenar todos os seus SKUs.

Tabela 22: Vantagens e desvantagens opção C

Opção C: Segregação após o lançamento de notas fiscais	
Vantagens	Desvantagens
A separação faz com que o endereçador não precise consultar os itens antes do transporte, facilitando a saída dos paletes.	Necessidade de nova área física de estocagem de produtos com espera de endereçamento. Serão necessárias três áreas, uma onde os produtos aguardam o lançamento, uma para os produtos já liberados para o endereçamento e outra para os produtos segregados.
A separação por locais de estocagem faz com que o endereçador seja mais produtivo do que na opção A, por percorrer uma menor distância. Eles serão dedicados a uma região do estoque o que facilita a coordenação e diminui a necessidade de equipamentos (empilhadeiras).	Criação de uma nova equipe, uma vez que não será uma função acumulada por ninguém. Para que não seja uma operação gargalo o dimensionamento desta equipe foi feita com base em testes de produtividade para esta tarefa, o que pode ser verificado no apêndice A, sendo necessários 2 operadores para a área de pequenos e 1 para a de médios e grandes.
O momento de movimentação do endereçador diminui. Dado que ele caminha com o paleta apenas na direção frente-fundo do estoque e por poucas ruas. Menor momento de movimentação que a opção A.	Necessidade equipamentos como computadores e leitores de códigos de barras para esta equipe.
A rastreabilidade se mantém, pois o lote será mantido em um único paleta até o lançamento da nota fiscal pelo PAF.	Necessidade de um local de trabalho (posto de trabalho).
Priorização do endereçamento de produtos em Backlog ao contrário da Opção A.	-

O fluxograma a seguir ilustra as operações desenvolvidas pelo endereçador nesta

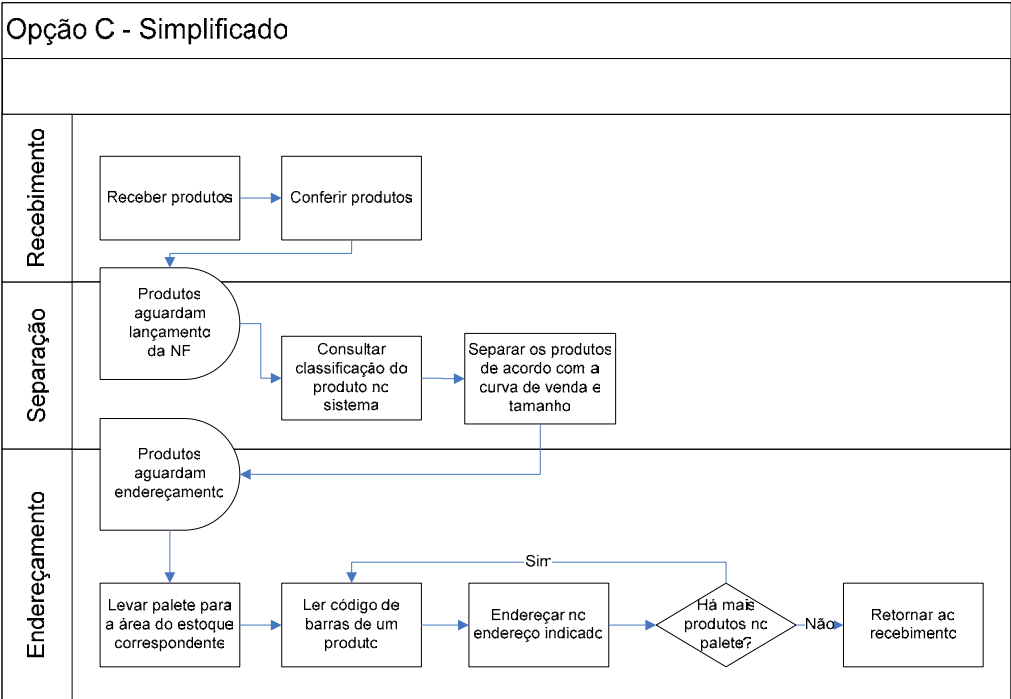


Figura 6: Fluxograma opção C

4.1.2.1 Escolha da melhor opção

Conforme pesquisado e apresentado no capítulo 3, as opções serão analisadas nos critérios técnico e econômico.

Critério técnico – qualitativo método AHP

Foi formada uma comissão com os principais responsáveis pela área de recebimento e endereçamento. Esta comissão discutiu os pontos positivos e negativos de cada uma das alternativas e levantou os critérios mais importantes para a escolha entre as opções. A figura abaixo representa a estrutura hierárquica para a escolha das opções.

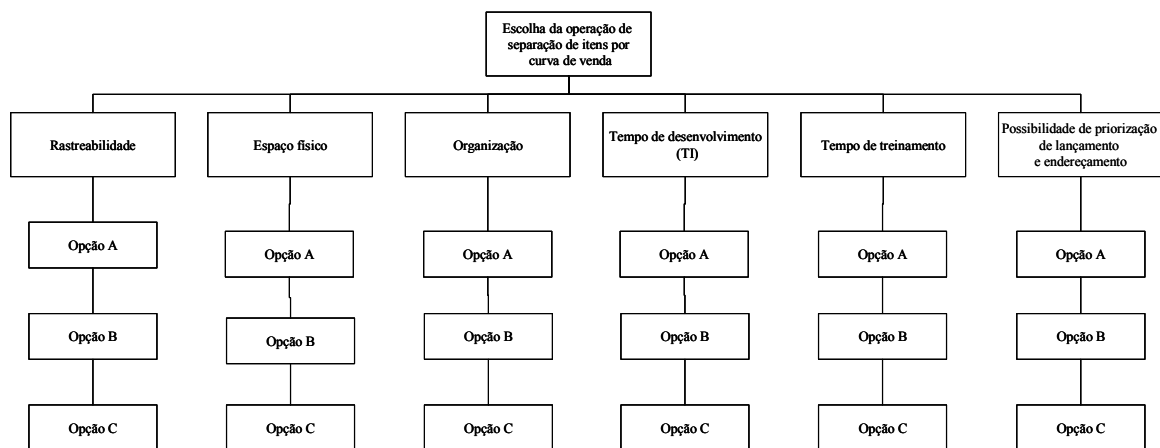


Figura 7: Estrutura hierárquica para escolha da operação de separação de produtos

Estes critérios foram comparados dois a dois, conforme escala de julgamento apresentada no capítulo anterior, resultando na matriz apresentada abaixo.

Tabela 23: Comparação de critérios relacionados ao objetivo

Comparação dos Critérios

	1	2	3	4	5	6
Critério 1 - Rastreabilidade	1	1/3	1/2	1/3	3	1/3
Critério 2 - Espaço físico	3	1	1/3	1/2	3	1
Critério 3 - Organização	2	3	1	3	5	1
Critério 4 - Tempo de desenvolvimento (TI)	3	2	1/3	1	7	1
Critério 5 - Tempo de treinamento	1/3	1/3	1/5	1/7	1	1/6
Critério 6 - Possibilidade de priorização de lançamento e endereçamento	3	1	1	1	6	1
	12,333	7,667	3,367	5,976	25,000	4,500

Os resultados do método AHP desenvolvido pela autora é apresentado abaixo.

Matriz normalizada e vetor prioridade

Tabela 24: Comparação de critérios normalizada

	1	2	3	4	5	6	Vetor Prioridade
1	0,081	0,043	0,149	0,056	0,120	0,074	0,087
2	0,243	0,130	0,099	0,084	0,120	0,222	0,150
3	0,162	0,391	0,297	0,502	0,200	0,222	0,296
4	0,243	0,261	0,099	0,167	0,280	0,222	0,212
5	0,027	0,043	0,059	0,024	0,040	0,037	0,038
6	0,243	0,130	0,297	0,167	0,240	0,222	0,217

Para a validação do método e dos julgamentos foi calculado o auto vetor λ máximo, índice de consistência (IC), o qual fora comparado com o índice randômico (IR) e a razão de consistência (RC).

Tabela 25: Cálculo λ máximo e índice de consistência

Vetor Coluna	Vetor divisão	λ_{max}	6,385
0,54	6,234	IR tabelado	1,240
0,95	6,330	IC	0,077
1,96	6,643	RC	0,062
1,36	6,401		
0,24	6,316		
1,37	6,307		

As opções foram comparadas par a par em cada um dos critérios resultando nas matrizes apresentadas a seguir.

Tabela 26: Comparação das alternativas de acordo com cada critério

Critério 1 - Rastreabilidade

	A	B	C		
A	1	3	1	$\lambda_{\max}$	3,029
B	1/3	1	1/5	RC	0,025
C	1	5	1	IC	0,015
	2,33	9,00	2,20	IR tab	0,58

Critério 2 - Espaço físico

	A	B	C		
A	1	1/5	4	$\lambda_{\max}$	3,096
B	5	1	8	RC	0,083
C	1/4	1/8	1	IC	0,048
	6,25	1,33	13,00	IR tab	0,58

Critério 3 - Organização

	A	B	C		
A	1	1/7	1/2	$\lambda_{\max}$	3,054
B	7	1	7	RC	0,047
C	2	1/7	1	IC	0,027
	10,000	1,286	8,500	IR tab	0,58

Critério 4 - Tempo de desenvolvimento (TI)

	A	B	C		
A	1	4	3	$\lambda_{\max}$	3,109
B	1/4	1	2	RC	0,094
C	1/3	1/2	1	IC	0,055
	1,583	5,500	6,000	IR tab	0,58

Critério 5 - Tempo de treinamento

	A	B	C		
A	1	3	2	$\lambda_{\max}$	3,009
B	1/3	1	1/2	RC	0,008
C	1/2	2	1	IC	0,005
	1,833	6,000	3,500	IR tab	0,58

Critério 6 - Possibilidade de priorização de lançamento e endereçamento

	A	B	C		
A	1	1/8	1/3	$\lambda_{\max}$	3,107
B	8	1	7	RC	0,093
C	3	1/7	1	IC	0,054
	12,000	1,268	8,333	IR tab	0,58

Desta forma as ordens de prioridade de cada opção em cada um dos critérios são dadas pela matriz abaixo.

Tabela 27: Ordens de prioridade para cada opção

	1	2	3	4	5	6
A	0,405	0,206	0,090	0,620	0,539	0,074
B	0,115	0,723	0,767	0,224	0,164	0,765
C	0,480	0,070	0,143	0,156	0,297	0,161

Com a multiplicação do vetor prioridade e a matriz acima se obtêm as pontuações de cada uma das opções. A figura a seguir ilustra as pontuações.

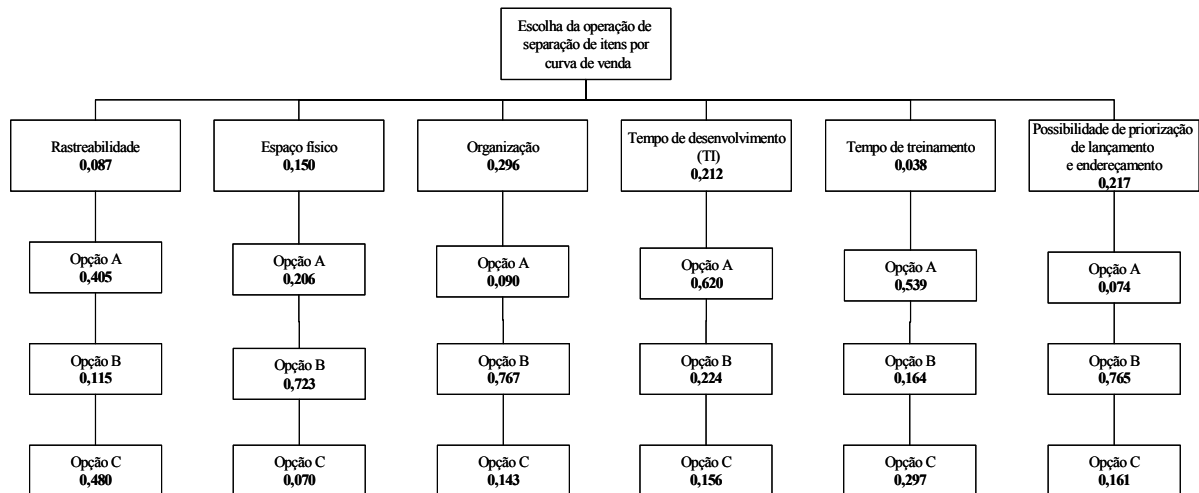


Figura 8: Pesos obtidos para a escolha da operação

Assim temos a seguinte pontuação.

Tabela 28: Rank das opções no critério técnico

Rank das opções	
A	0,26
B	0,56
C	0,17

A conclusão obtida é que a melhor alternativa no aspecto técnico é a *opção B*.

Critério econômico – quantitativo método VPL

Os fluxos de caixa para cada uma das alternativas serão analisados em um horizonte de dois anos, uma vez que é a duração aproximada do projeto de automação antes da necessidade de ampliação.

O custo de oportunidade utilizado é de 12% a.a., devido ao valor real ser estratégico da empresa. $I = 1,23\%$ a.m.

- Opção A

Não existe nenhum investimento necessário para que esta solução seja aplicada, uma vez que não requer equipamentos e/ou materiais diversos. No entanto esta solução diminui a produtividade do endereçamento.

Considerando que a produtividade do endereçamento hoje é de 0,7min/SKU. Uma amostra de tempos foi coletada comparando-se endereçamentos de lotes em um corredor e em diversos corredores. A tabela a seguir ilustra estes resultados.

Tabela 29: Amostra de produtividade da operação de endereçamento

SKUs	Corredores	SKU/corredor	Tempo (min)	Minutos por SKU
43	1	43	18,5	0,43
20	1	20	12,83	0,64
17	1	17	6	0,35
4	1	4	2,35	0,59
Média				0,50
20	4	5	21	1,05
12	4	3	15,62	1,30
40	8	5	48	1,20
Média				1,18

Levando em conta que apenas 39% das todas fiscais, lotes, contêm peças com mais de uma classificação, pode-se calcular a perda de produtividade. Considerando que 39% da operação de endereçamento ocorrerão em mais de um corredor.

Tabela 30: Produtividade da operação de endereçamento – opção A

	Porcentagem de endereçamentos	Média produtividade (min/SKUs)	Ponderação
1 corredor	61%	0,50	0,31
Diversos corredores	39%	1,18	0,46
Produtividade total			0,77

A tabela a seguir compara a produtividade atual com a da opção A.

Tabela 31: Comparação produtividade operação de endereçamento atual

Produtividade (min/SKUs)	
Hoje	0,70
Opção A	0,77
Diferença	-10%

Conforme experiência realizada a diminuição fica em torno de 10%. Os custos foram estimados de acordo com o custo da mão-de-obra do endereçamento. A seguir é apresentado o custo da opção e seu fluxo de caixa.

Tabela 32: Aumento dos custos de mão de obra – opção A

Equipe de endereçamento	Queda Produtividade	Custo MDO mensal total	Aumento no custo do endereçamento
25	10%	R\$ 27.500	R\$ 2.750

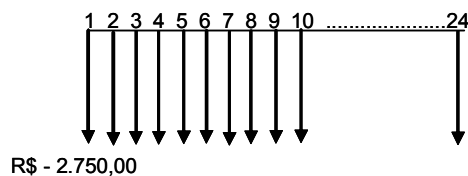


Figura 9: Fluxo de caixa opção A

Calculando o VPL e arredondando temos **VPL = R\$ - 57.550,00**

- Opção B

Nesta opção existem diversos investimentos necessários.

Tabela 33: Investimentos iniciais - opção B

Equipamentos	Quantidade	Custo	Total
Computadores	2	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
Leitores sem fio	3	R\$600,00	R\$ 1.800,00
Tinta para pintar o piso	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
Mesas	2	R\$ 170,00	R\$ 340,00
Quadro branco	1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Apagador para quadro branco	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
Canetas para quadro branco	4	R\$ 2,00	R\$ 8,00
			R\$ 6.350,00

Além deste investimento a solução apresenta melhorias de produtividade e conseqüente economia de custo de mão-de-obra.

Para comparar o ganho de produtividade de lançamento de notas fiscais com e sem pré-RI, foram comparados os tempos de lançamento de notas de produtos de pequenos, com os outros produtos médios e grandes. Este tempos foram obtidos com diversas medidas da operação.

Tabela 34: Amostra de tempo produtividade lançamento de notas fiscais

Pequenos		
Quantidade de SKU	Tempo de lançamento (min)	Minutos por SKU
9	3,19	0,35
5	2,79	0,56
20	9,00	0,45
14	6,58	0,47
Média		0,46
Médios e grandes		
Quantidade de SKU	Tempo de lançamento (min)	Minutos por SKU
5	3,95	0,79
7	5,25	0,75
24	17,76	0,74
12	9,48	0,79
Média		0,77

Com esta solução todas as notas fiscais passam a serem lançadas depois de gerado um pré-RI, desta forma o ganho de produtividade do PAF é o ilustrado na tabela a seguir.

Tabela 35: Diferença de produtividade das operações de lançamento de notas fiscais

	Minutos por SKU
Lançamento com pré-RI	0,46
Lançamento sem pré-RI	0,77
Diferença de produtividade	40%

Já a economia de mão-de-obra no endereçamento foi calculada com a mesma experiência da opção A. No entanto levando em consideração que existirão apenas lotes endereçados em um único corredor.

Tabela 36: Comparação de produtividade da operação de endereçamento – opção B

	Produtividade (min/SKUs)
Hoje	0,70
Opção B (1 corredor)	0,31
Diferença	56%

Temos então os seguintes valores de economias mensais.

Tabela 37: Economia – opção B

	Equipe	Aumento da produtividade	Custo de mão de obra total	Economia mensal
Aumento da produtividade PAF	2	40%	R\$ 2.200,00	R\$ 880,00
Aumento da produtividade endereçamento	25	56%	R\$ 27.500,00	R\$ 15.400,00
				R\$ 16.280,00

Com estes valores temos o fluxo de caixa a seguir.

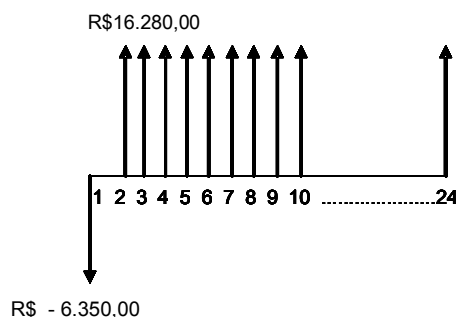


Figura 10: Fluxo de caixa opção B

Calculando o VPL e arredondando tem-se **VPL= R\$ 318.100,00**

- Opção C

Nesta opção existe o seguinte investimento inicial.

Tabela 38: Custos iniciais – opção C

Equipamentos	Quantidade	Custo	Custo Total
Computadores	4	R\$ 2.000,00	R\$ 8.000,00
Leitores sem fio	4	R\$ 600,00	R\$ 2.400,00
Tinta para pintar o piso	3	R\$ 30,00	R\$ 90,00
Mesas	4	R\$ 170,00	R\$ 680,00
Cadeiras	4	R\$ 90,00	R\$ 360,00
			R\$ 11.530,00

Além dos custos iniciais esta solução apresenta custos de mão-de-obra para realização da operação de separação, ou seja, pessoas que serão dedicadas a esta função. O dimensionamento da equipe já fora apresentado na descrição da opção, e seus custos estão na tabela a seguir.

Tabela 39: Custos mensais – opção C

	Quantidade	Custo	Custo mensal
Operação de Separação	3	R\$ 1.100,00	R\$ 3.300,00

Contudo esta proposta de solução ainda apresenta o aumento de produtividade do endereçamento constatado na opção anterior, uma vez que os produtos estarão separados para o endereçamento.

Tabela 40: Economia – opção C

	Equipe	Aumento da produtividade	Custo de mão de obra total	Economia mensal
Aumento da produtividade endereçamento	25	56%	R\$ 27.500,00	R\$ 15.400,00

Com os valores apresentados acima o fluxo de caixa pode ser traçado.

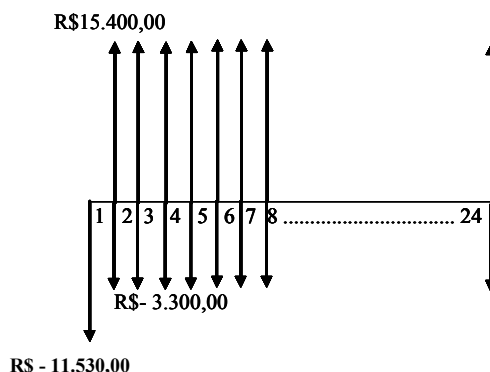


Figura 11: Fluxo de caixa opção C

Calculando o VPL e arredondando, tem-se **VPL = R\$ 229.600,00**.

Comparando-se os VPLs calculados, a alternativa escolhida no critério técnico é mais uma vez confirmada como a melhor.

Tabela 41: Comparação VPL das opções A, B e C.

Opção	VPL
A	R\$ - 57.550,00
B	R\$ 318.100,00
C	R\$ 229.600,00

Pela comprovada superioridade da **opção B** esta foi escolhida como a solução para a operação de separação.

4.1.2.2 Detalhamento da opção escolhida (opção B) e requisitos do sistema de informação

A segregação na conferência dos itens (opção B) foi a proposta escolhida para esta operação. Para o detalhamento será utilizada a técnica, descrita no capítulo anterior, para a determinação de um processo de atividades.

- **Recebimento de produtos pequenos:** As operações só sofrerão alterações depois de recebimento dos pacotes, ou seja, nos postos de conferência.
- **Recebimento de produtos médios e grandes:** As operações sofrerão mudanças desde a conferência na doca, porque os lotes deverão ser criados da mesma forma como é feito para os produtos pequenos.

Fronteiras do processo: tanto as operações de recebimento de produtos pequenos como de médios e grandes começam na conferência dos itens recebidos, ou seja, são iniciados com o aviso de recebimento e as mercadorias do fornecedor. A fronteira final é o processo o endereçamento, o processo acaba quando a operação de endereçamento começa.

Fluxo do processo:

- a) Todos os produtos da entrega são lidos pelo leitor de código de barras e os lotes para o pré-ri são criados.
- b) Ao passar o produto pelo leitor o sistema identifica qual a sua classificação e comunica ao operador.
- c) Este por sua vez separa os itens, em pilhas, se forem pequenos, ou em paletes se forem médios ou grandes, de mesma classificação. Para facilitar a organização existirão quatro divisões sobre sua bancada de conferência de pequenos com a identificação A, B, C e BL.
- d) Ao final da conferência cada uma das pilhas ou paletes recebe a identificação, que contém o número do lote com a letra correspondente após o número do lote, exemplo o lote é número 10, a pilha de produtos na divisão A receberá a identificação 10A. No caso dos produtos pequenos, as pilhas são colocadas sobre os paletes correspondentes que estarão ao lado das bancadas de conferência.
- e) Quando um dos quatro paletes (A, B, C e BL) estiver completo os quatro, a menos que algum esteja vazio, serão transportados para a área correspondente, onde aguardam a liberação e posterior endereçamento. Esta área será demarcada no piso do recebimento e será classificada como área de espera dos paletes.
- f) Existirá um quadro branco com o mapa da área de espera para o endereçamento, para facilitar a organização. Neste quadro deve ser colocado o número e a letra do lote na respectiva vaga em que fora deixado o palete. Para que quando ocorra a movimentação de paletes a ordem não seja alterada e para que a rastreabilidade dos paletes seja facilitada.

- g) O PAF recebe via sistema um aviso de que a conferência foi realizada com sucesso e prioriza as entradas de acordo com a data e hora de finalização da conferência. Além dessa ordem o sistema prioriza, independente da data e hora, a nota fiscal que contém produtos em BL.

O diagrama a seguir ilustra o fluxo da opção escolhida.

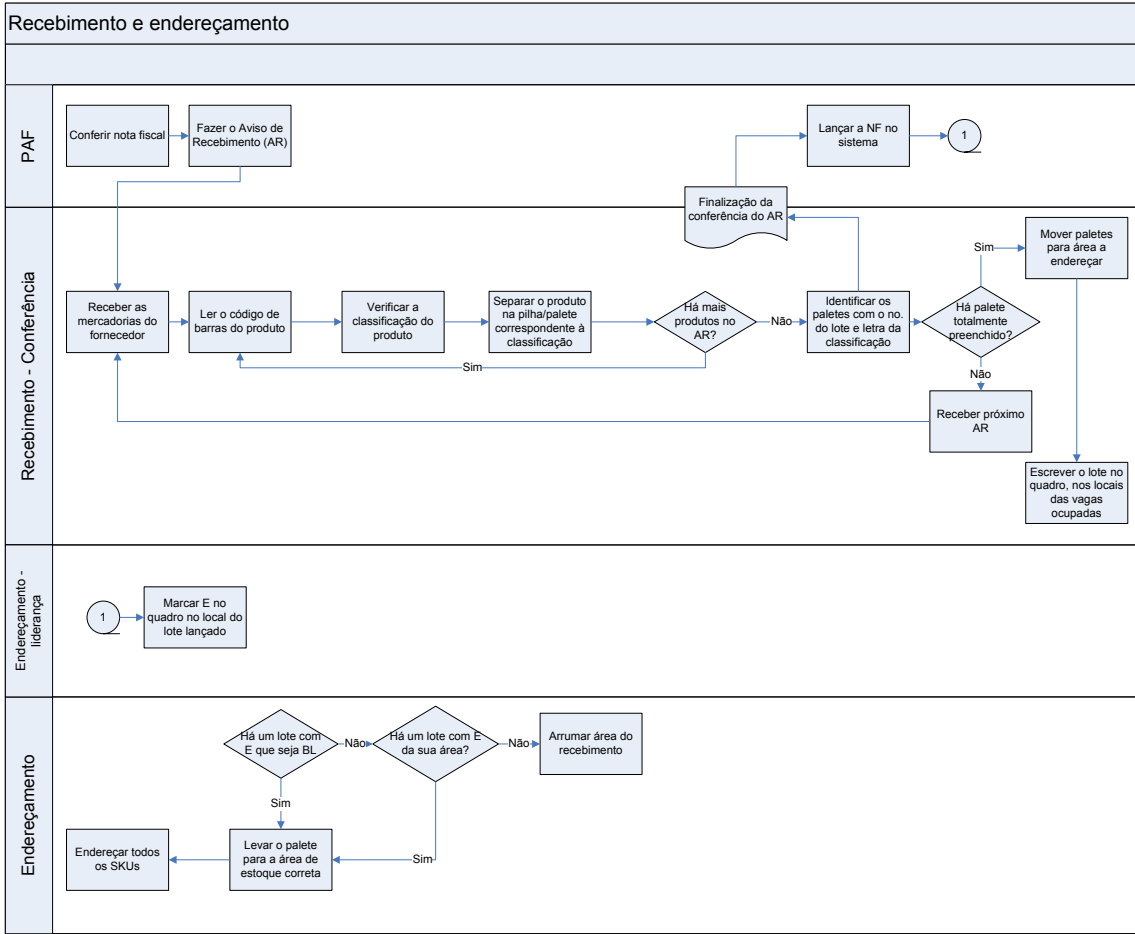


Figura 12: Fluxograma das operações

Insumos e resultados: os insumos são os produtos recebidos e o aviso de recebimento. O resultado do processo é a separação dos itens de acordo com a sua classificação na curva de venda, facilitando o processo de endereçamento.

Componentes:

- Sistema com a classificação dos produtos
- Aviso de recebimento
- Leitor de código de barras
- Paletes para armazenar os produtos separados.
- Papel para a identificação dos paletes.
- Caneta e quadro branco para identificar e localizar os paletes.

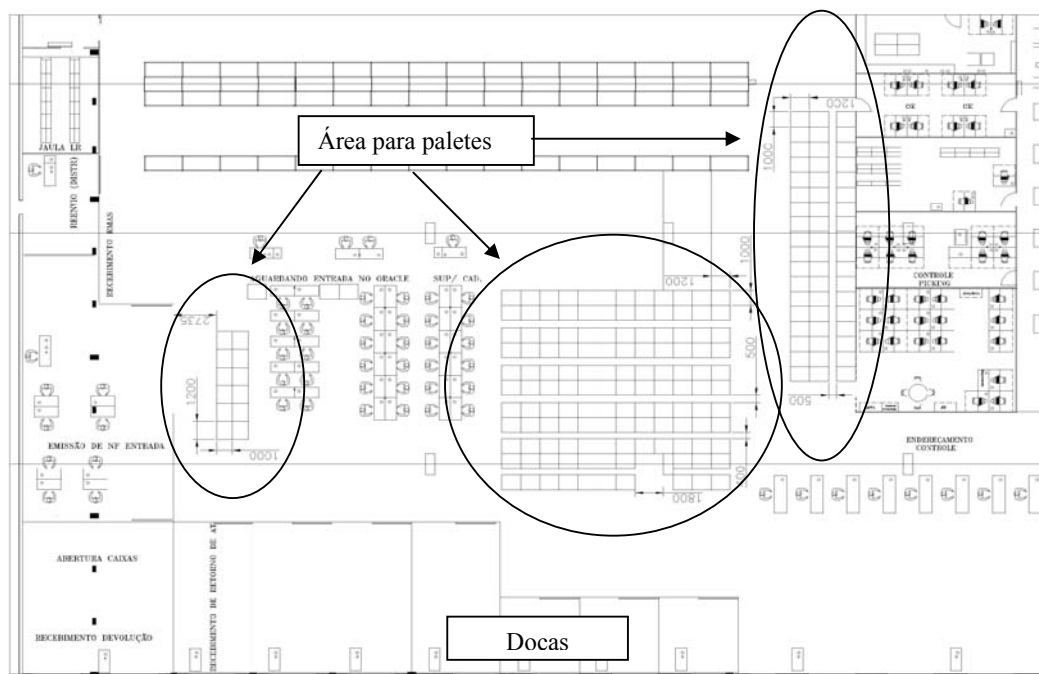
Clientes: o cliente é o endereçamento, que se beneficia da separação dos itens, o que diminui seu tempo de operação.

Fornecedores: os fornecedores deste processo são os próprios fornecedores da Submarino com os produtos e o PAF que fornece o aviso de recebimento.

A necessidade de organização no recebimento resultou em uma divisão desta área. Esta divisão é mostrada pela figura a seguir, onde os retângulos simbolizam as “vagas” para os paletes aguardando o endereçamento.

Não foram definidas áreas fixas para cada classificação devido ao perfil do recebimento durante o mês. Este perfil não é uniforme, portanto para manter a ordem existiram placas com as letras A, B, C e BL para identificar as filas, cada fila terá apenas uma classificação.

Na figura podem ser observadas 182 vagas para o recebimento de produtos de revenda e 12 para o recebimento de produtos de devolução (lado esquerdo da figura). Estes números foram calculados de acordo com a média de paletes recebidas por dia e atende a demanda.



Requisitos do sistema de informações: o levantamento dos requisitos funcionais do sistema de informação apresentados a seguir foram feitos para o desenvolvimento de uma especificação de sistema. Esta especificação é utilizada pelo o departamento de tecnologia da informação para desenvolver o sistema. Os requisitos são:

- a) O SGC e o WMS trazem as informações de curva de venda dos produtos, esta informação é gerada pelo sistema WMS, que já possui as informações de quantidades vendidas de cada um dos itens do estoque.
- b) Consulta no SGC, que estará na tela de abertura de lote, que apresenta a classificação do produto (ABC) com fornecimento do código de barras.
- c) Parametrização de endereços com as seguintes classificações: curva de venda, área do estoque (pequeno, médio, grande) e estoque de trabalho ou estoque reserva.
- d) O endereçador lê o código de barras dos produtos e quando isso ocorrer a tela do WMS aponta a quantidade de itens a serem endereçados e opções de endereço completo. Estes endereços contêm a mesma classificação que os produtos. Se forem produtos AA, apenas o endereço daquele SKU específico é mostrado.
- e) O WMS aceita o endereçamento em algum endereço da lista, ou aceita a sugestão de endereço dada pelo operador apenas se a classificação do

produto é igual à classificação do endereço sugerido, caso contrário apresenta uma mensagem de “endereço recusado”.

- f) O WMS informa o endereço livre mais próximo fisicamente do local no qual o usuário em questão fez o seu último endereçamento, minimizando desta forma o seu deslocamento pelo estoque. Requisito desejável, mas não necessário.

4.2 Operações de endereçamento e movimentações de estoque

4.2.1 Abastecimento e endereçamento

Para que a área de estocagem abrangida pela automação esteja sempre abastecida, ou seja, com produtos disponíveis, sem locais vazios é necessário o armazenamento de produtos em estoque de reserva. Este último servirá para manter a cobertura do item conforme as estratégias do setor comercial, mas disponibilizará a quantidade de SKUs viável para a automação, isso porque ocupar, com o mesmo SKU mais de um endereço diminuirá a produtividade da linha da automação.

Como cada item tem duas características individuais: sua quantidade de vendas diárias e suas dimensões (volume).

Não se pode atribuir a mesma quantidade de itens por endereço, de estoque de trabalho, para todos eles. O critério a ser utilizado, conforme pesquisas realizadas é a cobertura de estoque.

A cobertura média dos itens mais vendidos no estoque hoje é em torno de 30 dias, isto é definido pelo departamento comercial, no entanto a cobertura que será disponível nos endereços próximos à área abrangida pela automação deverá ser menor. Mantendo assim dois tipos de estoque

- Estoque de trabalho, quantidade menor de itens por produto.
- Estoque de reserva, quantidade sobressalente (diferença entre a quantidade mantida em estoque e o estoque de trabalho).

Para tanto se faz necessário aplicar um método de reposição de estoque, baseado na cobertura e no ponto de pedido. A área de estoque reserva será considerada como um fornecedor e a saída de produtos a demanda. Para a determinação da cobertura disponível nestes endereços foram analisados os seguintes fatores:

- Quantidade de SKUs na área abrangida pela automação.
- Quantidade de pessoas necessárias para o abastecimento.
- Tamanho dos endereços (facilidade de picking).

Dois pontos foram considerados como inalteráveis, são eles:

- As estruturas de armazenagem, que já estão definidas e compradas. São porta-paletes comuns, para área de produtos pequenos possuem 5 alturas e para área de produtos médios 3 alturas.
- A distância percorrida pela operação de picking, dado que não será variável. Uma vez que a distância continuará a mesma independente do número de SKUs, pois as estruturas não serão modificadas.

A produtividade de movimentação de estoque foi utilizada como base para a produtividade da operação de abastecimento. O resultado foi 0,39 minutos por item e o cálculo pode ser visto no apêndice B.

Cobertura do estoque de trabalho:

O cálculo da quantidade de endereços por dias de cobertura mantida utilizou os seguintes dados:

- Volume médio dos itens.
- Tamanho dos endereços necessários para acomodar o volume da cobertura desejada.

Para o cálculo da movimentação de abastecimento foi utilizada uma aproximação do ponto de pedido por uma porcentagem de cobertura mantida no endereço, para facilitar a comparação e os cálculos, nesta primeira análise.

A medida utilizada para aproximação do ponto de pedido foi 20% da cobertura mantida no endereço. Ou seja, quando 80% da quantidade for retirada para cumprir pedidos de clientes, a ordem de abastecimento é lançada, gerando uma necessidade de movimentação. Foi levado em consideração o sistema em regime, onde toda movimentação será feita durante o tempo total de cobertura no endereço.

Produtos pequenos:

Os volumes médios utilizados estão na tabela abaixo:

Tabela 42: Cubagem média de produtos pequenos

	Cubagem (m ³)
Cat09	0,00525
Cat04	0,007695
Cat01	0,0008

A tabela a seguir ilustra a quantidade de endereços por dias de cobertura mantida.

Tabela 43: Quantidade de endereços x cobertura mantida nos endereços de itens pequenos na área abrangida pela automação.

Cobertura (dias)	Quantidade endereços com SKUs diferentes	Porcentagem de vendas em relação ao total	Porcentagem de vendas em relação aos pequenos	Quantidade endereços por prateleira	Tamanho da frente do endereço (mm)	Endereço para palete (qtd)	Endereços duplos (um SKU em mais de um endereço)
1	5550	39,73%	91,00%	17	135,3	60	0
2	4650	38,15%	87,00%	17	135,3	60	450
3	4110	37,03%	85,00%	15	153,3	60	0
4	3300	35,08%	80,00%	12	191,7	60	0
5	2760	33,56%	77,00%	10	230,0	60	0
6	2220	31,76%	73,00%	8	287,5	60	0
7	1950	30,71%	70,00%	7	328,6	60	0
8	1680	29,53%	68,00%	6	383,3	60	0
9	1410	28,18%	65,00%	5	460,0	60	0
10	1140	26,56%	61,00%	4	575,0	60	0

Após analisar a tabela anterior **descartam-se coberturas menores que 7 dias devido ao tamanho da frente do endereço**. Isto porque uma frente menor que 300mm dificulta a operação de picking devido à pequena área frontal e grande profundidade (1.000mm) do endereço. A tabela a seguir mostra os cálculos da movimentação freqüência de movimentação que cada uma das coberturas ainda possíveis.

Tabela 44: Cálculo da quantidade de movimentação e pessoas necessárias para cada cobertura mantida

Cobertura (dias)	Quantidade de endereços	80% da venda média da cobertura (peças)	Média de quantidade movimentada por dia (peças)	Tempo de movimentação total (minutos)	Pessoal necessário	Custo com pessoal (R\$ mil)
7	1950	29915	4274	1666,7	3,6	4,0
8	1680	32746	4093	1596,4	3,5	3,8
9	1410	34949	3883	1514,5	3,3	3,6
10	1140	36347	3635	1417,5	3,1	3,4

Observando a tabela a seguir, consegue-se uma melhor comparação destes pontos.

Tabela 45: Comparação das alternativas de cobertura – itens pequenos

Cobertura (dias)	Quantidade de endereços	Porcentagem de venda de produtos desta categoria	Tamanho da frente dos endereços (mm)	Pessoas necessárias para o abastecimento
7	1950	70,00%	328,6	3,6
8	1680	68,00%	383,3	3,5
9	1410	65,00%	460,0	3,3
10	1140	61,00%	575,0	3,1

Observa-se que a diferença entre manter 7 dias e 10 dias é de 9% do total de vendas desta categoria, mas é necessária uma pessoa a mais na operação de abastecimento, considerando o arredondamento.

Para manter uma operação mais enxuta, menor frequência de abastecimento, menor custo e ainda uma melhor ergonomia para o picking, o a cobertura mantida será de **10 dias** em cada um dos endereços.

A ergonomia se deve ao fato dos 575mm de frente, diferença considerável comparada com os demais, o que facilita o apanhe de produtos no fundo do endereço.

Isso também é justificado pela constatação de que apenas 1140 SKUs representam cerca de 60% das vendas de produtos pequenos e 26% da venda total, já 1950 SKUs representam 70% das vendas na sendo uma diferença não justificável para a ampliação da operação e da dificuldade do picking.

Produtos Médios:

Os volumes dos produtos foram calculados com base naqueles que estarão alocados nos endereços. Ou seja, foi feita uma lista com os 700 produtos médios mais vendidos e suas dimensões, com estas dimensões calculou-se o volume que cada item ocupa.

Tabela 46: Quantidade de endereços x cobertura mantida nos endereços de itens pequenos na área abrangida pela automação.

Cobertura (dias)	Quantidade endereços na automação	Quantidade endereços por prateleira	Tamanho da frente do endereço das prateleiras (mm)	Endereços para palete	Endereços duplos (um SKU em mais de um endereço)
1	690	6	400	90	0
2	689	6	400	90	1
3	685	6	400	90	5
4	484	4	600	90	0
5	479	4	600	90	5
6	379	3	800	90	0
7	378	3	800	90	1
8	281	2	1200	90	0
9	280	2	1200	90	1
10	278	2	1200	90	3

Manter coberturas pequenas, menores que 6 significa trabalhar com endereços com frente menor que 600 mm tamanho considerado pequeno para a operação de picking, principalmente considerando que as peças possuem dimensões médias. Desta forma **coberturas menores que 6 serão descartadas.**

A tabela a seguir mostra o cálculo de mão-de-obra para abastecimento necessário para cada uma alternativas de cobertura ainda possíveis.

Tabela 47: Cálculo da quantidade de movimentação e pessoas necessárias para cada cobertura mantida

Cobertura (dias)	Quantidade de endereços	80% da venda média da cobertura	Média de quantidade movimentada por dia	Tempo de movimentação total (min)	Pessoas necessárias	Custo com pessoal (R\$ mil)
6	379	8522	1420	553,93	1,2	1,3
7	378	9934	1419	553,47	1,2	1,3
8	281	10257	1282	500	1,1	1,2
9	280	11524	1280	499	1,1	1,2
10	278	12772	1277	498	1,1	1,2

Não existe diferença real para a mão-de-obra entre as diferentes coberturas.

Tabela 48: Porcentagem do total de vendas de médios

Cobertura (dias)	Quantidade de endereços	Porcentagem de venda de produtos desta categoria	Tamanho da frente do endereço das prateleiras (mm)	Pessoas necessárias
6	379	57,07%	800	1,2
7	378	56,97%	800	1,2
8	281	51,84%	1200	1,1
9	280	51,78%	1200	1,1
10	278	51,60%	1200	1,1

Por outro lado a tabela acima evidencia que a diferença na porcentagem de venda entre a cobertura de 6, 7, 8, 9 ou 10 dias é mínima, diferença máxima 6%. Provando que qualquer um destes números não resultará em diferenças concretas na operação.

Portanto, para manter o padrão com os itens pequenos a quantidade **a cobertura mantida no estoque será de 10 dias**.

A tabela a seguir ilustra as soluções de cobertura e quantidade de endereços par a área abrangida pela linha de automação.

Tabela 49: Solução para cobertura e quantidade de endereços na área abrangida pela automação

	Cobertura (dias)	Quantidade endereços AA	Quantidade endereços por prateleira	Tamanho da frente do endereço (mm)	Endereços para paletes	Pessoas necessárias	Custo com pessoal (R\$ mil)
Pequenos	10	1140	4	575	60	3,1	3,4
Médios	10	278	2	1200	90	1,1	1,2
Total	-	1418	-	-	150	4,2	4,6

Endereçamento

Para cada um dos itens recebidos, na pendência de endereçamento, o sistema WMS deverá identificar se existem endereços de estoque de trabalho que precisam ser preenchidos. Isso significa que ao sugerir um endereço para o operador o sistema irá primeiro identificar:

- Se o item pertence à área de automação (tamanho médio ou pequeno e classificação AA).
- Se existem cobertura de 10 dias completa no endereço de estoque de trabalho.

O sistema funcionará da seguinte forma:

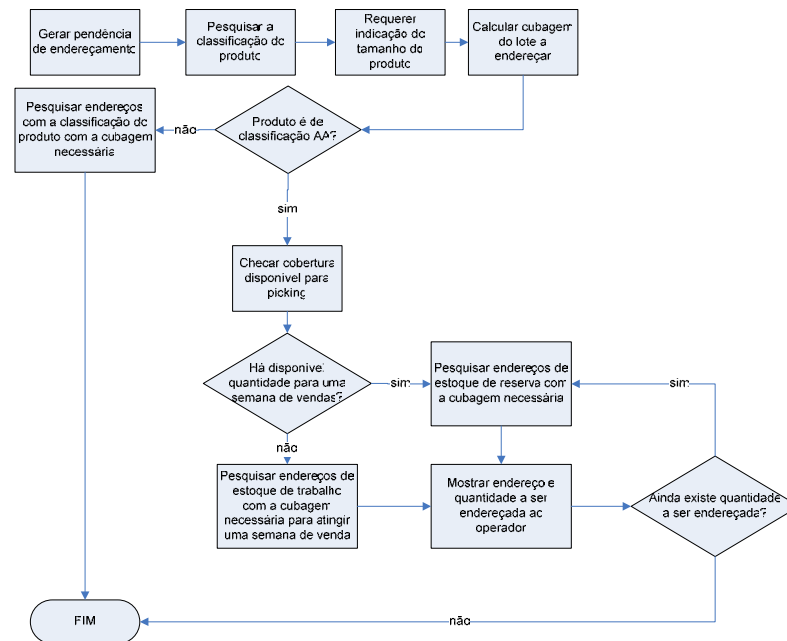


Figura 14: Fluxograma da lógica do sistema WMS para endereçamento de produtos na área da automação.

Tipo de endereços:

Para uma ilustração das estruturas do estoque foi feita a figura abaixo.

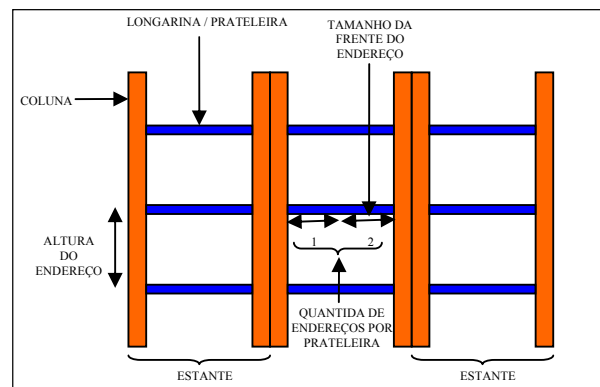


Figura 15: Ilustração das estruturas em estoque

Pequenos: As estruturas utilizadas para armazenar os SKUs de produtos pequenos são porta-paletes com 2,30 x 1,00 x 0,3m onde cada prateleira terá 4 endereços, nestes endereços cabem aproximadamente 215 cat01 ou 986 cat09 ou 673 cat04.

O levantamento dos SKUs de produtos pequenos que mais vendem mostrou que cerca de 20 itens precisam de uma cubagem maior que este endereço para armazenar os 10 dias de cobertura. Para atender a estes serão disponibilizados endereços maiores.

Estes endereços corresponderão às posições mais baixas dos porta-paletes. Desta forma serão 60 endereços disponíveis para paletes, com altura de 500mm. Conforme o crescimento das vendas esperado pela empresa espera-se que a quantidade de itens que precisem de um espaço maior aumente, quando isso ocorrer deve-se aumentar o número de endereços maiores diminuindo o número de SKUs na automação.

Esta diminuição se mostra viável, pois conforme o levantamento, existem itens na área AA que possuem uma VMD de apenas 1 unidade por dia, o que só se justifica hoje pelo excesso de espaço, mas que no futuro deverão ceder seus lugares para acomodar uma cobertura maior dos itens mais vendidos.

Médios: Serão duas estruturas de porta-paletes, uma à esquerda e outra à direita da esteira. Alguns endereços terão tamanho especial para armazenar uma quantidade maior de itens, isso é necessário, pois alguns produtos necessitam um volume maior para armazenar a cobertura total de 10 dias. Podem-se resumir as conclusões acima na seguinte tabela:

Tabela 50: Tamanho de quantidade de endereços na automação

	Pequenos	Médios	Total
Quantidade endereços na automação (total)	1140	278	1418
Quantidade endereços por prateleira	4	2	-
Altura dos endereços (mm)	300	300	-
Profundidade (mm)	1000	1000	-
Tamanho da frente do endereço (mm)	575	1200 e 2400*	-
Quantidade endereços nas prateleiras	1080	188	-
Altura de endereços para paleta (mm)	500	500 e 1000**	-
Endereços para paletes	60	90	150

*Apenas 3 endereços terão 2400mm.

** para estrutura 1 será 500 m e para estrutura 2 será 1000m.

Ponto de pedido:

O ponto de pedido, neste caso, ponto de abastecimento será calculado pelo sistema de acordo com as fórmulas apresentadas no capítulo anterior. Cabem aqui algumas definições para que o cálculo possa ser realizado. Recapitulando o que fora mostrado no capítulo anterior temos:

$$PtoPed = Dm \times Te$$

Onde *PtoPed* ponto de pedido, *Dm* demanda média e *Te* tempo de abastecimento.

O parâmetro (Te) será igual para todos os produtos, este valor será de 2 dias para evitar que falem produtos no estoque de trabalho durante a operação do fim de semana, uma vez que a equipe de endereçamento não trabalha nestes dias. Porém a equipe será dimensionada para atender às solicitações de abastecimento em apenas 1 dia.

Já a (Dm) será substituída pelo valor da VMD do item, ou seja, cada produto tem o seu próprio valor. Assim o sistema calcula para cada item o ponto de pedido (abastecimento) e caso este ponto seja superior à quantidade armazenada no endereço coloca o item na lista de abastecimento. Têm-se então:

$$PtoPed = VMD \times 2dias$$

O lote de abastecimento será de acordo com a quantidade de produtos disponível no endereço ($EstDis$) e a capacidade máxima do endereço ($EstMax$). Conforme fórmula.

$$Lote = (EstMax - EstDis)$$

Armazenagem de estoque de reserva:

Os produtos que possuírem em estoque uma quantidade maior que aquela mantida no estoque de trabalho precisam de estoque de reserva. Conforme mostrado no capítulo anterior são quantidades que devem ser mantidas em um ponto remoto do estoque.

Para facilitar a operação de abastecimento e utilizar melhor o espaço do galpão, a área destinada ao armazenamento do estoque de reserva serão prateleiras acima das prateleiras usadas para armazenar os produtos AA. Estas prateleiras têm a vantagem de estarem próximas a área de trabalho, mas ao mesmo tempo não ocupam espaço útil.

Considerando duas alturas em cada uma das estruturas tem-se 120 posições paletes na área pequenos e 556 posições paletes na área de médios. Para verificar se estas posições são suficientes fora feito o cálculo da cubagem necessária para a situação atual. Ou seja, o cálculo da diferença entre a cobertura mantida em estoque e da cobertura mantida no estoque de trabalho.

Tabela 51: Cálculo da cubagem média para estoque de reserva

	Cubagem total mantida em estoque (m ³)	Cubagem mantida na área próxima à automação (m ³)	Estoque de reserva (m ³)	Cubagem média (m ³)
Médios	565,55	212,91	352,64	0,044
Cat04	8,39	2,40	5,99	0,000257
Cat09	1,40	1,09	0,32	0,000175
Cat01	15,82	5,43	10,40	0,000800
Total pequenos	25,62	8,91	16,71	-

A cubagem de cada uma das posições de estoque reserva é determinada pela altura do endereço e pelas dimensões do palete.

Tabela 52: Cubagem endereços de estoque de reserva

	Largura (m)	Profundidade (m)	Altura (m)	Cubagem (m3)
Endereço estoque de reserva	1	1,2	0,6	0,72

Desta forma pode-se estimar a quantidade de endereços necessária.

Tabela 53: Quantidade de endereços de estoque de reserva

	Cubagem de estoque reserva (m3)	Cubagem de endereço de estoque reserva (m3)	Quantidade mínima de endereços	Quantidade disponível de endereços reserva
Médios	352,64	0,72	490	556
Pequenos	16,71	0,72	23	120

Com isso fica provado que a quantidade reservada de endereços de estoque reserva é suficiente para armazenar este tipo de estoque. Se considerarmos as somas de quantidade mínima de endereços e de quantidade de endereços disponíveis, temos que estão disponíveis cerca de 30% a mais de endereços que o mínimo necessário.

4.2.2 Reordenação – controle das mudanças de classificação dos produtos

Diariamente a lista de classificação por curva de venda será atualizada, e alguns produtos mudarão de classificação (A, B, C) e serão movimentados de um local de armazenagem para outro. Evitando ocupação de lugares de classificação A por produtos com vendas baixas e vice-versa.

O sistema acompanhará a venda diária de cada um dos itens e apenas quando detectar uma tendência positiva ou negativa deverá mudar sua média. Quando esta modificação ocorrer a curva de vendas da categoria do produto será atualizada.

Para detectar as mudanças um gráfico de controle da venda diária de cada SKU será mantido. Este gráfico será acompanhado pelo sistema, que observa as variações. Se estas estiverem dentro dos limites de controle e não estiverem seguindo uma tendência, só a observação é suficiente.

Quando existirem picos ou quedas bruscas, ou seja, os pontos saem dos limites de controle, o sistema deverá constatar se é um caso isolado, consequência de uma promoção relâmpago, por exemplo. Ou se realmente a venda está tendendo para um aumento ou uma diminuição, se as vendas estão seguindo para uma nova média.

Essas tendências são observadas de acordo com a sequência de pontos crescentes ou decrescentes. Segundo Kume 1993, sete pontos em sequência já acenam uma tendência. Sendo assim **caso haja mais de 7 pontos consecutivos crescentes ou decrescentes é porque a venda média mudou.**

Neste caso a média deve ser recalculada com o histórico de dados dos últimos 15 dias, conforme é calculada hoje, assim como os limites de controle. Com a nova média de vendas a tabela de classificação deve ser atualizada e as classificações modificadas.

Além disso, este controle deverá acompanhar a mudança de média da venda dos produtos. Conforme relatado por Montgomery (2001) a mudança da média é determinada por pontos seguidamente acima ou abaixo da linha média. Segundo Kume 1993, se **pelo menos 10 de 11 pontos consecutivos incidirem num mesmo lado da linha central é considerado um caso anormal** e consequentemente uma mudança de média. Caso estejam de acordo com este comportamento a mudança é detectada e sua média recalculada.

Quando o item muda de classificação entrará na lista reordenação, que no sistema aparecerá junto à lista de abastecimento, o fluxo a seguir ilustra a lógica do sistema.

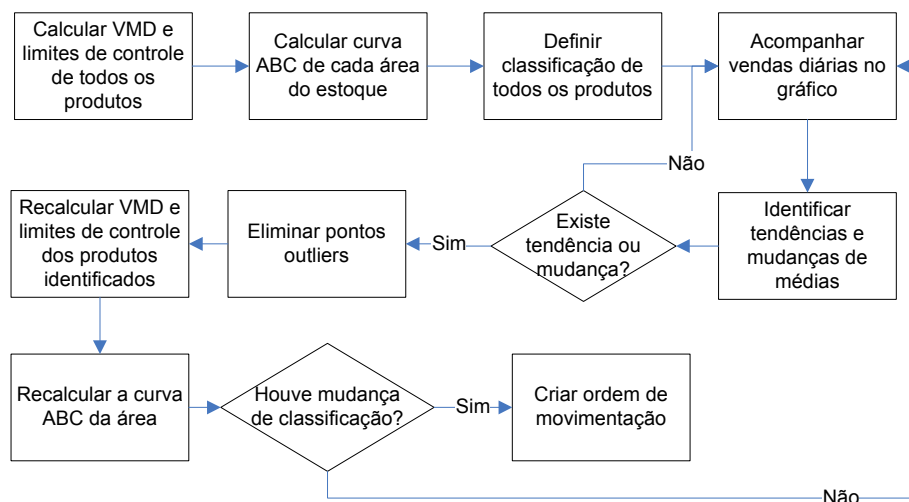


Figura 16: Lógica de mudança de classificação do item no sistema.

Comunicação para a equipe:

Quando a cobertura nos endereços de estoque de trabalho tiver atingido o ponto de pedido, ou quando for necessária a movimentação de um produto que teve sua classificação, na curva ABC alterada, uma ordem de abastecimento ou movimentação será lançada no sistema WMS. Esta ordem contém as seguintes informações:

- Prioridade da ordem.
- Id, identificação única de cada item em estoque.
- Descrição, informações sobre o produto.
- Quantidade a ser movimentada.
- Código de barras, para identificação.
- Endereço de origem, endereço de estoque reserva do produto, ou endereço de onde o produto será retirado.
- Endereço destino, endereço de estoque de trabalho, ou endereço destino onde o produto deve ser colocado.

Tabela 54: Exemplo da lista de abastecimento

Prioridade	Id	Descrição	Quantidade	Código de barras	Endereço origem	Endereço destino
1	232649	LIVRO	600	9875841236591	C04050401	A01030507
2	1313505	DVD	500	9875481254562	C04050301	A01030403
2	1054888	LIVRO	442	1548775956585	C04030202	A01020304

A lista possui uma identificação por cores, que representa o tempo de solicitação sendo:

Tabela 55: Identificação das cores na lista de abastecimento

Cor	Tempo (dias)
	D+3
	D+2
	D+1

E a prioridade indica o tipo de atividade e a urgência, seguindo a classificação de acordo com o tipo de ação a ser tomada, priorizando sempre o atendimento do pedido do cliente. A tabela abaixo mostra as prioridades:

Tabela 56: Identificação das prioridades da lista de abastecimento

Prioridade	Ação
1	Produto já está vendido, mas não se encontra em endereços de estoque de trabalho.
2	Abastecimento de endereços pela baixa cobertura
3	Mudança de endereços/reordenação

Fluxo de operações:

O fluxograma a seguir ilustra a comunicação do sistema com o operador assim como os procedimentos adotados pelo operador para realizar as operações de abastecimento e reordenação do estoque.

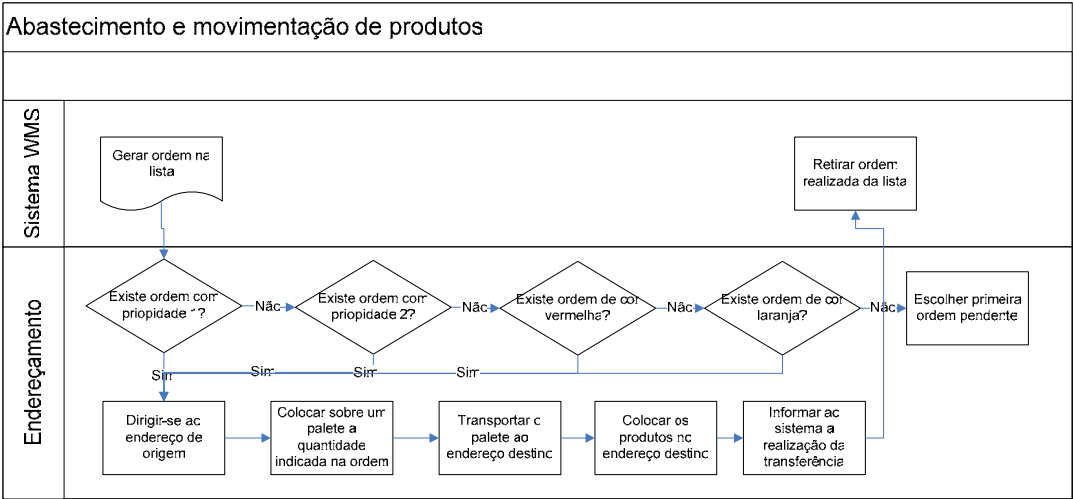


Figura 17: Fluxograma das operações de abastecimento e reordenação

4.2.3 Dimensionamento da equipe

Será montada uma equipe para realizar as tarefas de abastecimento e reordenação. O setor de endereçamento coordenará e supervisionará esta equipe devido à semelhança destas operações.

O abastecimento ocorrerá conforme descrito em item anterior e a produtividade desta operação já fora calculada, 0,39 minutos por peça.

A ordem é realizada no prazo máximo de 1 dia. Quando a operação entrar em regime pode-se dizer que as ordens de abastecimento estarão uniformemente distribuídas em 8 dias, ou seja, a cada 8 dias todos os produtos serão abastecidos com a quantidade igual à capacidade máxima do endereço menos a cobertura de 2 dias.

Para a estimativa da quantidade de peças a ser movimentada será usada como base a VMD dos itens armazenados no estoque AA atualmente.

Tabela 57: Estimativa de peças a ser movimentada na área de médios

	SKUs	Soma da venda média diária de 8 dias
Pequenos	1.140	27.812
Médios	278	8.650
Total	1.418	36.462

Com os cálculos apresentados acima se pode estimar a equipe de abastecimento com a produtividade já apresentada de 0,39 minutos por movimentação de peça e considerando que todas essas peças serão movimentadas em 8 dias.

Tabela 58: Estimativa do total de peças a ser movimentada

	Soma da venda média diária de 8 dias	Produtividade média (min/peça)	Tempo total (min)	Tempo por dia (min)	Tempo por dia (h)	Pessoas necessárias
Médios	8.650	0,39	3.374	422	7	1
Pequenos	27.812	0,39	10.847	1.355	22	3
Total	36.462	0,39	14.221	1.777	29	4

Para o dimensionamento da equipe responsável pela reordenação do estoque será considerada a mudança total do mix de produtos. De acordo com histórico de VMDs estima-se que o mix total de produtos AA deva mudar por completo no máximo uma vez a cada dois anos. Isso se deve ao comportamento de “best sellers”, cujo período de maturidade no ciclo de vida dura em torno de 30 meses.

Primeiramente será levantado o número de peças máximo mantido neste estoque. Esta quantidade ilustra a metade da quantidade de peças que será movimentada a cada troca de mix, pois a cada saída de produto significa que a entrada de outro produto.

Tabela 59: Quantidade de peças mantida no estoque de trabalho

	Peças por endereço (média)	Quantidade de SKUs/Endereços	Quantidade total de peças
Médios	40	278	11.120
Cat01	212	588	124.656
Cat09	605	520	314.600
Cat04	887	332	294.484
Total			744.860

Tabela 60: Cálculo da necessidade de mão-de-obra para operação de abastecimento

Peças	Peças movimentadas por mudança de mix	Peças movimentadas por ano	Produtividade média (min/peça)	Tempo anual (h)	Tempo diário (h)*	Pessoas necessárias
744.860	1.489.720	744.860	0,39	4.842	18	2,3

*Utilizou-se 22 idas úteis no mês

Com os dados calculados e os arredondamento tem-se:

Tabela 61: Equipe de abastecimento e reordenação

Pessoas necessárias para abastecimento	4
Pessoas necessárias para reordenação	2
Total da equipe	6

Cada uma das equipes, abastecimento e reordenação, necessita de um líder, assim além das 6 pessoas dimensionadas acima serão necessárias mais **dois líderes**.

4.3 Micro layout de estoque

De acordo com as regras analisadas na pesquisa bibliográfica será traçado o micro layout para cada uma das áreas identificando a classificação de cada endereço.

Para definir qual a quantidade de endereços A, B e C será utilizada a porcentagem de quantidade de peça por classificação, uma vez que este número pode ser comparado com a porcentagem de espaço ocupado por cada classificação. Isso porque os itens de mesma área têm dimensões similares.

Nos próximos itens será utilizada a seguinte regra:

- Endereços de classificação A: estarão mais próximos à expedição e em posições de mais fácil/rápido acesso, ou seja, em prateleiras em alturas entre 600mm e

2.000mm ou em alturas de porta-paletes onde não seja necessário o uso de empilhadeiras.

- Endereços de classificação B: Endereços mais próximos à expedição e em posições de fácil/rápido acesso após a determinação dos endereços As.
- Endereços de classificação C: restante.

4.3.1 Área J - produtos médios de alto valor

A área J é constituída por porta-paletes com prateleiras com 500 mm de altura, sendo a primeira no piso e a última a 1.500mm de altura. São 56 estantes por andar e 3 andares, sendo térreo e dois mezaninos superiores.

Tabela 62: Tipo de estrutura área J

Andares	Estantes por andar	Prateleiras por estante	Endereços por prateleiras	Total de endereços
3	56	4	4	2.688

De acordo com a porcentagem de peças por classificação de curva de venda a quantidade de endereços por classificação será conforme tabela abaixo.

Tabela 63: Quantidade de endereços por classificação de ABC, área J.

	% total de peças em J	Endereços
A - 80% venda	33%	884
B - 95% venda	24%	637
C - 100% venda	43%	1.167
		2.688

O local adequado para os endereços A é o andar térreo, mais próximo à expedição. Embora a primeira prateleira fique em uma zona de apanhe um pouco mais difícil e demorada, cerca de 4 segundos por item coletado, ainda é mais rápido do que subir as escadas para o piso superior.

Já os endereços B estão no segundo andar. Primeiramente a área mais próxima ao monta-carga é ocupada por este endereços, este corredor contém metade dos endereços do andar, 448, os outros 189, são aqueles na zona mais rápida e confortável para o apanhe, ou seja, nas terceiras prateleiras do segundo corredor, mais centralizado. Desta forma ficam dois prédios em cada canto do corredor sem endereços B.

Os outros endereços do segundo andar e do terceiro são C. A tabela abaixo resume os resultados:

Tabela 64: Tipo de endereços e quantidades área J

Estrutura	Andar	Prédios	Corredor	prateleiras	Prateleiras por prédio	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação dos endereços
1	Térreo	56	1 e 2	todas	4	4	896	A
2	1o. Andar	28	2	todas	4	4	448	B
3	1o. Andar	24	1	2 e 3	2	4	192	B
3	1o. Andar	24	1	1 e 4	2	4	192	C
4	1o. Andar	4	1	todas	4	4	64	C
4	2o. Andar	56	1 e 2	todas	4	4	896	C
Total		-	-	-	-	-	2688	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

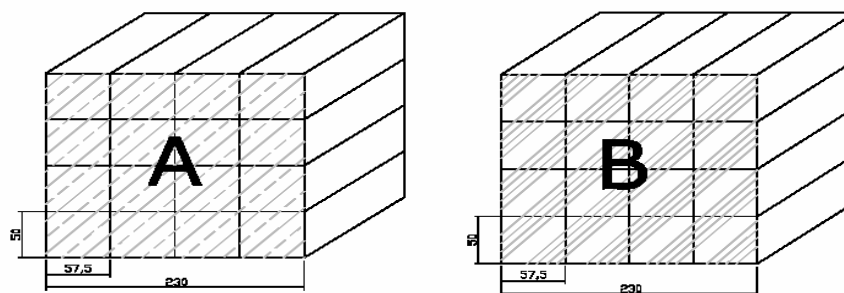


Figura 18: Estrutura J - 1 e J - 2, respectivamente.

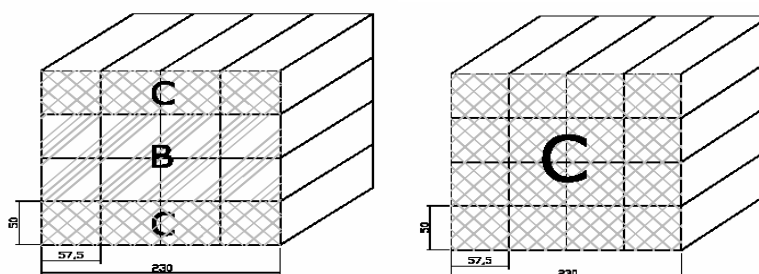


Figura 19: Estrutura J - 3 e J - 4, respectivamente.

4.3.2 Área G - produtos grandes

A área G é composta por três tipos de estruturas, uma com altura do endereço de 1.500mm, outra com 1.200 mm e outra com 1.000mm, sendo elas:

Tabela 65: Tipos de endereços área G

	Quantidade de Prédios	Prateleiras	Endereços por prateleira	Altura do endereço (mm)	Quantidade total de endereços	Porcentagem por tipo de endereço
G - tipo1	272	5	2	1.500	2.720	47%
G - tipo2	64	6	2	1.200	768	13%
G - tipo3	160	7	2	1.000	2.240	39%

A curva de vendas é distribuída de acordo com a porcentagem de tipo de endereço, ou seja, 47% dos produtos classificados como A estão armazenados em endereços G – tipo 1. Isso pode ser considerado porque o planejamento feito na compra e montagem das estruturas levou este aspecto em consideração.

Tabela 66: Quantidade de endereços por classificação de ABC, área G.

	% total de peças em G	Endereços totais	Endereços G-tipo 1	Endereços G-tipo 2	Endereços G-tipo 3
A - 80% venda	63%	3.634	1.725	487	1.421
B - 95% venda	21%	1.196	568	160	468
C - 100% venda	16%	898	426	120	351
Total		5.728	2.720	768	2.240

Os endereços de classificação A, independente do tipo ficarão sempre até a terceira prateleira, para facilitar o picking. Ou seja, endereços que não necessitam de empilhadeiras, onde o picker pode utilizar uma escada para alcançar o produto.

Já os endereços C ficam no alto, pois são os produtos com menor giro, conseqüentemente os endereços Bs ficam nas zonas medianas.

Tabela 67: Configuração endereços G (continua)

Estrutura	Tipo	Estante	Rua	Prateleiras	Prateleiras por estante	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação dos endereços
1, 2 e 3	G tipo 1	272	G11 a G20	1 a 3	3	2	1.632	A
1	G tipo 1	80	G11 a G13	4	1	2	160	A
2 e 3	G tipo 1	192	G13 a G20	4	1	2	384	B
1 e 2	G tipo 1	96	G11 a G14	5	1	2	192	B
3	G tipo 1	176	G14 a G20	5	1	2	352	C
Total G tipo 1		-	-	-	-	-	2.720	-
4 e 5	G tipo 2	64	G09 a G11	1 a 3	3	2	384	A
4	G tipo 2	48	G09 e G10	4	1	2	96	A
5	G tipo 2	16	G11	4	1	2	32	B
4	G tipo 2	64	G09 a G11	5	1	2	128	B
5	G tipo 2	64	G09 a G11	6	1	2	128	C
Total G tipo 2		-	-	-	-	-	768	-
6, 7 e 8	G tipo 3	160	G02 a G09	1 a 4	4	2	1.280	A
6	G tipo 3	48	G02 e G03	5	1	2	96	A

7 e 8	G tipo 3	112	G04 a G09	5	1	2	224	B
6 e 7	G tipo 3	144	G02 a G08	6	1	2	288	B
8	G tipo 3	16	G09	6	1	2	32	C
6, 7 e 8	G tipo 3	160	G02 a G09	7	1	2	320	C
Total G tipo 3		-	-	-	-	-	2.240	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

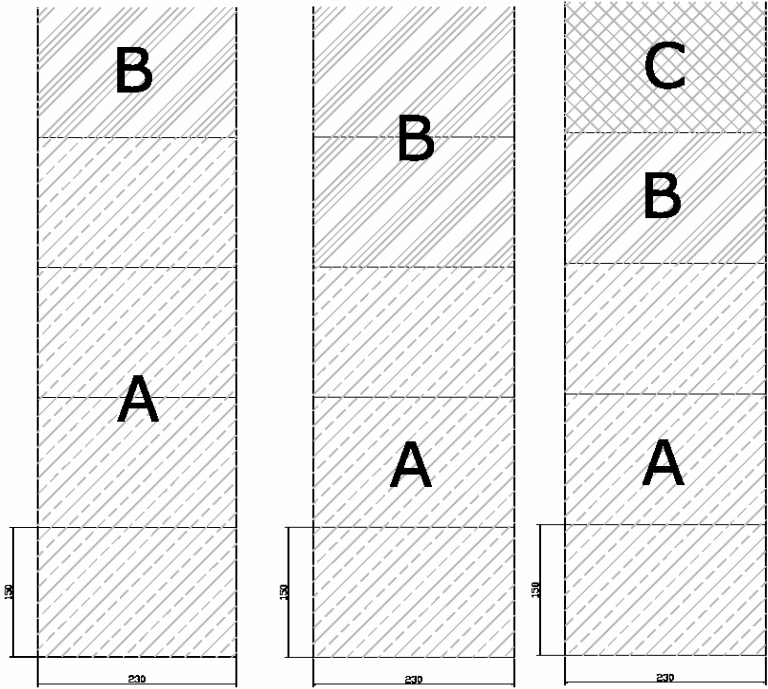


Figura 20: Estruturas G – 1, G – 2 e G – 3, respectivamente

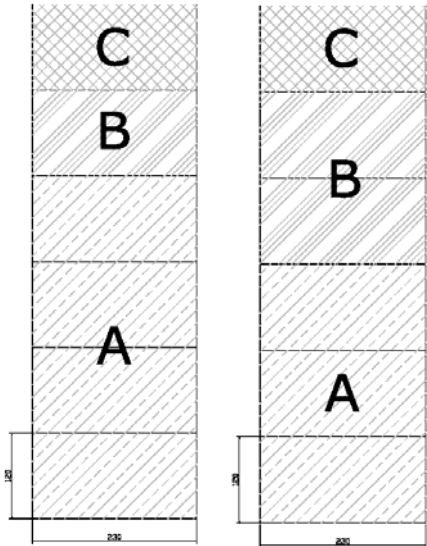


Figura 21: Estruturas G – 4 e G – 5, respectivamente.

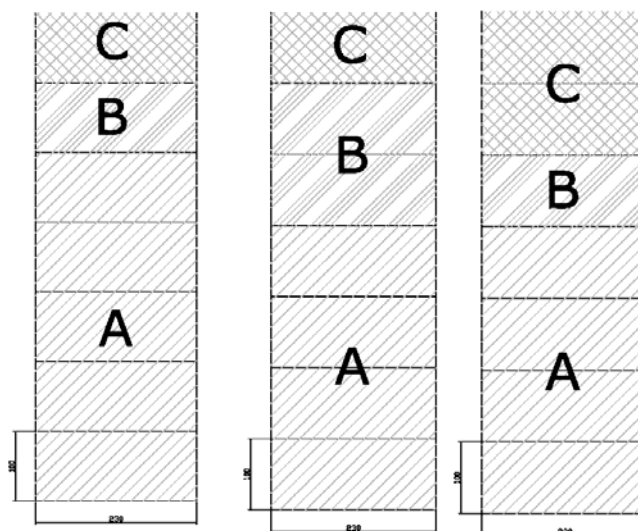


Figura 22: Estruturas G – 6, G – 7 e G – 8, respectivamente.

4.3.3 Área M - produtos médios,

Para a definição do layout da área M primeiro serão desconsiderados os SKUs os 278 SKUs mais vendidos, classificados como AA, temos assim:

Tabela 68: Curva ABC área M

	SKUs	% total de SKUs em M	peças	% total de peças em M
A - 80% venda	2.069	20%	46.684	36%
B - 95% venda	2.040	20%	34.867	27%
C - 100% venda	6.053	60%	46.354	36%

A área M é constituída por porta-paletes com prateleiras com 500 mm de altura, sendo a primeira no piso e a mais elevada a 1.500mm de altura. São 134 estantes por andar e 3 andares, sendo térreo e dois mezaninos superiores.

Tabela 69: Endereços área M

Andares	Estantes	Prateleiras	Endereços por prateleira	Total de endereços
3	134	4	4	6432

De acordo com a porcentagem de peças por classificação de curva de venda a quantidade de endereços por classificação será conforme tabela abaixo.

Tabela 70: Quantidade de endereços por classificação ABC, área M.

	% total de peças em M	Endereços
A - 80% venda	36%	2.348
B - 95% venda	27%	1.753
C - 100% venda	36%	2.331
Total	100%	6.432

Os endereços As ficam no andar térreo, da mesma forma que a análise feita nos endereços J eles ocupam todas as prateleiras. Como o andar térreo não é suficiente os endereços A no primeiro andar ficam próximos ao monta carga nas prateleiras 2 e 3 que são a de maior facilidade de apanhe.

Os endereços B ficam no primeiro andar e os endereços C ficam no segundo andar.

Tabela 71: Configuração de endereços M

Estrutura	Andar	Estantes	Corredor	Prateleiras	Prateleiras por estantes	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação dos endereços
1	Térreo	134	todos	todas	4	4	2.144	A
2	1o. Andar	26	M01	2 e 3	2	4	208	A
2	1o. Andar	28	M01	1 e 4	2	4	224	B
3	1o. Andar	108	M02 a M07	todas	4	4	1.728	B
4	2o. Andar	134	todos	todas	4	4	2.144	C
Total		-	-	-	-	-	6.448	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

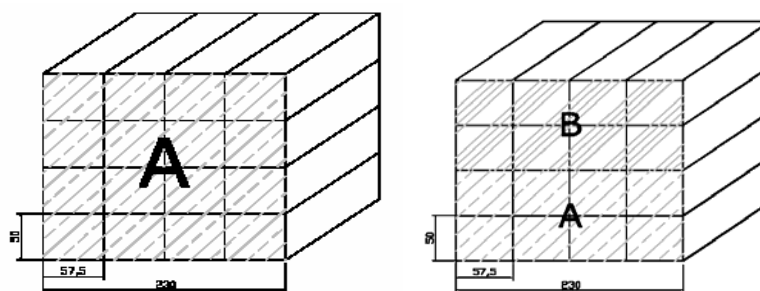


Figura 23: Estruturas M – 1 e M- 2, respectivamente

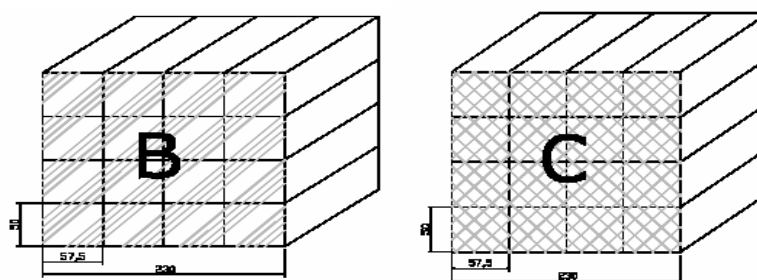


Figura 24: Estruturas M – 3 e M – 4, respectivamente

4.3.4 Área de Pequenos – cat01, cat04 e cat09

Para a definição do layout destas áreas primeiro serão desconsiderados os SKUs de classificação AA. Isso é feito retirando os 1140 SKUs que mais vendem das três categorias juntas. Desta forma uma nova curva ABC é traçada, sem estes SKUs.

Cat01:

A área de cat01 é composta por estantes com 6 níveis de altura 330 mm, sendo a primeira no piso e a mais elevada a 1.650 mm de altura.

Tabela 72: Endereços área cat01

Estantes	Prateleiras	Endereços por prateleira	Total de endereços
1.160	6	2	13.920

A quantidade de endereços por classificação, já desconsiderando os 588 SKUs de classificação AA.

Tabela 73: Quantidade de endereços por classificação ABC, cat01.

	SKUs	% total de SKUs em Cat01	peças	% total de peças em Cat01	Endereços
A - 80% venda	16.175	17%	142.094	33%	4.572
B - 95% venda	15.223	16%	64.588	15%	2.154
C - 100% venda	63.748	67%	223.906	52%	7.194
Total	95.146	100%	430.588	100%	13.920

Como o produto na prateleira mais elevada encontra-se no máximo a 1.980mm de altura todos os endereços de uma estrutura podem ser utilizados como A.

Tabela 74: Configuração endereços cat01

Estrutura	Quantidade de estantes	Rua	prateleiras	Prateleiras por estante	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação dos endereços
1	360	A00 a A10	todas	6	2	4320	A
2	160	A10 a A18	todas	6	2	1920	B
3	640	A19 a A39	todas	6	2	7680	C
Total	1.160	-	-	-	-	13.920	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

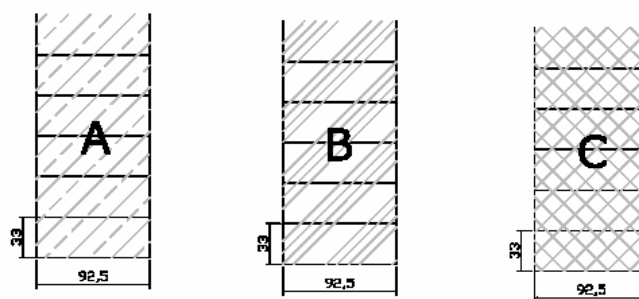


Figura 25: Estruturas Cat01 – 1, Cat01 – 2 e Cat01 – 3, respectivamente

Cat09

A curva ABC, já desconsiderando os 332 SKUs AA é:

Tabela 75: Curva ABC Cat09

	SKUs	% total de SKUs em cat09	peças	% total de peças em cat09
A - 80% venda	5.438	30%	48.342	40%
B - 95% venda	3.444	19%	24.171	20%
C - 100% venda	9.244	51%	48.342	40%
Total	18.125	100%	120.854	100%

A área de cat09 é composta por estantes de dois tipos uma com 7 níveis cada um com altura de 290 mm e outra com 9 níveis cada um com altura de 220 mm.

Tabela 76: Endereços área cat09

	Estantes	Prateleiras	Altura dos endereços (mm)	Endereços por prateleira	Total de endereços
Cat09 tipo 1	100	9	220	6	5.400
Cat09 tipo 2	60	7	290	2	840

Endereços do cat09 – tipo 2 são de produtos A, uma vez que são maiores e por isso cabem uma quantidade maior. Portanto os endereços do tipo 1 serão divididos entre classificação B e C, de acordo com a porcentagem de peças por classificação de curva de venda, a tabela abaixo ilustra apenas as classificações B e C.

Tabela 77: Curva B e C

	SKUs	% de SKUs	peças	% de peças	endereços
B - 95% venda	3.444	27%	24.171	33%	1.800
C - 100% venda	9.244	73%	48.342	67%	3.600
Total	12.688	100%	72.512	100%	5.400

Os endereços B ficam mais próximos à expedição que os endereços C, assim temos:

Tabela 78: Configuração endereços cat01

Estrutura	Tipo	Estante (qtd)	Rua	prateleira	Prateleiras por estante	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação do endereço
1	Cat09 – tipo 2	60	20 a 22	todas	7	2	840	A
2	Cat09 – tipo 1	30	23 e 24	todas	9	6	1.620	B
3	Cat09 – tipo 1	70	24 a 27	todas	9	6	3.780	C
Total		-	-	-	-	-	6.240	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

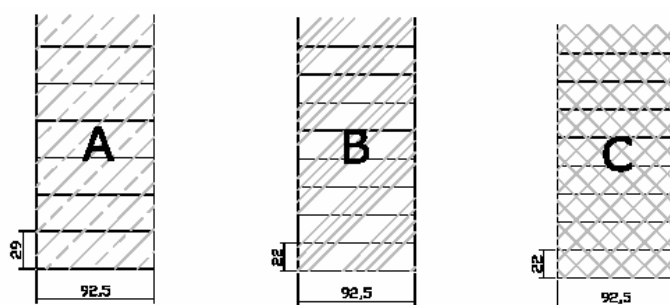


Figura 26: Estrutura Cat09 – 1, Cat09 – 2 e Cat09 – 3, respectivamente

CAT04

A curva ABC, já desconsiderando os 520 SKUs AA fica:

Tabela 79: Curva ABC - Cat04

	SKUs	% total de SKUs em CAT04	peças	% total de peças em CAT04
A - 80% venda	2.493	31%	63.377	54%
B - 95% venda	2.048	26%	25.820	22%
C - 100% venda	3.384	43%	28.168	24%
Total	7.926	100%	117.365	100%

A área de Cat04 é composta por estantes de dois tipos uma com 7 níveis de altura 290 mm e outra com 5 níveis de altura 400 mm.

Tabela 80: Endereços Cat04

	Estantes	Prateleiras	Altura dos endereços (mm)	Endereços por prateleira	Total de endereços
Cat04 tipo 1	120	7	290	7	5.880
Cat04 tipo 2	140	5	220	2	1.400

Endereços do Cat04 – tipo 2 são de produtos A, uma vez que são maiores e por isso cabem uma quantidade maior. Portanto os endereços do tipo 1 serão divididos entre

classificação B e C, de acordo com a porcentagem de peças por classificação de curva de venda, a tabela abaixo ilustra apenas as classificações B e C.

Tabela 81: Curva B e C de Cat04

	SKUs	% total de SKUs em Cat04	peças	% total de peças em Cat04	Endereços
B - 95% venda	2.048	38%	25.820	47%	2.773
C - 100% venda	3.384	62%	28.168	53%	3.107
Total	5.432	100%	53.988	100%	5.880

Os endereços B ficam mais próximos à expedição que os endereços C, assim temos:

Tabela 82: Configuração dos endereços de Cat04

Estrutura	Tipo	Estantes	Rua	prateleiras	Prateleiras por estante	Endereços por prateleira	Total de endereços	Classificação dos endereços
1	Cat04 tipo 2	140	07 a 13	todas	5	2	1.400	A
2	Cat04 tipo 1	60	14 a 16	todas	7	7	2.940	B
3	Cat04 tipo 1	60	16 a 18	todas	7	7	2.940	C
Total		-	-	-	-	-	7.280	-

Os desenhos a seguir ilustram estas estruturas.

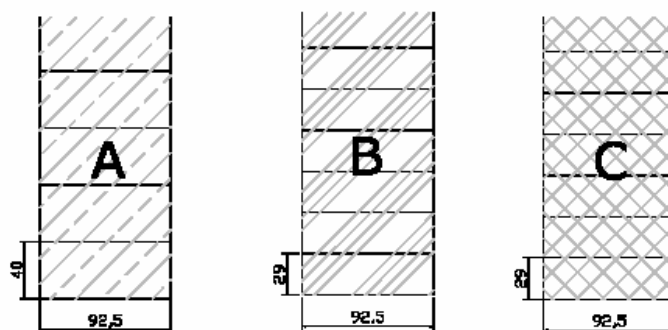


Figura 27: Estruturas Cat04 -1, cat04 - 2 e cat04 - 3, respectivamente

Com todas as resoluções apresentadas neste capítulo pode-se concluir que os objetivos do trabalho foram alcançados. Eles foram determinados no capítulo 1 e são transcritos aqui juntamente com suas soluções.

- Redesenhar as operações manuais: recebimento e endereçamento, para a viabilização da operação no novo centro de distribuição e implantação da linha de automação. Determinou-se neste capítulo as operações de recebimento e as operações que envolvem a equipe de endereçamento.
- Desenho de micro layout do estoque, melhorando a ocupação do estoque e atendendo as necessidades das operações. Traçou-se a distribuição de endereços por classificação de curva de venda em cada área do estoque.

5 CONCLUSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos estudos realizados no capítulo 4, um plano de implantação do projeto assim como os próximos passos para que a operação do centro de distribuição continue a melhorar.

5.1 Análise dos resultados

Conforme objetivos traçados para este trabalho irão ser apresentados os respectivos resultados de forma resumida.

5.1.1 Redesenho da operação de recebimento

Conforme apresentado no capítulo 2 a operação de recebimento era dividida em dois tipos, recebimentos realizados com o auxílio de um pré-RI e recebimento com conferência manual. Nenhum tipo de separação de mercadoria era feito.

Com a entrada da automação e por operação toda estar instalada em um galpão de aproximadamente 20.000 m² constatou-se a necessidade de uma separação de mercadorias por curva de venda. Segundo as pesquisas realizadas no capítulo 3 esta separação deve ser feita de acordo com uma curva de venda, curva ABC, e os produtos que mais vendem devem ficar armazenados em áreas mais próximas à expedição.

Para haver tal separação foram cogitas três possibilidades, após uma análise e comparação da viabilidade técnica e econômica optou-se pela opção de separação de mercadorias no momento do recebimento destas.

A viabilidade técnica foi comparada através da utilização do método AHP. Já a comparação da viabilidade econômica foi feita com o cálculo do VPL.

Com a separação de produtos no processo de recebimento, todos os produtos passam a ser conferidos com o auxílio do SGC. Para tanto os códigos de barras são lidos através de leitores e o sistema, instalado em um computador, indica a classificação do produto e ao mesmo tempo confere a quantidade recebida com a quantidade especificada na nota fiscal do fornecedor.

Os produtos devidamente separados e conferidos aguardam em uma área demarcada até o lançamento da nota fiscal e posterior liberação para o endereçamento. O recebimento também é responsável pela organização e controle desta área de aguardo.

Com isso estima-se uma redução no tempo de operação do recebimento de produtos médios e grandes e aumento da produtividade da operação de endereçamento. Os investimentos iniciais se resumem basicamente em compra de equipamentos. Essas estimativas foram apresentadas no item 4.1.2.1 e são resumidos na tabela abaixo.

Tabela 83: Resumo das estimativas de economia e investimento da operação de recebimento

	Aumento da produtividade	Custo de mão de obra total	Economia mensal	Investimento total
Compra de equipamentos	-	-	-	R\$ 6.350,00
Aumento da produtividade do lançamento de NFs	40%	R\$ 2.200,00	R\$ 880,00	-
Aumento da produtividade do endereçamento	56%	R\$ 27.500,00	R\$ 15.400,00	-
Total	-	-	R\$ 16.280,00	R\$ 6.350,00

O fluxograma apresentado na figura 12 página 80 ilustra este processo.

5.1.2 Operações que envolvem a equipe de endereçamento

A equipe de endereçamento, que agora possui além da operação de endereçamento a de abastecimento e de reordenação foi dimensionada neste trabalho. A tabela a seguir resume a nova equipe de endereçamento.

Tabela 84: Resumo da nova equipe de endereçamento

	Aumento da produtividade	Pessoas	Custo por pessoa	Custo total
Diminuição da equipe de endereçamento pelo aumento na produtividade	56%	-14	R\$ 1.100,00	(R\$15.400,00)
Pessoas para abastecimento	-	4	R\$ 1.100,00	R\$ 4.400,00
Pessoas para reordenação	-	2	R\$ 1.100,00	R\$ 2.200,00
Líder da equipe de abastecimento	-	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Líder da equipe de reordenação	-	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
Total	-	-6	-	(R\$4.800,00)

Desta forma a equipe ainda terá uma redução de 6 pessoas, ou seja, mantendo apenas 19 pessoas na equipe, gerando uma economia mensal de R\$4.800,00.

5.1.2.1 Endereçamento

Conforme fora descrito no capítulo 2 o endereçamento hoje é feito de forma aleatória, ou seja, o endereçador toma a decisão de onde colocar o produto. Esta decisão não é controlada pelo sistema, que é um agente passivo à operação.

No entanto para garantir que a separação por curva de venda seja respeitada no momento do armazenamento o sistema WMS tem que atuar como um agente ativo no momento do endereçamento. Isso quer dizer que o operador não terá mais a livre escolha pelo local de armazenagem.

O sistema utiliza os seguintes dados:

- Dimensões do produto
- Quantidade de produtos a serem endereçados
- Classificação na curva de venda
- Mapa de endereçamento

Com estas informações o WMS sugere ao operador no momento da consulta do item a endereçar um conjunto de endereços que atenda as características do produto. A lógica do sistema segue a seguinte ordem:

- a) Consulta as dimensões do produto.
- b) Atribui uma área do estoque de acordo com as dimensões do produto.
- c) Consulta a classificação do produto na curva ABC respectiva.
- d) Demanda a quantidade de produtos a ser endereçada.
- e) Calcula a cubagem necessária.
- f) Com as três restrições: área de estoque, classificação na curva de venda e cubagem necessária, seleciona endereços que atendam a estes requisitos.
- g) Fornece ao operador uma lista com estes endereços.
- h) Apenas aceita o endereçamento se o endereço fornecido pelo operador tiver as mesmas características de área de estoque e curva de venda que o produto.

Desta maneira a decisão do local de armazenagem passa a ser do sistema e não mais do operador. Para que isso ocorra foi realizada uma especificação de sistema com base nos requisitos descritos no item 4.1.2.2 deste trabalho.

5.1.2.2 Abastecimento

Foi determinada uma área específica para produtos com venda alta e de dimensões médias e pequenas. Esta área se encontra próxima à esteira que leva os produtos para o sorter (automação na separação de pedidos). No entanto como esta área é restrita e esses produtos, em sua maioria, são mantidos em grandes quantidades no estoque não é possível armazenar todas as peças nesta área.

Para resolver este problema foi proposto neste trabalho um método de abastecimento, que primeiro começou pela determinação do tamanho e quantidade de endereços nesta área. A tabela a seguir mostra os resultados obtidos com a aplicação de um método que envolveu três critérios de escolha: necessidade de pessoas para o abastecimento, facilidade da operação de picking e representatividade nas vendas.

Tabela 85: Resultado da determinação dos endereços e cobertura na área AA

	Cobertura (dias)	Quantidade endereços AA	Quantidade endereços por prateleira	Tamanho da frente do endereço (mm)	Pessoas necessárias
Pequenos	10	1140	4	575	3,1
Médios	10	278	2	1200	1,2
Total	-	1418	-	-	4,3

Com isso ficou determinado que a cobertura mantida seja de 10 dias, no entanto com saída constante de produtos a cobertura nos endereços diminui e consequentemente é necessária uma ordem de abastecimento. De acordo com as pesquisas do capítulo 3, a forma de abastecimento que melhor se atende às necessidades da empresa é o abastecimento disparado pelo sistema.

Assim foi determinado um ponto de pedido e um lote de movimentação, que serão calculados pelo sistema para cada um dos itens que estiverem na área de estoque de trabalho (AA). As equações abaixo são as utilizadas para o cálculo.

$$PtoPed = VMD \times 2dias$$

$$Lote = (EstMax - EstDis)$$

Como serão mantidos dois estoques, um de trabalho e outro de reserva foi determinado o local de armazenagem deste estoque reserva, uma vez que segundo os autores pesquisados no capítulo 3 ele deve ser mantido em um ponto remoto do estoque, mas deve considerar a movimentação dos produtos. Assim o local tido como adequado foram as prateleiras sobre os endereços de trabalho. Este local é de fácil acesso, de movimentação relativamente pequena para o abastecimento e ao mesmo tempo não ocupa locais de endereços usados para produtos disponíveis para picking.

5.1.2.3 Reordenação do estoque

Com a evolução do ciclo de vida dos produtos eles acabam terem suas vendas aumentadas ou diminuídas, o que gera uma mudança na curva ABC de venda das áreas de estoque. Para não manter produtos com uma venda baixa em endereços do tipo AA, ou A, ou manter produtos de alta venda em endereços B ou C, é necessário

que ocorra um novo cálculo da curva de venda e que estes produtos que recebem nova classificação sejam movimentados para endereços correspondentes. Com isso a operação de picking continua a ser priorizada.

Para verificar a mudança na média de vendas diárias desenvolveu-se neste trabalho um método de acompanhamento das vendas diárias em gráficos de controle. Neste caso o gráfico será utilizado apenas para detectar tendências e mudanças de média, não será utilizado na verificação das causas destas mudanças. Isto porque esta informação é irrelevante para o setor de operações e logística, para este setor o importante é detectar a mudança não momentânea e agir de forma a utilizar o espaço do estoque da melhor forma.

Sendo assim o sistema WMS acompanhará as vendas de todos os produtos em estoque, calculando os limites dos gráficos, um para cada produto, e verificando as seqüências de pontos, conforme item 4.2.2 deste trabalho.

As ordens de reordenação serão disparadas pelo sistema da mesma forma que as ordens de abastecimento. No entanto as ordens de abastecimento têm prioridade.

A lista é gerada com as informações de endereço de origem, endereço de destino, identificação do produto e quantidade a ser movimentada, isso vale tanto para a ordem de abastecimento como para a reordenação.

5.1.3 Micro layout

Um outro problema enfrentado pela empresa era a falta de uma definição de micro layout, ou seja, as áreas de estoque já estavam determinadas, no entanto elas não eram divididas adequadamente para acomodar produtos de diferentes classificações na curva de venda. Este trabalho então teve como objetivo analisar as necessidades de cada área de estoque em relação à quantidade de produtos nas diferentes classificações por curva de venda e pesquisar na bibliografia os locais mais adequados para cada uma delas.

A bibliografia apontou que endereços tipo A devem sempre estar próximos às áreas de expedição e em uma posição de fácil acesso às pessoas, para evitar grandes deslocamentos e fadiga do operador.

A análise quantitativa de endereços de cada uma das classificações (AA, A, B e C) para cada área de estoque (J, G, M, cat01, Cat09 e Cat04) foi traçado o mapa de micro layout para cada uma das áreas. O resultado pode ser observado nas ilustrações do item 4.3.

A produtividade do picking não pode ser constatada uma vez que o projeto não foi implantado até a data de conclusão deste trabalho. No entanto o ganho pode ser estimado de acordo com dados já mensurados pela empresa.

A empresa mantém um painel de indicadores e neste existem registros de produtividade de diferentes tipos de picking. Para tanto o que mais se aproxima da situação idealizada neste trabalho, são os pickings em lote (grandes quantidades coletadas de uma só vez). Nesta produtividade o tempo de movimentação é cerca de 40% menor.

Sendo o tempo de movimentação responsável por 75% do tempo total da operação de picking, tem-se **uma redução de aproximadamente 30%**. Este ganho, no entanto, só contempla os ganhos das ações expostas neste trabalho, com a entrada da linha de automação os ganhos devem ser maiores ainda.

5.2 Plano de implantação

Para que a empresa possa aproveitar todos os benefícios deste trabalho é preciso estruturar um plano para a implementação uma vez que este projeto envolve diferentes setores.

Para traçar um plano de implantação da nova operação de recebimento, endereçamento e armazenagem primeiramente será traçado uma WBS.

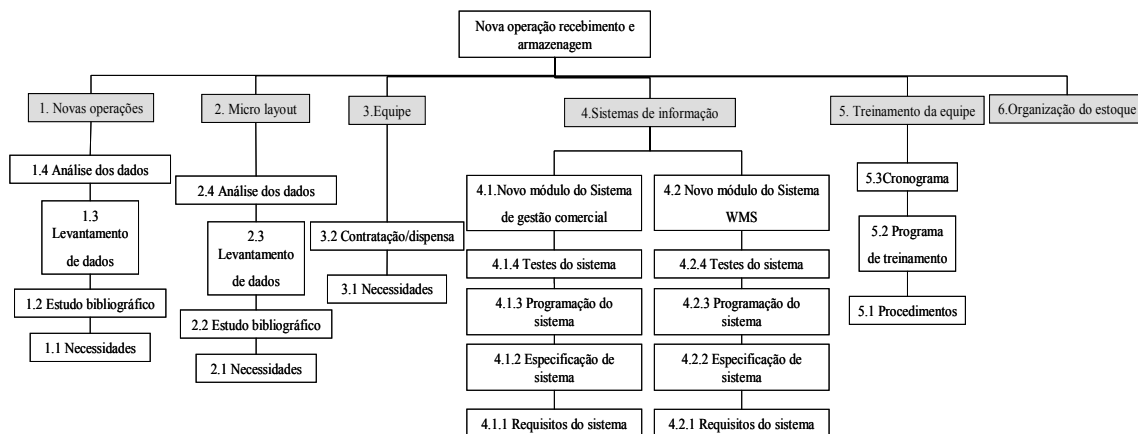


Figura 28: WBS do projeto das novas operações

Neste trabalho já foram realizadas as entregas 1 Novas operações, 2 Micro layout e 3 Equipe. No entanto ainda são necessárias as entregas 4 Sistemas de informação, 5 treinamento da equipe e 6 organização de estoque.

A dependência das entregas segue a seguinte ordem:

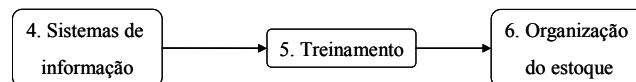


Figura 29: Dependência entre as entregas

Desta maneira o primeiro passo para a implantação do projeto é o desenvolvimento dos sistemas de informação, que começa na definição dos requisitos do sistema. Neste trabalho foram levantados os requisitos necessários para a execução de uma especificação detalhada.

A WBS acima apresenta os pacotes de atividades, para determinar um plano de implantação adequado estes pacotes serão abertos em atividades.

Pode-se determinar a seguinte lista de atividades e ordem de desenvolvimento. As atividades que estiverem ocupando a mesma linha podem ser realizadas em paralelo.

Tabela 86: Lista de atividades e ordem de execução

4.1.2.1	Análise dos requisitos do sistema	4.2.2.1	Análise dos requisitos do sistema
4.1.2.2	Elaboração de uma especificação do sistema de gestão comercial	4.2.2.2	Elaboração de uma especificação do sistema WMS
4.1.2.3	Entrega e discussão da especificação com o setor de TI	4.2.2.3	Entrega e discussão da especificação com o setor de TI
4.1.3	Programação do sistema de Gestão comercial*	4.2.3	Programação do sistema WMS*
4.1.4.1	Testes do sistema pela TI	4.2.4.1	Testes do sistema pela TI
4.1.4.2	Testes do sistema pelos usuários	4.2.4.2	Testes do sistema pelos usuários
4.1	Entrega do sistema pronto ao setor de logística	4.2	Entrega do sistema pronto ao setor de logística
5.1.1	Análise da determinação das operações		
5.1.2	Análise dos sistemas desenvolvidos		
5.1	Realização de um procedimento		
5.2	Preparação de materiais para treinamento		
5.3	Divisão das equipes para treinamento e alocação em datas		
5	Treinamento		
6.1	Determinação de listas de movimentação		
6	Organização do estoque		

*Este pacote não foi aberto em atividades por ser uma operação do setor de TI, que não será discutida neste trabalho.

Outro ponto importante é a determinação de responsáveis pelas entregas.

Tabela 87: Definição de responsáveis pelas entregas

Entrega	Responsável
4. Sistemas de informação	Gerente de TI
5. Treinamento	Coordenador de treinamento
6. Organização do estoque	Coordenador do endereçamento

Com isso têm-se o necessário para implantar o projeto.

5.3 Próximos passos

5.3.1 Curto prazo – para implantação

Para a implantação ainda é necessário um levantamento dos prazos e uma análise dos custos do projeto.

Para a determinação dos prazos aconselho uma reunião com os responsáveis pelas entregas ainda pendentes para uma apresentação detalhada do projeto. Com essa

apresentação cada responsável poderá estimar os prazos para a realização das atividades já determinadas.

Com estes prazos e a ordem de execução pode-se fazer um planejamento da data de conclusão do projeto.

Além dos prazos os responsáveis terão que apresentar uma estimativa de custos para as tarefas. Com este levantamento poderá fazer uma avaliação mais profunda do projeto. No entanto esta avaliação não deverá contrariar as conclusões do presente trabalho, uma vez que a autora já teve o cuidado de consultar o setor de desenvolvimento de tecnologia, que garantiu que os custos não serão elevados.

5.3.2 Longo prazo

Para o longo prazo é necessária a criação de um sistema de acompanhamento das operações. Aconselha-se uma reunião periódica onde possam ser determinados planos de ação para a melhoria continua das operações e da armazenagem de materiais na empresa.

Além disso, outro ponto importante é verificar se os dimensionamentos dos endereços na área de estoque de trabalho ainda encontram-se adequados para as vendas realizadas. Isso é importante para que seja mantida nesta área uma porcentagem significativa da venda diária dos itens.

É importante também fazer esta verificação para os outros endereços, verificando se existem ainda endereços suficientes para a quantidade de produtos de sua classificação. Um passo posterior será a adoção do sistema de dois estoques (de trabalho e reserva) para os endereços de classificação A, para que o estoque continue a ser bem organizado para uma operação de picking rápida e produtiva.

6 REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais: uma introdução**. Tradução Celso Rimoli, Lenita R. Esteves. São Paulo. Ed. Atlas, 1999.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo Yoshizaki, São Paulo. Ed. Atlas, 1993

BORGES, A. Empresa em foco: Submarino. **Acionista.com.br**, 30 ago. 2005. Disponível em <http://www.acionista.com.br/empresa_em_foco/dt_30_08_05_submarino.htm>. Acesso em 01 de maio de 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Tradução Equipe do centro de estudos em logística. São Paulo. Ed. Atlas, 2001.

E-BIT, **Pesquisa Web-shoppers: raio-x do comércio eletrônico em 2005** 13a. edição, Janeiro 2006. Disponível em <http://www.camara-e.net/_upload/WebShoppers13.pdf> . Acesso em 20 de abril de 2006.

_____. **Perfil do e-consumidor**, Agosto 2005. Disponível em <http://www.camara-e.net/_upload/perfil_e-consumidor.pdf> Acesso em 25 de abril de 2006.

EHRlich, P. J. **Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento**. 5ª. Edição. São Paulo. Ed. Atlas, 1989.

GOMES, L.F.A.M. **Tomada de Decisão em Cenários Complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão**. São Paulo. Ed. Pioneira Thomson Learning, 2004.

GURGEL, F. do A. **Administração de fluxos de materiais e de produtos**. São Paulo. Ed. Atlas, 1996.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**; tradução de Dario Ikuo Miyake; revisão de Alberto Wunderler Ramos. São Paulo. Ed. Gente, 1993.

MARTINS, P. G. et al. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo. Ed. Saraiva, 2000.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**, 4th Edition. Nova Iorque. Ed. John Wiley & Sons, 2001.

MOURA, R. A. **Manual de logística: armazenagem e distribuição física**. Volume 2. São Paulo. Ed. IMAM, 1997.

_____. **Separação de pedidos**. São Paulo. Ed. IMAM, 2003.

MOURA, R. A. **Sistema Kanban de manufatura “just-in-time”: uma introdução às técnicas de manufatura japonesas**. São Paulo. Ed. IMAM, 1951.

MURAKAMI, M. **Decisão estratégica em TI: estudo de caso**. 2003 Tese (Mestrado) – Faculdade de economia e administração da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19112003-200926/publico/>>. Acesso em 20 de junho de 2006.

PAMPLONA, E. de O. **Justificativas para Aplicação do Método de Análise Hierárquica**. 19o ENEGEP. Rio de Janeiro, RJ, 1999. Disponível em <<http://www.iem.efei.br/edson/download/Artahp99.pdf>>. Acesso em 15 de setembro de 2006.

RANGEL, L. A. D. et al. **Avaliação da interiorização dos cursos da Universidade Federal Fluminense com o uso conjugado dos métodos UTA e MACBETH**. Inv. Op., jun. 2003, vol.23, no.1, p.49-69. ISSN 0874-5161. Disponível em <<http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php>>. Acesso em 10 de setembro de 2006

SAATY T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo, Ed. Makron Books/Ed. McGraw-Hill, 1991.

SALOMON V. A. P.; MONTEVECHI J. A. B. **A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in Brazil**. Artigo, 2001. Disponível em <<http://www.feg.unesp.br/~salomon/pesquisa/vapsjabm.pdf>> . Acesso em 15 de julho de 2006.

SANTANA, E. A. **Contrato satisfatório multidimensional e a teoria do incentivo**. Rev. Bras. Econ., outubro/dezembro 2002, vol.56, no.4, p.661-694. ISSN 0034-7140. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em 03 de setembro de 2006.

SANTANA, W. C. **Proposta de Modelo de Desenvolvimento de sistema de medição de Desempenho Logístico**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <<http://www.ind.puc-rio.br/mestrado-profissional-logistica>>. Acesso em 11 de setembro de 2006

SANTORO, M. C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**, volume 1, São Paulo, 2005.

APÊNDICE A – Cálculo de mão-de-obra para opção C

Cálculo da quantidade de pessoas para a operação de separação de produtos na opção C. O primeiro passo foi o cálculo da produtividade de separação de produtos. Para tanto foram realizadas experiências com os dois tipos de produtos existentes no estoque: o de pequenos e o de médios e grandes. A tabela a seguir apresenta os resultados deste experimento.

Tabela 88: Produtividade separação – opção C

Médios e grandes				Pequenos			
Experimento	SKUs	Tempo (min)	Produtividade (min/SKU)	Experimento	SKUs	Tempo (min)	Produtividade (min/SKU)
1	10	14	1,4	1	20	13,2	0,66
2	15	16,2	1,08	2	24	11,76	0,49
3	21	26,67	1,27	3	23	13,57	0,59
4	12	15,84	1,32	4	30	18,6	0,62
5	8	9,76	1,22	5	35	19,95	0,57
6	13	17,03	1,31	6	15	8,1	0,54
7	16	19,36	1,21	7	17	10,71	0,63
8	20	25	1,25	8	25	14,5	0,58
Média			1,26	Média			0,59
Desvio			0,09	Desvio			0,05

O passo seguinte é o levantamento da quantidade média de SKUs recebidas por dia, para tanto foi calculada a média de SKUs de pequenos e de médios e grandes recebidas diariamente no período de um mês. O mês escolhido foi março que possui um recebimento médio, uma vez que nos três meses antecedentes do natal o recebimento é maior e nos dois meses seguinte o recebimento é baixo. As médias encontradas são apresentadas a seguir.

Tabela 89: Recebimento diário médio em SKUs

Tipo	Recebimento diário médio (SKUs)
Pequenos	1.994
Médios e grandes	360

Com os dados acima é possível calcular uma estimativa de mão-de-obra necessária.

Tabela 90: Cálculo da necessidade de mão de obra

SKU	Produtividade	Tempo total (min)	Tempo total (horas)	Pessoas
361	1,26	453,66	7,56	1
1994	0,59	1166,49	19,44	2
Total		1620,15	27,00	3

APÊNDICE B – Cálculo da produtividade da movimentação de produtos.

Neste cálculo foram medidos os tempos para a movimentação de produtos pequenos e médios de um endereço para outro.

A cada medida foram utilizadas quantidade diferentes de peças. O tempo médio por peça em cada medida é apresentado a seguir.

Tabela 91: Medidas para cálculo da produtividade da movimentação de estoque

Medida	Média (min/peça)
1	0,51
2	0,36
3	0,36
4	0,48
5	0,42
6	0,27
7	0,26
8	0,44
Média	0,39
Desvio padrão	0,09

Assim o resultado foi uma produtividade de 0,39 minutos por itens movimentados.

ANEXO A – Planta do centro de distribuição

ANEXO B – Cálculo da AHP

Extraído de MURAKAMI, M. **Decisão estratégica em TI: estudo de caso (2003)** páginas 134 a 143.