

ARTHUR LUCIO GABRIEL WETZEL

Projeto de Arranjo Físico para melhoria de
produtividade de carregamento em uma indústria de
bebidas

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

São Paulo
2009

ARTHUR LUCIO GABRIEL WETZEL

Projeto de Arranjo Físico para melhoria de produtividade de carregamento em uma indústria de bebidas

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

Orientador: Professor Paulino Graciano Francischini

São Paulo
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Wetzel, Arthur Lucio Gabriel

Projeto de arranjo físico para melhoria de produtividade no processo de carregamento em uma indústria de bebidas / A.L.G. Wetzel. -- São Paulo, 2009.

145 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Arranjo físico 2. Bebidas 3. Armazenagem de alimentos 4. Logística I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Dedicatória

Au Brésil,

Agradecimentos

Ao professor Paulino, pela paciência, a disponibilidade e a orientação que permitiu o desenvolvimento desse trabalho:

À família Moraes, pelo suporte durante as longas horas de estudo.

À Bárbara, pelo suporte constante e a ajuda com o português, apesar do trabalho de formatura dela.

Aos funcionários da empresa, A parte de gestão e as equipes de armazém, pela disponibilidade deles para responder às minhas perguntas.

Resumo

Esse trabalho apresenta o estudo de mudança do arranjo físico de um armazém de bebidas, de maneira a melhorar o nível de serviço do processo de separação e de carregamento das cargas e diminuir o custo dos recursos associados através do aumento de produtividade do processo. As ferramentas consideradas permitiram a avaliação e a priorização dos fatores de improdutividade, e apontou a reorganização do layout como causa de maior importância.

Portanto, foram planejados o arranjo físico geral e o arranjo físico detalhado das áreas de *picking*, adotando o método SLP de MUTHER (1978). Essa fase providenciou a eliminação do processamento desnecessário das cargas e a otimização da movimentação dos funcionários envolvidos no processo.

As ferramentas de engenharia econômica permitiram a avaliação do atendimento ao objetivo, do prazo de retorno sobre investimento e da competitividade econômica, justificando a implementação do projeto para resolver o problema inicial. Os pontos avaliados na fase de priorização permitiram o levantamento dos projetos futuros a serem implantados.

Palavras chaves: Arranjo físico, Armazenamento, Logística

Abstract

This work presents the study of the layout reorganization of a beverages warehouse, in order to improve the service level of the process of separation and loading of the lots and to decrease the costs associated, through the improvement of the process productivity. The studied tools allowed the evaluation and prioritization of the factors of low productivity and pointed to the reorganization of the layout as the most important cause.

In consequence, the general layout and the detailed layout of picking areas were planned, adopting the SLP method of MUTHER (1978). This phase provided the elimination of unnecessary processing of lots and an optimization of the transport of materials from the crew involved in the process.

The economic engineering tools allowed the validation of the reaching of the goal and the evaluation of the term of return on investment of the planning and of its economic competitiveness, justifying the application of the project to solve the initial problem. The points evaluated in the prioritization phase provided the listing of the future projects to be implemented.

Key Words: Layout Planning, Warehouse, Logistic.

Lista de Ilustrações

Figura I.1: Evolução do consumo de refrigerantes no Brasil (M de hl)	15
Figura I.2: Evolução da produção de cerveja no Brasil (M de hl).....	16
Figura I.3: Fluxograma do processo de entrega	22
Figura I.4: Evolução do nível de serviço do CDD	23
Figura II.1: Tabela de Valores da matriz GUTI fonte: “GUTI: técnicas para definir prioridades”	33
Figura II.2: Estrutura da parte de arranjo físico geral do sistema SLP.....	37
Figura II.3: Convenções da ASME de símbolos para fluxograma	38
Figura III.1: Diagrama de Causa e Efeito de improdutividade do carregamento.....	51
Figura III.2: Constituição da carga mista. Fonte interna	61
Figura III.3: Volumes por tipo de produto em 2008. Fonte interna	62
Figura III.4: Fluxograma de processo carregamento e descarregamento do armazém	69
Figura III.5: Detalhe de carta de processo da fase de separação dos produtos	70
Figura III.6: Diagrama de fluxo de materiais do processo com intensidade dos fluxos de materiais em percentagem da soma total dos fluxos	72
Figura III.7: Classificação dos fluxos de materiais por importância em percentagem da soma total dos fluxos	73
Figura III.8: Diagrama de inter-relações do processo de armazém.....	74
Figura III.9: Levantamento dos espaços utilizados no armazém no processo atual.....	76
Figura III.10: Diagrama de inter-relações entre espaços existentes	79
Figura III.11: Alternativas alteradas de arranjo físico geral.....	83
Figura III.12: Arranjo físico geral adotado com dimensões das áreas produtivas	88
Figura III.13: Alternativas X e Y de arranjo físico detalhado para a área 5I	91
Figura III.14: Alternativa Z de arranjo físico detalhado da área 5I.....	92
Figura III.15: Arranjo físico final das áreas 5I nos armazéns 21 e 23.....	94
Figura III.16: Alternativas de arranjo físico detalhado da área 5L.....	95
Figura III.17: Arranjo físico final da área 5L	96
Figura III.18: plano de arranjo físico detalhado para a área 5P.....	98
Figura III.19: Arranjo físico final da área 5P	98
Figura III.20: Mapa do arranjo físico final do armazém	100
Figura III.21: Cronograma de mudança do arranjo físico segundo o plano adotado	101
Figura III.22: Síntese dos efeitos da implantação do novo arranjo físico na operação	105
Figura III.23: Fluxo de caixa associado à implantação do projeto de arranjo físico.....	108
Figura IV.1: Síntese do método aplicado no projeto de melhoria de produtividade do processo de carregamento.....	111

Tabelas

Tabela I.1: Nível de serviço.....	19
Tabela I.2: Produtividades do armazém	20
Tabela II.1: Matriz de importância relativa	34
Tabela II.2: Matriz de avaliação segundo os critérios	35
Tabela II.3: Matriz de avaliação global	35
Tabela II.4: Convenções para a diagramação das inter-relações entre atividades.....	40
Tabela II.5: Padrão de tabela usada para o método da conversão.	42
Tabela III.1: Matriz de priorização GUTI do problema considerado.....	54
Tabela III.2: Matriz de importância relativa dos critérios	55
Tabela III.3: Matriz de importância de item segundo o critério “economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante”	57
Tabela III.4: Matriz de importância de item segundo o critério “economia de tempo/movimentação na atividade do empilhadeiraista”	57
Tabela III.5: Matriz de importância de item segundo o critério “eliminação de gargalo na área de carga pronta”	58
Tabela III.6: Matriz de avaliação global do projeto de reorganização do espaço físico	59
Tabela III.7: Dados de configurações de produto.....	60
Tabela III.8: Variação trimestral na constituição da carga mista no ano de 2008.....	61
Tabela III.9: Volumes de vendas trimestrais por produto em 2008	62
Tabela III.10 - detalhes de pedidos.....	66
Tabela III.11: Escalas de turnos das equipes de armazém	67
Tabela III.12: Médias anuais de saídas de caixas por grupo de embalagens e cálculo da intensidade dos fluxos das áreas de carregamento	71
Tabela III.13: Símbolos de importância dos fluxos.....	74
Tabela III.14: Descrição do método de avaliação de espaços existentes	77
Tabela III.15: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico geral	85
Tabela III.16: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico detalhado do <i>picking</i> 5I ...	93
Tabela III.17: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico detalhado da área 5L.....	96
Tabela III.18: Tempos necessários para mudança de arranjo físico.....	101
Tabela III.19: Investimento correspondendo à mudança de arranjo físico do armazém.....	103
Tabela III.20: Resumo dos cálculos de benefícios do projeto de arranjo físico.....	106
Tabela III.21: Detalhe dos cálculos de benefícios relativos ao projeto de arranjo físico	107
Tabela III.22: Valor presente líquido do fluxo de caixa do projeto	108

Lista de abreviaturas e siglas

AS: Alto serviço

CDD: Centro de distribuição Direita

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis

NPR: Número de Prioridade de Risco

OCP: Ordem de carga paletizada

PDV: Ponto de venda

SKU: Stock Keeping Unit

SLP: Sismatic Layout Planning

VPL: Valor presente líquido

VUC: Veículo Urbano de Carga

ZRMC: Zona de Máxima restrição de carregamento

Sumário

I.	INTRODUCAO	15
I.1.	Contextualização	15
I.2.	Objetivo do trabalho	17
I.3.	Local de realização do trabalho	17
I.3.1.	A empresa	17
I.3.2.	Produtos	18
I.4.	Relevância do tema para a empresa	19
I.5.	Apresentação do estágio.....	20
I.6.	Situação atual e evolução	21
I.6.1.	Descrição geral do processo	21
I.6.2.	Evolução da situação	22
I.7.	Estrutura do trabalho	24
II.	REVISAO BIBLIOGRAFICA	25
II.1.	Conceitos de logística	25
II.1.1.	Logística	25
II.1.2.	Distribuição física.....	25
II.1.3.	Nível de serviço	26
II.1.4.	Centro de distribuição.....	27
II.1.5.	Armazenagem de produtos	28
II.2.	Ferramentas de análise e priorização da causa.....	29
II.2.1.	Diagrama de Causa e Efeito	29
II.2.2.	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) para processo	31
II.2.3.	Matriz GUTI.....	32
II.2.4.	Diagrama da Matriz de priorização	33
II.3.	Projeto de arranjo físico	36
II.3.1.	Levantamento de dados sobre o processo	36

II.3.2. Planejamento de arranjo físico geral sistema SLP.....	37
II.3.3. Arranjo Físico detalhado sistema SLP.....	44
II.4. Ferramentas de engenharia econômica	45
II.4.1. Método do Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Equivalente Uniforme....	45
II.4.2. Método Tempo de retorno	46
II.5. Síntese da revisão bibliográfica	46
III. RESOLUCAO DO PROBLEMA	49
III.1. Análise e priorização da causa	49
III.1.1. Elaboração do diagrama de Causa e Efeito	49
III.1.2. Comentários sobre o diagrama	52
III.1.3. Elaboração da Matriz GUTI	53
III.1.4. Diagrama de Matriz de priorização	54
III.1.5. Conclusão da análise da Causa.....	59
III.2. Resolução da causa principal: projeto de <i>Layout</i>	60
III.2.1. Coleta de dados sobre o processo	60
III.2.2. Projeto de arranjo físico geral.....	68
III.2.3. Projeto de arranjo físico detalhado	89
III.2.4. Organização da mudança de arranjo físico.....	99
III.2.5. Conclusão sobre o planejamento do arranjo físico.....	102
III.3. Avaliação dos benefícios e viabilidade econômica do projeto	103
III.3.1. Investimento associado à mudança de arranjo físico.....	103
III.3.2. Benefícios gerados pelo arranjo físico adotado	104
III.3.3. Avaliação de viabilidade econômica do projeto e cálculo do retorno sobre investimento	107
IV. CONCLUSAO DO PROJETO	111
IV.1. Síntese do projeto.....	111
IV.2. Projetos futuros	112

Bibliografia.....	115
ANEXOS	119
APENDICES	127

I. INTRODUCAO

I.1. Contextualização

O mercado de refrigerantes e de cerveja no Brasil é um mercado crescente. Segundo relatório da BNDES, a tendência nos últimos anos é de aumento do consumo de refrigerantes. Como mostra a Figura I.1, houve forte crescimento do mercado no meio dos anos 90. Após esse crescimento, o mercado se estabilizou, com relativo crescimento (+5,21 % em produção entre 2006 e 2007 segundo AC Nielsen).

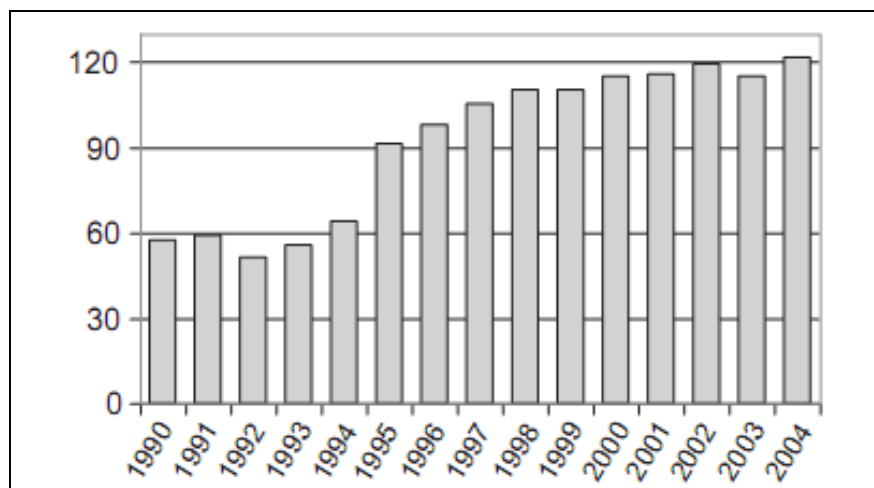


Figura I.1: Evolução do consumo de refrigerantes no Brasil (M de hl)

Fonte: BNDES

A situação do mercado de cerveja é parecida. Houve forte crescimento no meio dos anos 90 e, desde então, relativa estabilidade. A produção cresceu 7,38 % entre 2006 e 2007, segundo a AC Nielsen.

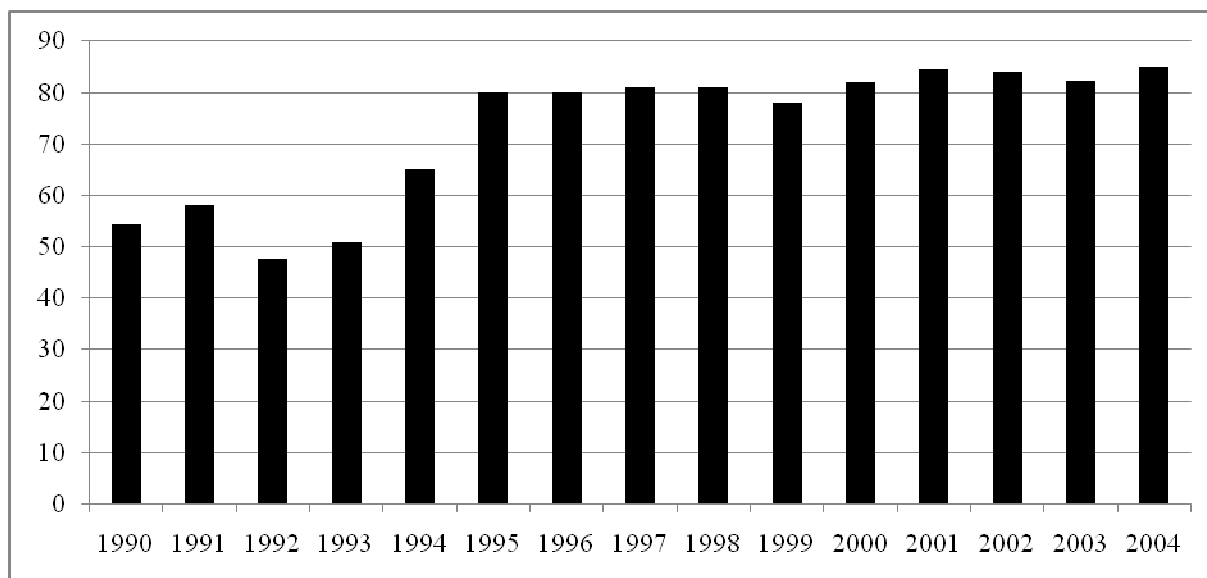


Figura I.2: Evolução da produção de cerveja no Brasil (M de hl). Fonte: BNDES

Precisa-se notar que os dois mercados têm funcionamentos parecidos. Segundo relatório do BNDES, a variação de consumo no mercado depende em grande parte de fatores externos, independentes das empresas (calor, festividades,...). Com exceção dessas variações, o mercado é relativamente estável. Trata-se de um mercado com alto poder de substituição entre os produtos e alta elasticidade do preço. Assim, as estratégias das empresas são baseadas nas marcas (para impedir a possível substituição por outros produtos) ou no preço (por causa da elasticidade anteriormente mencionada).

O relatório do BNDES aponta a logística como fator crítico para o sucesso dos atores no mercado. As mercadorias consideradas têm pouco valor agregado e, então, lucro unitário baixo. O sucesso da empresa depende, portanto, da sua capacidade de vender um grande volume de mercadorias, diminuindo os custos adicionais (economia de escalas). Assim, a parte relativa aos custos de distribuição na cadeia de suprimentos é grande (10 a 13 %), e o controle de uma rede de distribuição forte e eficiente vira uma grande vantagem competitiva, pois permite fortalecer a marca e baixar os custos. LEWIS (apud BALLOU, 2007 p49) aponta o impacto da logística na satisfação do cliente, aumentando a demanda.

Segundo a qualificação do ciclo de vida de produto, o mercado considerado se aproxima mais da fase de maturidade. SLACK (2002) aponta o número estável de concorrentes, o surgimento de tipos dominantes de produtos e o preço baixo como sinais de mercado estáveis.

Segundo SLACK (2002), os principais objetivos das empresas nesses casos são a diminuição dos custos e a diferenciação. Assim, do ponto de vista do mercado, melhorias contínuas do processo logístico são necessárias para manter a lucratividade do mesmo.

I.2. Objetivo do trabalho

O objetivo do presente trabalho é a melhoria de produtividade no processo de carregamento de caminhões de entrega dentro de um centro de distribuição da empresa. A complexidade e o tamanho da estrutura fazem com que seja difícil identificar as causas dessa improdutividade. Assim, o objetivo inicial do trabalho pode ser dividido em duas fases chaves:

- ✓ O primeiro passo é a identificação as fontes principais de improdutividade do processo de carregamento;
- ✓ O segundo passo é a priorização de uma causa e o desenvolvimento um plano de ação para atacá-la com objetivo de melhorar a produtividade de carregamento do armazém no médio prazo.

Essa melhoria de produtividade tem como objetivo a otimização do funcionamento logístico do processo de carregamento: melhoria do nível de serviço prestado à parte de distribuição (percentagem de cargas carregadas às 6h) e diminuição dos custos associados ao processo.

I.3. Local de realização do trabalho

I.3.1.A empresa

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de bebidas nacional que produz e distribui bebidas alcoólicas e não alcoólicas. Trata-se de um mercado mundial bastante dinâmico. A empresa em questão resultou de várias fusões nos últimos anos, tornando-se uma companhia mundial.

A companhia junta, assim, influências brasileiras – por ser resultado da fusão de duas empresas nacionais – e mundiais por meio das fusões dos últimos anos. Apesar de mudar bastante de estatuto nesses últimos anos, a empresa tem uma identidade forte no Brasil, ligada à posição de líder dela no mercado de cervejas brasileiro, o que influencia sua atuação dentro do mercado.

I.3.2. Produtos

A empresa distribui vários tipos de bebidas no Brasil e na América Latina:

- ✓ Cervejas brasileiras
- ✓ Cervejas Importadas
- ✓ Refrigerantes

Além de suas marcas próprias, ela detém a concessão de fabricação, comercialização e distribuição de marcas de bebidas estrangeiras no Brasil:

- ✓ Isotônicos
- ✓ Refrigerantes
- ✓ Ice Tea

Assim o negócio da empresa se divide entre três mercados distintos: cervejas, refrigerantes e NANC (Não Alcoólicos Não Gaseificados).

Segundo a classificação de LACERDA (2000) a estrutura logística adotada pela empresa é uma estrutura escalonada, com depósitos avançados chamados centros de distribuição direta (CDD). Cada CDD atende uma área restrita composta por um grande número de clientes. Essa estrutura é devida ao tamanho dos clientes e à variedade dos produtos entregues, por serem produtos de consumo em massa. A rede permite assim viabilizar a entrega de clientes pequenos e especializar a produção das fábricas. A organização com administração regional permite uma gestão local das decisões táticas relativas aos depósitos. O projeto apresentado foi realizado na parte de armazém de um dos CDDs.

I.4. Relevância do tema para a empresa

Um dos principais indicadores permitindo a avaliação do funcionamento de um centro de distribuição na empresa é o nível de serviço de entrega. Esse indicador, cujo cálculo não foi divulgado pela empresa agrega as informações de número de reclamações de clientes, de taxa de devolução de mercadoria, e de absenteísmo dos funcionários de distribuição para avaliar a qualidade do processo. A Tabela I.1 apresenta a comparação entre o CDD estudado e as outras unidades da empresa na região.

	Real 2008	Real 2009
Unidade estudada	24,0%	21,0%
CDD 1	65,0%	80,6%
CDD 2	101,0%	93,5%
CDD 3	48,0%	45,0%
CDD 4	79,0%	95,3%
CDD 5	36,0%	84,1%
CDD 6	0,0%	99,4%
GLOBAL	39,0%	39,0%

Tabela I.1: Nível de serviço. Fonte interna

Constata-se que o nível de serviço da unidade avaliada está bastante abaixo das outras. Uma das razões principais dessa diferença é à alta taxa de devolução de mercadoria que, no caso do CDD, resulta principalmente do atraso dos caminhões na saída. Outra razão do baixo desempenho é o atraso na entrega de mercadorias, que resulta em reclamações dos clientes, contabilizadas no indicador. Assim, mostra-se que o atraso no carregamento tem influência sobre o funcionamento da distribuição e, então, sobre os custos de distribuição e a satisfação do cliente, como apontado por FIGUEREIDO (2000). O principal indicador qualificando o nível de serviço prestado pelo armazém à parte de distribuição é a percentagem de cargas carregadas no final do turno da noite, em relação ao número previsto de cargas a carregar. No caso da unidade estudada, a percentagem é de aproximadamente 40 %, com meta de 62 %. O baixo desempenho desse indicador de nível de serviço do armazém tem como consequências o atraso da saída da frota de entrega, com os resultados expostos anteriormente. Indiretamente, ele também causa a necessidade de um grande número de ajudantes e de

empilhadeiras no turno de manhã para acabar a tarefa atrasada, aumentando o tempo necessário para a troca de turno e os custos de recursos necessários.

Além do baixo nível de serviço, a improdutividade do carregamento tem custos diretos relativos aos recursos usados (máquinas, pessoas, etc.). Em relação ao tamanho da carga a carregar, os recursos usados para garantir o carregamento de todos os caminhões do CDD estudado estão bastante acima das outras unidades. Como mostra a Tabela I.2, a produtividade por ajudante e por empilhadeiras no turno noturno está muito abaixo da média, o que provoca um gasto com recursos humanos maior, em relação à tarefa efetuada.

	Montado por ajudante	Carregado por empilhadeiras
Unidade Estudada	75,1	15,8
CDD1	126,1	52,1
CDD2	112,1	30,9
CDD3	106,7	44,5
CDD4	145,6	45,4
Global	113,1	37,8

Tabela I.2: Produtividades do armazém. Fonte interna

Assim, justifica-se a necessidade para a empresa de desenvolver mudanças do processo de carregamento do armazém, tendo como objetivo o aumento da produtividade e do nível de serviço, e assim a diminuição dos custos de distribuição e a melhoria da satisfação do cliente.

I.5. Apresentação do estágio

O estágio onde foi desenvolvido o trabalho iniciou em fevereiro de 2009, na Administração regional da empresa. Ela é responsável pela administração da parte de distribuição de todos os centros de distribuição direta de São Paulo, sete no total. O estágio evolvia projetos junto com os armazéns de todos os CDDs, seja para resolver problemas do dia-a-dia ou projetos de melhoria da atividade. Composto de uma parte de trabalho na Regional e uma parte no próprio CDD era uma oportunidade de adquirir conhecimento sobre a atividade dos CDDs e de ter visibilidade sobre a produtividade e os problemas que eles podem encontrar. Um dos primeiros projetos foi o desenvolvimento e a implantação de uma ferramenta de TI

fornecendo aos supervisores de armazém visibilidade sobre o funcionamento do processo e a produtividade do carregamento. Esse trabalho foi o que apontou o problema que será discutido nesse trabalho.

I.6. Situação atual e evolução

Para entendermos melhor o problema encontrado, é preciso descrever o processo atual do CDD e a evolução da situação.

I.6.1. Descrição geral do processo

O fluxograma da Figura I.3 representa o processo global de entrega de mercadorias. Após a coleta dos pedidos pelos vendedores, a área de roteirização emite os OCPs (Ordem de Carga Paletizada: detalhe dos caminhões, motorista, carga, roteiro, etc..) e as notas fiscais. Os dois são transmitidos para o armazém para preparação da carga dos caminhões. Graça ao OCP o armazém efetua a separação e o carregamento das cargas que são constituídas por dois tipos de pallets: os pallets fechados, que são os pallets constituídos por um tipo de produto só e não sofrem alteração entre a recepção da fábrica e o carregamento, e os pallets mistos, que são constituídos por vários produtos diferentes separados manualmente. Uma vez carregado, o caminhão espera a chegada dos motoristas na manhã (7h) para sair em rota de entrega. A volta do caminhão, com descarregamento dos vasilhames e eventuais devoluções de mercadorias acontece a partir das 17h.

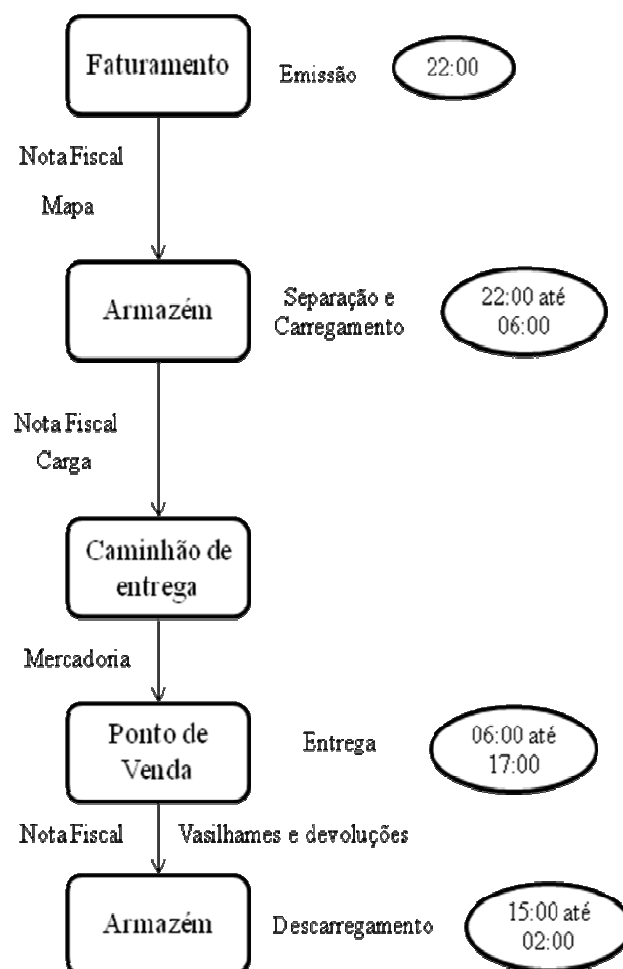


Figura I.3: Fluxograma do processo de entrega

I.6.2. Evolução da situação

Um fato importante da situação atual é a mudança nas condições de atuação do CDD no qual foi desenvolvido o trabalho. O CDD é o maior de bebidas da América Latina. Ele está situado dentro da cidade de São Paulo e atende aos Pontos de Venda (PDV) da área central de São Paulo. O CDD sempre teve atuação e indicadores muito bons, até os últimos anos quando surgiu uma restrição no funcionamento da logística. Além do rodízio para caminhões, que impede a circulação de cada caminhão uma vez por semana desde 1997, o centro da cidade foi classificado ZMRC (Zona de Máxima Restrição de Circulação) em maio de 2008. Essa zona restringe a circulação de caminhões a apenas caminhões de tipo VUC (Veículos Urbanos de Carga), 4 horas por dias, a cada dois dias (Decreto nº 49.487) a partir de julho de 2008. Essa restrição muito forte mudou completamente o trabalho do CDD, transferindo parte das entregas para entrega noturna e necessitando de um alto investimento na frota de entrega. Essa

mudança que poderia ter sido absorvida rapidamente causou bastantes problemas devidos ao tamanho do CDD.

Essas mudanças causaram reorganizações no trabalho do armazém. A atividade de carregamento dos caminhões, que era totalmente noturna, passou a ser feita em qualquer horário do dia, para carregar os caminhões de entrega noturna. A atividade de descarregamento de vasilhames dos caminhões de entrega passou a ser feita no meio da noite quando voltam os caminhões de entrega noturna. O maior impacto dessa restrição é que parte da frota é utilizada tanto para entregas diurnas quanto para entrega noturnas, o que obriga o armazém a esperar a volta de rota desses caminhões (por volta das 2h) para começar o carregamento. Essas mudanças complicaram bastante a tarefa do armazém, o que provocou uma grande queda dos indicadores de funcionamento e um aumento dos recursos alocados. A Figura I.4 mostra a evolução do indicador de nível de serviço. Percebe-se uma queda nítida após a instalação da ZRMC.

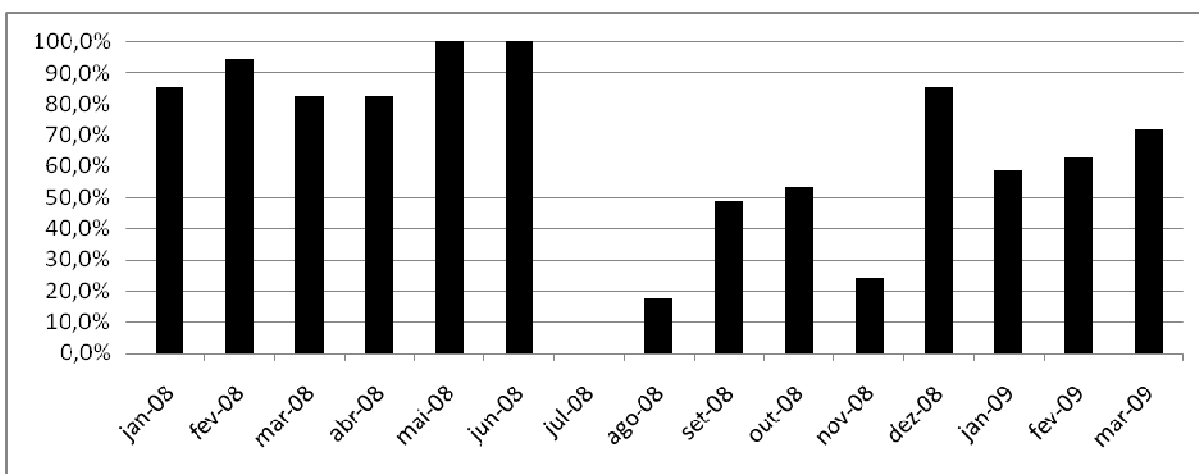


Figura I.4: Evolução do nível de serviço do CDD. Fonte interna

Devido a essas mudanças, a produtividade do carregamento tornou-se primordial, pois um atraso em qualquer parte do processo prejudica a saída da frota e, portanto, a distribuição inteira. O carregamento, que deveria estar totalmente finalizado às 6h, atrasa todos os dias.

O trabalho apresentado aqui consistiu em desenvolver e aplicar mudanças da atividade do armazém do CDD estudado para ganhar em produtividade e compensar a queda devida às mudanças do processo de carregamento e descarregamento dos caminhões. Contudo, há um

projeto de modernização do CDD no médio prazo (3 a 5 anos), o que constitui uma restrição ao trabalho desenvolvido. O projeto descrito neste relatório tem, então, restrição de investimento, já que não se pode fazer um investimento grande para uma estrutura que mudará no médio prazo.

I.7. Estrutura do trabalho

Como mostra a parte anterior, o problema exposto é bastante focado sobre o trabalho de carregamento da frota de entrega. Todavia, as causas desse problema são múltiplas. Assim, o primeiro passo do trabalho foi a identificação dessas causas e a priorização delas com o objetivo de melhorar a produtividade do carregamento. Uma vez realizada tal identificação, o segundo passo foi a correção da falha priorizada com soluções de médio prazo, usando ferramentas de análise adequadas.

II. REVISAO BIBLIOGRAFICA

Nessa segunda parte do relatório, iremos expor os diferentes modelos e métodos encontrados na procura de ferramentas para a análise e resolução do problema encontrado. O objetivo dessa parte é de efetuar uma seleção dos métodos a serem utilizados em função da adequação deles para a situação estudada.

II.1. Conceitos de logística

Para analisar o ambiente em que foi desenvolvido o trabalho, era necessário ter conhecimento dos conceitos básicos de logística. Esses conceitos serão apresentados na parte a seguir.

II.1.1. Logística

BALLOU (2007) define a logística como a disciplina responsável pela administração dos fluxos de produtos dentro da empresa, tendo como objetivo atender o cliente com o produto adequado no momento adequado (nível de serviço). A logística constitui um setor chave para a empresa, concentrando uma parte importante dos custos (22,5 % do valor adicionado) e tendo consequência direta na satisfação do cliente. A importância de gerenciar corretamente a logística foi percebida nos últimos anos, trazendo uma dinâmica mundial de diminuição dos custos logísticos. BALLOU (2007) divide o processo logístico em duas partes: a administração de materiais, que atende a demanda em materiais (recursos humanos, equipamentos, matéria prima, etc..) dentro da empresa, e a distribuição física que trata da “movimentação, estocagem e processamento de pedidos dos produtos finais da firma” (BALLOU, 2007, p 40).

II.1.2. Distribuição física

Segundo BALLOU (2007) a distribuição física costuma ser a atividade mais importante da logística em termos de custos (dois terços) na maioria das empresas. Ela trata principalmente bens acabados ou semi-acabados e tem dois tipos de clientes: consumidores finais e

intermediárias (varejistas, distribuidores, etc.). A fim de completar a ligação entre as duas entidades, ela pode formar uma combinação de vários canais de distribuição cuja escolha de é condicionada pelo perfil do lote de produtos requerido pelo cliente e pela distância entre a fábrica e a rede de clientes dela. LACERDA (2000) divide as estruturas em duas categorias:

- ✓ Estrutura escalonada: um armazém central entrega para armazéns avançados, mais próximos das áreas de entrega, diminuindo os custos de transporte das mercadorias;
- ✓ Estrutura central: um único armazém central entrega diretamente aos clientes.

BALLOU (2007) divide as decisões de gerenciamento da distribuição física em três níveis:

- ✓ Estratégico, na escolha do sistema de distribuição adotado;
- ✓ Tático, nas decisões de planejamento em curto prazo dos equipamentos (armazém, frota de entrega,...);
- ✓ Operacional, nas atividades necessárias diariamente para garantir o bom desempenho da distribuição.

Segundo BALLOU (2007), a distribuição física constitui um parceiro essencial para os departamentos de marketing e de produção. FLEURY (2000) aponta a relação entre o nível de serviço e a demanda, através da satisfação do cliente, o que liga marketing e distribuição física. O departamento de produção constitui uma entrada do processo logístico que condiciona a totalidade do trabalho de distribuição. Portanto não se pode minimizar o custo total da cadeia de suprimentos sem considerar produção e distribuição física como um conjunto produtivo.

II.1.3. Nível de serviço

BALLOU (2007, p73) define o nível de serviço como “a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado”. Segundo FLEURY (2000) o serviço ao cliente é o resultado líquido de todos os esforços logísticos da firma. O conceito de nível de serviço agrega considerações de vários aspectos (quantidade entregue, condição do produto, hora da entrega, segundo MARIEN (apud BLANCHARD, 2007, p175)), baseado sobre a percepção do cliente da qualidade do serviço oferecido pela empresa. Segundo BALLOU (2007) o produto oferecido por uma empresa tem três características consideradas pelo cliente: preço, qualidade e serviço. Embora a atividade logística se reflita por parte no preço e na qualidade do produto,

ela é diretamente relacionada com o nível de serviço que FIGUEREIDO (2000) identifica como vantagem competitiva principal no mercado moderno. Essa consequência sobre a satisfação do cliente coloca o nível de serviço como uma das preocupações principais para as vendas, pois condiciona a relação cliente/empresa. Todavia, o nível de serviço afeta fortemente os custos logísticos da empresa. A visão de nível de serviço fornece uma visão global do objetivo da logística: fornecer o melhor nível de serviço ao menor custo. A eficiência da logística é então a capacidade dela a manter certo nível de serviço, abaixando os custos relacionados.

II.1.4. Centro de distribuição

Nos casos em que os clientes não desejam comprar em quantidade suficientemente grande para gerar entregas com uma carga completa da fábrica ou ficam a grande distância dela, a logística emprega uma estratégia alternativa através de um sistema de depósitos chamados de centros de distribuição. A criação de depósitos permite assim abaixar os custos de distribuição (FLEURY, 2000), reduzindo a distância com o cliente, e melhorar o nível de serviço (BLANCHARD, 2007), dois objetivos básicos da logística. Além desses objetivos principais um sistema de depósitos gera um aumento da demanda, viabilizando a entrega de clientes menores e simplifica a cadeia de suprimentos, diminuindo o número de clientes de cada fábrica (BALLOU, 2007). O aumento dos custos fixos relativos ao depósito (espaço físico, equipamento, etc.) é compensado pela economia dos custos de transporte. A atividade do centro de distribuição se divide entre o transporte de mercadorias entre o centro de distribuição e o cliente (externo ao centro) e o armazém e manuseio delas (interno). Segundo LACERDA (2000), a descentralização dos centros de distribuição apesar de melhorar o atendimento ao cliente complica bastante a gestão da cadeia de suprimento, aumentando o nível de estoque geral e fracionando a demanda, o que aumenta as variações dela. A constituição da rede de centros de distribuição segue duas fases: a primeira fase consiste em selecionar a área geográfica que reúne as condições ótimas de economias de transporte para cada depósito. A segunda parte busca otimizar os custos fixos associados ao centro de distribuição dentro da área definida (impostos, acessibilidade do lugar, etc.).

II.1.5. Armazenagem de produtos

BALLOU (2007) aponta a incerteza sobre a demanda e o tempo de resposta ao pedido do cliente como as principais motivações para a armazenagem de produtos. A constituição de estoques permite disponibilizar mercadorias para enfrentar variações imprevisíveis da demanda num intervalo de tempo razoável, de acordo com o nível de serviço desejado pela logística. A disponibilidade de estoque também permite nivelar a produção da fábrica no caso de demanda sazonal. O espaço físico necessário para a armazenagem de mercadorias depende das atividades executadas dentro do centro de distribuição. LACERDA (2000) e BALLOU (2007) separam essas atividades que influenciam a estrutura do armazém:

- ✓ Abrigo: em função do produto, o armazém pode apenas abrigar as mercadorias das condições naturais ou até constituir uma etapa do processo produtivo (vinhos, queijos,...);
- ✓ Consolidação: a multiplicidade do número de fontes de recebimento do centro de distribuição pode criar a necessidade de uma função de consolidação das cargas a partir de varias fontes de recebimento;
- ✓ Transferência e transbordo: ao contrário da consolidação o centro de distribuição pode assumir o fracionamento da carga recebida da fabrica para constituir lotes menores adaptados aos clientes;
- ✓ Agrupamento ou composição: no caso de uma grande variedade de produtos a entregar, o centro de distribuição separa as cargas recebidas das fábricas, a constitui cargas de entrega de grande variedade adaptadas aos pedidos dos clientes. Essa função permite especializar as fábricas e assim simplificar a cadeia de suprimentos. A simplificação impacta também o cliente que recebe toda a gama de produtos de uma fonte única.

Para cumprir essas diversas tarefas, precisa-se movimentar as mercadorias dentro do armazém. LIMA (2000) nota um enfoque sobre as atividades internas do armazém resultando das mudanças do mercado moderno (variedade da oferta, importância da qualidade, etc.). A administração correta das movimentações se tornou então primordial no gerenciamento do nível de serviço, pois falhas no processo de movimentação prejudicam o processo de entrega (tempo de agrupamento, quebra de produtos, etc.). Além dessas conseqüências PHILLIPS (1997) aponta a parte importante do manuseio de mercadorias no preço final dos produtos.

Portanto, um planejamento eficaz do sistema de manuseio pode trazer economias de grande porte para o centro de distribuição e se torna mais importante ainda no caso de grandes volumes de mercadorias entregues.

II.2. Ferramentas de análise e priorização da causa

Como apresentado na introdução, a primeira fase do trabalho era a priorização da causa de improdutividade do processo. Nessa parte serão apresentadas as ferramentas levantadas para essa fase de priorização.

II.2.1. Diagrama de Causa e Efeito

O primeiro passo do trabalho foi levantar as possíveis causas de improdutividade no carregamento. Uma ferramenta particularmente adequada em situações parecidas é o diagrama de Causas e Efeito ou diagrama em Espinha de Peixe. Desenvolvido por ISHIKAWA, essa ferramenta é recomendada para o levantamento e a apresentação das causas de um fenômeno. Segundo ROTONDARO (2002, p 140) o diagrama permite “aumentar a probabilidade de identificar corretamente [...] as principais causas” do problema.

Como descreve ROTONDARO (2002 p 144):

A maioria dos autores concorda que o Diagrama de Causa e Efeito não tem a função de identificar, entre as diversas possíveis causas, qual é a causa fundamental do problema em questão. Ele serve basicamente para:

- Expandir a visão sobre o problema;
- Obter a participação e para registrar o conhecimento do pessoal envolvido com o problema;
- Orientar e focalizar as discussões;
- Difundir o conhecimento;
- Aumentar o nível de concordância dos membros do grupo em relação às melhores oportunidades de trabalho para a solução do problema.

O objetivo da ferramenta é levantar as causas raízes do problema, procurando passo a passo a causa de cada fenômeno. Colocando o problema inicial como final do diagrama, os níveis de causas sucessivos se adicionam em forma de espinha de peixe. Para classificar as causas no primeiro passo, vários métodos podem ser adotados (processo, departamentos,...), o mais freqüente sendo os 6 Ms:

- ✓ Mão de obra
- ✓ Materiais
- ✓ Maquinas
- ✓ Métodos
- ✓ Meio Ambiente
- ✓ Medição

No caso do problema de improdutividade, OHNO (1988) propõe o modelo toyotista de análise total do desperdício. O modelo se aplica nos casos em que há desperdício de recursos em um processo, particularmente de recursos humanos, gerando uma improdutividade do processo. Segundo OHNO (1988), com o objetivo de eliminar a improdutividade, deve-se analisar o desperdício segundo os itens:

- ✓ Desperdício de superprodução;
- ✓ Desperdício de tempo disponível (espera);
- ✓ Desperdício em transporte;
- ✓ Desperdício do processamento em si;
- ✓ Desperdício de estoque disponível;
- ✓ Desperdício de movimento;
- ✓ Desperdício de produzir produtos defeituosos.

Essa análise pode assim ser utilizada para alimentar as causas levantadas no diagrama de causa e efeito.

ROTONDARO (2002) insiste sobre a elaboração do diagrama que deve ser realizada em equipe, sem crítica dos pontos de vista, para levantar todas as causas possíveis. Deve-se também usar termos específicos para gerar um diagrama eficiente na resolução do problema. Na situação apresentada, apareceu como a melhor ferramenta para levantar os dados e aprofundar o conhecimento do autor sobre o processo. Porém, não podia ser utilizado para a priorização das causas apontadas, pois se trata de uma ferramenta exclusivamente qualitativa, traduzindo a visão dos atores envolvidos. Assim, não foi usada na fase de priorização.

II.2.2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) para processo

O FMEA é uma ferramenta de análise de processo utilizada para:

- ✓ Identificar seus potenciais modos de falha
- ✓ Determinar o efeito dos modos de falha sobre o desempenho do processo
- ✓ Priorizar os modos de falha em função dos efeitos identificados
- ✓ Identificar ações corretivas para corrigir ou prever as falhas

O FMEA é constituído por uma única tabela, cuja forma guia o usuário no roteiro de realização da análise. ROTONDARO (2002) aponta que a ferramenta fornece melhores resultados quando desenvolvida em equipe, juntando vários pontos de vista sobre o processo. Ele ainda aponta que a ferramenta pode ser usada em cada fase de análise e resolução de um problema. A elaboração da ferramenta segue as seguintes fases:

- ✓ Definição do processo e da equipe
- ✓ Identificação dos modos de falha potenciais: todas as falhas potenciais do processo são identificadas, ocorrendo ou não, apresentando consequências para o cliente.
- ✓ Efeitos potenciais das falhas: avalia-se o impacto dos modos de falhas identificados para o cliente no caso em que a falha não for corrigida.
- ✓ Índice de severidade (S): em relação aos efeitos levantados, avalia-se para cada um a importância do impacto para o cliente, numa escala de 1 a 10.
- ✓ Causas potenciais de falha: busca-se identificar com precisão a causa raiz das falhas potenciais
- ✓ Índice de ocorrência (O): avalia-se a probabilidade de ocorrência da falha ou da causa dela, em uma escala de 1 a 10.
- ✓ Controles atuais do processo: define-se o modo de detectar ou prever a ocorrência da falha ou da causa dela.
- ✓ Índice de detecção (D): avalia-se a probabilidade de 1 a 10 dos controles atuais detectarem a ocorrência da falha.
- ✓ Número de prioridade de risco (NPR); indicador principal da importância da falha, ele resulta da multiplicação dos três índices avaliados: $(S) \times (O) \times (D)$. Quanto maior o NPR, maior a prioridade de tratamento da falha.

O processo de desenvolvimento do FMEA permite a formação do NPR para cada modo de falha identificado e assim a classificação deles por ordem de prioridade. Uma ação corretiva com o responsável e o prazo de execução é alocada a cada falha a ser tratada. Após a implantação da ação o índice NPR é recalculado para verificar a eficiência da ação.

O uso do FMEA não foi selecionado para nosso projeto por ser uma ferramenta bastante focada sobre o cliente. Uma análise das falhas pelo efeito sobre o cliente seria irrelevante e ainda mais difícil, a ligação entre o problema e o cliente sendo indireta.

II.2.3. Matriz GUTI

A matriz GUT é uma ferramenta de priorização na tomada de decisões, permitindo através da avaliação de quatro aspectos simplificar o processo de decisão em casos envolvendo muitas questões. A ferramenta é inspirada do FMEA na avaliação de fatores relacionados com cada ponto a ser priorizado. Porém é uma ferramenta não centrada sobre o cliente e fornecendo apenas a fase de priorização dos problemas. Os quatro aspectos levantados pela ferramenta são a gravidade, a urgência, a tendência:

- ✓ Gravidade: avalia o impacto do problema para a empresa, seja nas pessoas ou nos resultados, tanto as consequências que já foram observadas quanto as possíveis no longo prazo;
- ✓ Urgência: avalia o intervalo de tempo em que o problema precisa ser resolvido;
- ✓ Tendência: avalia a evolução do problema diagnosticado e seu potencial de crescimento no futuro.

Outras considerações podem ser acrescentadas à matriz como o investimento. Cada problema da lista a ser priorizada é pontuado segundo esses quatro critérios, seguindo as recomendações de valor da Figura II.1. O conjunto de critérios forma o indicador GUTI que serve de fonte de priorização, o problema com maior valor sendo o de maior prioridade.

Tabela de Valores do GUTI

	Gravidade	Urgência	Tendência	Investimento
5	Os prejuízos ou as dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito a situação vai piorar rapidamente.	Não exige investimento
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar em pouco tempo	Pouco investimento (até US\$ 1.000)
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo	Investimento considerável (até US\$ 10.000)
2	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo	Investimento grande (até US\$ 100.000)
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar e pode até melhorar	Investimento muito grande (mais de US\$ 100.000)

Figura II.1: Tabela de Valores da matriz GUTI

fonte: “GUTI: técnicas para definir prioridades” Material de aula PRO2421 POLI USP – Professor Paulino Graciano Francischini

FRANCISCHINI (2008) aponta que a matriz deve ser desenvolvida em equipe, para chegar a uma avaliação justa do valor de cada critério. Quando a avaliação de um dos critérios é impossível, FRANCISCHINI (2008) recomenda associar um valor constante ao critério para todos os problemas.

II.2.4. Diagrama da Matriz de priorização

O diagrama da Matriz de priorização “reduz e ordena, de forma racional, o número de itens a serem implementados”. Segundo DELLARETTI (1996), a ferramenta combina perfeitamente com a utilização do diagrama de árvore, para priorizar os pontos levantados pelo diagrama. DELLARETTI (1996) propõe três tipos de matrizes de priorização. O método descrito é o modelo analítico, que conta com o levantamento de critérios relacionados com os pontos a priorizar, de forma mais completa que as outras formas, com objetivo o tratamento de problemas complicados, com causas numerosas. O desenvolvimento do diagrama segue cinco fases.

II.2.4.1. Definição do objetivo final e Estabelecimento dos critérios

Deve-se definir de forma clara o objetivo da priorização da causa, assim como a lista das causas a serem priorizadas. Essas causas serão chamadas de itens. A fase de estabelecimento

dos critérios levanta os critérios relacionados com os itens. Esses critérios são aspectos que garantem o atendimento ao objetivo inicial. Eles servem para a avaliação da importância de cada item, segundo o grau de relacionamento com eles.

II.2.4.2. Avaliação da importância relativa dos critérios

Para cada critério levantado na parte anterior, avalia-se a importância relativa ao lado dos outros critérios segundo a escala:

- ✓ 10 – Extremamente mais importante
- ✓ 5 – Muito mais importante
- ✓ 1 – Igualmente importante
- ✓ 1/5 – Muito menos importante
- ✓ 1/10 – Extremamente menos importante

A confiabilidade da matriz depende da justificação das importâncias colocadas. Os resultados são apresentados na matriz de importância relativa (Tabela II.1) com o total de cada critério e o peso relativo dele. Essa matriz permite assim levantar a importância de cada critério na resolução do problema inicial.

Crítérios	Crítério 1	Crítério 2	Crítério 3	Crítério 4	TOTAL	Peso
Crítério 1	x				A	10*A/E
Crítério 2		x			B	10*B/E
Crítério 3			x		C	10*C/E
Crítério 4				x	D	10*D/E
TOTAL					E	10

Tabela II.1: Matriz de importância relativa. Fonte: DELARETTI, *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*

II.2.4.3. Avaliação dos itens segundo cada critério selecionado

Utilizando a lista de itens formada na primeira parte, avalia-se a importância de dos itens em comparação aos outros relativamente a cada critério. A importância é avaliada respondendo à pergunta: “Segundo o critério _____, qual é a importância do item _____ quando comparado ao item _____ ?” e escolhida na mesma escala que a parte anterior. Assim,

para cada critério, construí uma matriz de avaliação, com as importâncias relativas dos itens, os totais de cada item e o índice de importância associado.

Critérios	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	TOTAL	Índice
Item 1	x				A	$10 \cdot A/E$
Item 2		x			B	$10 \cdot B/E$
Item 3			x		C	$10 \cdot C/E$
Item 4				x	D	$10 \cdot D/E$
TOTAL					E	10

Tabela II.2: Matriz de avaliação segundo os critérios. Fonte: DELARETTI, *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*

II.2.4.4. Construção da matriz de avaliação global

A matriz de avaliação global junta os resultados das matrizes de importância relativa e de importância segundo os critérios. Colocam-se em linha os itens avaliados e em coluna os critérios. Na interseção de cada linha com coluna aparece o fator do peso do critério pelo índice de importância do item avaliado, segundo aquele critério.

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	TOTAL	Fator de importância
Item 1					A	$10 \cdot A/E$
Item 2					B	$10 \cdot B/E$
Item 3					C	$10 \cdot C/E$
Item 4					D	$10 \cdot D/E$
TOTAL					E	10

Tabela II.3: Matriz de avaliação global. Fonte: DELARETTI, *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*

O fator de importância permite a classificação dos itens por importância, o item com o maior fator sendo o item de maior importância.

II.3. Projeto de arranjo físico

Embora tenha vários modelos para planejar o *layout* de um processo produtivo, a grande maioria dos modelos se estruturam em quatro fases comuns:

- ✓ Levantamento de dados sobre o processo (P,Q,R,S,T)
- ✓ Localização das instalações
- ✓ Planejamento de arranjo físico geral
- ✓ Planejamento de arranjo físico detalhado

O projeto apresentado seguiu essas fases, sem estudar a localização das instalações, por estudar um processo existente. Explicaremos na parte a seguir o método adotado para cada fase. Os modelos estudados para essa fase são os modelos de PHILLIPS (1997) e de MUTHER (1978). O primeiro modelo, por ser mais atual, apresenta um método derivado do segundo, adicionando considerando evoluções das praticas do mercado. Todavia ele é mais voltado ao estudo de manufaturas, o que não é o caso do projeto. O modelo de MUTHER (1978) é reconhecido mundialmente por ser a base de projeto de arranjo físico e ser aplicável para um grande número de processos diferentes. Essa adaptabilidade conduziu à escolha desse modelo, com suporte as considerações adicionais de PHILLIPS (1997).

II.3.1. Levantamento de dados sobre o processo

Segundo PHILLIPS (1997), o levantamento de dados representa a maior parte do trabalho dentro de um projeto de mudança de *layout* (60 %). A quantidade de dados levantados e a confiabilidade são as bases para o planejamento adequado à realidade. O modelo adotado para essa parte foi o modelo de PHILLIPS (1997). Por ser um modelo derivado de MUTHER (1978), ele possibilita a aplicação dos mesmos conceitos, indicando no levantamento de dados aspectos mais adaptados às mudanças de processos que ocorreram nos últimos anos.

Da mesma maneira em que MUTHER (1978) propõe o método de análise P,Q,R,S,T (*Products, Quantities, Routings, Services, Time*), PHILLIPS (1997) desenvolveu um *check list* de dados que precisam ser levantados para qualquer projeto de reorganização de *layout*. Os dados indispensáveis identificados por PHILLIPS (1997, p 45) são apresentados em ANEXO A. PHILLIPS (1997, p 46) insiste sobre o fato que na maioria dos casos, levantar os

dados de forma idêntica ao *check list* é impossível. Porém deve-se avaliar em permanência a precisão dos dados e das hipóteses que estão sendo feitas. Outros fatores qualitativos devem entrar em conta como a flexibilidade necessária do futuro planejamento, de acordo com tipo de produto (ciclo de vida, previsão de vendas,...), as relações entre as diferentes funções, o peso de cada custo dentro da operação e o grau de mecanização aceitável para a operação considerada.

II.3.2. Planejamento de arranjo físico geral sistema SLP

O levantamento de dados efetuado na parte anterior serve de entrada para as duas fases a seguir. O objetivo da fase de arranjo físico geral é a avaliação das relações entre as atividades do processo considerado e o desenvolvimento de várias alternativas de arranjo físico geral, selecionando uma ou uma combinação delas. A estrutura da fase de arranjo físico geral proposta por Muther (1978) é apresentada na Figura II.2. Cada uma dessas fases será descrita na parte a seguir.

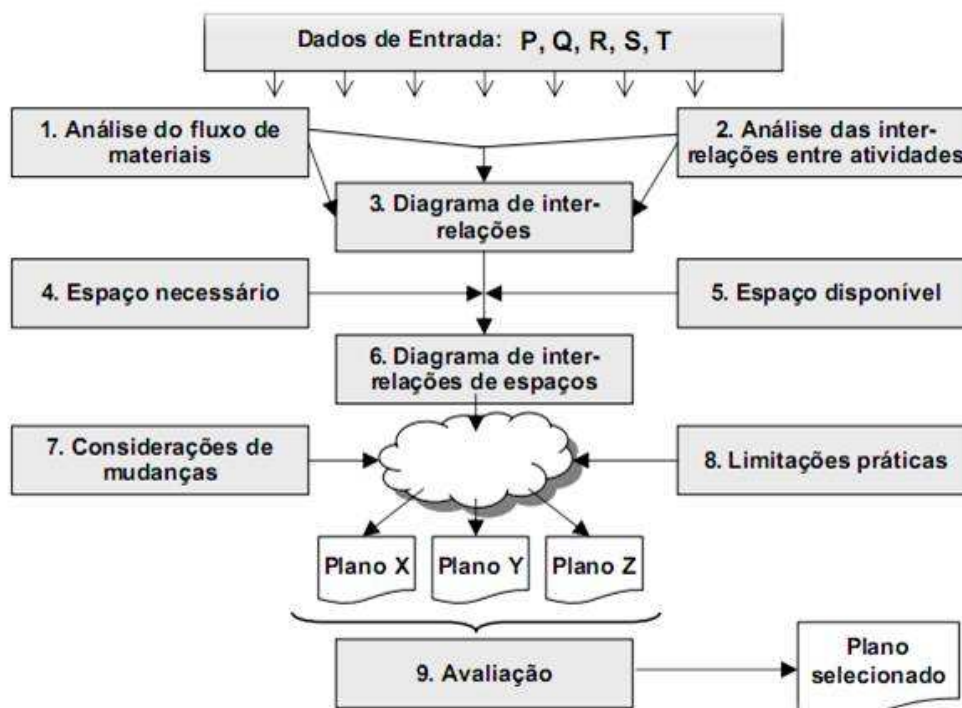


Figura II.2: Estrutura da parte de arranjo físico geral do sistema SLP fonte: MUTHER (1978)

II.3.2.1. Fluxo de material

Os dados levantados na parte anterior permitem a escolha da representação a adotar para o processo e de a caracterização do tipo de processo. MUTHER (1978, p21), indica a análise P-Q (Produtos-Quantidade) como guia para a escolha:

- ✓ Para um ou poucos processos padronizados, utiliza-se a carta de processo, ou alguma carta de fluxo.
- ✓ Para vários produtos utiliza-se a carta de processos múltiplos, quando montagens e desmontagens não estão envolvidas.
- ✓ Para muitos produtos ou itens
 - Combinamos os produtos em grupos e procedemos conforme o item 1 ou 2.
 - Selecionamos ou fazemos uma amostragem dos tipos de produto, aplicando-se então o item 1 ou 2.
- ✓ Para produtos muito diversificados utilizamos a carta "de-para".

No modelo adotado de carta de processo, as diversas etapas do processo são representadas por símbolos padronizados pela *American Society of Mechanical Engineering* (ASME) apresentados na Figura II.3:

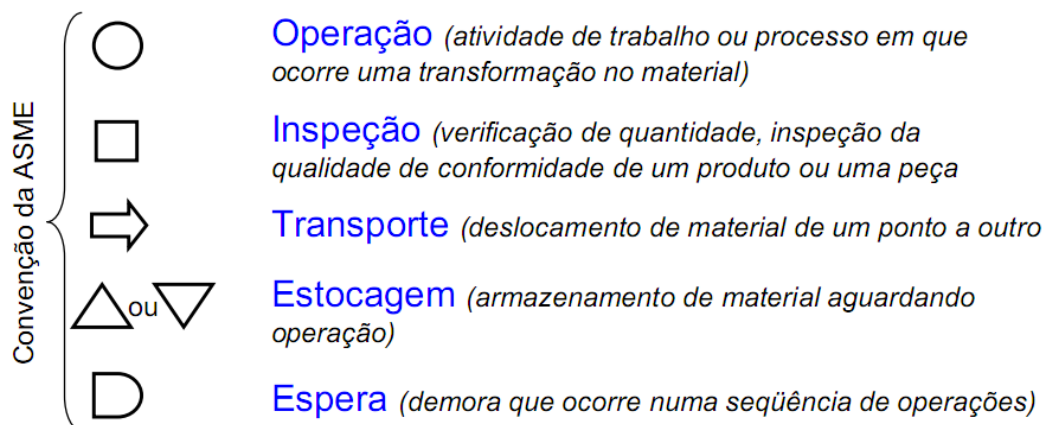


Figura II.3: Convenções da ASME de símbolos para fluxograma

Fonte: slides de aulas PRO 2420: Projeto da fábrica – POLI USP – Professor Dario Miyake

Segundo MUTHER (1978) pode-se descrever qualquer processo produtivo associando as etapas aos símbolos descritos e conectando-os com linhas. O fluxo apresentado pelo diagrama pode ser um fluxo de informações, de pessoas ou de produto. A realização do diagrama de fluxo permite entender os fluxos envolvidos no processo estudado. MUTHER (1978) qualifica a organização dos processos em três categorias:

- ✓ Arranjo posicional: é adotado nos casos em que os produtos são de tamanho tão grande que é mais prático deixar o produto fixo e movimentar as pessoas e os equipamentos em volta dele.
- ✓ Arranjo funcional: é adotado nos casos em que há grande variedade nos produtos ou nas operações. Os equipamentos permanecem fixos e os fluxos dos produtos se adaptam a posição dos equipamentos.
- ✓ Arranjo linear: é adotado nos casos de produção de produtos padronizados e em grande quantidade. Nesse caso, utilizam-se linhas de produção para cada produto.

SLACK (1997) adiciona um quarto tipo de arranjo físico. No arranjo físico celular o produto entra em uma célula onde foram selecionados todos os recursos necessários para a transformação dele. A célula em si pode ser arranjada segundo um arranjo físico por processo ou por produto.

A modelização do fluxo de materiais permite avaliar a intensidade dos fluxos entre cada atividade considerada pelo projeto. Deve-se definir uma unidade adequada para a quantificação dos fluxos. Uma vez essa a quantificação realizada, classifica-se os fluxos por ordem de intensidade decrescente em um gráfico de barra e aloca-se uma letra (A,E,I, ou O) para cada fluxo, os fluxos de classe A sendo os 10 % mais importantes e de classe O os 10 % menos importantes. As separações de classificação devem aparecer no diagrama de barra.

Alem dos fluxos de materiais, outras considerações podem entrar em conta na fase de alocação espacial de cada atividade. MUTHER (1978) indica os casos em que essas considerações podem aparecer:

- ✓ Casos em que os serviços de suporte são importantes e as áreas devem ser integradas no planejamento do *layout* (manutenção, escritório, sanitária).
- ✓ Casos em que o fluxo de materiais não é o maior fluxo no processo.
- ✓ Casos de processos de prestação de serviços em que não há fluxos de materiais.
- ✓ Caso de processos em que o desempenho de uma atividade pode atrapalhar outra se estiver próxima (ruído, higiene, etc.).

Todavia, como será explicado na parte de realização do projeto, esses casos não aparecem no projeto, portanto o estudo de inter-relações não baseadas no fluxo de materiais não será detalhado.

II.3.2.2. Diagrama de fluxo

A quantificação dos fluxos realizada na parte anterior alimenta o diagrama de fluxo. Nessa parte, busca-se visualizar os dados e as análises feitos até esse ponto. No diagrama de fluxo não entram considerações de espaço, apenas a situação relativa das atividades em função dos fluxos. MUTHER (1978) insiste na clareza e na simplicidade do diagrama para permitir uma visualização correta da situação estudada. Quando o processo já existe, o diagrama de inter-relações pode ser feito diretamente sobre a planta do local, da forma em que está sendo executado antes do projeto. Um diagrama assim realizado permite entender melhor o processo atual e as possíveis falhas do arranjo físico.

De acordo com MUTHER (1978, p45), a construção do diagrama de fluxo segue as seguintes regras:

- ✓ Um símbolo para cada tipo de atividade, de acordo com as normas [apresentadas na Figura II.3];
- ✓ Um número (ou letra) para identificação de cada atividade;
- ✓ Um código de número de linhas para a intensidade de fluxo [Tabela II.4]



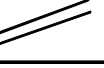
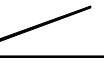


Letras	Valor (n°)	N° de linhas	Proximidade
A	4		Absolutamente necessário
E	3		Muito importante
I	2		Importante
O	1		Pouco importante
U	0		Desprezível
X	-1		Indesejável
XX	-2 -3, -4, ?		Extremamente indesejável

Tabela II.4: Convenções para a diagramação das inter-relações entre atividades. Fonte: MUTHER (1978)

A partir das intensidades dos fluxos avaliadas, ligam-se cada uma das atividades do diagrama de carta de processo, começando com as atividades de relação A, até XX,

rearranjando o diagrama entre cada intensidade de fluxo para garantir a clareza e diminuir a distância entre as atividades cuja relação é desejável.

Uma vez o diagrama formado, pode-se adicionar aperfeiçoamentos tirando as conexões que não têm importância ou deformando os símbolos das atividades que podem ser descentralizadas para ficarem mais próximas de todas as atividades. No final dessa fase, obtém-se um diagrama apresentando as atividades consideradas no processo com as relações entre elas e as localizações ótimas das áreas resultando dessas relações. A próxima fase busca a identificação dos requerimentos de espaço de cada atividade e dos espaços disponíveis, para posicionar o diagrama de acordo com a estrutura existente.

II.3.2.3. Determinação dos espaços

A fase de determinação dos espaços consiste no levantamento dos espaços disponíveis e dos espaços necessários para as atividades listadas nas fases anteriores do projeto, com o objetivo de aplicar o diagrama de inter-relações aos espaços, formando o diagrama de inter-relações entre espaços. Segundo MUTHER (1978), um projeto de arranjo físico e geralmente mais determinado pelo espaço físico disponível do que por qualquer outro fator. Ele apresenta cinco métodos para a determinação dos espaços por ordem de precisão:

- ✓ Método numérico
- ✓ Método da conversão
- ✓ Padrões de espaço
- ✓ Arranjo esboçado
- ✓ Projeção de tendência

MUTHER (1978) aponta que o método numérico é adaptado para os casos em que o investimento é alto e requer certo grau de detalhamento. Ele consiste em listar as máquinas e equipamentos das áreas a serem avaliadas e o espaço ocupado por cada um. O requerimento de espaço calculado para a área é a soma desses espaços, adicionando um espaço extra.

O método da conversão se aplica quando:

- ✓ O projeto é feito em curto prazo;
- ✓ Os requerimentos da fase de fluxos de materiais ainda estão sendo levantados;

- ✓ A natureza do trabalho em qualquer atividade ou área é tão diversificada que não se justificam cálculos detalhados;
- ✓ Os elementos-chaves necessários para os cálculos (informações P e Q) não são suficientemente precisos para justificar o método numérico;
- ✓ O projeto estuda uma área de estoque ou de suporte.

O método da conversão utiliza uma tabela de conversão para o levantamento dos espaços ocupados por cada atividade no arranjo físico existente. Para o levantamento, utiliza-se a planilha apresentada na Tabela II.5.

METODO DA CONVERSÃO										
Base (ano, período, quantidade) das colunas e,f,g										
Base (ano, período, quantidade) das colunas h,j,k										
Coluna	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	j.	k.
Descrição	Atividade, área ou departamento	Área atualmente ocupada (m2)	Ajuste + ou - (m2)	Deveria ser agora	Variações (%)	Área necessária determinada (m2)	Área planejada (m2)	Variações (%)	Área necessária determinada (m2)	Área planejada (m2)
1.										
2.										
Total										

Tabela II.5: Padrão de tabela usada para o método da conversão. Fonte: MUTHER (1978 p63)

Depois do levantamento dos espaços ocupados, avalia-se a necessidade de reajuste do espaço utilizado, tanto de aumento quanto de diminuição. Essa fase é essencial para planejar um aproveitamento correto do espaço, é assim diminuir a restrição do projeto devida à limitação do espaço disponível. As colunas de e a k quantificam as mudanças de espaço necessário de acordo com a evolução da importância das vendas no intervalo de tempo considerado.

Uma vez os espaços necessários avaliados deve-se comparar eles com os espaços disponíveis. Nessa fase, será necessário balancear a utilização dos espaços e verificar a adequação dos espaços escolhidos para receber cada atividade. Uma vez esse balanceamento feito, pode-se formar o diagrama de inter-relações entre espaços e as diferentes alternativas possibilitadas pelos espaços levantados. Essas alternativas devem ser ajustadas segundo as

considerações qualitativas do processo. MUTHER (1978) aponta a lista de fatores característicos que influem sobre o arranjo físico e devem ser tomados em conta nessa fase:

- ✓ Métodos de manuseio
- ✓ Recursos de armazenagem
- ✓ Condições do térreo e arredor
- ✓ Necessidades de pessoal
- ✓ Características das construções
- ✓ Serviços de suporte e serviços de auxiliares
- ✓ Procedimentos e controle
- ✓ Formas particulares de atividades (já em fase de arranjo físico detalhado)

O levantamento desses fatores modifica as alternativas da fase precedente, formando alternativas ajustadas, chamadas plano X, Y e Z.

II.3.2.4. Seleção das alternativas

Uma vez as alternativas definitivamente formadas, deve-se selecionar a alternativa que será aplicada para o arranjo físico geral, estudando as vantagens e desvantagens de cada uma. MUTHER (1978) apresenta três métodos para a seleção de alternativas de arranjo físico:

- ✓ Balanceamento das vantagens e desvantagens: é o método mais fácil e menos preciso da seleção de alternativas. Para cada alternativa deve-se listar as vantagens e desvantagens. Pode-se alocar um peso de importância para cada uma das vantagens e desvantagens listadas (com as mesmas vogais utilizadas para a caracterização dos fluxos), o total da cada alternativa permitindo de selecionar a melhor.
- ✓ Avaliação da análise de fatores: o método consiste em decompor o problema em elementos a serem analisados separadamente. Esse método é mais preciso e flexível que o método anterior, mas também mais complicado. As fases de elaboração são:
 - Listar os elementos a serem considerados na escolha da alternativa
 - Ponderar a importância relativa dos fatores, um ao lado do outro em uma escala de 1 a 10.
 - Avaliar cada plano segundo os elementos listados em uma escala de 1 a 5.
 - Reunir os fatores e comparar o valor total de cada plano

Na avaliação da relação entre planos e elementos, deve-se tomar cuidado em analisar os elementos separadamente, para não influenciar o resultado final. MUTHER (1978) desaconselha a decomposição do problema em um grande número de fatores, o que complica a fase de seleção sem fornecer resultados diferentes.

- ✓ Comparação de custos: o método busca a medição dos custos provocados pelo projeto na operação. O objetivo é avaliar a viabilidade econômica de cada alternativa, considerando o custo total provocado pelo projeto na operação ou as mudanças de custo resultando da aplicação do projeto para uma operação já existente.

A aplicação de um desses métodos conduz à escolha de uma das alternativas como arranjo físico geral. Todavia a implementação do projeto na operação não pode ser feita sem a aprovação da alternativa pela alta gerência e os membros envolvidos no projeto.

II.3.2.5. Aprovação do planejamento de arranjo físico geral

Seja qual for o modelo adotado na seleção da alternativa, o planejamento selecionado deve ser apresentado aos membros envolvidos na operação e à gerência do processo. A aprovação deve responder as perguntas:

- ✓ Qual o lucro providenciado pela implantação do projeto?
- ✓ Quais os riscos do projeto?
- ✓ De que maneira esse projeto afetará a operação?

Uma vez o projeto aprovado pelos diversos membros consultados, pode-se registrar a alternativa escolhida como arranjo físico geral definitivo e iniciar a fase de planejamento do arranjo físico detalhado.

II.3.3. Arranjo Físico detalhado sistema SLP

Após a formação de um plano de arranjo físico geral, deve-se localizar com detalhe a posição de cada máquina e equipamento dentro das áreas posicionadas. O modelo proposto por MUTHER (1978) é o mesmo que para o planejamento do arranjo físico geral com maiores detalhes. As escolhas feitas na fase anterior criam restrições preestabelecidas para essa fase, além do padrão de processo da empresa (programação da produção, procedimentos, segurança, etc.). Todavia as decisões envolvidas não são tão importantes quanto na fase II. O

primeiro passo do arranjo físico é a priorização das áreas a serem planejadas e o estabelecimento da ordem em que serão tratadas. Após essa priorização, pode-se seguir o mesmo roteiro que na primeira fase, com algumas diferenças:

- ✓ Fluxos de materiais: a parte utiliza as mesmas ferramentas apresentadas na fase de arranjo físico geral. Porém, os modelos usados devem ser revisados para o planejamento de cada área, cada uma justificando o uso de certo modelo de acordo com as características dela.
- ✓ Avaliação dos espaços: tanto para os espaços necessários quanto para os espaços disponíveis, a avaliação será feita individualmente, para cada máquina ou equipamento e para cada área.
- ✓ Aprovação: na fase de arranjo físico detalhado, a aprovação dos planos propostos deve ser feita pelo projetista, junto com o responsável de cada área projetada e os funcionários envolvidos nos serviços prestados para garantir a aderência do plano à realidade do procedimento.

MUTHER (1978) apresenta um sistema SLP simplificado que pode ser usado para o planejamento dos projetos menores, nos casos em que o fluxo de materiais não é muito importante (escritórios, oficinas, áreas de apoio, etc.).

II.4. Ferramentas de engenharia econômica

Para ser implementado na empresa, precisa-se comprovar o benefício econômico do projeto apresentado. Portanto, foram pesquisadas ferramentas de avaliação econômicas. Os modelos de avaliação de rentabilidade escolhidos foram os modelos apresentados por EHRLICH (2005), por serem métodos simples, aplicáveis em casos de avaliação de projetos de investimento tanto em projetos grandes quanto em projetos em que o investimento é menor, o que era o caso do projeto avaliado. Na procura de um método para a avaliação da viabilidade econômica do projeto de mudança de arranjo físico, três métodos foram levantados e serão apresentados nessa parte.

II.4.1. Método do Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Equivalente Uniforme

O método do Valor Presente Líquido permite a análise e a seleção de alternativas de investimento. Ele consiste em colapsar todos os valores de um fluxo associado a um investimento para o ponto $t = 0$. Considerando o valor presente das diversas alternativas, é possível avaliar qual é a melhor. O método é simples e permite a avaliação de alternativas com o mesmo prazo de retorno. Todavia, ela não pode ser usada nos casos em que as alternativas não apresentam o mesmo horizonte. Nesses casos, utiliza-se o valor uniforme, repartindo os valores sobre o número de períodos considerados para cada alternativa.

Para a avaliação do projeto exposto, selecionamos o método do valor presente, por considerar os mesmos horizontes de investimento, pois a potencial seleção de investimento em processo de armazém avaliaria soluções com o prazo comum de mudança potencial da estrutura do CDD.

II.4.2. Método Tempo de retorno

Segundo EHRLICH (2005), o método de retorno, ou método de *pay-back*, é o método mais utilizado para a avaliação de alternativas, por ser altamente intuitivo. Todavia, EHRLICH (2005) considera o método errado, por privilegiar o aspecto de tempo ao aspecto de rentabilidade na seleção de alternativas de investimentos. O cálculo do tempo de retorno consiste em calcular os VPL sucessivos, somando os valores período após período.

A consideração de rentabilidade sendo a preocupação essencial do investidor, EHRLICH (2005) aponta que o método constitui uma mistura confusa dos conceitos de risco e de ansiedade, e não pode ser utilizado na comparação de alternativas de investimentos. Todavia, o método foi aplicado no caso do nosso projeto, para verificar a rentabilidade do projeto no médio prazo, o prazo de retorno sendo imposto pela possibilidade de reforma importante do CDD ou de revisão total da malha logística da companhia.

II.5. Síntese da revisão bibliográfica

Na revisão bibliográfica foram consideradas varias alternativas de ferramentas a serem aplicadas na resolução do problema. Após consideração das características do caso, foram

selecionadas apenas parte das ferramentas, por serem mais adequadas ao problema considerado:

- ✓ Os conceitos de logística apresentados apoiaram a análise global do processo de entrega e de carregamento. Portanto, a maior parte dos conceitos expostos foram selecionados.
- ✓ A priorização da causa descartou o uso do FMEA por ser muito focado no cliente final do processo, preferindo o uso combinado do diagrama de causa e efeito para a análise detalhada das causas raízes e das matrizes GUTI e de priorização por providenciar um foco gradual na causa a ser tratada no projeto.
- ✓ A fase de arranjo físico privilegiou o modelo SLP, por ser geral e permitir a aplicação a um grande número de situações, inclusive na situação atual. Portanto o modelo de PHILLIPS (1997), focado sobre manufaturas, foi considerado para o levantamento de dados, já que o *check list* apresentado considera mudanças possíveis dos processos observados nos últimos anos.
- ✓ As ferramentas econômicas aplicadas foram o cálculo do VLP, possibilitando a comparação do projeto com outros projetos relacionados e de mesmo horizonte. O cálculo do prazo de retorno foi selecionado, apesar de não permitir uma avaliação de rentabilidade, para verificar o retorno sobre investimento no curto prazo, pré-requisito para o projeto considerando as características da estrutura do CDD.

III. RESOLUCAO DO PROBLEMA

A segunda parte do relatório detalhou as ferramentas que serão utilizadas para a resolução do problema. Apresentaremos nessa parte a forma em que esses métodos foram aplicados e os resultados fornecidos

III.1. Análise e priorização da causa

A primeira parte do projeto foi a identificação da causa raiz da improdutividade de carregamento. Portanto, a constatação do problema de improdutividade necessitou a aplicação de um método para identificar as fontes do fenômeno e priorizar as causas raiz a serem tratadas no projeto.

III.1.1. Elaboração do diagrama de Causa e Efeito

Para analisar a causa da improdutividade do processo foi desenvolvido um diagrama de Causa e Efeito. O primeiro passo foi colocar o problema à direita do diagrama: “Improdutividade do processo de carregamento”. Seguindo os 5 Ms expostos os pontos de análise de desperdício de OHNO (1988) para evidenciar as fontes de desperdício do processo e de acordo com o método descrito anteriormente, o diagrama foi desenvolvido com várias pessoas e, diversos departamentos da empresa. Foram realizadas entrevistas com um conferente de carregamento, com o supervisor do armazém e com o Coordenador Regional de Produtividade. O estudo foi realizado com uma pergunta padrão, feita a cada entrevistado: “Quais os pontos característicos da unidade que têm influência sobre a produtividade de carregamento?”. A escala de visões criada garantia assim um bom panorama das causas relacionadas com o problema. Foi mantida a preocupação de não criticar a visão do entrevistado, e após a recolha das causas pedir a opinião sobre os pontos já levantados para garantir a ligação de ambos os pontos com o problema.

Na síntese gráfica, as causas relacionadas com características do centro de distribuição e que não podiam ser resolvidas através de um plano de ação (número de clientes, zona de restrição, etc.) foram eliminadas, para clarificar o aspecto geral do diagrama e simplificar a

análise. Uma vez todas as entrevistas realizadas, as causas foram agrupadas por consequência comuna num mesmo ramo do diagrama de peixe. O resultado é apresentado na Figura III.1.

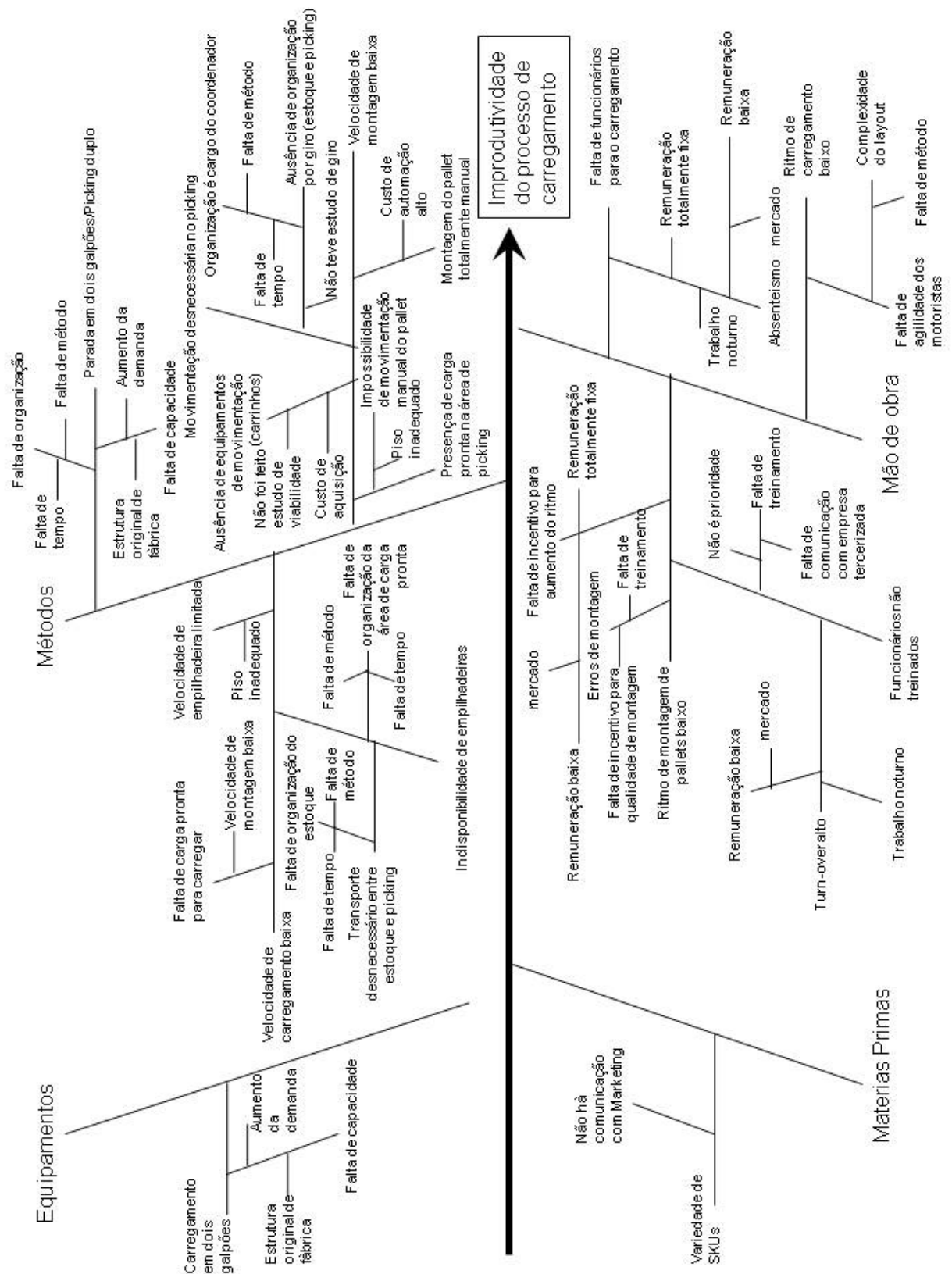


Figura III.1: Diagrama de Causa e Efeito de improdutividade do carregamento

III.1.2. Comentários sobre o diagrama

O diagrama foi organizado por processo. Assim, observa-se um ramo para “velocidade de montagem”, “velocidade de carregamento” e “carregamento duplo” por exemplo. Várias fontes de desperdício consideradas por OHNO (1988) foram identificadas no processo:

- ✓ Excesso de movimentação na área de *picking* e excesso de transporte entre o estoque e o *picking* e entre o *picking* e a área de carregamento.
- ✓ O gargalo criado pela falta de organização da área de carga pronta provoca um excesso de cargas no *picking* e uma falta no carregamento, o que pode ser qualificado de excesso de tempo disponível, pois provoca ociosidade das equipes no intervalo de tempo necessário para a evacuação das cargas.
- ✓ O carregamento em dois galpões provoca um reprocessamento das cargas, que devem ser remontadas no segundo galpão, desperdício importante de processamento.
- ✓ Finalmente a produção de produtos defeituosos também atrapalha a produtividade do carregamento, por exigir uma remontagem dos pallets, devido aos erros de montagem dos ajudantes constatados na conferência da carga.

Constata-se que os ramos do diagrama relativos aos métodos e à mão de obra são bastante importantes. As principais causas raízes identificadas são as seguintes:

- ✓ A estrutura do armazém, constituído por dois depósitos diferentes, devido ao aproveitamento da estrutura de uma antiga fábrica da empresa, pois cria uma falta de capacidade e uma complicação do processo. O processo existente carrega as cargas de produtos retornáveis em um armazém e de descartáveis no segundo;
- ✓ A falta de método e de tempo para um estudo de *layout* também cria uma desorganização e assim uma movimentação e transporte desnecessários, tanto para a carga pronta (carga já separada) quanto na própria separação, pois a movimentação não está otimizada;
- ✓ A inadequação do piso atrapalha bastante a atividade das empilhadeiras, que têm velocidade de circulação limitada, e dos ajudantes que devem esperar a evacuação da carga separada pela empilhadeira para iniciar a montagem de uma nova carga;

- ✓ O salário dos funcionários de carregamento não incentiva a produtividade por ser baixo e independente da produtividade individual ou coletiva (salário totalmente fixo) e provoca um *turn-over* e um absenteísmo altos (aproximativamente 10 %);
- ✓ A falta de treinamento dos funcionários não capacitá-los a serem produtivos na tarefa alocada a cada um e provoca erros de montagem.

III.1.3. Elaboração da Matriz GUTI

O diagrama de Causa e Efeito evidenciou vários pontos a serem considerados na fase de priorização. Sendo que o fator meio ambiente não podia ser modificado, foram selecionados os problemas que apresentavam potencial para um projeto de melhoria para alimentar a Matriz GUTI:

- ✓ Inadequação da estrutura existente;
- ✓ Falta de método na organização do armazém;
- ✓ Falta de equipamentos adequados (piso, movimentação,...);
- ✓ Falta de motivação/incentivo dos funcionários pelo salário;
- ✓ Falta de treinamento dos ajudantes e empilhadeiristas;

Da mesma maneira que o diagrama de Causa e Efeito, a matriz GUTI foi realizada com uma pessoa de cada área (operação, dois níveis de gerência) para garantir uma visão uniforme sobre cada ponto. As notas apresentadas na matriz da Tabela III.1 são as médias das notas avaliadas por cada entrevistado. Os investimentos necessários foram avaliados em reais. A tabela de pontos e as regras de pontuação apresentados na parte de revisão bibliográfica foram explicadas, resultando nas médias apresentadas.

Problema diagnosticado	G	U	T	I	Total
Inadequação da estrutura existente	5,0	4,0	2,3	1,0	46,7
Falta de método na organização do armazém	4,3	4,0	2,7	4,0	184,9
Falta de equipamentos adequados (piso, movimentação,...)	3,0	2,3	2,0	3,0	42,0
Falta de motivação incentivo dos funcionários pelo salário	3,7	3,0	1,0	3,0	33,0
Falta de treinamento dos ajudantes e empilhadeiras	2,3	2,3	1,0	4,0	21,8

Tabela III.1: Matriz de priorização GUTI do problema considerado

Enquanto as considerações de gravidade, urgência ou tendência podem variar entre as pessoas entrevistadas, a pontuação dos investimentos necessários ficou igual, devido ao caráter objetivo da avaliação. Os resultados obtidos indicam claramente que o problema de maior prioridade era a falta de método na organização do espaço físico do armazém, principalmente por causa da urgência do fenômeno e do baixo investimento necessário. Porém, deve-se ainda priorizar as causas relacionadas com o problema levantado, pois a árvore de causa e efeito levantou varias áreas necessitando aplicação de método de reorganização do *layout*. Assim, foi efetuada uma segunda análise desses itens.

III.1.4. Diagrama de Matriz de priorização

Para escolher a área em que devia ser reorganizado o espaço físico, o método de matriz de priorização foi aplicado ao caso por ser um método preciso e impedir a influencia do resultado final.

III.1.4.1. Definição do objetivo final e Estabelecimento dos critérios

O objetivo final era o mesmo que o diagrama de causa e efeito e a matriz GUTI: melhorar a produtividade de carregamento do armazém para em uma primeira fase alcançar a meta de percentagem de carregamento no final do turno sem aumentar os recursos, e em uma segunda fase diminuir os gastos em recursos do processo. Essa segunda fase de priorização tinha como

objetivo identificar dentro das causas levantadas pela matriz GUTI, a causa que mais garantia essa meta. Os itens a serem priorizados foram levantados no diagrama de causa e efeito:

- ✓ Reorganização da área de *picking*;
- ✓ Reorganização da área de estoque;
- ✓ Reorganização da área de carga pronta;
- ✓ Unificação do *picking*.

A aplicação do modelo de matriz de priorização necessita a identificação dos critérios consequências dos itens a serem priorizados, critérios que garantem o alcance do objetivo da priorização. Um *brainstorming* foi aplicado aos mesmos integrantes que o diagrama de causa e efeito para levantar os seguintes critérios:

1. Economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante;
2. Economia de tempo/movimentação na atividade do empilhadeira;
3. Melhoria do aproveitamento do espaço físico do armazém;
4. Eliminação do gargalo na área de carga pronta.

III.1.4.2. Avaliação da importância relativa dos critérios

A segunda fase consiste na avaliação da importância de cada critério no alcance do objetivo inicial. Para avaliar essa importância, foi desenvolvida uma matriz de importância relativa dos critérios, apresentada na Tabela III.2.

	1	2	3	4	TOTAL	%	Peso
1	x	5	10	5	20	55,4%	6
2	0,2	x	5	0,2	5,4	15,0%	1
3	0,1	0,2	x	0,2	0,5	1,4%	0
4	0,2	5	5	x	10,2	28,3%	3
TOTAL	0,5	10,2	20	5,4	36,1	100,0%	10

Tabela III.2: Matriz de importância relativa dos critérios

A economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante aparece como sempre mais importante que os outros critérios. Essa importância é justificada pelo tamanho da equipe de ajudante (Tabela III.11). Sem ter um custo associado muito menor de que o empilhadeira, a equipe de ajudante é quatro vezes maior. Um ganho de produtividade para cada ajudante seria

então multiplicado pelo número de ajudantes, o que providencia um ganho global de produtividade maior do que qualquer um dos outros critérios. Pelo fato do processo de montagem ser fornecedor do carregamento, um aumento de produtividade das empilhadeiras era viável apenas em caso de acompanhamento do aumento pela parte de montagem. Portanto o aumento de produtividade dos ajudantes era essencial para a melhoria do processo global.

A melhoria de aproveitamento do espaço físico foi avaliada como sempre menos importante, pela característica da estrutura física do armazém. Por ser um armazém duplo de grande tamanho, o espaço total não é limitado, apenas o espaço em cada armazém (1 e 2). O tamanho total do espaço físico necessário pelas atividades descritas impossibilita o uso de apenas um dos dois armazéns. Portanto, o aproveitamento do espaço físico não pode ser visto como uma prioridade ao lado dos três outros critérios.

Finalmente a eliminação de gargalo na área de carga pronta foi avaliada como mais importante que a economia na atividade dos empilhadeiristas. Sem trazer uma melhoria da mesma importância que o critério 1, ela tem um impacto tanto sobre a atividade dos ajudantes quanto dos empilhadeiristas (como apresentado no diagrama de causa e efeito na Figura III.1).

O total de importância de cada critério identificou a economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante como o critério de maior importância (peso 6), antes da eliminação de gargalo na área de carga pronta (peso 3) e da economia de tempo/movimentação na atividade do empilhadeirista (peso 1). A construção da matriz evidenciou a menor importância do critério de aproveitamento do espaço físico, que foi retirado da lista de critérios no resto da análise.

III.1.4.3. Avaliação dos itens segundo cada critério selecionado

A fase de avaliação de importância dos itens consiste em avaliar a importância relativa dos itens. Para avaliar essa importância, foram desenvolvidas três matrizes de importância de item, uma para cada critério.

	Orga de picking	Orga de estoque	Orga Carga pronta	Picking único	Total	Índice
Orga de picking	x	10	5	1	16	3,7
Orga de estoque	0,1	x	0,2	0,1	0,4	0,1
Orga Carga pronta	0,2	5	x	0,1	5,3	1,2
Picking único	1	10	10	x	21	4,9
Total	1,3	25	15,2	1,2	42,7	10,0

Tabela III.3: Matriz de importância de item segundo o critério “economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante”

Para a matriz de importância segundo o critério “economia de tempo/movimentação na atividade do ajudante” apresentado na Tabela III.3, a importância da reorganização do *picking* foi avaliada como maior, por otimizar a movimentação dos materiais no *picking*. A criação de um *picking* único, também diminui o retrabalho das cargas mistas e providencia uma maior flexibilidade na organização das equipes. Já a reorganização dos estoques não tem consequência nenhuma na atividade do ajudante, pelo fato do estoque não ser área de atuação dos ajudantes e foi avaliada como menos importante que os outros critérios. A reorganização da área de carga pronta permitia viabilizar um aumento de produtividade dos ajudantes, e foi avaliada como ligeiramente menos importante que os dois primeiros itens. Assim a importância dos itens em relação ao critério em questão foi avaliada por o índice apresentado na Tabela III.3.

	Orga de picking	Orga de estoque	Orga Carga pronta	Picking único	Total	Índice
Orga de picking	x	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2
Orga de estoque	5	x	5	1	11	3,9
Orga Carga pronta	5	0,2	x	0,2	5,4	1,9
Picking único	5	1	5	x	11	3,9
Total	15	1,4	10,2	1,4	28	10,0

Tabela III.4: Matriz de importância de item segundo o critério “economia de tempo/movimentação na atividade do empilhadeiraista”

O caso do impacto na atividade dos empilhadeiraistas é mais complexo, pois o empilhadeiraista atua em todas as áreas do armazém (estoque, carga pronta, carregamento). A única área sem intervenção do empilhadeiraista sendo a área de picking, a importância dela em

relação ao critério de economia de tempo/movimentação na atividade do empilhadeirista sempre foi avaliada como menor. A reorganização da área de estoque diminui o tempo de abastecimento do picking, todavia a flexibilidade do horário de execução (o abastecimento é feito uma vez a cada três dias no turno da tarde) não justificou uma importância maior que a unificação do picking, que elimina a necessidade de descarregar uma parte das cargas mistas para remontagem. Os resultados são apresentados na Tabela III.4.

	Orga de picking	Orga de estoque	Orga Carga pronta	Picking único	Total	Índice
Orga de picking	x	5	0,1	0,1	5,2	1,0
Orga de estoque	0,2	x	0,1	0,1	0,4	0,1
Orga Carga pronta	10	10	x	5	25	4,9
Picking único	10	10	0,2	x	20,2	4,0
Total	20,2	25	0,4	5,2	50,8	10,0

Tabela III.5: Matriz de importância de item segundo o critério “eliminação de gargalo na área de carga pronta”

A avaliação de importância dos itens em relação ao critério de eliminação do gargalo na área de carga pronta é mais simples, pois aparece claramente que a reorganização da área de carga pronta tem grande impacto sobre a eliminação de gargalo na própria área. De outro lado, a reorganização do estoque não impacta de maneira nenhuma o gargalo. O *picking* único criando uma economia de processamento e de transporte, ele permite uma realocação das empilhadeiras na evacuação da área de carga pronta, eliminando o gargalo de maneira um pouco menor que a reorganização da área de carga pronta. Os resultados da análise de importância segundo o último critério são apresentados na Tabela III.5.

III.1.4.4. Construção da matriz de avaliação global

A matriz de avaliação global junta as informações das duas primeiras matrizes e fornece a classificação final dos itens por prioridade. A matriz é apresentada na Tabela III.6.

	1.Eco. Atividade ajudante	2. Economia atividade empilhadeira	3.Eliminação de gargalo	TOTAL
Orga de picking	22,5	0,2	3,1	25,8
Orga de estoque	0,6	3,9	0,2	4,7
Carga pronta	7,4	1,9	14,8	24,1
Picking unico	29,5	3,9	11,9	45,4
Total	60,0	10,0	30,0	100,0

Tabela III.6: Matriz de avaliação global do projeto de reorganização do espaço físico

Os resultados apresentados na coluna “TOTAL” indicam claramente a criação de um *picking* único como a primeira medida a ser tomada no objetivo de melhorar a produtividade do armazém. Depois dessa criação, aparece a necessidade de reorganização do *picking*, com o objetivo de diminuir a movimentação de materiais. A reorganização da área de carga pronta também aparece como importante, a reorganização do estoque sendo o ultimo ponto a ser estudado.

III.1.5. Conclusão da análise da Causa

Varias ferramentas foram aplicadas na análise da causa, permitindo um estudo detalhado do problema. O diagrama de causa e efeito permitiu levantar as maiores causas de improdutividade no processo de carregamento. A aplicação da Matriz GUTI efetuou uma priorização dessas causas, apontando a falta de método na organização do *layout* do armazém como a causa a ser tratada com prioridade. O método de matriz de priorização permitiu focar essa reorganização sobre a área de *picking*, com as necessidades de:

- ✓ Criação de um *picking* único para diminuir o processamento desnecessário;
- ✓ Reorganização do *layout* da área de *picking* para diminuir a movimentação de produtos desnecessária.

Porém, mesmo sendo focado sobre a área de *picking*, o projeto não podia ser restringido a essa área, a criação de um *picking* único tendo impacto sobre o espaço disponível para armazenar o estoque de produtos. Assim, o método de reorganização a ser aplicado foi em uma primeira fase escolhido com o objetivo de modificar as posições das grandes atividades do armazém.

III.2. Resolução da causa principal: projeto de *Layout*

Com o foco do trabalho sobre a unificação e a reorganização da área de *picking*, foram seguidas as fases de projeto de arranjo físico, o objetivo sendo a modificação da posição geral do estoque e da posição e da organização do *picking*.

III.2.1. Coleta de dados sobre o processo

A primeira fase, e determinante para o resto do trabalho, foi o levantamento de dados sobre o processo de carregamento noturno. Mesmo com o foco do projeto sobre as áreas de estoque e de *picking*, o levantamento foi realizado sobre ambas as atividades, para permitir a quantificação dos fluxos entre as áreas estudadas e o resto do armazém e assim as consequências sobre o projeto.

III.2.1.1. Produto/Configurações do produto

Como explicado nas partes anteriores, o produto do processo é a carga constituída carregada. Ele é uma combinação de três subprodutos: pallets mistos, pallets fechados e itens não paletizados (barris de chopp e bags para máquinas de refrigerantes). Os dados relativos à configuração estão apresentados na Tabela III.7 e na Figura III.2. Os grupos de produtos apresentados são feitos pela própria empresa de acordo com as especificidades de embalagem e de tratamento dos produtos.

Constituição da carga geral	
Número de SKUs	171
Proporção de itens não paletizados	3,5%
Proporção pallets mistos (de total pallets)	43,3%
Proporção de pallets fechados (de total pallets)	56,7%

Tabela III.7: Dados de configurações de produto

Fonte interna

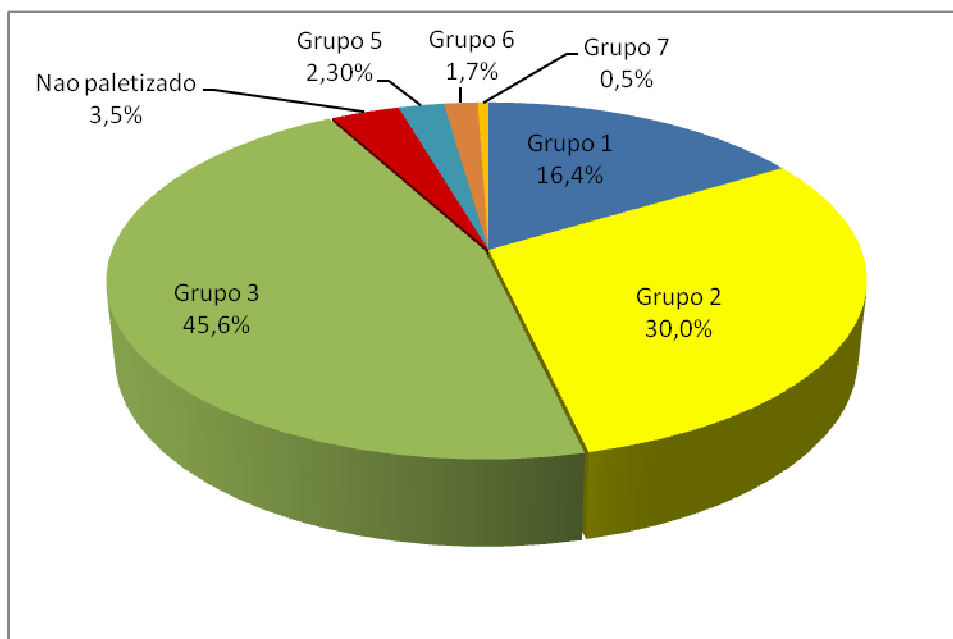


Figura III.2: Constituição da carga mista. Fonte interna

III.2.1.2. Quantidade produzida no curto e no longo prazo e sazonalidade

A constituição de carga apresentada anteriormente varia ao longo do ano de acordo com as peculiaridades dos períodos (temperaturas, eventos, etc.), assim como os volumes de produção de forma geral. Essas variações estão apresentadas na Tabela III.8

	1° Tri	2° Tri	3° Tri	4° Tri	Média 2008
Grupo 1	17%	18%	16%	15%	16%
Grupo 2	28%	30%	32%	30%	30%
Grupo 3	46%	44%	44%	48%	46%
Itens não paletizados	4%	4%	3%	3%	3%
Grupo 5	2%	2%	3%	2%	2%
Grupo 6	2%	2%	2%	2%	2%
Grupo 7	1%	1%	1%	0%	1%

Tabela III.8: Variação trimestral na constituição da carga mista no ano de 2008. Fonte interna

Ao analisar a constituição da carga, pode-se admitir que as variações nas proporções da cada item são ínfimas e podem ser negligenciadas ao longo do ano. Todavia, existem grandes variações dos volumes de entrega segundo o período do ano como apresentado na Tabela III.9.

	1° Tri	2° Tri	3° Tri	4° Tri
Grupo 1	82 318	77 535	74 763	90 341
Grupo 2	135 484	130 695	149 702	183 818
Grupo 3	222 955	193 722	203 642	295 451
Itens não paletizados	21 266	17 674	13 105	15 857
Grupo 5	10 147	9 637	12 619	13 454
Grupo 6	7 948	7 037	8 283	10 655
Grupo 7	2 661	2 570	2 750	2 676
Total	482 778	438 871	464 863	612 252

Tabela III.9: Volumes de vendas trimestrais por produto em 2008. Fonte interna

A Figura III.3 mostra variações muito altas nas vendas segundo o período do ano. Anota-se um aumento global das vendas de 30 % no verão, aumento com conseqüências diretas no tamanho das cargas carregadas dentro do armazém. O fator de sazonalidade provoca então uma necessidade de flexibilidade do planejamento efetuado.

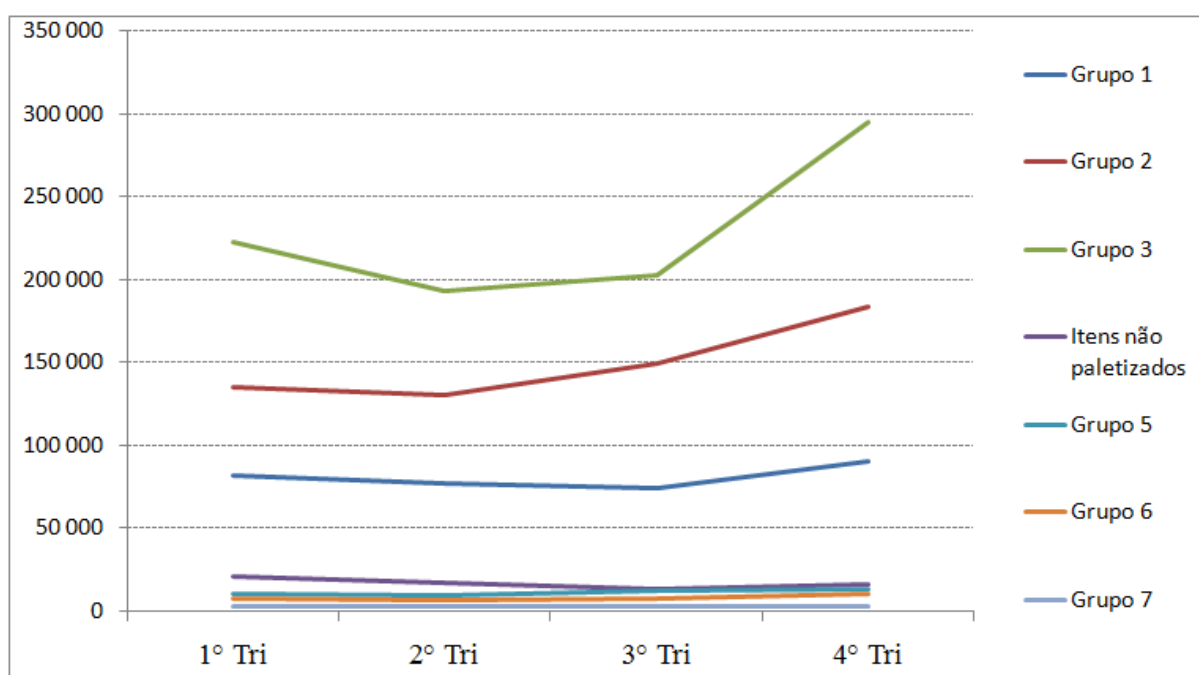


Figura III.3: Volumes por tipo de produto em 2008. Fonte interna

III.2.1.3. Lista de atividades (produtivas e não produtivas)

As atividades presentes dentro do armazém e relacionadas com o processo estudado são expostas no fluxograma da Figura III.4. Além dessas atividades, existem atividades não produtivas tais como:

- ✓ Manutenção dos equipamentos (empilhadeiras);
- ✓ Limpeza do espaço físico (executado por dois ajudantes 100 % do tempo);
- ✓ Contagem de estoque;
- ✓ Administração do processo;
- ✓ Tratamento dos produtos danificados e/ou perecidos
- ✓ Processo de devolução de mercadoria, que representa aproximativamente 1,5 % das saídas diárias;
- ✓ Tratamento dos resíduos (vidro, plástico, etc.) do processo.

III.2.1.4. Técnicas de MAM utilizadas e mecanização

Por ser um processo bastante simples, as técnicas de MAM utilizadas dentro do armazém são limitadas:

- ✓ A armazenagem dos produtos é feita diretamente com pallets empilhados um acima do outro (com altura de 2 ou 3 pallets). O modelo usado é o PBR-I, pallet padrão brasileiro, feito de madeira e com dimensão padronizada pelo CPP (Comitê permanente de padronização) de 1m x 1,20m.
- ✓ 115 *Racks* são utilizados para armazenar os produtos frágeis que não podem ser empilhados;
- ✓ As cargas mistas prontas são movimentadas na área de *picking* por meio de porta pallets, 6 no total;
- ✓ O carregamento e descarregamento são feitos por empilhadeiras de garfos simples de modelo Hyster Fortis S55FTS. Abastecida no próprio armazém com gás, o modelo suporta um peso de 2495 kgs e alcança alturas de até 3,29m, o que permite a superposição de 3 pallets. A descrição detalhada se encontra em ANEXO B.
- ✓ Os produtos retornáveis são movimentados através de caixas de plástico juntando 12 garrafas. As garrafas e as caixas são padronizadas de forma a facilitar a montagem de cargas;

- ✓ A frota fixa de caminhões utilizados para as entregas de produtos comporte compartimentos de carga padronizados.

A padronização dos equipamentos de MAM (caixas, pallets, caminhões) permite um sistema integrado, usando módulos formados por pallets inteiros de tamanho padronizado e caminhões com compartimentos associados. O módulo básico é de um pallet de 42 caixas de cerveja, que medindo dois metros de altura.

III.2.1.5. Requerimentos de tempo

O processo de carregamento é um processo contínuo de 24 horas. Ele se estrutura em três turnos de operação, cada um de 8 horas. Apesar dessa organização, os horários são flexíveis, permitindo a adaptação das equipes às variações na demanda. Essa flexibilidade é limitada pela política da companhia que acompanha o banco de horas de cada funcionário. No caso do processo noturno, os horários são escalados para cada parte do processo:

- ✓ Os ajudantes entram às 21h para começarem a separar as cargas;
- ✓ Os conferentes iniciam o turno às 22h30 para supervisionar o carregamento das cargas que já foram separadas;
- ✓ Os empilhadeiristas entram às 22h40.

Cada turno realiza uma reunião de ponta pé de 10 minutos no início do turno dele. Com exceção dos funcionários de gestão a troca de turno deve ser efetuada imediatamente, de forma a garantir a maior continuidade do processo. No caso das empilhadeiras, observa-se um intervalo de 10 minutos entre os turnos para o abastecimento das máquinas. Na realidade o processo atrasa de forma crônica, o turno da manhã tendo que acabar a parte não realizada pelo turno da noite, tanto na montagem quanto no carregamento.

III.2.1.6. Mapas com dimensões das instalações

A parte de armazém do centro de distribuição é constituída por dois módulos em volta de um pátio. O pátio é utilizado para estacionar os caminhões de entrega. O mapa das instalações se encontra em Apêndice A. Os mapas detalhados dos espaços físicos do armazém se encontram em Apêndice B. A publicação das medidas reais das instalações não foi autorizada

pela empresa, portanto o mapa apresenta dimensões maquiadas, respeitando as proporções reais. Cada armazém é dividido em espaços físicos distintos, esses espaços foram numerados nos mapas apresentados. Deve-se anotar que a parte de conferência coberta do armazém não existe na instalação inicial. A cobertura dessa parte que fica fora do armazém é uma obra em andamento no início do projeto, com duração de dois meses, para providenciar um aumento do espaço disponível no armazém. As normas da companhia a serem respeitadas na organização física do armazém se aplicam apenas à organização do estoque:

- ✓ Espaço de 0,25 entre a parede e o pallet;
- ✓ Espaço de 0,15 entre cada fila dupla de pallet, para facilitar a contagem dos produtos;
- ✓ Espaço de 0.6 para ruas de movimentação de pedestres;
- ✓ Espaço de 3 para ruas de movimentação de empilhadeiras.

III.2.1.7. Inventário (Matéria Prima, equipamentos, etc.)

Pela unicidade dos materiais utilizados, o inventário comporta apenas as garrafas retornáveis, os pallets inutilizados, os barris vazios e o chapatex, placa de papelão rígida, utilizada para separar as diversas camadas das cargas mistas, quando elas são muito pesadas. A utilização no relatório dos dados de produtos armazenados não foi autorizada pela companhia, portanto apenas o tamanho da área utilizada poderá ser considerado para avaliar a importância do estoque. Todavia pode-se anotar que o aumento de estoque para atender à demanda do verão não acompanha o aumento constatado nas saídas de produtos. O giro dos produtos aumentando no verão, a política de estoque da companhia muda para diminuir o número de dias de estoque armazenados no CDD. Portanto trata-se apenas de um aumento de aproximadamente 10 %.

III.2.1.8. Informações de características de pedidos (tamanho, frequência, etc.)

Como explicado na descrição do processo, o armazém funciona de maneira cíclica. A frequência dos pedidos é diária, no início da noite, por volta das 19h. O tamanho dos pedidos varia de acordo com os volumes de venda. Os pedidos são agrupados por mapas para o tratamento. Os dados de tamanho e de constituição dos mapas são apresentados na Tabela III.10. Os dados apresentados foram voluntariamente alterados para não divulgar as quantidades reais.

	Verão		Média ano	
	Média	Max	Média	Max
Cargas	136	152	110	124
Pallets	944	968	767	787
Caixas	26 270	26 926	21 358	21 891

Tabela III.10 - detalhes de pedidos. Fonte interna

Os dados recolhidos tratam do período de agosto de 2009, mas de acordo com os funcionários de roteirização e de armazém entrevistados, os pedidos variam do mesmo jeito que os volumes ao longo do ano. Podemos então projetar os dados dos períodos atividade mais intensa. O detalhe de saída por produto se encontra em Anexo C.

Não existe levantamento formal das quebras de produtos dentro do armazém, mas um levantamento qualitativo no período de setembro, que tem dados próximos à média anual apontou uma quebra de aproximadamente 400 caixas por dia, o que corresponde a um índice de quebra de 1%, acontecendo majoritariamente na área de *picking*. A quantidade de produtos devolvidos varia, mas permanece em volta de 1,5 % das saídas.

III.2.1.9. Informações sobre recebimentos de materiais e funcionamento do armazém (*Just-in-time*, *kanban*, etc.)

Os materiais são recebidos diretamente da fábrica. São no total cinco fábricas diferentes abastecendo o centro de distribuição. As carretas utilizadas para entregar os produtos pertencem ao centro de distribuição e rodam 24h entre uma fábrica e a unidade. Os pedidos são programados semestralmente, de acordo com as previsões de vendas. A programação dos pedidos comporte certa flexibilidade no produto pedido. Enquanto a fábrica fonte não pode mudar, o tipo de produto pedido pode variar do planejado, o lote mínimo por produto sendo da metade de uma carreta, ou seja, oito pallets.

Para cada tipo de produto está especificado o estoque ótimo no armazém em função do giro. Se o planejamento dos pedidos é feito a partir das previsões de vendas, uma vez o produto recebido, as vendas tentam limitar o armazenamento dos produtos, o que qualifica o processo como enxuto.

III.2.1.10. Mão de obra existente

Cada turno é constituído por certo número de funcionários: ajudantes, empilhadeiristas, conferentes, equipe de gestão, apresentado na Tabela III.11. Os custos associados a cada tipo de funcionário foram alterados para não publicar os números reais.

	Manhã	Tarde	Noite	Custo diurno estimado		Custo noturno estimado	
Horários	6h-14h	14h-22h	22h-6h				
Gestão	3	3	4				
Conferentes	12	12	16	R\$	1 350,00	R\$	1 620,00
Empilhadeiristas	11	13	13	R\$	1 100,00	R\$	1 320,00
Ajudantes	17	16	52	R\$	800,00	R\$	960,00

Tabela III.11: Escalas de turnos das equipes de armazém

III.2.1.11. Lista e configurações de “monumentos”

Algumas características do processo podem ser consideradas como monumentos no projeto. O agrupamento dos produtos por embalagem no *picking* e no estoque é feito em qualquer unidade da empresa e não pode ser mudado. Os itens não paletizados são armazenados em um equipamento específico cuja estrutura é fixa, o que impossibilita a mudança de posição dentro do armazém.

III.2.1.12. Filosofia de management da empresa

A empresa é conhecida dentro do mercado por ser uma empresa bastante agressiva. Essa dinâmica de atuação é presente na filosofia de management dela. O management é totalmente focado sobre o incentivo ao desempenho individual dos funcionários dela. Por isso o desempenho de cada funcionário é medido por vários indicadores, a remuneração dos funcionários próprios sendo determinada por parte pelo alcance de metas de produtividade. Da mesma maneira, os indicadores apresentado na Tabela I.2 são utilizados para os incentivos dos funcionários terceirizados (ajudantes e empilhadeiristas).

III.2.2. Projeto de arranjo físico geral

A primeira fase do projeto de arranjo físico consiste em planejar a forma geral das instalações. Nessa fase consideram-se apenas as grandes atividades presentes dentro do processo. No caso do nosso projeto, apesar de ser focado sobre a atividade de *picking*, há necessidade de avaliação do arranjo físico geral, devido ao objetivo de unificação do *picking*. Essa unificação impactando o espaço ocupado pelo *picking* há necessidade de reavaliação do arranjo físico geral do armazém.

III.2.2.1. Fluxo de materiais

O levantamento de dados apresentado permitiu caracterizar o processo segundo a curva P-Q. O número de SKUs que compõem as cargas (mais de 170) é muito grande, o que pode ser visto como uma grande variedade de itens. Todavia o processo é relativamente padronizado (montagem, conferência e carregamento) e o produto final tem a mesma forma para todas as cargas. Assim, segundo o modelo de MUTHER (1978) era necessário agrupar os itens para apresentar o fluxo com uma carta de processo.

O agrupamento seguiu o processamento tal como é feito no armazém, pois o projeto não incluía nenhuma mudança do processo em si. Esse agrupamento foi justificado pelos coordenadores e supervisores de armazém por juntar produtos de embalagens semelhantes, diminuindo a diferença de manuseio para o ajudante e então o número de quebras de produtos e de erros de montagem. Portanto o agrupamento seguiu a seguinte regra:

- ✓ Classe I: Grupo 1, esse grupo é constituído exclusivamente de itens com embalagem retornável;
- ✓ Classe L: Grupo 3;
- ✓ Classe P: Grupo 2, Grupo 5, Grupo 6 e Grupo 7.

Os itens não paletizados não entraram no processo, como explicado no levantamento de dados. O diagrama de fluxo dos produtos está apresentado na Figura III.4.

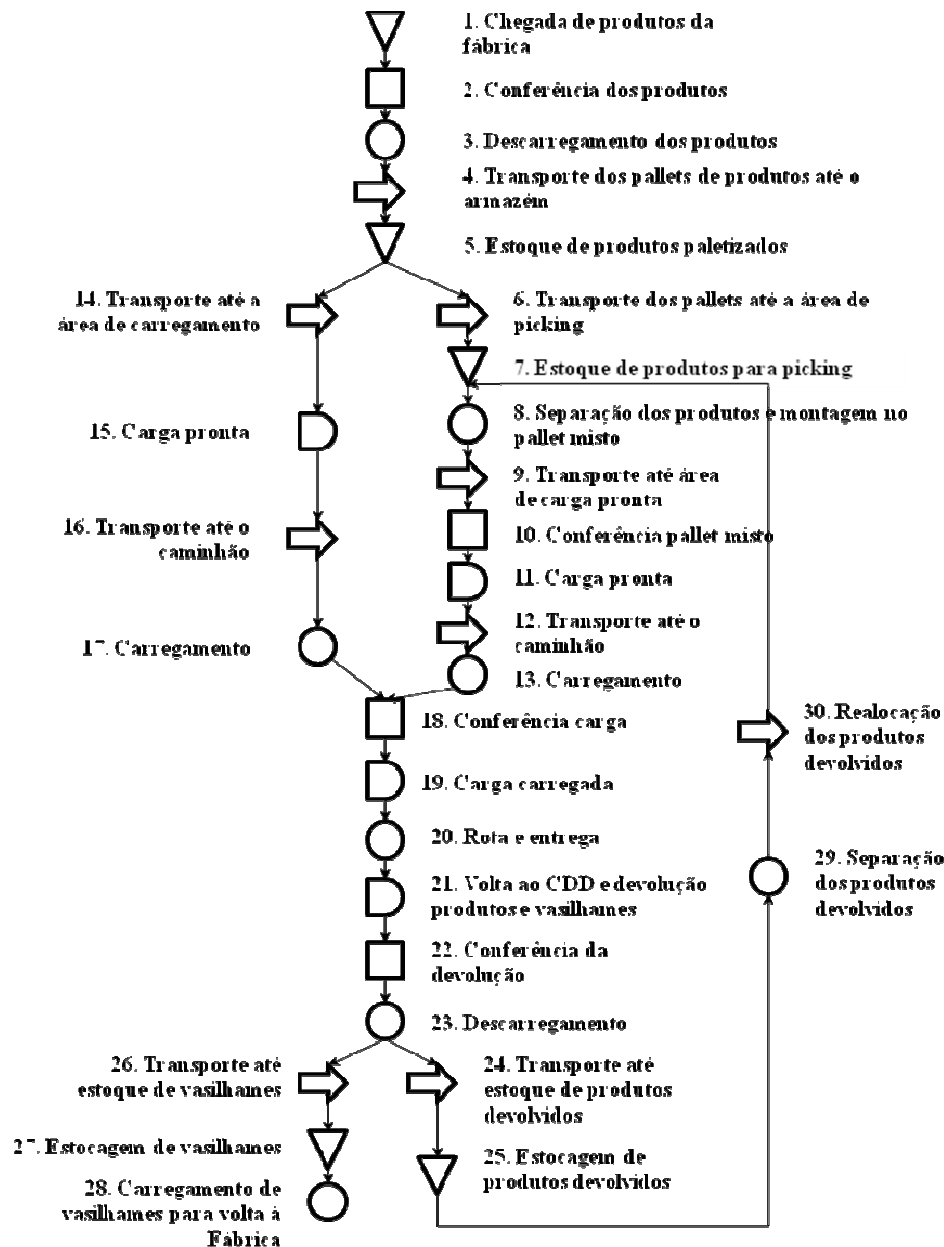


Figura III.4: Fluxograma de processo carregamento e descarregamento do armazém

Na chegada dos produtos da fábrica, eles são conferidos e armazenados no estoque de produtos paletizados. Parte desses produtos será carregada paletizada (pallet inteiro), a outra parte é alocada à área de *picking* para separação nos pallets mistos. A separação ocorre para as classes I, L e P separadamente como apresentado em Figura III.5, eles são juntados na área de carga pronta para conferência. Anota-se que na situação atual, a montagem do pallet misto é feita em duas partes, montagem da parte de produtos retornável e montagem dos produtos descartáveis para as cargas em que a variedade de produtos é grande. O pallet montado é

conferido por um conferente e transportado até a área de pallet pronto. O carregamento dos pallets inteiros e mistos ocorre em lugares separados e o caminhão é conferido uma vez carregado.

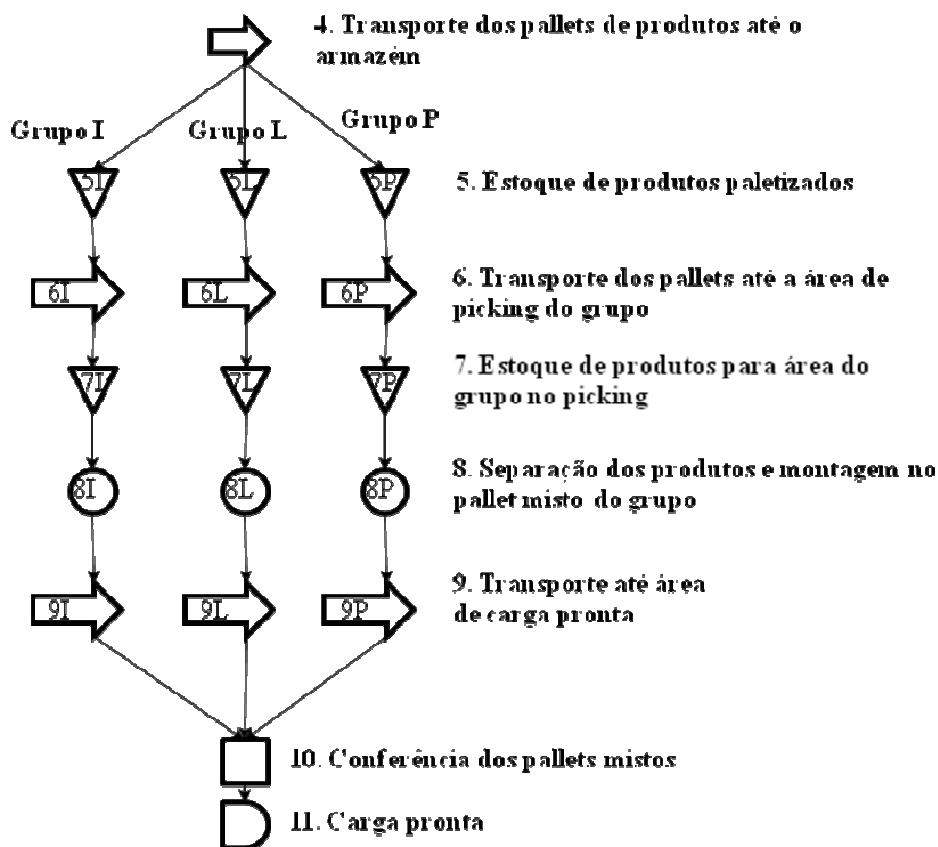


Figura III.5: Detalhe de carta de processo da fase de separação dos produtos

Na volta da rota de entrega os vasilhames e os produtos devolvidos pelos PDVs são descarregados. Os vasilhames são armazenados até serem devolvidos para a fábrica e os produtos são separados por tipo de produto e realocados na área de *picking*. Essa atividade de separação acontece diariamente. A observação em tempo real do carregamento mostrou que a parte crítica acontece na interface entre a montagem e o carregamento. A movimentação das cargas prontas das áreas de *picking* para as áreas de carregamento é essencial para a liberação do espaço e assim a separação de novas cargas e o abastecimento correto da área de carregamento de maneira a não deixar as empilhadeiras ociosas.

A análise do fluxograma aponta um arranjo físico misto. O processo geral é arranjado por função, os produtos são movimentados entre as diferentes áreas (estoque, *picking*,

carregamento, etc.) para cada fase do processo. A parte de montagem é arranjada por célula, cada classe de produtos sendo reunida em uma célula de *picking* para a montagem.

Uma vez os fluxos identificados pode-se analisar a intensidade de cada fluxo. Apesar do fluxo do processo não ser muito ramificado, o número de atividades levantadas no diagrama de carta de processo é importante (38). Várias atividades apresentadas no diagrama também acontecem na mesma área do armazém. Portanto, para simplificar o diagrama de inter-relações, pode-se agrupar várias atividades em área e não tomar em conta as atividades associadas a transporte, pois essas atividades são os próprios fluxos. Portanto, podemos simplificar o diagrama da forma a ser apresentada na Figura III.6.

Os dados levantados na primeira parte do projeto possibilitam a avaliação da intensidade dos fluxos ligando cada uma das áreas/atividades listadas. A unidade adotada para quantificar o fluxo é o número de caixas de produtos por dia, por ser uma unidade que permite quantificar todas as atividades envolvidas no processo considerado.

Para avaliação dos fluxos entre as áreas, usamos os dados levantados na primeira parte do projeto. Os dados de saída em Anexo C permitem calcular as saídas para cada classe de produto (I, L e P), apresentados na Tabela III.12. As proporções de caixas da Tabela III.7 permitem avaliar as saídas de cada classe em pallets mistos e em pallets fechado (Tabela III.12). Os números correspondem aos fluxos entre as áreas 5 e 15 e 5 e 8 do fluxograma de áreas.

Embalagem	Grupo	Saídas em caixas
Grupo 1	A	6 327
Grupo 3	B	9 259
Grupo 2	C	3 747
Grupo 5	C	592
Grupo 6	C	589
Grupo 7	C	460
Outros	C	386
Total Grupo C		5 773
Total		21 358

% pallets fechados	56,7%
% pallets misto	43,3%
	N° de caixas
Pallets fechados grupo A	3 587
Pallets mistos grupo A	2 740
Pallets fechados grupo B	5 250
Pallets mistos grupo B	4 009
Pallets fechados grupo C	3 273
Pallets mistos grupo C	2 500
Total	21 358

Tabela III.12: Médias anuais de saídas de caixas por grupo de embalagens e cálculo da intensidade dos fluxos das áreas de carregamento

Os índices de quebra e de devolução de produtos permitem calcular a intensidade dos fluxos de quebra e de devolução e assim os outros fluxos envolvidos entre as áreas identificadas. O detalhe de cálculo dos fluxos esta apresentado em Apêndice C e o fluxograma resultando, com as intensidades dos fluxos em percentagem da soma dos fluxos, na Figura III.6.

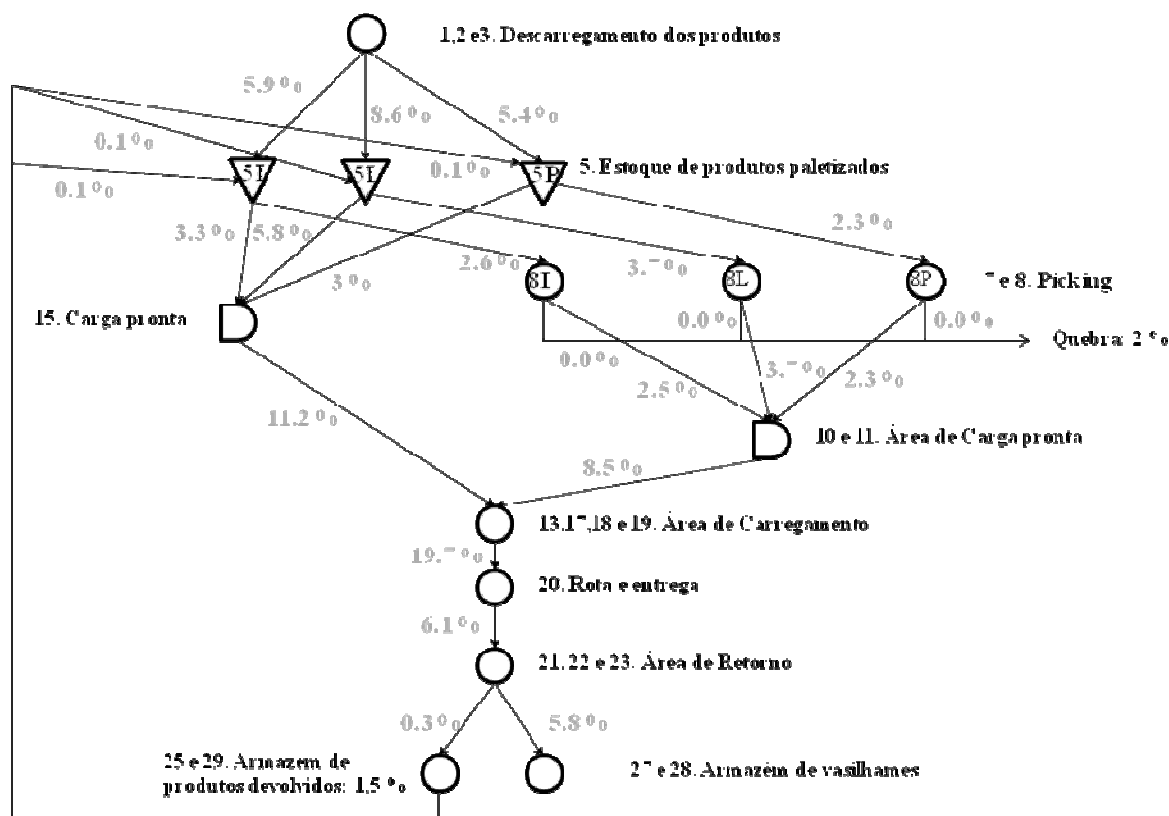


Figura III.6: Diagrama de fluxo de materiais do processo com intensidade dos fluxos de materiais em percentagem da soma total dos fluxos

A quantificação das intensidades dos fluxos permite a classificação dos mesmos por intensidade decrescente, e assim a alocação de uma letra de importância (A, E, I, O, U) conforme descrito no modelo adotado. A classificação e as letras de importância correspondentes estão apresentadas na Figura III.7.

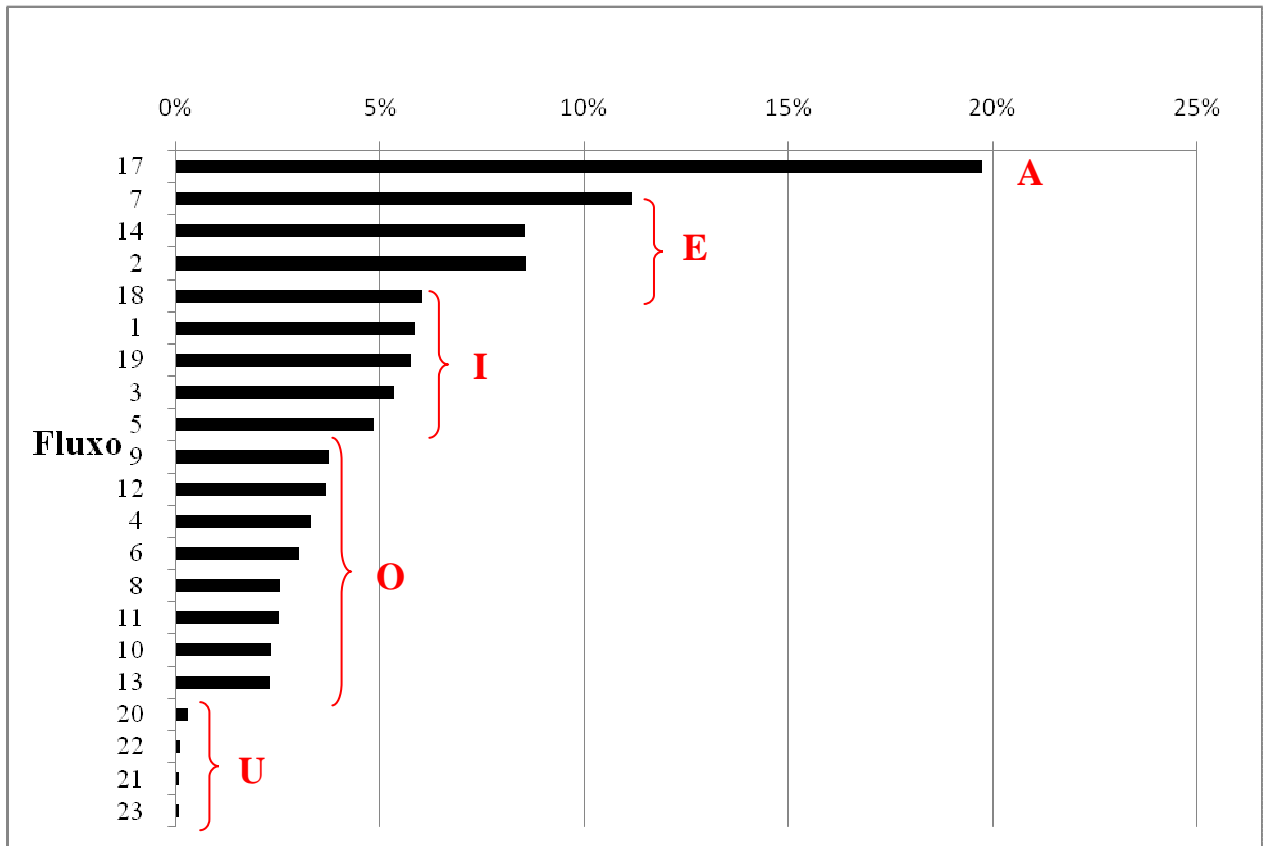


Figura III.7: Classificação dos fluxos de materiais por importância em porcentagem da soma total dos fluxos

Por facilidade de representação, adaptamos as normas gráficas de fluxos de MUTHER (1978) apresentadas na Tabela II.4, para reformular o fluxograma da Tabela III.13. As adaptações são descritas na Tabela III.13. Para simplificar o aspecto do diagrama, as áreas que grupam várias atividades foram identificadas pelo número da primeira atividade agrupada (a área agrupando as atividades 1,2 e 3 foi identificada como área 1).







Letras	Valor (n°)	N° de linhas	Proximidade
A	4		Absolutamente necessário
E	3		Muito importante
I	2		Importante
O	1		Pouco importante
U	0		Desprezível
X	-1		Indesejável
XX	-2 -3, -4, ?		Extremamente indesejável

Tabela III.13: Símbolos de importância dos fluxos

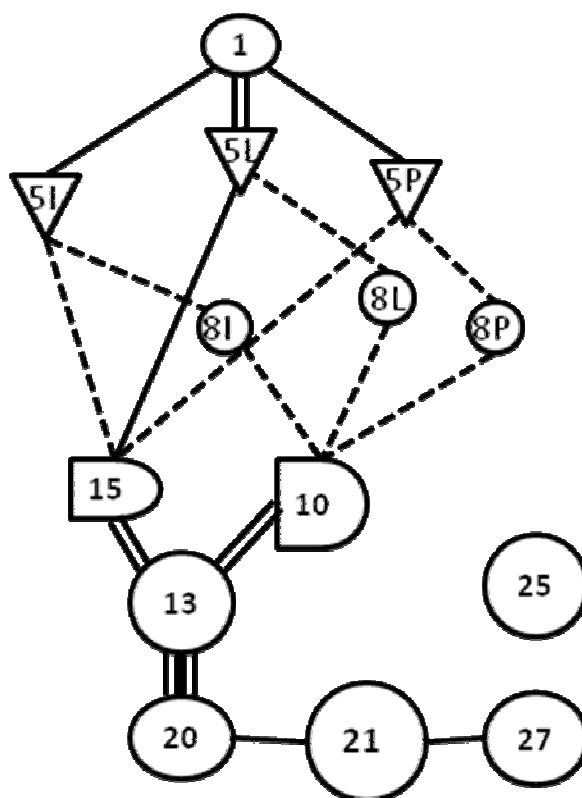


Figura III.8: Diagrama de inter-relações do processo de armazém

Para concluir a parte de fluxos de materiais pode-se dizer que o método adotado permitiu a simplificação do fluxo tanto no número de atividades quanto nos fluxos considerados. Assim, conseguiu-se construir um diagrama de inter-relações relativamente simples representando o processo produtivo do armazém. Todavia, o projeto sendo a mudança de uma estrutura já existente, a fase de avaliação de espaços necessários e disponíveis limita bastante o arranjo

espacial apresentado no diagrama. Portanto, o diagrama da Figura III.8 permanece apenas uma representação ideal do processo que será impactada pelo fator espacial.

III.2.2.2. Determinação dos espaços

Para a determinação dos espaços, o método adotado foi o método de conversão. O método numérico não era aplicável para o nosso caso pelo número de itens considerados, o que complica consideravelmente o cálculo do espaço necessário. A impossibilidade de levantamento de dados sobre o estoque (impedido pela companhia) também impede o cálculo detalhado dos espaços. Por ser um projeto de curto prazo, não há necessidade de cálculo do espaço de forma muito detalhada. Assim, o método da conversão se aplica perfeitamente ao caso, permitindo o levantamento dos espaços atualmente ocupados pelo processo. Como apontado por MUTHER (1978), a primeira fase levantou os espaços utilizados por cada área e materializou o diagrama de inter-relações elaborado na fase anterior. O levantamento dos espaços ocupado efetuado é apresentado na Figura III.9.

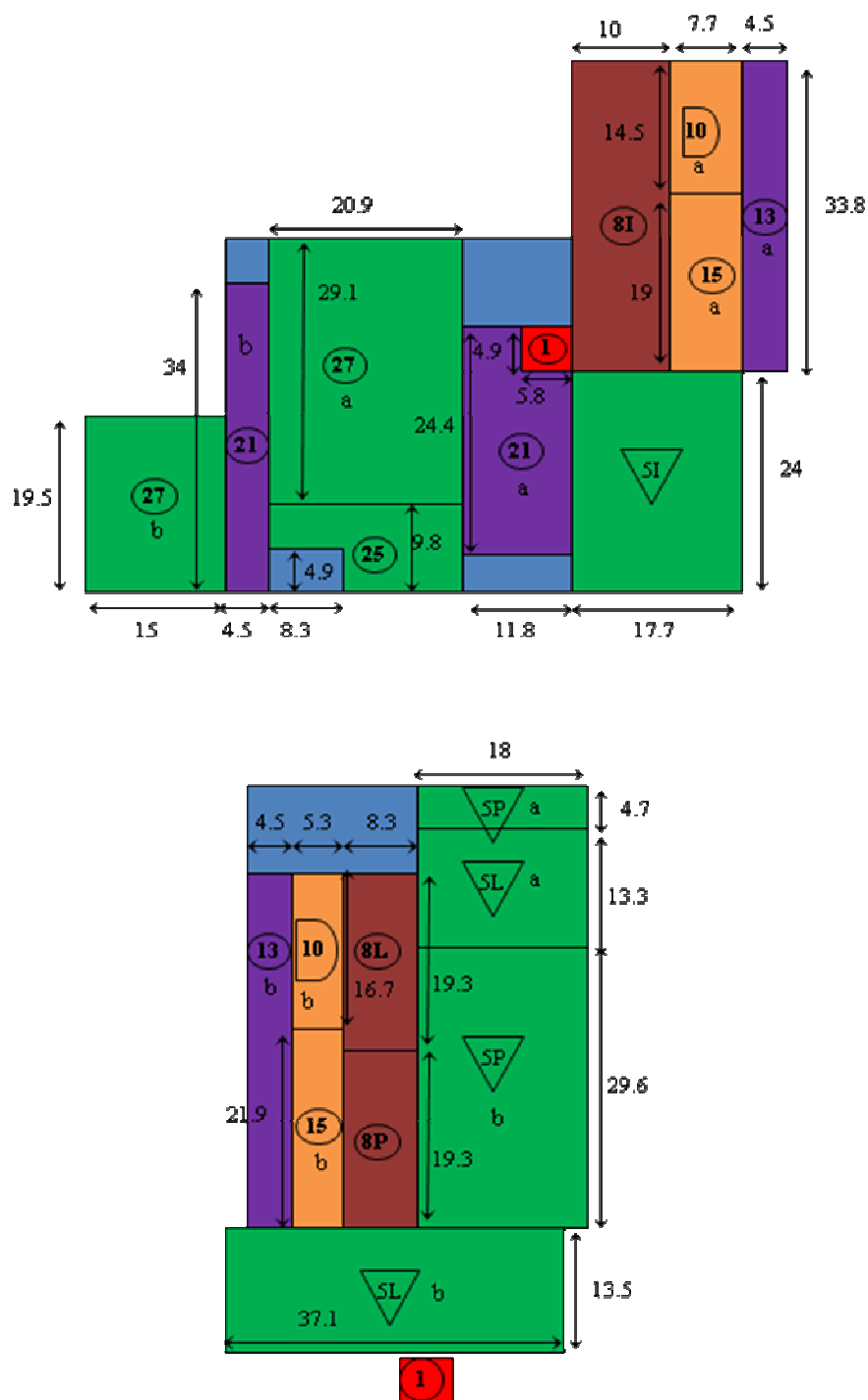


Figura III.9: Levantamento dos espaços utilizados no armazém no processo atual (medidas em m)

Pode-se anotar que várias áreas estão divididas em dois no processo atual (21, 27, 10, etc..), portanto letras “a” e “b” foram utilizadas para identificar as várias partes de cada área. Conforme descrito no levantamento de dados, a área de conferência do armazém 2 é reduzida devido à obra de cobertura da fachada exterior do armazém ainda não estar acabada no início do projeto.

Área	Método
1	Padrão da companhia
5I	Tamanho da estrutura
5La	Avaliação espacial do supervisor
5Lb	Tamanho da estrutura
5Pa	Avaliação espacial do supervisor
5Pb	Avaliação espacial do supervisor
8I	Avaliação espacial do supervisor
8L	Avaliação espacial do supervisor
8P	Avaliação espacial do supervisor
10a	Avaliação numérica
10b	Avaliação numérica
13a	Tamanho da estrutura
13b	Padrão da companhia
15a	Avaliação numérica
15b	Avaliação numérica

Tabela III.14: Descrição do método de avaliação de espaços existentes

Enquanto a medição do tamanho de algumas áreas é bastante simples, por corresponder exatamente à topografia da estrutura (ruas de conferência, área 5B, etc..), os limites de algumas áreas na realidade não são claramente definidos. Portanto vários métodos foram utilizados para a avaliação dos espaços, todos de forma a fornecer os dados de entrada do método de conversão. O método utilizado para cada área está apresentado na Tabela III.14:

- ✓ Avaliação espacial do supervisor: para a maioria das áreas o espaço ocupado foi uma avaliação a partir da prática do supervisor de armazém em relação ao processo. Essa avaliação foi efetuada em condição real e depois desenhada no mapa. A medição no mapa permitiu a avaliação do espaço da área;
- ✓ Padrão da companhia: o espaço utilizado para carregar ou descarregar os produtos é definido pela companhia nas normas de segurança. Portanto, o espaço levantado corresponde à norma;

- ✓ Avaliação numérica: pelo fato do *picking* não ser unificado as cargas prontas presentes nas áreas 10 e 15 são misturados entre pallets mistos e pallets fechados. Portanto não há possibilidade de avaliação dos espaços de forma separada. Assim o método de avaliação espacial do supervisor foi completado pelo uso das percentagens de pallets fechados e pallets mistos para avaliar o espaço ocupado pelos dois tipos de pallets.

A avaliação dos espaços atualmente utilizados forneceu a base para o diagrama de inter-relações entre espaços. O diagrama apresentado na Figura III.8 foi então aplicado sobre os espaços levantados no processo atual para estabelecer o diagrama apresentado na Figura III.10.

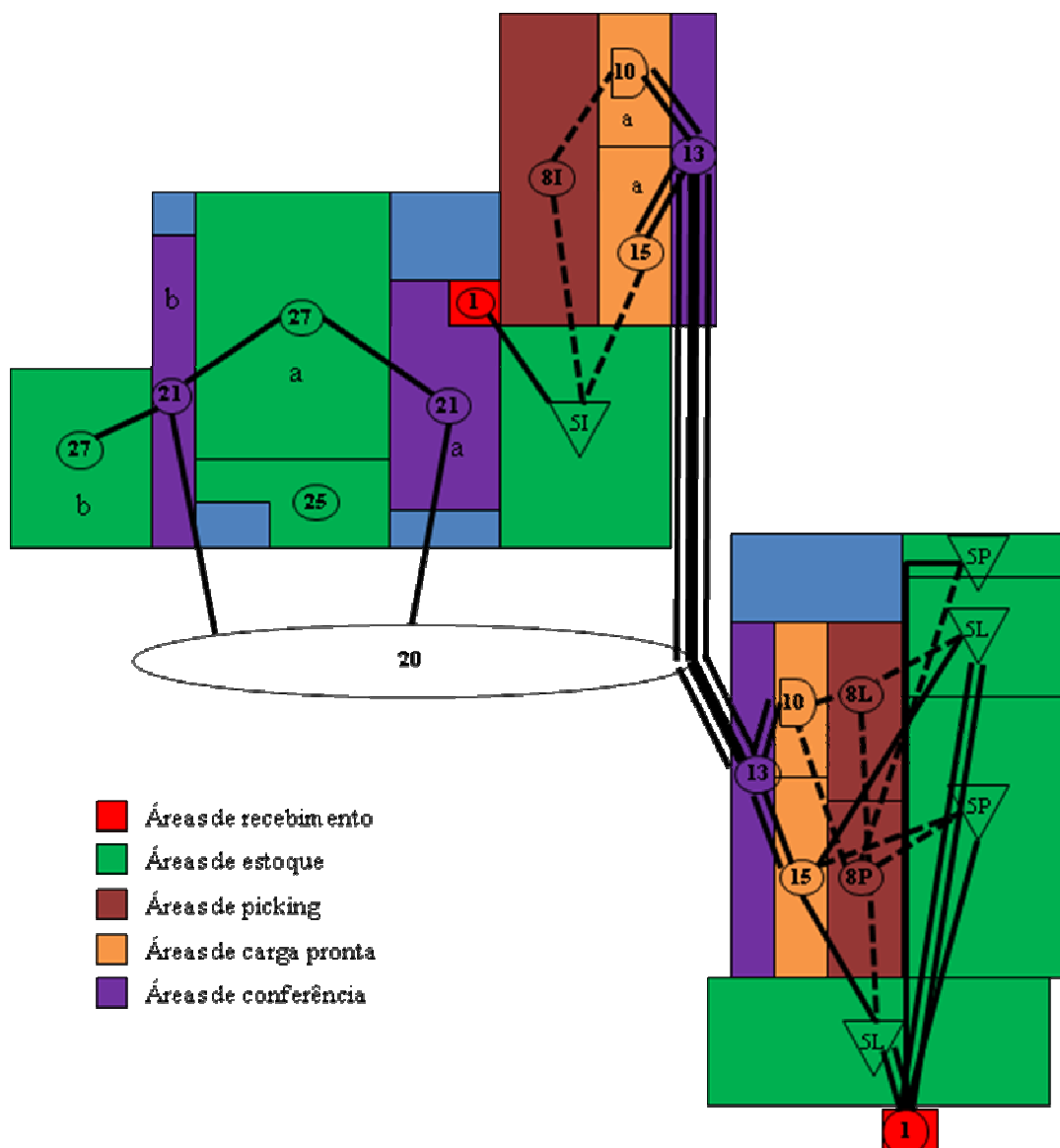


Figura III.10: Diagrama de inter-relações entre espaços existentes

O diagrama da Figura III.10 evidencia algumas falhas do processo que podem ser corrigidas no projeto de arranjo físico geral além da unificação do *picking*. Apesar do fluxo de materiais ser bastante claro no armazém 1, constata-se que o fluxo dentro do armazém 2, onde se concentra a maior movimentação de materiais fica bastante complicado e provoca o cruzamento de vários fluxos importantes. Essa complexidade tem consequência para a atuação dos funcionários de armazém e provavelmente tem impacto na produtividade da movimentação entre as áreas, confirmado pelo supervisor de armazém. A principal causa evidenciada pelo diagrama é a separação das áreas de estocagem de cada classe de produtos em duas partes, o que multiplica o número de fluxos. Portanto deve-se manter no resto do

projeto a preocupação de unificar não apenas a área de *picking*, mas igualmente as áreas de estoque e de carga pronta. O segundo uso do levantamento dos espaços utilizados é a tabela de conversão dos espaços apresentada em Apêndice D.

III.2.2.3. Espaços necessários e disponíveis

A avaliação dos espaços necessários e disponíveis foi realizada através do método de conversão. Calculamos em um primeiro passo os espaços correspondendo às áreas listadas (coluna b). Vários ajustes foram avaliados como necessários na situação atual:

- ✓ Estoque de produtos de classe L: na situação atual parte da área é ocupada pelos produtos chegando do processo de devolução. Após a separação dos produtos, eles são armazenados no estoque de produtos de classe L para serem recolocados no *picking*. Essa prática pode ser corrigida colocando diretamente os produtos no *picking* após a separação, o que elimina a necessidade de área de armazenamento desses produtos. Portanto esse espaço, que representa aproximativamente 10 % da área de estoque de produtos de classe L pode ser liberado.
- ✓ Estoque de produtos de classe P: parte dos produtos constituindo a classe P são produtos que não podem ser empilhados. Porém apenas a metade dos equipamentos de *racks* (65) que possibilitam o empilhamento, está sendo usado para o armazenamento desses produtos. O uso correto desses equipamentos permitiria o empilhamento dos produtos atualmente presentes nesses *racks*, economizando o espaço ocupado pelos produtos atualmente armazenados no resto do estoque. Assim, a cada dois pallets colocados nos *racks*, economiza-se um espaço para pallet no resto do armazém.
- ✓ *Picking* de produtos de classe I e da área de carga pronta de pallet fechados: o espaço atualmente ocupado corresponde à estrutura existente, porém não explora corretamente o espaço disponível, o espaço necessário pode ser reduzido de 10%.
- ✓ Para as áreas de *picking* dos produtos de classe L e P e a área de carga mista pronta, um aumento do espaço alocado de 10% é necessário para melhorar a movimentação dos funcionários dentro do *picking* e assim a produtividade.
- ✓ A área de vasilhame exterior está sendo usada sem estar lotada, o que permite ainda o armazenamento do muito material.

Portanto a aplicação do método da conversão fornece as avaliações de espaços necessários da coluna d. Da mesma maneira, foram calculadas as dimensões dos espaços no verão aplicando para cada área a percentagem de aumento do fluxo constatada no verão:

- ✓ 10 % para os estoques de produtos como explicado na parte de levantamento de dados

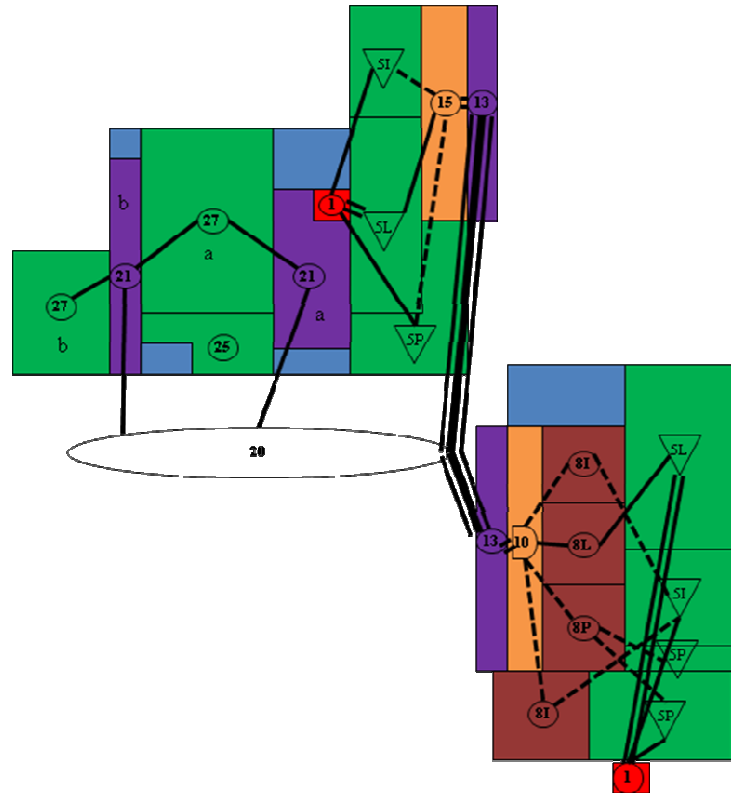
Algumas das alterações a serem feitas no projeto podem ser tomadas em conta antes do balanceamento dos espaços. Os espaços atualmente reservados para os vasilhames e devolução não serão mudados no projeto, pois o espaço ocupado não pode ser utilizado para outras atividades. A utilização desses espaços como estoque ou *picking* obrigaria os fluxos de materiais a atravessar as ruas de conferência, ou que é impossível no processo por causa de segurança. As áreas de conferência também não podem ser mudadas por serem os únicos espaços abertos do armazém para circulação de caminhões. Com essas restrições e antes dos ajustes, três alternativas de ocupação do espaço surgiram, apresentadas em Apêndice E.

III.2.2.4. Ajustes dos diagramas

Como apresentado no método, ajustes qualitativos são necessários para as alternativas resultando da fase anterior. Dentro das categorias listadas por MUTHER (1978), os seguintes ajustes foram levantados no processo:

- ✓ Características das construções: as partes de armazém 21 e 23 diferem do resto do armazém por possuir um teto mais alto permitindo o empilhamento dos pallets com uma altura de três pallets. Portanto o espaço ocupado pelos produtos que podem ser empilhados (estoque de produtos I e L) é alterado. O cálculo detalhado da taxa de conversão é apresentado em Apêndice F.
- ✓ Procedimentos e controle: o acompanhamento da montagem dos pallets é efetuado pelos conferentes através de um sistema de coletores, cujo sinal apenas se estende ao armazém 21. Portanto a área de carga pronta deve ser alocada dentro do armazém 21 para ambos os projetos.
- ✓ Necessidades de pessoal: os conferentes ficam monitorando o processo tanto na montagem quanto no carregamento, portanto o plano Z foi descartado no início do processo, por colocar a grande maioria do *picking* no armazém 23, e o afasta da área de carga pronta o que dificultaria o trabalho dos conferentes.

Plano X2



Plano Y

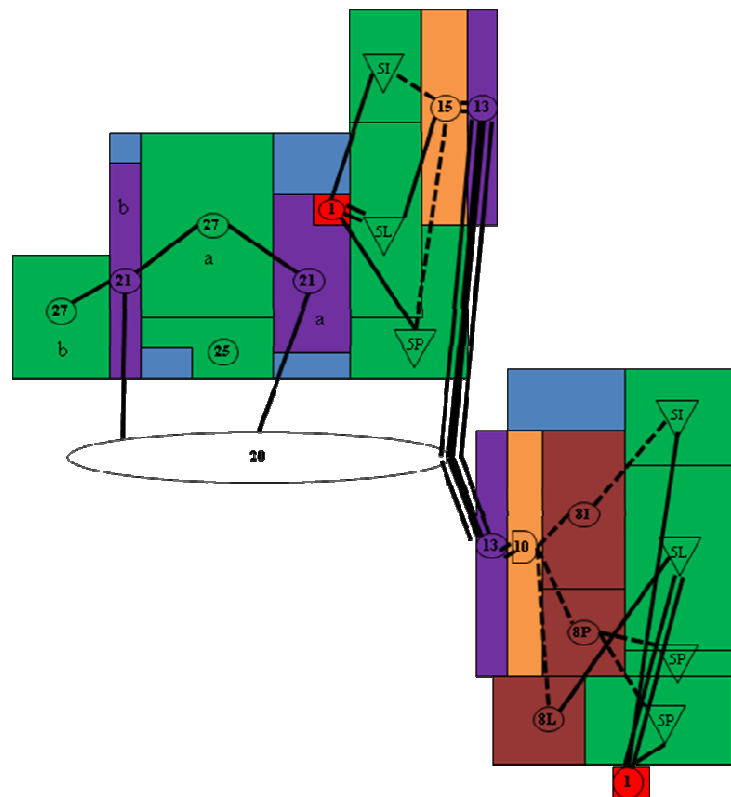


Figura III.11: Alternativas alteradas de arranjo físico geral

Na formação dos planos foi mantida a preocupação de minimizar o cumprimento dos fluxos de maior importância. O tamanho das áreas apresentada em Apêndice G foi alterado para ocupar a totalidade do espaço disponível, já que o aumento do tamanho das áreas facilita a circulação e os processos não produtivos (limpeza, contagem, etc.). Portanto, os diagramas apresentados fornecem a base para a avaliação de cada plano e a seleção do arranjo físico a ser adotado.

III.2.2.5. Seleção das alternativas

Com os três planos fornecidos pela fase anterior deve-se agora escolher o plano definitivo de arranjo físico geral. Constatase que as três alternativas são bastante semelhantes. Portanto o modelo de avaliação e comparação de custos não parece adaptado, considerando também a dificuldade de avaliação da relação entre as mudanças envolvidas nos planos e os custos decorrentes para a operação. Essa semelhança cria a necessidade de um método mais detalhado que a avaliação de vantagens e desvantagens, o que apontou o método de avaliação da análise de fatores como o método mais adaptado para a seleção da alternativa.

Para constituir a lista dos elementos implicados e alocar notas de importância desses elementos no alcance do objetivo, foi considerada a fase de priorização realizada anteriormente, já que o objetivo dessa fase era o mesmo que o planejamento do arranjo físico geral:

- ✓ Economia na atividade do ajudante: a posição relativa dos diversos *picking* tem impacto sobre a atividade do ajudante por facilitar a realocação de ajudantes de um *picking* para outro. O tamanho das áreas também minimiza a movimentação do ajudante, aumentando a produtividade de montagem dele. Segundo a Tabela III.2 de importância dos critérios, esse critério é o mais importante a ser considerado. Portanto foi alocado um peso de 10.
- ✓ Economia de movimentação na atividade do ajudante para os fluxos de materiais flexíveis no tempo: após a montagem da totalidade das cargas (no turno da manhã), o *picking* pode ser reabastecido em qualquer momento do turno da tarde. Portanto, há certa flexibilidade de horário de execução da tarefa, que pode ser realizada fora do pico de atividade dos empilhadeiristas do turno da tarde (retorno de rota), quando eles se encontram ociosos. Assim, sem ser desprezível, a economia de movimentação nesse fluxo não é prioritária e o peso 5 foi alocado.

- ✓ Economia de movimentação nos fluxos de materiais não flexíveis no tempo: os fluxos relacionando a área de descarga dos produtos e os estoques têm pouca flexibilidade no tempo para serem executados, pois a descarga da carreta de entrega deve ser feita na hora que segue a entrada no CDD. Da mesma maneira os fluxos do *picking* até a área de carregamento são empurrados pelo processo de montagem, a evacuação das cargas de cada área devendo ser realizada rapidamente para permitir a liberação do espaço e a montagem de novas cargas. Portanto a economia de movimentação nessas áreas tem grande impacto para a produtividade do armazém. O peso alocado foi de 7.
- ✓ A consideração de clareza dos fluxos de cada alternativa foi acrescentada, já que uma alternativa apresentando grande clareza dos fluxos simplifica a movimentação de materiais entre as áreas e assim diminui as chances de quebra de produtos e o tempo de movimentação. Sem ter uma grande importância, esse aspecto devia ser considerado na seleção da alternativa, portanto um peso de 4 foi alocado.

Os fatores a serem avaliados para a seleção da alternativa e os pesos relacionados foram reunidos na Tabela III.15. O grau de impacto de cada alternativa em relação aos fatores foi então avaliado, permitindo a seleção da melhor alternativa de acordo com o objetivo de melhoria da produtividade de carregamento.

	Peso	Plano X1	Plano X2	Plano Y
Eco. Ajudante	10	3	3	1
Eco. Emp. Processos flexíveis	5	3	4	4
Eco. Emp. Processos não flexíveis	7	4	3	4
Clareza dos fluxos	4	4	3	3
TOTAL	26	89	83	70

Tabela III.15: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico geral

As notas alocadas para cada alternativa foram avaliadas da seguinte forma:

- ✓ Em relação à economia de movimentação para os ajudantes, os planos X1 e X2 reduzem o tamanho de cada *picking* I, diminuindo a movimentação do ajudante dentro do espaço.

- ✓ Para a economia de movimentação para empilhadeiras em processos flexíveis no tempo, a alternativa X1 apresenta fluxos mais compridos, pelo fato do 5I ficar distante do segundo *picking* 5I. Essa alternativa tem economia de movimentação menor que as duas outras.
- ✓ Em relação à economia de movimentação de empilhadeira nos processos não flexíveis no tempo, os planos X1 e X2 são mais eficientes, por colocarem a área 5L perto da área de recebimento 1, o fluxo entre os dois sendo de maior importância que os outros.
- ✓ Para a clareza dos fluxos, os cruzamentos entre fluxos de materiais são mais concentrados nos planos X2 e Y, criando uma zona crítica no armazém que pode provocar gargalos na movimentação das empilhadeiras.

Com os pesos e notas avaliados, a matriz de seleção apresentada na Tabela III.15 evidenciou a escolha do plano X1. Todavia o plano X2 não obteve uma nota final muito abaixo do plano X1. Portanto, a aprovação do plano X1 devia considerar os riscos associados e as mudanças provocadas para a operação, lembrando que o plano X2 podia servir de alternativa, em caso de não aprovação.

III.2.2.6. Aprovação do plano

A avaliação do lucro providenciado pela aplicação do plano X1 não precisa ser muito detalhado, pelo fato do investimento para a mudança de arranjo físico geral proposta ser quase nulo (requerimento humanos para a mudança) e os benefícios providenciados claramente identificados (economia de movimentação na atividade do ajudante e do empilhadeira). O fato dos benefícios também serem bastante ligados a mudança do arranjo físico detalhado (o processo de carregamento depende totalmente do processo de montagem) não permite uma avaliação correta das consequências do projeto proposto antes do arranjo detalhado. Portanto a viabilidade econômica do plano X1 foi aprovada dessa fase.

Os principais riscos associados ao projeto são a má aplicação do plano de arranjo físico proposto e a não realização das mudanças de processo permitindo as economias de espaços previstas. O plano de ação do primeiro ponto será discutido no final da parte de arranjo físico detalhado, pois o risco será o mesmo para essa fase. Mudanças para economizar espaços

foram consideradas para fazer a avaliação de espaços disponíveis. Para garantir a liberação desses espaços, deve-se encaminhar o supervisor de armazém com a responsabilidade de verificar que essas mudanças sejam corretamente realizadas no processo:

- ✓ Utilização dos *racks* para armazenagem dos produtos frágeis
- ✓ Realocação imediata no *picking* dos produtos devolvidos chegando da área de separação da devolução, sem ocupação de espaço no armazém dois.

A principal mudança esperada na operação, além das economias de movimentação, é uma diminuição da produtividade no primeiro mês seguindo a mudança de arranjo físico. A mudança de posição das áreas deveria diminuir de 20 % a produtividade no primeiro mês e a economia de movimentação providenciada não deveria ser observada antes de um mês. A contratação de funcionários temporários foi considerada para compensar essa diminuição da primeira semana.

Os espaços físicos resultando da aplicação do plano de arranjo físico adotado e apresentado em. A solução adotada atualmente para enfrentar as variações de tamanho das áreas no verão foi mantida para o projeto. O armazém três, que não é usado durante o ano para armazenar produtos, suporta facilmente o estoque adicional das três classes de produtos ocorrendo no verão. O *picking* é dimensionado o ano inteiro para enfrentar os volumes do verão, já que a demanda diária pode variar bastante e atingir um valor equivalente ao verão em qualquer dia do ano.

Plano de arranjo físico geral

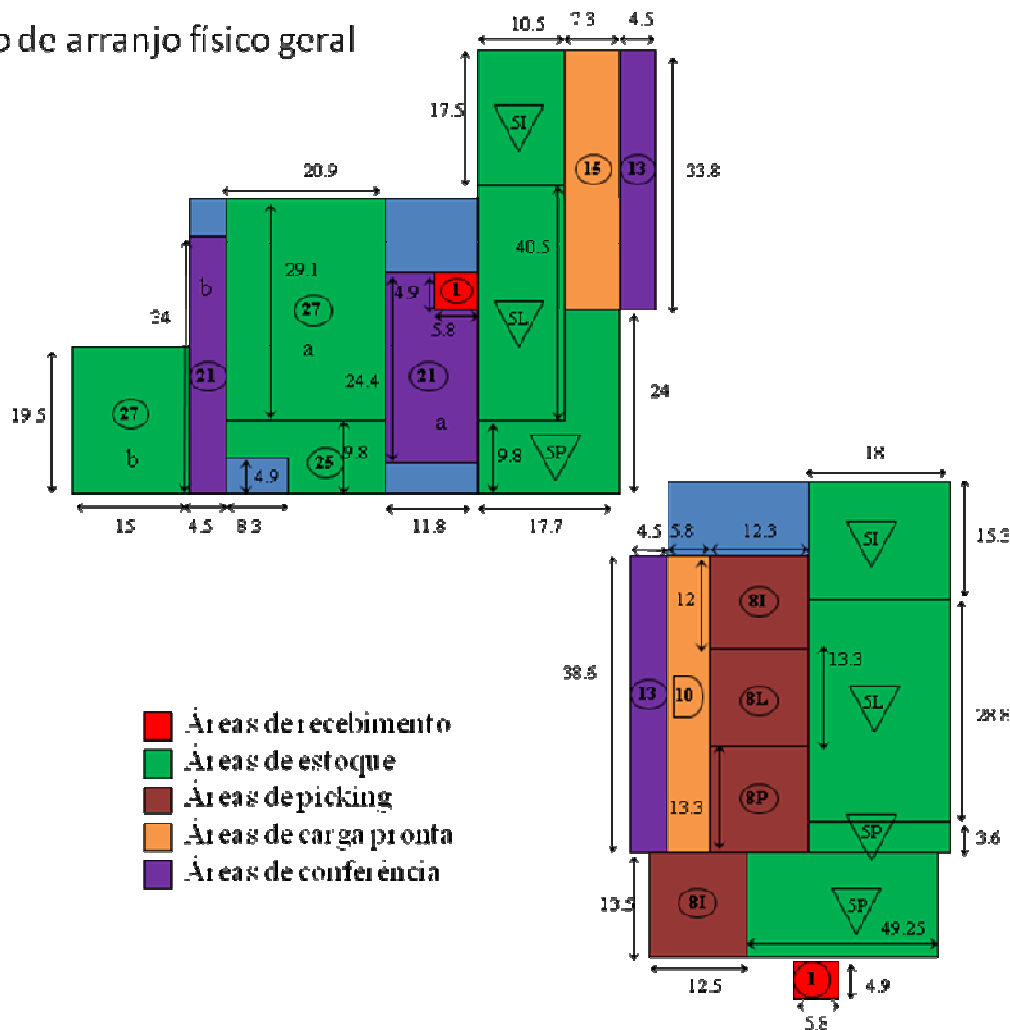


Figura III.12: Arranjo físico geral adotado com dimensões das áreas produtivas

Podemos notar que as ruas de circulação de empilhadeiras não aparecem na Figura III.12. Essas ruas são essenciais para garantir do abastecimento do *picking*. Todavia, deixamos a alocação da rua para a fase de arranjo detalhado para permitir mais flexibilidade dos espaços disponíveis nas áreas de *picking*. Portanto precisará-se alocar duas ruas de circulação de empilhadeira na fase de arranjo físico detalhado das áreas 5I, 5L e 5P.

III.2.2.7. Conclusão da fase de arranjo físico geral

A aplicação do método SLP para o planejamento do arranjo físico geral permitiu o desenvolvimento de um plano de organização geral das áreas produtivas, realizando o primeiro objetivo do projeto que era a unificação do *picking* e otimizando os fluxos de

movimentação de materiais entre as áreas, de acordo com os espaços disponíveis. Essa unificação e as mudanças de posição planejadas providenciam grandes benefícios, principalmente na movimentação dos empilhadeiristas e dos ajudantes. Todavia, o benefício em produtividade de carregamento, objetivo final do projeto, ainda não podia ser avaliado com precisão, pelo fato do carregamento ser um processo cuja eficiência depende do processo de montagem de carga. Portanto, apenas após a fase de arranjo físico detalhado do *picking* poderemos avaliar os benefícios do projeto em termos de produtividade do processo de carregamento noturno.

III.2.3. Projeto de arranjo físico detalhado

A fase II do projeto de arranjo físico criou a base do planejamento a ser adotado para o processo. Essa base conte certo número de restrições para o planejamento do arranjo físico detalhado, principalmente os espaços disponíveis. Para a criação do plano final do processo, e fase seguinte é o planejamento do *layout* detalhado das operações. De acordo com a fase de priorização da causa, iremos planejar apenas o arranjo físico das áreas de *picking* (5I, 5L, 5P). Portanto as outras áreas permanecerão iguais ao arranjo detalhado atual, apesar da mudança de posição dentro das instalações.

O arranjo físico adotado para as áreas de *picking* é um arranjo físico posicional. O pallet a ser montado é posicionado dentro da área de *picking* e os ajudantes responsáveis para a montagem procuram os produtos a serem separados e os colocam sobre o pallet até a carga ficar totalmente montada. Após a montagem a carga é evacuada por um empilhadeirista até a área de carga montada para ser conferida e carregada. O uso do arranjo físico posicional é discutível nesse caso, pelo fato do produto não ser muito pesado e poder ser movimentado dentro do *picking*. Seria possível considerar a troca do tipo de arranjo físico para um arranjo físico funcional. Todavia, devemos lembrar que a fase de priorização da causa (seção III.1) evidenciou a importância da organização do espaço físico antes dos aspectos de equipamentos de movimentação, necessários para a troca do tipo de arranjo físico. Portanto, decidimos manter o arranjo físico posicional do *picking* nesse projeto, sem considerar mudanças do procedimento de montagem utilizado.

III.2.3.1. Projeto de arranjo físico detalhado da área 5I

A primeira área a ser projetada é a área de *picking* 5I. O método usado será detalhado nessa parte.

III.2.3.1.1. Fluxo de materiais

A avaliação do fluxo de materiais dentro da área 5I tem como base as saídas diárias apresentadas em Anexo C. A unidade adotada foi a mesma que para a fase de arranjo físico geral, o número de caixas de produtos saindo por dia. Para avaliar os fluxos saindo em pallets mistos, aplicamos as percentagens de saídas de cada produto ao total de caixas saindo em pallet mistos. Da mesma forma que esta sendo feito na situação atual, o *picking* foi dimensionado para atender a demanda máxima do verão. Portanto, o diagrama de fluxo da área 5I aparece bastante simples, e não será apresentado. A intensidade dos fluxos segundo a classificação de MUTHER (1978) está apresentada em Apêndice H.

III.2.3.1.2. Avaliação de espaços

O modelo adotado para a avaliação dos espaços foi o modelo numérico. Pelo número de espaços a serem projetados (um por produto), era mais razoável adotar um método sistemático, já que os dados detalhados eram disponíveis. Portanto, avaliamos o tamanho necessário para cada produto na área 5I calculando o número de pallets de produtos correspondendo à saída diária. A avaliação do número de pallets necessário para cada produto foi feita de acordo com o padrão de paletização adotado pela companhia, que não autorizou a divulgação. O número de pallets necessários no *picking* foi calculado na base de três dias de entrega, frequência média de abastecimento do *picking*.

No caso do *picking* 5I, tendo dois espaços dedicados à atividade, dividimos o número de pallets calculado por dois. O número de pallets a serem alocados no *picking* foi ajustado para fornecer certa simetria do arranjo físico. Portanto, o tamanho da área foi calculado a partir do tamanho de um pallet (1m x 1.2m) e do número de pallets necessários. Os espaços calculados são apresentados em Apêndice H. Um número foi alocado para cada área, juntando os produtos que não somavam mais de um pallet em uma única área para simplificar o diagrama.

O espaço disponível considerado foi o espaço resultando do arranjo físico adotado na parte anterior. O mesmo espaço foi considerado para os dois *picking*, pela semelhança dos espaços e para permitir a troca de funcionários de um *picking* para o outro sem perda de produtividade.

III.2.3.1.3. Diagrama de inter-relações entre espaços

Os espaços avaliados na parte anterior permitiram a elaboração dos diagramas de inter-relação entre espaços de várias alternativas a serem consideradas. As alternativas são apresentadas na Figura III.13 e na Figura III.14. Na construção das alternativas, mantemos a preocupação de proximidade dos itens de alta movimentação e da área de carga pronta (esquerda dos diagramas). Portanto, utilizamos um método sistemático, alocando as áreas no espaço físico disponível da esquerda para a direita.

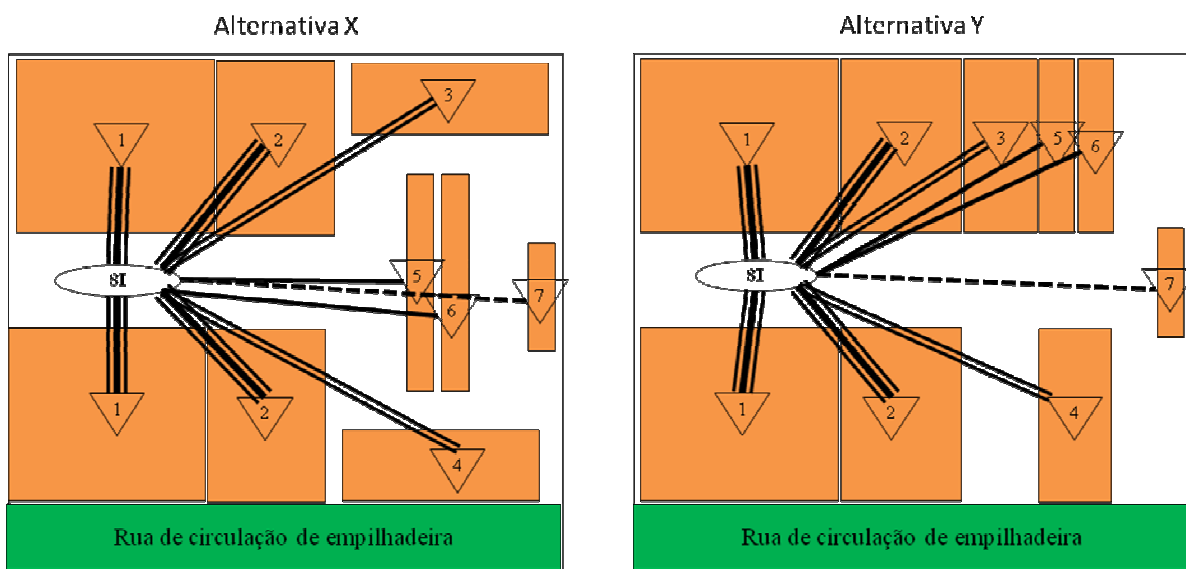


Figura III.13: Alternativas X e Y de arranjo físico detalhado para a área 5I

A alternativa Y adota um arranjo físico do tipo que está sendo utilizado atualmente. Os produtos são organizados dos dois lados de uma rua central. O pallet está posicionado no início da rua e os produtos de maior importância são os primeiros colocados na rua. Um espaço entre os produtos 2 e 4 foi colocado para permitir o abastecimento do *picking*. Na

alternativa X colocamos uma “ilha” com os produtos 5 e 6, oferecendo um melhor acesso da área inteira ao usuário.

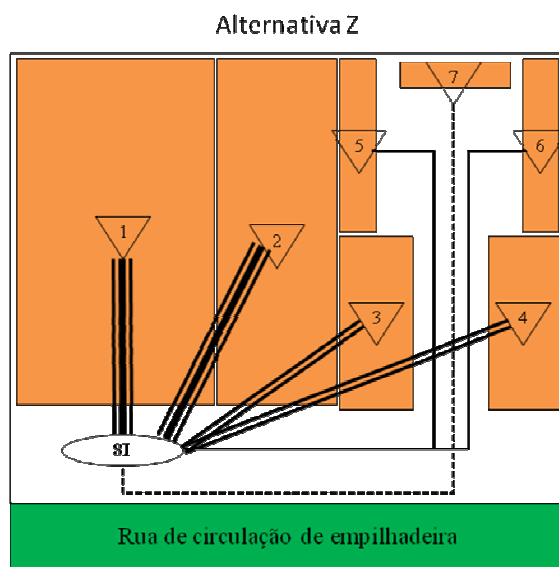


Figura III.14: Alternativa Z de arranjo físico detalhado da área 5I

Uma rua de circulação das empilhadeiras foi colocada para separar o *picking* 5I do *picking* adjacente e permitir a circulação das empilhadeiras entre o estoque e a área de carga pronta. A metade dessa rua é posicionada no *picking* 5I e a outra metade no *picking* 5L. A alternativa Z aproveita a posição dessa rua, ela servindo de evacuação das cargas prontas. Nessa alternativa parte do *picking* está diretamente acessível para o usuário, os itens de menor movimentação sendo colocados atrás dos outros.

III.2.3.1.4. Seleção das alternativas

Para a seleção das alternativas, o mesmo método de avaliação da análise de fatores utilizado para o planejamento do arranjo físico geral foi escolhido. Os critérios avaliados foram:

- ✓ Economia de movimentação na atividade do ajudante: esse critério foi avaliado como crítico na análise de fatores anterior, portanto o peso 10 foi mantido.
- ✓ Facilidade de abastecimento do *picking*: apesar do abastecimento não ser uma atividade crítica, a alternativa deve manter um padrão de acessibilidade dos produtos para reabastecer o *picking*. O peso alocado foi de 6.
- ✓ Espaço disponível para pallet pronto e facilidade de evacuação: como apontado na fase de priorização da causa, a área de carga pronta constitui um setor chave do processo.

O espaço disponível para começar a montar uma nova carga permite ao ajudante de continuar a montagem sem interrupção e a acessibilidade permite ao empilhadeirista de abastecer a área de carga pronta para conferência e assim a área de carregamento. Portanto o peso alocado foi de 8.

A matriz de avaliação da análise dos fatores para seleção das alternativas do *picking* 5I é apresentada na Tabela III.16.

	Peso	Plano X	Plano Y	Plano Z
Eco. Movimentação Ajudante	10	2	4	4
Facilidade de abastecimento	6	4	4	4
Espaço para pallet pronto e evacuação	8	3	3	4
TOTAL	24	68	88	96

Tabela III.16: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico detalhado do *picking* 5I

A avaliação das notas atribuídas foi feita critério por critério:

- ✓ Economia de movimentação na atividade do ajudante: apenas um lado do estoque de produto é necessário para o ajudante acessar aos produtos para a montagem. Portanto, a alternativa X, que oferece mais acessibilidade aos produtos não é relevante, já que as extremidades das áreas de estoque para as outras alternativas são mais próximas da área de montagem para os produtos mais movimentados. Portanto, avaliamos essas duas alternativas como claramente mais eficiente que a alternativa X.
- ✓ Facilidade de abastecimento do *picking*: a facilidade de abastecimento do *picking* é relativamente igual para as três alternativas, Os produtos 5 são colocados atrás dos produtos 3 na alternativa Y, o que dificulta o acesso para abastecimento, mas eles são de pouca movimentação. O mesmo ponto pode ser anotado para a alternativa Y. Os produtos 3 sendo de movimentação baixa resolvemos associar uma nota igual para os três planos.
- ✓ Espaço para pallet pronto e evacuação das cargas: como explicado na descrição das alternativas, o plano Z aproveita a existência da rua de circulação de empilhadeiras para depositar os pallets prontos, o que facilita a evacuação deles pelas empilhadeiras. O espaço reservado para a montagem das cargas é igual para as três alternativas.

Portanto, de acordo com a matriz de avaliação de análise dos fatores estabelecida, a alternativa selecionada para o arranjo físico do *picking* 5I foi o plano Z. A fase de aprovação não foi muito desenvolvida, já que a alternativa se aproxima do método atualmente usado, apenas reorganizando os produtos por prioridade de movimentação. O arranjo físico detalhado adotado para a área 5I foi então o arranjo da alternativa Z.

A área 5I foi dividida em dois *picking* na fase de arranjo físico geral. A área de *picking* 5I alocada no armazém 23 apresenta um tamanho maior. A largura adicional disponível pode ser usada para constituir a totalidade de uma rua de circulação de empilhadeiras, que não terá que ser completada pela área de *picking* adjacente. Assim, dispomos de mais espaço na constituição da área 5P. Os planos finais das áreas 5I estão apresentados na Figura III.15 com as dimensões de cada área de pallet. Deve ser lembrado que essas dimensões não são fixas e poderão ser alteradas na implantação para se adaptar exatamente ao tamanho dos pallets.

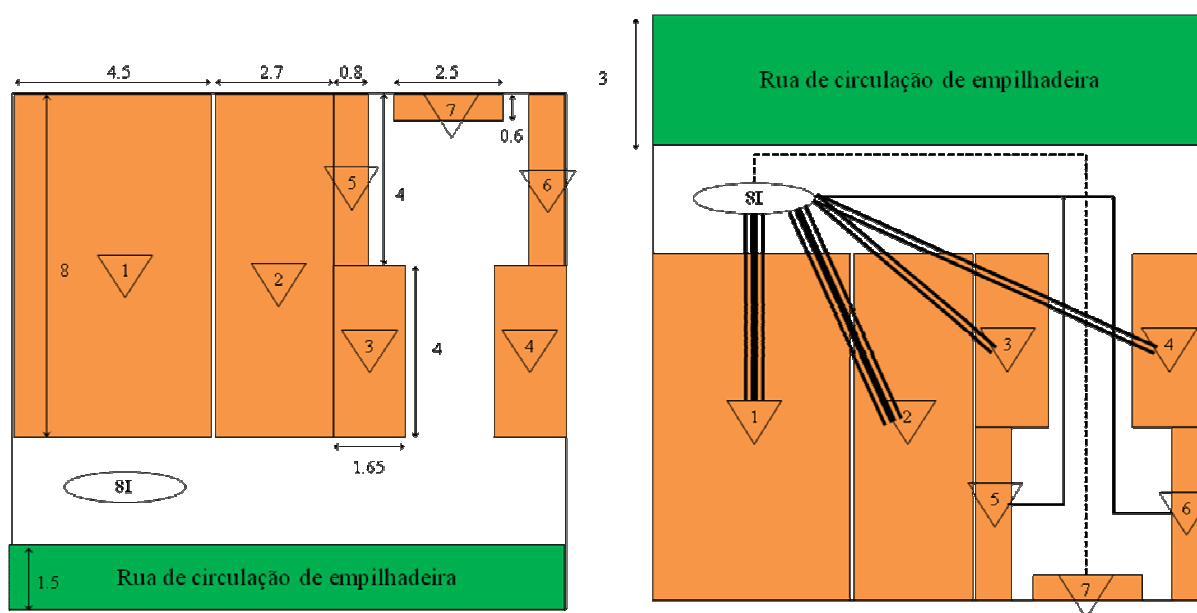


Figura III.15: Arranjo físico final das áreas 5I nos armazéns 21 e 23

III.2.3.2. Arranjo físico detalhado da área 5L

Para o arranjo físico da área 5L, o mesmo método numérico foi aplicado que para a área anterior. Os dados de cálculo dos espaços necessários são detalhados em Apêndice I. Todavia, no caso do *picking* 5L, a variedade de produtos a serem alocados é maior que na área 5I.

Portanto usamos um agrupamento para os produtos de menor giro, considerando eles como uma área só. Esse agrupamento resultou na criação das áreas 12, 13 e 14 e adicionou uma restrição na busca de alternativas de arranjo físico, pois as alternativas deviam possibilitar o acesso do usuário não apenas à extremidade dessas áreas, mas à largura inteira, para permitir o alcance de qualquer produto da área. Portanto foi mantida a preocupação de possibilitar tal acesso. A preocupação de deixar um espaço suficiente para as cargas sendo montadas também foi mantida no processo, já que a presença de ruas de circulação de empilhadeiras dos dois lados limitava o espaço disponível. As alternativas que foram avaliadas estão apresentadas na Figura III.16.

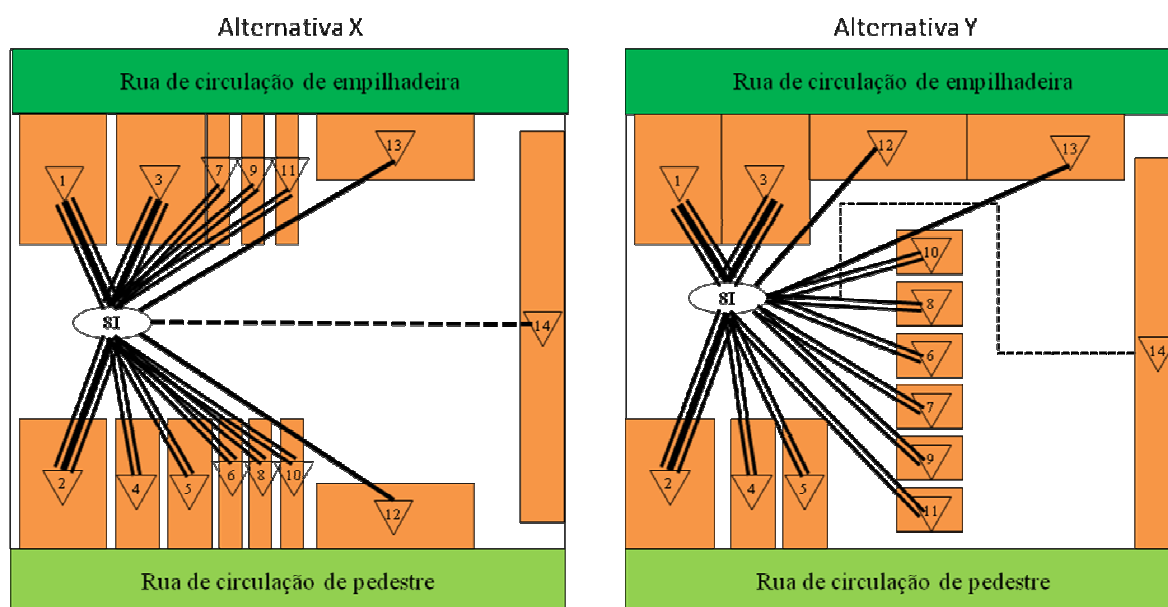


Figura III.16: Alternativas de arranjo físico detalhado da área 5L

Os três fatores utilizados para a avaliação da análise de fatores aparecem claramente em favor da alternativa X:

- ✓ Economia de movimentação na atividade do ajudante: os fluxos de materiais criados pela alternativa X são mais curtos que na alternativa Y
- ✓ A facilidade de abastecimento do *picking* da alternativa X é maior, devido à posição das áreas, que têm acesso imediato a uma rua de circulação de empilhadeira
- ✓ O espaço disponível para pallets montados e evacuação deles é melhor na alternativa X, já que ela apresenta uma área central única permitindo mais flexibilidade no posicionamento da carga sendo montada.

Portanto a matriz de seleção de alternativas apontou claramente a alternativa X como a melhor alternativa de arranjo físico do *picking* 5L. Além dos fatores considerados podemos destacar o espaço disponível para a movimentação dos ajudantes dentro do *picking*, já que a área apresenta uma variedade maior de produtos, precisa-se um espaço de circulação maior.

	Peso	Plano X	Plano Y
Eco. Movimentação Ajudante	10	4	3
Facilidade de abastecimento	6	4	3
Espaço para pallet pronto e evacuação	8	4	2
TOTAL	24	96	64

Tabela III.17: Matriz de seleção das alternativas de arranjo físico detalhado da área 5L

Portanto a alternativa adotada para o arranjo físico do *picking* 5L foi a alternativa X, com as dimensões apresentadas na Figura III.17.

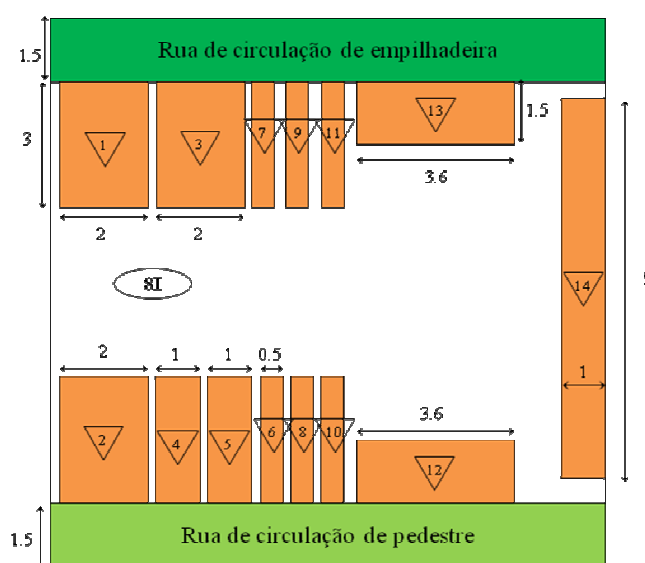


Figura III.17: Arranjo físico final da área 5L

III.2.3.3. Arranjo físico detalhado da área 5P

A última área a ser projetada era a área 5P. Em função das características da área, algumas mudanças no o método aplicado para as duas áreas anteriores serão apresentadas.

III.2.3.3.1. Fluxo de materiais e inter-relações

A análise dos fluxos de materiais envolvidos na área 5P mostra um grande número de itens. Portanto, foi necessário agrupar os produtos da mesma maneira que nas duas áreas anteriores. Além desse agrupamento, existe a similaridade das embalagens. Os produtos presentes na área 5P pertencem a vários tipos de embalagens que foram agrupados na análise, mas também precisam ser agrupados fisicamente no *picking*, por facilitar a atividade do ajudante e evitar erros de montagem nos casos em que dois produtos existem em duas embalagens diferentes. Portanto, além das inter-relações entre as áreas de produtos e a área de carga pronta, devemos considerar a relação entre todas as áreas do mesmo grupo, relação de tipo A. Portanto, para não complicar inutilmente o diagrama, resolvemos usar um código de cor para representar as áreas do mesmo grupo, tentando na realização do diagrama de inter-relações entre espaços colocar as áreas de mesma cor próximas uma da outra.

III.2.3.3.2. Inter-relações entre espaços

Na avaliação dos espaços necessários, a forma de algumas áreas era relativamente flexível, por conter apenas um tipo de produto. As áreas que agrupam vários tipos de produtos devem permitir o alcance da totalidade da largura, além de uma largura proporcional ao número de produtos disponíveis na área. A variedade de produtos a colocar na área adicionado a essas restrições dificultou o processo de formação das alternativas. Portanto, apenas uma alternativa foi desenvolvida para o *layout* da área, já que as várias alternativas formadas eram sensivelmente iguais. O plano que foi aprovado foi o plano apresentado na Figura III.18.

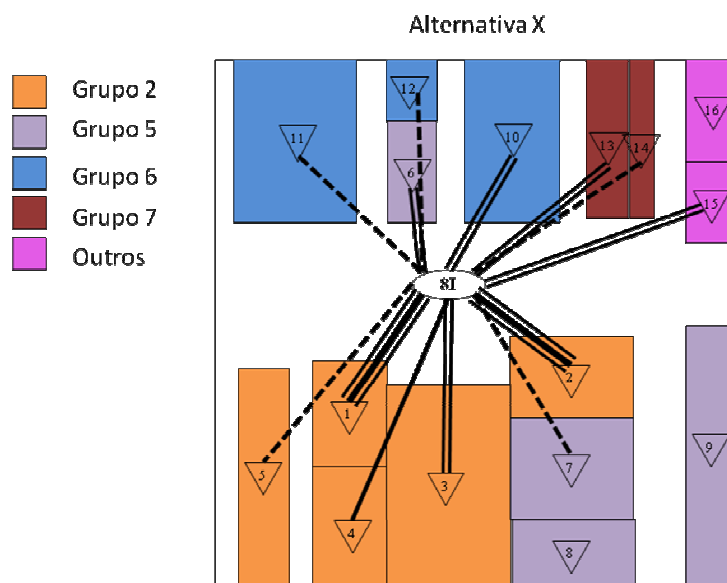


Figura III.18: plano de arranjo físico detalhado para a área 5P

Observamos que o plano fornece uma boa alternativa quanto aos quesitos avaliados para a seleção das alternativas de arranjo físico das duas outras áreas. O espaço alocado para as cargas prontas é relativamente grande, e os fluxos de materiais são organizados por intensidade. A preocupação de junção dos produtos da mesma embalagem é respeitada na grande maioria dos casos. Portanto a alternativa foi aprovada para o arranjo físico a adotar no *picking* 5P. O mapa resultando com as dimensões das áreas é apresentado na Figura III.19.

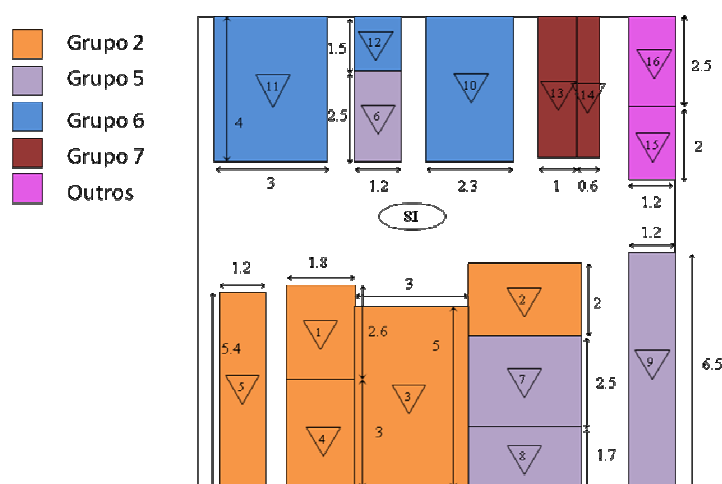


Figura III.19: Arranjo físico final da área 5P

III.2.3.4. Conclusão da fase de arranjo físico detalhado

Conforme aconselhado por MUTHER (1978) os métodos utilizados na fase de arranjo físico detalhado seguiram o mesmo modelo que para o planejamento do arranjo físico geral, porém utilizando outros métodos de avaliação adaptados a cada área. O método permitiu o planejamento detalhado das áreas de *picking*. Todavia, os resultados fornecidos pelo estudo variam da realidade pelo fato dos pallets não serem totalmente simétricos, e pelo método de análise utilizado, que projeta os espaços pelo tamanho geral da área e não pelo número de pallets. Portanto, a aplicação do plano será sujeita a algumas correções na mudança efetiva dos materiais.

III.2.4. Organização da mudança de arranjo físico

A aplicação do método de SLP de MUTHER (1978) permitiu a análise do problema encontrado, a formação e a seleção de alternativas de *layout* geral e detalhados e a avaliação das condições necessárias para a aplicação do planejamento escolhido. O planejamento final resultando dessas fases é apresentado na Figura III.20.

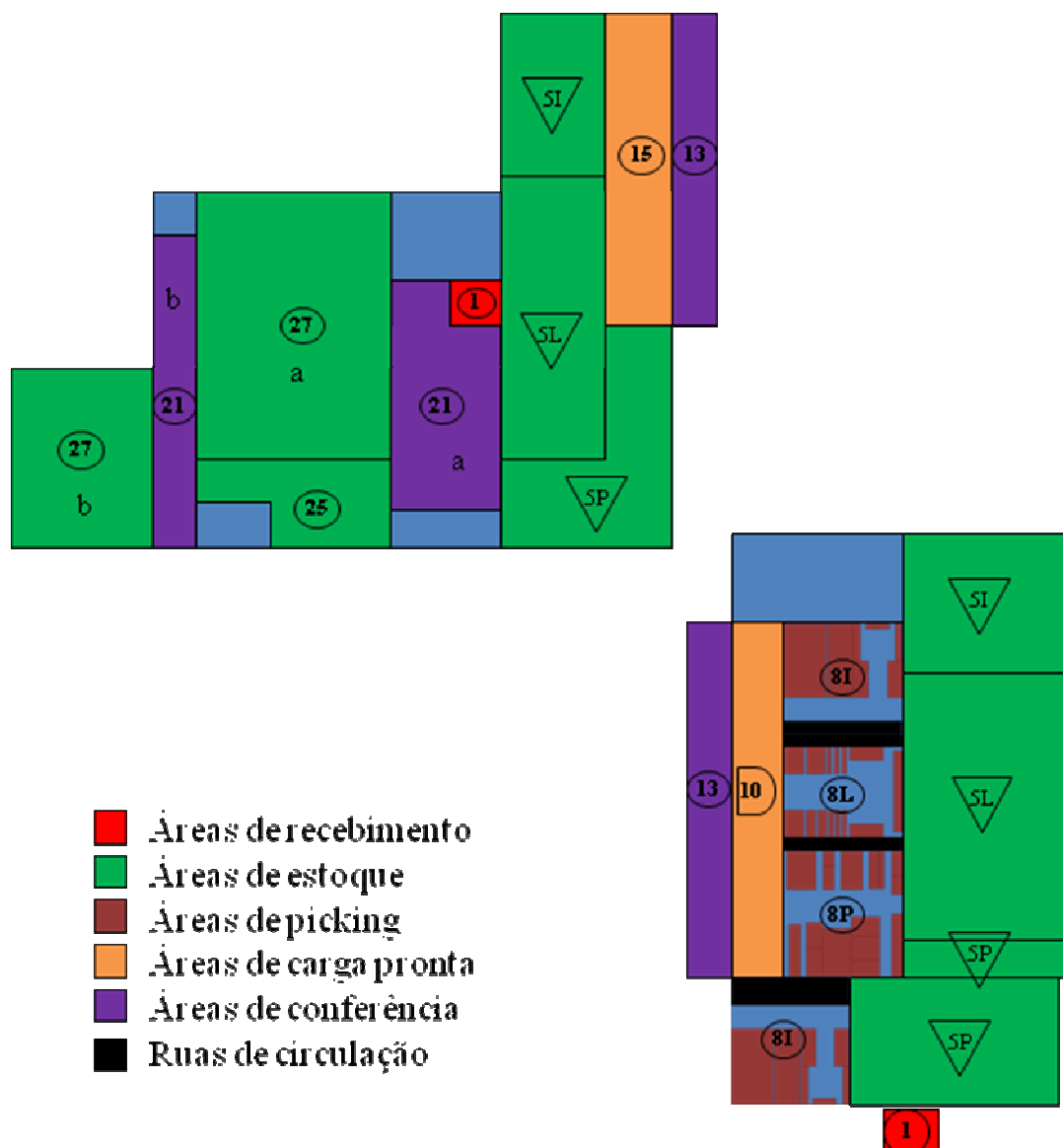


Figura III.20: Mapa do arranjo físico final do armazém

Esse planejamento detalha as posições das áreas correspondendo às atividades gerais do armazém, além do arranjo físico detalhado das áreas de *picking*. A avaliação dos tempos e dos recursos necessários para a aplicação da mudança foi baseada sobre a experiência do coordenador de armazém, por ter realizado projetos similares na estrutura. Portanto, considerando o uso de 10 empilhadeiras e de 5 caminhões de entrega para a movimentação dos itens entre os dois espaços físicos, os tempos alocados para a mudança de cada área foram avaliados segundo a Tabela III.18.

	Tempo necessário para a mudança (em turnos)
Área 5I	1
Área 5L	1
Área 5P	1
Área 8I	1
Área 8L	0,5
Área 8P	0,5
Total	5
Turnos por dia	2
Total em dias	3

Tabela III.18: Tempos necessários para mudança de arranjo físico

As necessidades foram avaliadas em tempo necessário de turnos (8h) para a mudança da área considerada. Considerando a utilização de dois turnos do dia, o tempo necessário foi arredondado para três dias, para evitar o risco de atraso do processo. Portanto, de acordo com os tempos avaliados, o cronograma apresentado na Figura III.21 foi estabelecido. O cronograma conta com a realização da mudança em um domingo seguido de um feriado, que permite a diminuição do intervalo de tempo necessário, o terceiro dia de mudança sendo o domingo seguindo o feriado. Além dos funcionários já citados, a presença dos seis funcionários de gestão do armazém foi alocada, por serem os principais atores do projeto, e responsáveis pelo acompanhamento do projeto após a implantação.

Dia Turno	1		2		3	
	1	2	1	2	1	2
Área mudada	Área 8L	Área 5I	Área 5P	Área 5L	Área 8I	Área 8P
Empilhadeiras	10	10	10	10	10	10
Caminhões	5	5	5	5	5	5
Funcionários de gestão	6	6	6	6	6	6

Figura III.21: Cronograma de mudança do arranjo físico segundo o plano adotado

Algumas precauções foram levantadas para garantir a aplicação correta do plano e tomar em conta os riscos associados ao projeto:

- ✓ A totalidade da equipe responsável pela a mudança deverá ser reunida, tanto a gerência do projeto quanto os funcionários envolvidos na movimentação das áreas. Nessa reunião, serão apresentados os pontos de mudança em relação ao processo atual

(área de devolução, utilização dos *racks*, empilhamento com altura de três pallets) e as dimensões exatas de cada área.

- ✓ O supervisor de armazém será encaminhado com a responsabilidade de garantir as mudanças responsáveis para as economias de espaço e cada funcionário envolvido terá sua função no processo de mudança claramente definida
- ✓ Um mapa com as dimensões exatas de cada área ser encaminhado para cada funcionário envolvido no processo de mudança e cada área terá um responsável cuidando em permanência da aplicação correta do plano. Esses responsáveis podem ser selecionados dentro da equipe de gerencia da área (6 funcionários)
- ✓ O projetista devera acompanhar a mudança para tirar as duvidas sobre o projeto e garantir a aplicação correta do projeto.

III.2.5. Conclusão sobre o planejamento do arranjo físico

O projeto respondeu claramente aos objetivos primários definidos na seção I.2 de melhoria da produtividade para diminuir os custos relacionados com o processo de carregamento e melhorar o nível de serviço, através dos pontos levantados na fase de priorização da causa (seção III.1): unificação e reorganização das áreas de *picking*. Além desses fatores, podem-se destacar benefícios em outros aspectos da atividade envolvida:

- ✓ Clareza dos fluxos de materiais
- ✓ Melhoria da evacuação das cargas das áreas de pallets montados nos *pickings*
- ✓ Diminuição da movimentação dos empilhadeiras devida ao posicionamento dos estoques

Todavia, os benefícios providenciados pelo planejamento devem ser quantificados, para justificar o investimento associado à mudança do *layout* e garantir a aplicação do projeto pela empresa. Avaliaremos na próxima parte a viabilidade econômica do projeto e o impacto dele em relação ao objetivo inicial.

III.3. Avaliação dos benefícios e viabilidade econômica do projeto

O planejamento realizado nas duas fases anteriores necessitou uma avaliação dos benefícios futuros decorrentes da implantação e um estudo da viabilidade econômica do projeto, essencialmente para garantir um prazo de retorno do investimento rápido e fornecer uma comparação com outros projetos eventuais. Portanto, devem-se avaliar dois pontos distintos que estruturarão essa parte:

- ✓ O investimento necessário para a realização da mudança do arranjo físico
- ✓ Os benefícios gerados pelo arranjo físico adotado

Cada uma dessas duas fases deve ser avaliada em termos operacionais e em um segundo tempo em termos econômicos para permitir a avaliação econômica.

III.3.1. Investimento associado à mudança de arranjo físico

Considerando o planejamento da mudança considerado na seção III.2.4, e associando o custo de cada um dos recursos necessários, o investimento correspondendo à mudança do arranjo físico de acordo com o plano adotado é apresentado na Tabela III.19.

	Quantidade	Custo diário por turno	Custo Total
Funcionários de gestão	36	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Empilhadeiras	60	R\$ 44,00	R\$ 2 640,00
manobristas	60	R\$ 5,00	R\$ 300,00
Caminhões	30	R\$ 44,00	R\$ 1 320,00
TOTAL	216	R\$ 98,00	R\$ 4 410,00

Tabela III.19: Investimento correspondendo à mudança de arranjo físico do armazém

Os custos unitários foram avaliados de acordo com os custos apresentados no levantamento de dados, com as seguintes hipóteses:

- ✓ Os custos diários dos empilhadeiras e dos manobristas foram avaliados a partir do custo mensal para um mês de vinte e cinco dias.

- ✓ O custo dos funcionários de gestão foi avaliado nulo, por serem remunerados pela carga de trabalho e não pela carga horária, portanto a presença deles em projetos relacionados com o armazém já esta considerada na remuneração.
- ✓ Os custos de empilhadeiras e caminhões foram avaliados como o custo de abastecimento dos equipamentos para a atividade durante um turno.

Na aplicação do plano de arranjo físico, a mudança de posição das áreas provoca uma perda de produtividade no primeiro mês até acostume das equipes de montagem e de carregamento. Essa perda de produtividade se aplica aos ajudantes e foi avaliada a 10 %. Para minimizar o efeito dessa perda de produtividade, pode-se considerar a contratação de funcionários adicionais para o mês de mudança do arranjo físico. Uma perda de produtividade de 20 % correspondendo à atividade de cinco ajudantes, o custo estimado no primeiro mês e de R\$ 3 000.

Portanto, a avaliação dos custos necessários para a mudança do arranjo físico determinou um investimento inicial de R\$ 7 410. Esse investimento será considerado no resto da análise de viabilidade econômica. Pode-se destacar o baixo valor do investimento, justificando o valor avaliado na Matriz GUTI (seção III.1.3).

III.3.2. Benefícios gerados pelo arranjo físico adotado

De acordo com os objetivos descritos na seção I.2, a implantação do projeto no armazém tem consequências sobre o nível de serviço prestado à distribuição física medido através da percentagem de carregamento realizado às 6h. Todavia, deve-se detalhar os benefícios para o processo e quantificar cada um em termos econômicos para permitir a avaliação econômica da implantação do projeto. O diagrama apresentado na Figura III.22 sintetiza os efeitos provocados pelo projeto de arranjo físico realizado. Os benefícios foram numerados para clarificar a análise ulterior.

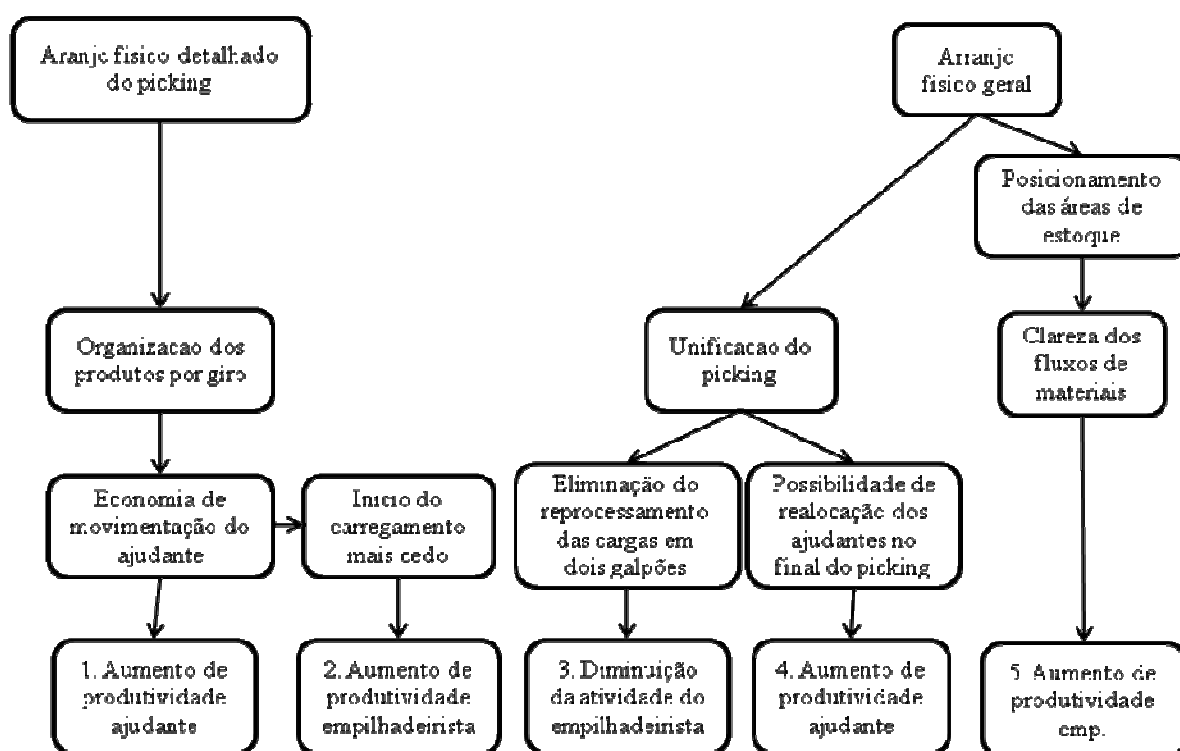


Figura III.22: Síntese dos efeitos da implantação do novo arranjo físico na operação

O planejamento do arranjo físico detalhado da área de *picking* permite uma economia de movimentação para o ajudante, aumentando a produtividade de montagem dele. Esse aumento, difícil de avaliar por cálculo, foi avaliado em 10%. Esse aumento de produtividade permite o fornecimento das primeiras cargas montadas para o carregamento mais cedo. Dessa maneira os empilhadeiristas não ficam ociosos no início do processo o que aumenta a produtividade deles. O cálculo do aumento de produtividade foi avaliado como a proporção de um ganho de vinte minutos para um turno inteiro de sete horas.

O planejamento do arranjo físico geral tem conseqüências devidas à unificação do *picking* e ao posicionamento das áreas de estoque relativamente às outras áreas. Esse posicionamento permite uma maior clareza dos fluxos de movimentação de materiais, o que evite gargalos nas ruas de circulação de empilhadeiras. Assim, economiza-se certo tempo de movimentação das empilhadeiras, principalmente no turno da noite onde tem maior movimentação de empilhadeiras no armazém 2. O aumento de produtividade foi avaliado a 2%. A unificação do *picking* tem duas conseqüências principais:

- ✓ A eliminação do reprocessamento das cargas mistas após a montagem no primeiro *picking*. Assim, o empilhadeirista evita o descarregamento e o recarregamento das cargas mistas a serem remontadas, o que providencia um alto ganho de produtividade. Considerando que 40 % dos pallets mistos estão atualmente reprocessadas e a proporção de empilhadeiras carregando esse pallets, o aumento de produtividade calculado chegou a 15 %.
- ✓ A possibilidade de realocação dos ajudantes entre as áreas de *picking*, devida à proximidade dos *picking*, permite a montagem das últimas cargas no final do turno. Os ajudantes que acabaram a montagem dos pallets de uma classe podem se juntar aos outros para acabar a montagem dos pallets faltantes, constituir os mapas inteiros e possibilitar o carregamento dos mesmos em vez de iniciar a montagem de novos pallets e deixar mapas parcialmente montados no final do turno. Considerando o número de mapas parcialmente montados no final de turno, o número de mapas adicionais montados e carregados no final do turno e a proporção que representa considerando o número de mapas total foram calculados.

A Tabela III.20 apresenta um resumo dos cálculos de aumentos de produtividade.

Número do benefício	1	2	3	4	5
Economia total	10%	5%	2%	15%	4%
Dados de cálculo	Economia de tempo para carregamento da primeira carga (min)	20	Empilhadeiras para carregamento de pallets mistos	5	Média cargas parcialmente montadas no final do turno noturno 8
	Tempo total turno (horas)	7	Empilhadeiras turno	13	Cargas adicionais montadas com realocação 4
			% cargas mistas atualmente reprocessadas	40%	Média cargas turno noturno 110

Tabela III.20: Resumo dos cálculos de benefícios do projeto de arranjo físico

Constatamos que o maior aumento de produtividade resulta da unificação do *picking*, confirmando os resultados da matriz de priorização da seção III.1.4. Podemos avaliar os aumentos totais de produtividade para ajudantes e empilhadeiras. Aplicando esses aumentos às taxas de carregamento e de montagem atualmente constatadas, podemos determinar as percentagens de aumento do nível de serviço. Esses aumentos têm consequência sobre a

atividade do turno da manhã, diminuindo a tarefa a ser realizada. Portanto, a economia dos recursos necessários no turno da manhã foi avaliada da forma apresentada na Tabela III.21.

Categoria	Aumento de produtividade total	Indicador de nível de serviço	Valor Atual	Valor apos aumento de produtividade	Funcionarios turno da manha	Economia de recursos
Emp noite	22%	% carregamento ate 6h	40%	49%	11	0,97
Ajudantes	14%	% montagem ate 6h	60%	68%	17	1,39

Tabela III.21: Detalhe dos cálculos de benefícios relativos ao projeto de arranjo físico

Constatamos que as melhorias geradas pela aplicação do plano além do aumento do nível de serviço provocam a economia de recursos no turno da manhã. Essa economia pode ser arredondada a um empilhadeira e um ajudante. De acordo com os custos apresentados na parte de levantamento de dados, esse aumento corresponde a uma economia mensal de R\$ 1 900.

III.3.3. Avaliação de viabilidade econômica do projeto e cálculo do retorno sobre investimento

Considerando o investimento e os benefícios mensais calculados nas fases anteriores, o fluxo de caixa correspondendo à implantação do projeto foi construído para verificar o retorno no curto prazo e calcular o VLP em caso de avaliação de outros projetos. Esse fluxo é apresentado Figura III.23.

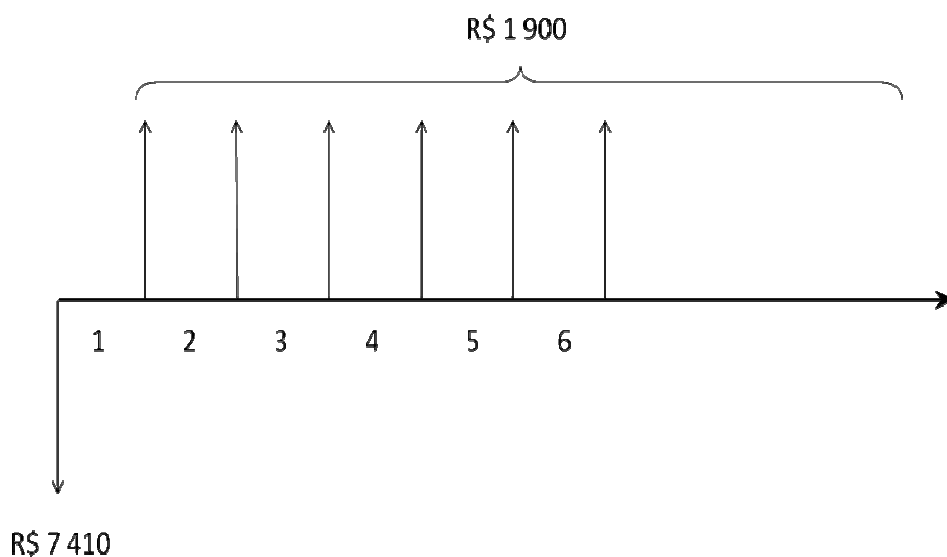


Figura III.23: Fluxo de caixa associado à implantação do projeto de arranjo físico

Considerando a taxa SELIC de juros publicada pelo ministério da fazenda para os meses de agosto, setembro e outubro (0.69 % ao mês), o valor presente líquido após cada mês foi calculado. O primeiro mês apresentando um valor presente líquido positivo constitui o prazo de retorno do projeto. O cálculo do valor presente líquido está apresentado na Tabela III.22.

Mes	Fluxo de caixa	VPL
1	-R\$ 7 410	
2	R\$ 1 900	-R\$ 5 523
3	R\$ 1 900	-R\$ 3 649
4	R\$ 1 900	-R\$ 1 788
5	R\$ 1 900	R\$ 61
6	R\$ 1 900	R\$ 1 896
7	R\$ 1 900	R\$ 3 720

Tabela III.22: Valor presente líquido do fluxo de caixa do projeto

Constatamos nos valores apresentados que o valor presente líquido vira positivo a partir do quinto mês. Portanto podemos considerar o prazo de retorno sobre o investimento de cinco meses. Esse valor confirma a rentabilidade econômica do projeto no curto prazo, garantindo benefícios antes de uma possível mudança da estrutura do CDD. O valor presente positivo também prova a viabilidade econômica do projeto.

Alem do prazo de retorno, foi necessário calcular o VLP do fluxo exposto para permitir a eventual comparação com outros projetos relacionados com o armazém. Considerando o aumento constante de SKUs no armazenados, o aumento das vendas e a possibilidade de reforma importante da estrutura ou de modificação da malha logística da empresa nos próximos anos, o prazo considerado para a alternativa foi de dois anos. Esse prazo seria aplicado para qualquer alternativa de investimento para comparação de rentabilidade. Portanto o VLP calculado com a taxa SELIC foi de R\$ 32 871.

IV. CONCLUSÃO DO PROJETO

IV.1. Síntese do projeto

O problema levantado no início do projeto relacionado com o nível de serviço do processo de carregamento e o custo em recursos nele permitiu a aplicação de ferramentas de diversas áreas da engenharia de produção. Vários métodos foram estudados para a escolha da ferramenta adequada à análise do processo e à formação de um plano de ação corretivo. A síntese do método aplicado está apresentada na Figura IV.1.

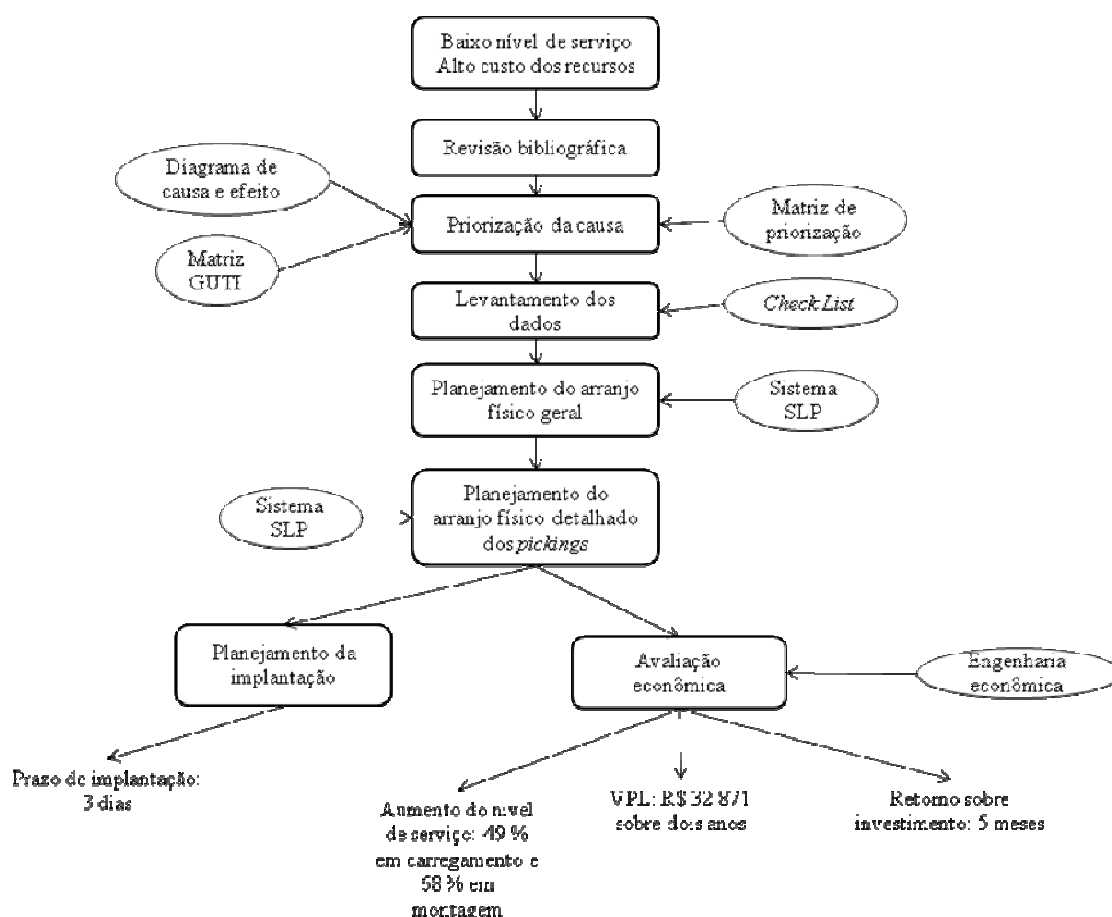


Figura IV.1: Síntese do método aplicado no projeto de melhoria de produtividade do processo de carregamento

A fase de priorização da causa ocupou uma parte importante do trabalho, necessitando a aplicação de três ferramentas (Diagrama de causa e efeito, matriz GUTI e diagrama de matriz

de priorização), porém a complexidade e a ramificação do problema necessitavam uma análise detalhada. Os resultados permitiram ainda a seleção de alternativas nas fases de arranjo físico, justificando mais ainda o tempo alocado. O resultado do estudo apontou a unificação e a reorganização do *picking* como prioritários para o objetivo de melhoria de produtividade. Após a coleta de dados sobre o processo, foi planejado o arranjo físico geral do espaço segundo o método SLP de MUTHER (1978), servindo de base para o arranjo físico detalhado de cada área de *picking*. Enquanto o arranjo geral garantiu a unificação do *picking*, o arranjo detalhado providenciou a reorganização necessária para a melhoria de movimentação dos ajudantes. O planejamento geral da implantação do plano escolhido avaliou o prazo de mudança do *layout* em três dias, aconselhando o aproveitamento de um dia sem atividade do armazém. O detalhe da mudança foi deixado na responsabilidade do coordenador de armazém, pelo conhecimento dele sobre o processo.

A fase de análise econômica verificou o alcance de objetivo inicial de melhoria do nível de serviço com 49% de carregamento e 68 % de montagem às 6h e de diminuição dos custos em recursos (R\$ 1 900). A aplicação das ferramentas de engenharia econômica permitiu a validação da viabilidade econômica do projeto e a avaliação do prazo de retorno sobre investimento. O prazo calculado de cinco meses pode ser qualificado de relativamente curto, justificando o resultado da análise de prioridade por providenciar benefícios no curto prazo com retorno sobre investimento rápido. Todavia a análise realizada não tomou em conta os resultados do aumento do nível de serviço do processo por ser muito difícil de avaliar a relação entre o aumento do nível de serviço e o benefício econômico para a empresa. Essa falta poderá ser considerada na avaliação de projetos futuros.

IV.2. Projetos futuros

A implantação do projeto pode ser seguida de vários projetos relacionados com o nível de serviço, com o objetivo de alcançar a meta de percentagem de carregamento realizado às 6h (64 %) e de cargas montadas às 6h (100 %) e de diminuir os recursos necessários, primeiro no turno de manhã. Os projetos que podem ser desenvolvidos são os projetos avaliados na fase de priorização da causa:

- ✓ Reforma do piso para facilitar a movimentação das empilhadeiras

- ✓ Aquisição de material de movimentação e mudança de arranjo físico do *picking* de posicional para funcional.
- ✓ Implantação de um sistema de remuneração variável, baseado sobre a produtividade individual dos funcionários envolvidos no processo e de um treinamento na função (ajudante e empilhadeira).

Alem desses projetos, um ponto que foi evocado na conclusão é a análise das conseqüências do nível de serviço dos processos de armazém nos outros processos de entrega da empresa, principalmente a distribuição. Essa análise ainda não existe dentro da empresa o que dificulta a justificação econômica dos projetos relacionados com o armazém. Portanto várias oportunidades de economia de custos não são captadas pela empresa e a área de armazém sofre de falta crônica de recursos. Uma análise detalhada do impacto dos processos de armazém nas outras áreas da empresa (distribuição, marketing, etc.) permitiria viabilizar tais investimentos, providenciando benefícios indiretos, mas claros, para o negócio da empresa.

Bibliografia

Internet

Site da empresa

AC Nielsen Brasil. Página de dados para trabalhos acadêmicos: [Acesso em 17 de maio de 2009]. Available at http://br.nielsen.com/press/press_dadosparaEstudantes.shtml.

Engenharia de Transporte de São Paulo. [Acesso em 28 de maio de 2009]. Sobre rodízio para caminhões. Available at <http://www.cetsp.com.br/internew/carga/carga2003/oQueMuda/index.htm>

Ministerio da Fazenda. [Acesso em 9 de novembro de 2009]. Taxa Selic. Available at <http://www.receita.fazenda.gov.br/pagamentos/jrselic.htm>

Relatórios

SILVEIRA DA ROSA, Sergio Eduardo, COSENZA, José Paulo, TEIXEIRA DE SOUZA LEÃO, Luciana. *Panorama do Setor de Bebidas no Brasil*. São Paulo: BNDES Setorial, 2006. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/resposta.asp?setorTema=Bebidas>

Anual Report 2008 : Relatório financeiro da empresa

Cidade de São Paulo. Decreto nº 49.487 3 de 13 de maio de 2008. Definição e aplicação da Zona de Restrição Máxima de Circulação. Diário Oficial, São Paulo. SP. Número 87.

FRANCISCHINI, Paulino G. *GUTI: Técnica para definir prioridades*. Documento de aula PRO 2421: Técnicas de Gerenciamento de Operações Industriais. Departamento de engenharia de produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2008.

CPP – COMITE PERMANENTE DE PALETIZACAO. *Especificação para palete padrão de distribuição nacional – PBR I*. 1993

Monografias

ACKERMAN, Kenneth B. *Practical Handbook of Warehousing*. Norwell: Kluwer Academic, 1997. 572 p. ISBN 0-412-12511-0

BLANCHARD, David. *Supply Chain Management: Best Practices*. Hoboken: John Wiley and Sons, 2007. 304 p. ISBN 0-47178141-7.

BALLOU, Ronald H. *Logística Empresarial, Transporte, Administração de materiais, Distribuição Física*. São Paulo: Atlas 2007. 388 p. ISBN 978-85-224-0874-0.

DELARETTI FILHO, Osmário. *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*. Belo Horizonte: Fundação Christiano OTTONI, Escola de engenharia de UFMG, 1996. 183 p. ISBN 85-85447-27-9.

EHRlich, Pierre Jacques, ALVES DE MORAES, Edmilson. *Engenharia Econômica: Avaliação e seleção de projetos de investimento*. 6e Ed. São Paulo: Atlas, 2005. 177 p. ISBN 85-224-4089-1.

FLEURY, Paulo F., WANKE, Peter, FIGUEREIDO, Kleber F. *Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000. 372 p. ISBN 85-224-2742-9.

GHIANI, G., LAPORTE, G. e MUSMANNO R. *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 352 p. ISBN 0-470-84916-9.

LEE, Quartermann, *et al.* *Facilities and Workplace Design. An Illustrated Guide*. Norcross, Georgia, USA: Engineering and Management Press, 1996. 230 p. ISBN 0 – 89806 – 166 – 0

MUTHER, Richard *Systematic Layout Planning, Second Edition*. Boston: Cahnners Book, 1978. ISBN 0-8436-0814-5

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção: além da produção em longa escala*. Porte Alegre: Artes Médicas, 1997. ISBN 85-7307-170-2

PHILLIPS, Edward J. *Manufacturing Plant Layout*. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 1997. 258p. ISBN 0-87263-484-1

ROTONDARO, Roberto G. *Seis Sigma*. São Paulo: Atlas, 2002. 375 p. ISBN 85-224-3147-7

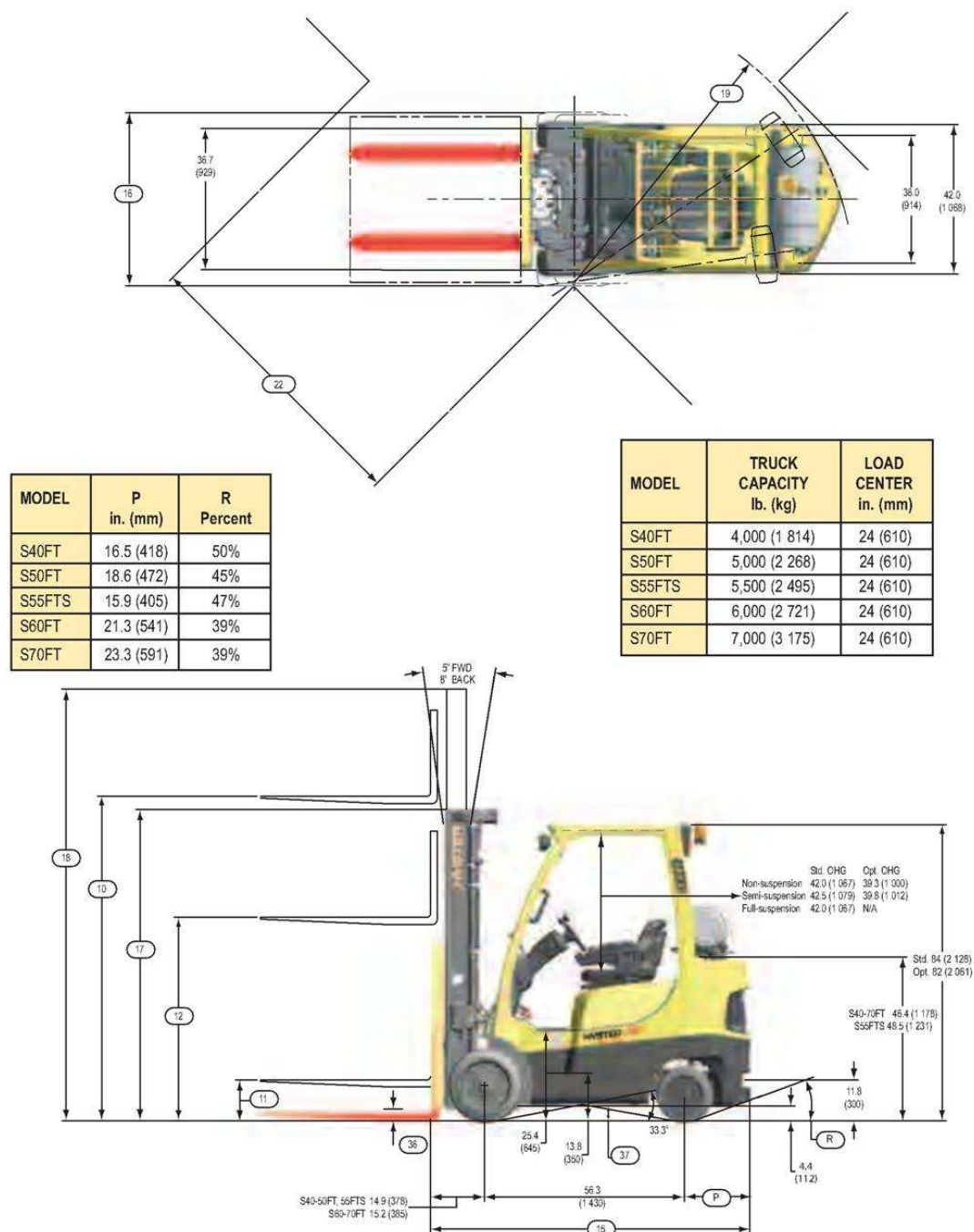
SLACK, N., CHAMBERS S., e JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. Segunda edição. São Paulo: Atlas, 2008. 747 p. ISBN 978-85-224-3250-9

ANEXO A - *Check List* de dados para análise do processo (PHILLIPS, 1997)

- ✓ Produto/ configurações do produto;
- ✓ Previsões de produção do produto e dos componentes em volumes e quantidades no curto e no longo prazo;
- ✓ Lista de atividades produtivas dentro da empresa, inclusive indiretas (manutenção, etc.);
- ✓ Descrições dos processos, incluindo ciclos de mão de obra e de equipamentos
- ✓ Informações de técnicas e equipamentos de movimentação (MAM) utilizados;
- ✓ Informações de tempos de operação;
- ✓ Atividades de apoio relacionadas com a produção;
- ✓ Inventário (Matéria Prima, equipamentos, etc.);
- ✓ Utilização de equipamentos;
- ✓ Entrevistas de funcionários;
- ✓ Restrições ambientais;
- ✓ Mapas com dimensões das instalações;
- ✓ Equipamentos produtivos com tamanho;
- ✓ Informações de características de pedidos (tamanho, frequência, etc.)
- ✓ Informações sobre recebimentos de materiais e funcionamento do armazém (*Just-in-time, kanban*, etc.);
- ✓ Mão de obra existente, direta e indireta, por turnos e classe, com custo associado
- ✓ Lista e configurações de “monumentos” (equipamentos que mesmo que não adequados, não podem ser nem eliminados nem adaptados para o projeto);
- ✓ Filosofia de management da empresa

ANEXO B – Descrição detalhada da empilhadeira Hyster Fortis S55FTS

Hyster S40-70FT Lift Truck Dimensions



Circled dimensions correspond to the line numbers on the tabulated chart inside the Technical Guide. Dimensions are in inches (millimeters).
Truck shown with optional equipment - Lights Package and TouchPoint™ hydraulics with fully adjustable armrest.

Hyster S55FTS Lift Truck Specifications

GENERAL	1	Manufacturer	Hyster Company	Hyster Company	Hyster Company
	2	Fortis™ Series, Model	S55FTS (Fortis)	S55FTS (Fortis Advance)	S55FTS (Fortis Advance+)
		Transmission Type	Basic Electronic	DuraMatch™	DuraMatch, DuraMatch Plus DuraMatch Plus2
	3	Capacity, rated lb. (kg)	5,500 (2 495)	5,500 (2 495)	5,500 (2 495)
	4	Load center in. (mm)	24 (610)	24 (610)	24 (610)
	5	Engine / Power type	Mazda 2.0L / LP, Gas	Mazda 2.2L / LP, Gas	GM 2.4 L / LP, Gas
	6	Operator type	Sit	Sit	Sit
	7	Tire type, front / rear	Cushion / Cushion	Cushion / Cushion	Cushion / Cushion
DIMENSIONS	8	Wheels, front / rear (X=drive)	2X / 2	2X / 2	2X / 2
	10	2-stg. LFL (TOF) in. (mm)	129 (3 292)	129 (3 292)	129 (3 292)
	11	Limited free-lift (TOF) in. (mm)	5 (140)	5 (140)	5 (140)
	12	Optional full free-lift (TOF) with / without LBE in. (mm)	36 / 62 (910 / 1 575)	36 / 62 (910 / 1 575)	36 / 62 (910 / 1 575)
	13	Forks, thickness / width / length in. (mm)	1.6x3.9x42.0 (40x100x1 067)	1.6x3.9x42.0 (40x100x1 067)	1.6x3.9x42.0 (40x100x1 067)
	14	Tilt angle, forward / backward Deg. °	5 / 8	5 / 8	5 / 8
	15	Length to face of forks in. (mm)	87.1 (2 213)	87.1 (2 213)	87.1 (2 213)
	16	Width, standard tires / wide tread in. (mm)	43.6 / 48.9 (1 108 / 1 242)	43.6 / 48.9 (1 108 / 1 242)	43.6 / 48.9 (1 108 / 1 242)
PERFORMANCE †	17	Height, standard mast lowered in. (mm)	85 (2 135)	85 (2 135)	85 (2 135)
	18	Height, std. mast extended with / without LBE in. (mm)	178 / 151 (4 515 / 3 840)	178 / 151 (4 515 / 3 840)	178 / 151 (4 515 / 3 840)
	19	Turning radius, minimum outside in. (mm)	76.2 (1 937)	76.2 (1 937)	76.2 (1 937)
	20	Center of wheel to face of forks in. (mm)	14.9 (378)	14.9 (378)	14.9 (378)
	21	Right Angle Stack (Add load length for 90° stack) in. (mm)	91.1 (2 315)	91.1 (2 315)	91.1 (2 315)
	22	Equal Intersecting Aisle (W=42 in., L=48 in.) in. (mm)	74.3 (1 888)	74.3 (1 888)	74.3 (1 888)
	23	Stability (Comply with ANSI?) *	YES	YES	YES
WT.	24	Travel speed RL / NL mph (km/h)	10.6 / 10.3 (17.0 / 16.6)	10.6 / 10.3 (17.0 / 16.6)	10.7 / 10.5 (17.2 / 16.9)
	25	Lift speed, standard mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	104.0 / 110.0 (.53 / .56)	110.0 / 110.0 (.56 / .56)	119.0 / 119.0 (.60 / .60)
		Opt. 2-stage FFL mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	93.0 / 110.0 (.47 / .56)	99.0 / 99.0 (.50 / .50)	106.0 / 106.0 (.54 / .54)
		Opt. 3-stage FFL mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	99.0 / 110.0 (.50 / .56)	105.0 / 105.0 (.53 / .53)	113.0 / 113.0 (.57 / .57)
	26	Lowering, standard mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	102.0 / 88.0 (.52 / .45)	102.0 / 88.0 (.52 / .45)	102.0 / 88.0 (.52 / .45)
		Opt. 2-stage FFL mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	95.0 / 66.0 (.48 / .36)	95.0 / 66.0 (.48 / .36)	95.0 / 66.0 (.48 / .36)
		Opt. 3-stage FFL mast RL / NL ‡ ft/min (m/s)	106.0 / 88.0 (.54 / .45)	106.0 / 88.0 (.54 / .45)	105.0 / 85.0 (.53 / .43)
	27	Drawbar pull, 1 mph RL / NL (LP) lb _f (kN)	3,248 / 1,852 (14.5 / 8.2)	3,938 / 1,852 (17.5 / 8.2)	4,576 / 1,852 (20.4 / 8.2)
TIRES & WHEELS		Drawbar pull, 1 mph RL / NL (Gas) lb _f (kN)	3,800 / 1,852 (16.9 / 8.2)	4,146 / 1,852 (18.4 / 8.2)	4,079 (1 850) / 1,852 (8.2 / 8.2)
		Drawbar pull, 3 mph RL / NL (LP) lb _f (kN)	2,100 / 1,852 (9.3 / 8.2)	2,600 / 1,852 (11.6 / 8.2)	3,300 / 1,852 (14.7 / 8.2)
		Drawbar pull, 3 mph RL / NL (Gas) lb _f (kN)	2,500 / 1,852 (11.1 / 8.2)	2,800 / 1,852 (12.5 / 8.2)	3,225 / 1,852 (14.4 / 8.2)
	28	Gradeability, 1 mph RL / NL (LP) %	22.2 / 19.9	27.2 / 19.9	32.0 / 19.9
		Gradeability, 1 mph RL / NL (Gas) %	26.2 / 19.9	28.8 / 19.9	28.2 / 19.9
		Gradeability, 3 mph RL / NL (LP) %	14.0 / 14.0	16.9 / 16.9	21.5 / 19.9
		Gradeability, 3 mph RL / NL (Gas) %	17.0 / 17.0	19.0 / 19.0	23.0 / 19.9
	30	Weight, total approximate, std. truck config. NL lb. (kg)	9,223 (4 184)	9,223 (4 184)	9,223 (4 184)
POWERTRAIN	31	Axle loading, static, front / rear NL lb. (kg)	3,442 / 5,781 (1 561 / 2 622)	3,442 / 5,781 (1 561 / 2 622)	3,442 / 5,781 (1 561 / 2 622)
		Axle loading, static, front / rear RL lb. (kg)	12,728 / 1,994 (5 773 / 904)	12,728 / 1,994 (5 773 / 904)	12,728 / 1,994 (5 773 / 904)
	33	Size of tires, drive (front) / steer (rear)	21x8x15 / 16x6x10.5	21x8x15 / 16x6x10.5	21x8x15 / 16x6x10.5
	34	Wheelbase in. (mm)	56.3 (1 430)	56.3 (1 430)	56.3 (1 430)
	35	Tread, center of tires front / rear in. (mm)	35.6 (905)	35.6 (905)	35.6 (905)
	36	Ground clearance, lowest point NL in. (mm)	3.6 (91)	3.6 (91)	3.6 (91)
	37	Ground clearance, center wheelbase NL in. (mm)	4.9 (125)	4.9 (125)	4.9 (125)
	38	Brakes, method of control, service / parking	Foot / Hydraulic	Foot / Hydraulic	Foot / Hydraulic
	39	Brakes, method of operation, service / parking	Hand / Mechanical	Hand / Mechanical	Hand / Mechanical
	40	Battery, volts / cold cranking amps V (amps)	12 / 475	12 / 475	12 / 475
	42	Permanent output @ 1800 rpm LP / Gas hp (ps)	44 / 50	51 / 54	62 / 63
	43	Torque at 2600 rpm LP / Gas lb _f /ft (kg/m)	82.0 / 93.0	94.0 / 101.0	123.0 / 103.0
	44	No. cylinders / displacement (cu.in.) / liters	4 / 122 / 2.0L	4 / 134 / 2.2L	4 / 146.5 / 2.4L
	46	Gear change type	Powershift	Powershift	Powershift
	47	Number of speeds, forward / reverse	1 / 1	1 / 1	1 / 1 2 / 1
	48	Transmission type	Electronically Controlled	Electronically Controlled	Electronically Controlled
	55	Relief pressure for attachments psi (kPA)	2,250 (15.5)	2,250 (15.5)	2,250 (15.5)

* **CERTIFICATION:** These Hyster lift trucks meet design specifications of Part II ANSI B56.1-1989, as required by OSHA Section 1910.178(a)(2) and also comply with Part III ANSI B56.1-revision in effect at time of manufacture. Certification of compliance with the applicable ANSI standards appears on the lift truck.

† **NOTE:** Performance specifications/ratings are for truck equipped as described under Standard Equipment in this Technical Guide. Performance specifications are affected by the condition of the vehicle and how it is equipped, as well as by the nature and condition of the operating area. Specifications are subject to change and you should discuss the proposed application with your authorized Hyster Dealer.

‡ Limited by traction. For further information on this dimension, please contact your local Hyster Company dealer.

¥ Specifications given are for both LP and Gas where applicable unless otherwise noted.

Anexo C – Detalhes de saídas por item

Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas (media ano)	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)
Total			100%	21 358	23 318
988	Grupo 1	I	14,398%	3075	3357
982	Grupo 1	I	8,572%	1831	1999
2546	Grupo 1	I	2,867%	612	669
2538	Grupo 1	I	2,037%	435	475
3733	Grupo 1	I	1,167%	249	272
2544	Grupo 1	I	0,322%	69	75
989	Grupo 1	I	0,111%	24	26
987	Grupo 1	I	0,056%	12	13
1388	Grupo 1	I	0,041%	9	10
2542	Grupo 1	I	0,028%	6	6
9911	Grupo 1	I	0,023%	5	5
9260	Grupo 3	L	6,671%	1425	1556
9069	Grupo 3	L	6,211%	1327	1448
9068	Grupo 3	L	5,405%	1154	1260
9084	Grupo 3	L	3,480%	743	811
9261	Grupo 3	L	2,634%	562	614
9085	Grupo 3	L	1,780%	380	415
9072	Grupo 3	L	1,770%	378	413
9087	Grupo 3	L	1,574%	336	367
9083	Grupo 3	L	1,385%	296	323
9320	Grupo 3	L	1,336%	285	312
9259	Grupo 3	L	1,111%	237	259
9886	Grupo 3	L	1,055%	225	246
9096	Grupo 3	L	0,998%	213	233
9067	Grupo 3	L	0,777%	166	181
9091	Grupo 3	L	0,735%	157	171
9089	Grupo 3	L	0,623%	133	145
9080	Grupo 3	L	0,612%	131	143
9093	Grupo 3	L	0,608%	130	142
9092	Grupo 3	L	0,513%	110	120
9256	Grupo 3	L	0,473%	101	110
9088	Grupo 3	L	0,469%	100	109
9097	Grupo 3	L	0,430%	92	100
9081	Grupo 3	L	0,364%	78	85
9098	Grupo 3	L	0,345%	74	80
1164	Grupo 3	L	0,271%	58	63
1331	Grupo 3	L	0,231%	49	54
9099	Grupo 3	L	0,224%	48	52
9074	Grupo 3	L	0,220%	47	51
9102	Grupo 3	L	0,195%	42	45

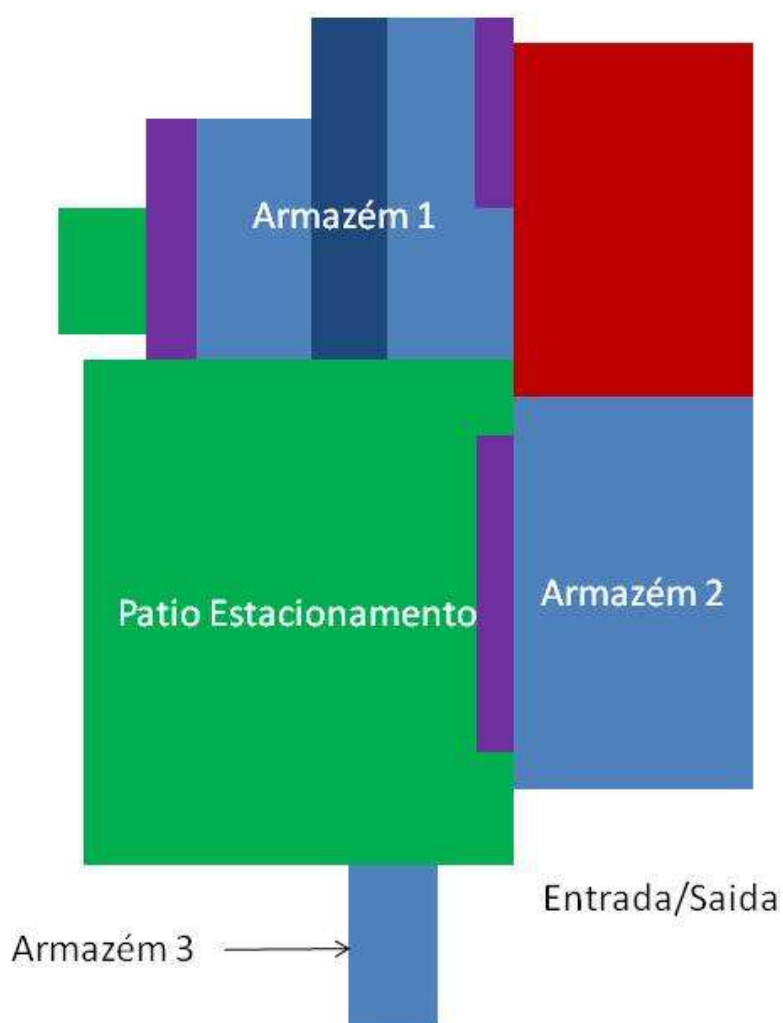
Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas (media ano)	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)
9071	Grupo 3	L	0,193%	41	45
9448	Grupo 3	L	0,139%	30	32
9790	Grupo 3	L	0,131%	28	30
9104	Grupo 3	L	0,128%	27	30
9386	Grupo 3	L	0,128%	27	30
9103	Grupo 3	L	0,100%	21	23
9270	Grupo 3	L	0,018%	4	4
9094	Grupo 3	L	0,014%	3	3
1363	Grupo 3	L	0,000%	0	0
8791	Grupo 2	P	2,968%	634	692
2349	Grupo 2	P	1,853%	396	432
1172	Grupo 2	P	1,605%	343	374
1114	Grupo 2	P	0,955%	204	223
2231	Grupo 7	P	0,950%	203	222
8793	Grupo 2	P	0,871%	186	203
2353	Grupo 2	P	0,707%	151	165
8919	Grupo 2	P	0,680%	145	159
3735	Grupo 5	P	0,670%	143	156
1168	Grupo 2	P	0,642%	137	150
504	Grupo 2	P	0,586%	125	137
2350	Grupo 2	P	0,561%	120	131
2592	Grupo 7	P	0,545%	116	127
503	Grupo 2	P	0,539%	115	126
1116	Grupo 2	P	0,474%	101	110
1176	Grupo 2	P	0,464%	99	108
1513	Grupo 2	P	0,446%	95	104
772	Outros	P	0,443%	95	103
7980	Grupo 6	P	0,442%	94	103
2243	Outros	P	0,430%	92	100
4409	Grupo 2	P	0,362%	77	84
7982	Grupo 6	P	0,352%	75	82
7977	Grupo 6	P	0,340%	73	79
7981	Grupo 6	P	0,307%	66	72
7983	Grupo 6	P	0,303%	65	71
2248	Outros	P	0,286%	61	67
2354	Grupo 2	P	0,284%	61	66
8921	Grupo 2	P	0,280%	60	65
9383	Grupo 2	P	0,278%	59	65
1170	Grupo 2	P	0,265%	57	62
7947	Grupo 2	P	0,265%	57	62
9819	Grupo 6	P	0,247%	53	58
2237	Grupo 7	P	0,247%	53	57
392	Grupo 5	P	0,245%	52	57
7431	Outros	P	0,244%	52	57
7945	Grupo 2	P	0,241%	52	56
279	Grupo 5	P	0,230%	49	54
5018	Grupo 5	P	0,229%	49	53

Projeto de arranjo físico para melhoria de produtividade de carregamento em uma indústria de bebidas

Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas (media ano)	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)
7500	Grupo 2	P	0,224%	48	52
5027	Grupo 2	P	0,214%	46	50
8933	Grupo 2	P	0,209%	45	49
1166	Grupo 2	P	0,208%	44	49
7979	Grupo 6	P	0,203%	43	47
2595	Grupo 7	P	0,190%	40	44
8737	Grupo 6	P	0,185%	39	43
2250	Outros	P	0,183%	39	43
9381	Grupo 6	P	0,172%	37	40
7985	Grupo 6	P	0,164%	35	38
371	Grupo 5	P	0,153%	33	36
8923	Grupo 2	P	0,153%	33	36
8411	Grupo 2	P	0,149%	32	35
8107	Grupo 5	P	0,138%	29	32
9265	Grupo 2	P	0,136%	29	32
9793	Grupo 2	P	0,134%	29	31
6072	Grupo 5	P	0,130%	28	30
9385	Grupo 2	P	0,126%	27	29
8153	Grupo 5	P	0,122%	26	29
7598	Outros	P	0,118%	25	27
2569	Grupo 5	P	0,115%	24	27
8926	Grupo 2	P	0,111%	24	26
8757	Grupo 5	P	0,103%	22	24
6161	Grupo 5	P	0,096%	20	22
361	Grupo 5	P	0,092%	20	22
8413	Grupo 2	P	0,089%	19	21
8931	Grupo 2	P	0,086%	18	20
909	Grupo 7	P	0,082%	17	19
1333	Grupo 2	P	0,072%	15	17
978	Grupo 7	P	0,057%	12	13
8929	Grupo 2	P	0,057%	12	13
8336	Grupo 5	P	0,053%	11	12
620	Grupo 5	P	0,053%	11	12
7472	Grupo 2	P	0,051%	11	12
971	Grupo 7	P	0,050%	11	12
8418	Grupo 2	P	0,050%	11	12
8927	Grupo 2	P	0,049%	10	11
2571	Grupo 5	P	0,044%	9	10
1335	Grupo 2	P	0,044%	9	10
6281	Grupo 5	P	0,042%	9	10
6019	Grupo 5	P	0,041%	9	9
2566	Grupo 5	P	0,036%	8	8
576	Grupo 7	P	0,033%	7	8
4730	Grupo 5	P	0,030%	6	7
8954	Outros	P	0,029%	6	7
8958	Outros	P	0,028%	6	6
8956	Outros	P	0,027%	6	6

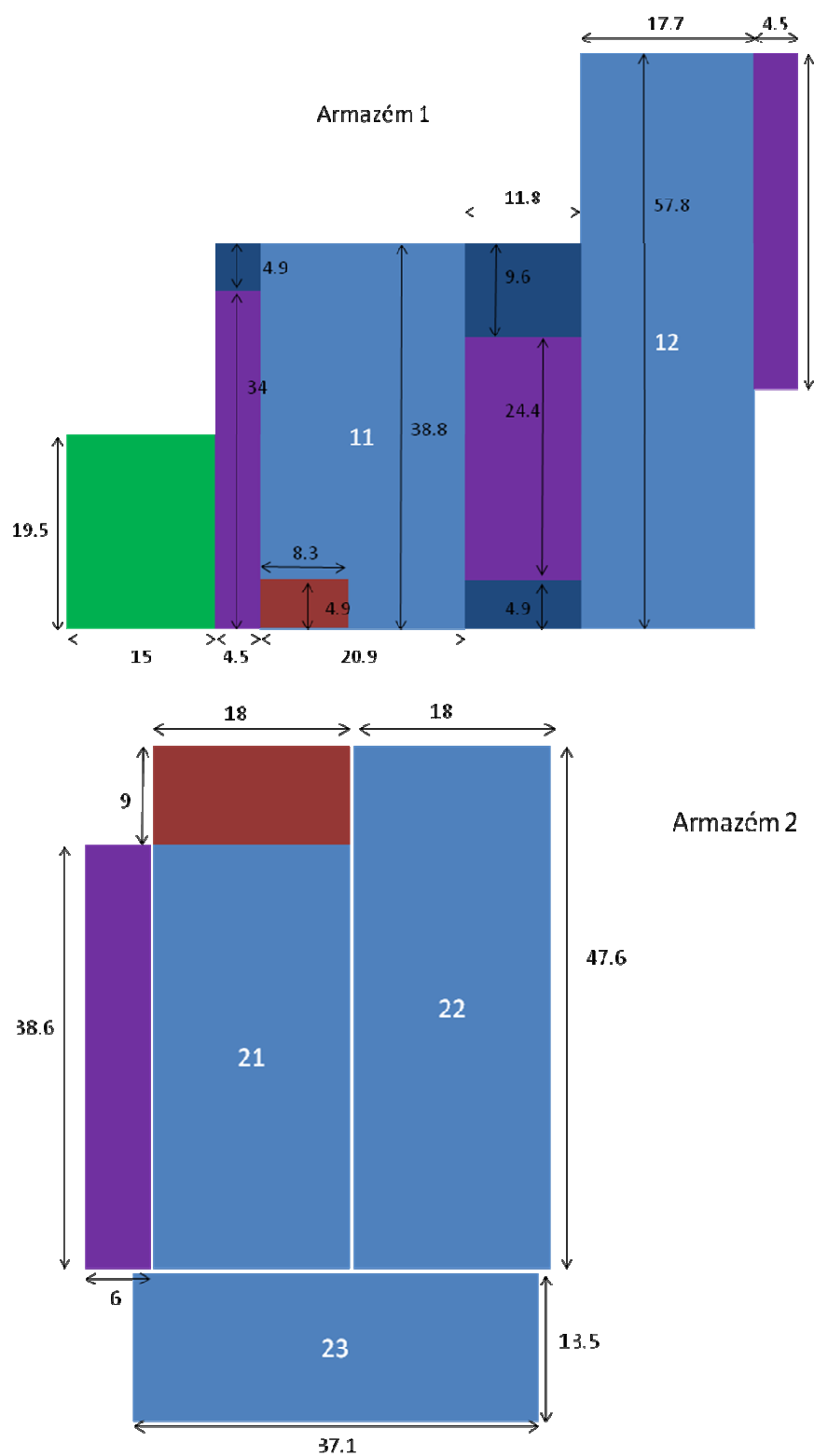
Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas (media ano)	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)
8761	Grupo 5	P	0,024%	5	6
4670	Grupo 2	P	0,024%	5	6
6580	Grupo 5	P	0,022%	5	5
4669	Grupo 2	P	0,022%	5	5
8775	Grupo 5	P	0,020%	4	5
6581	Grupo 5	P	0,020%	4	5
1684	Grupo 5	P	0,018%	4	4
8294	Grupo 6	P	0,017%	4	4
8137	Outros	P	0,016%	3	4
9805	Grupo 5	P	0,016%	3	4
8297	Grupo 6	P	0,015%	3	4
8292	Grupo 6	P	0,011%	2	2
9809	Grupo 5	P	0,007%	2	2
1343	Grupo 2	P	0,007%	1	2
9351	Grupo 5	P	0,006%	1	1
8452	Grupo 5	P	0,005%	1	1
1121	Grupo 5	P	0,003%	1	1
9347	Grupo 5	P	0,003%	1	1
9807	Grupo 5	P	0,002%	0	0
9353	Grupo 5	P	0,001%	0	0
9713	Grupo 5	P	0,001%	0	0
9714	Grupo 5	P	0,001%	0	0
1452	Outros	P	0,001%	0	0
7481	Grupo 2	P	0,001%	0	0
1450	Outros	P	0,000%	0	0
1451	Outros	P	0,000%	0	0
9786	Outros	P	0,000%	0	0

Apêndice A: Mapa das instalações



- Rua de circulação coberta
- Espaço de armazém coberto
- Espaço ao céu aberto
- Área coberta não produtiva (apoio, gestão, etc.)
- Área de conferência

Apêndice B: Mapas detalhados dos armazéns



Apêndice C: Memória de cálculo dos fluxos de arranjo físico geral

Fluxo	De	Para	Caixas/Dia	Memória de cálculo
1	1,2 e 3	5I	12 709	Soma dos fluxos 4 e 8
2	1,2 e 3	5L	18 598	Soma dos fluxos 5 e 9
3	1,2 e 3	5P	11 596	Soma dos fluxos 6 e 10
4	5I	15	7 174	Tabela III.12
5	5L	15	10 499	Tabela III.12
6	5P	15	6 546	Tabela III.12
7	15	13, 17, 18 e 19	24 219	Soma dos fluxos 4, 5 e 6
8	5I	7I e 8I	5 534	Fluxo 11/ (1 - % quebra)
9	5L	7L e 8L	8 099	Fluxo 12/ (1 - % quebra)
10	5P	7P e 8P	5 049	Fluxo 13/ (1 - % quebra)
11	7I e 8I	10 e 11	5 479	Tabela III.12
12	7L e 8L	10 e 11	8 018	Tabela III.12
13	7P e 8P	10 e 11	4 999	Tabela III.12
14	10 e 11	13, 17, 18 e 19	18 496	Soma dos fluxos 11, 12 e 13
17	13, 17, 18 e 19	20	42 715	Soma dos fluxos 7 e 14
18	20	21, 22 e 23	13 104	Soma dos fluxos 4 e 11 + % devolução * soma dos fluxos 5, 6, 12 e 13
19	21, 22 e 23	27 e 28	12 463	Soma dos fluxos 4 e 11* (1-%devolução)
20	21, 22 e 23	25 e 29	641	Fluxo 17 * % devolução
21	25 e 29	7I e 8I	190	Saídas produto I/Saídas total*Fluxo 20
22	25 e 29	7L e 8L	278	Saídas produto L/Saídas total*Fluxo 20
23	25 e 29	7P e 8P	173	Saídas produto P/Saídas total*Fluxo 20

Apêndice D: Tabela de conversão de espaços

METODO DA CONVERSÃO

Base (ano, período, quantidade) das colunas e,f,g						Versão	
Coluna	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Descrição	Atividade, área ou departamento	Área atualmente ocupada (m2)	Ajuste + ou - (m2)	Deveria ser agora	Variações (%)	Área necessária determinada (m2)	Área planejada (m2)
1	Recebimento	28	0	28	0%	28	28
5I	Estoque produto classe I	424	0	424	10%	466	466
5L	Estoque produto classe L	741	-74	667	10%	734	734
5P	Estoque produto classe P	618	-25	593	10%	653	653
8I	Picking produto classe I	338	-33,75	304	0%	304	304
8L	Picking produto classe L	159	16	175	0%	175	175
8P	Picking produto classe P	159	16	175	0%	175	175
10	Area de carga pronta pallet misto	199	20	218	0%	218	218
15	Area de carga pronta pallet fechado	260	-52	208	0%	208	208
13	Area de carregamento	152	0	152	0%	152	152
21	Area de retorno de rota	412	0	412	0%	412	412
25	Area de produtos devolvidos	163	0	163	0%	163	163
27	Area de vasilhames	898	-449	449	10%	494	494
Total		4 552	-582	3 969	5%	4 183	4 183

Apêndice E: Alternativas de ocupação dos espaços antes de ajustes

Plano X			Áreas							
Armazém	Espaço Disponível	Espaço Ocupado	8P	10	15	13	21	25	27	Total
12	1 011	972	192	303	269					208
21	857	721				152	175	175	218	
22	695	596	231	365						
23	501	476			324	152				
Total	3 064	2 765	424	667	593	304	175	175	218	208

Plano Y			Áreas							
Armazém	Espaço Disponível	Espaço Ocupado	8P	10	15	13	21	25	27	Total
12	1 011	970	192	303	267					208
21	857	697				304		175	218	
22	695	596	231	365						
23	501	501			326		175			
Total	3 064	2 765	424	667	593	304	175	175	218	208

Plano Z			Áreas							
Armazém	Espaço Disponível	Espaço Ocupado	8P	10	15	13	21	25	27	Total
12	1 011	972	192	303	269					208
21	857	718			324			175	218	
22	695	596	231	365						
23	501	479				304	175			
Total	3 064	2 765	424	667	593	304	175	175	218	208

Apêndice F: Cálculo de taxa de conversão entre empilhamentos

Para avaliar a taxa de conversão para a mudança de empilhamento, precisa-se avaliar a economia de espaço no empilhamento. Pode-se empilhar um pallet acima dos dois outros a cada pallet, portanto o espaço economizado corresponde a um terço do espaço ocupado pelos pallets (determinado através da taxa de ocupação). Assim o espaço final corresponde à diferença entre o espaço inicial, o que fornece taxa de conversão. O cálculo da taxa de ocupação foi feito a partir das configurações observadas nos armazéns 22 e 23, que são os armazéns mais representativos da organização de estoque segundo as normas da companhia.

Area a ser convertida para empilhamento 3	x
Taxa de ocupação	o
Economia para empilhamento 3	$o/3 \cdot x$
Area convertida em empilhamento 3	$x \cdot (1 - o/3)$
Taxa de conversão	$1 - o/3$

	Armazém 22	Armazém 23	Total
Ruas de circulação			
Número	4	3	7
Superfície ocupada (m2)	394	140	534
Ruas pedestres			
Numero	3	2	5
Superfície ocupada (m2)	32	22	54
Espaço entre pallets			
Numero	775	502	1 277
Superfície ocupada (m2)	58	38	96
Total desocupado	484	199	684
Total área	857	501	1 358
Taxa de ocupação	44%	60%	50%
Taxa de conversão			83%

Apêndice G: Alternativas de ocupação de espaço após ajustes

Plano X

Armazém			Áreas							
	Espaço Disponível (m2)	Espaço Ocupado (m2)	5I	5L	5P	8I	8L	8P	10	15
12	1 011	935	169	320	237	0	0	0	0	208
21	857	721	0	0	0	152	175	175	218	0
22	695	672	212	400	59	0	0	0	0	0
23	501	449	0	0	297	152	0	0	0	0
Total	3 064	2 776	382	720	593	304	175	175	218	208

Plano Y

Armazém			Áreas							
	Espaço Disponível (m2)	Espaço Ocupado (m2)	5I	5L	5P	8I	8L	8P	10	15
12	1 011	958	192	320	237	0	0	0	0	208
21	857	697	0	0	0	304	0	175	218	0
22	695	653	193	400	59	0	0	0	0	0
23	501	472	0	0	297	0	175	0	0	0
Total	3 064	2 780	385	720	593	304	175	175	218	208

Plano Z

Armazém			Áreas							
	Espaço Disponível (m2)	Espaço Ocupado (m2)	5I	5L	5P	8I	8L	8P	10	15
12	1 011	989	192	320	269	0	0	0	0	208
21	857	718	0	0	324	0	0	175	218	0
22	695	593	193	400	0	0	0	0	0	0
23	501	479	0	0	0	304	175	0	0	0
Total	3 064	2 780	385	720	593	304	175	175	218	208

Apêndice H: Cálculo dos espaços necessários para a área 5I

Numero da área	Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)	Intensidade do fluxo	Saídas em pallets de pallet misto (3 dias Max verão)	Pallets no picking	Tamanho da área (m2)
Total				50%	3 454		247	134	80
1	988	Grupo 1	I	24,3%	1679	A	119,90	60,0	36,0
2	982	Grupo 1	I	14,5%	999	A	71,39	37,5	22,5
3	2546	Grupo 1	I	4,8%	334	E	23,88	12,5	7,5
4	2538	Grupo 1	I	3,4%	238	E	16,97	12,5	7,5
5	3733	Grupo 1	I	2,0%	136	I	9,72	5,0	3,0
6	2544	Grupo 1	I	0,5%	38	I	2,68	5,0	3,0
7	989	Grupo 1	I	0,2%	13	O	0,93	0,5	0,3
7	987	Grupo 1	I	0,1%	6	O	0,46	0,2	0,1
7	1388	Grupo 1	I	0,1%	5	O	0,34	0,2	0,1
7	2542	Grupo 1	I	0,0%	3	O	0,23	0,1	0,1
7	9911	Grupo 1	I	0,0%	3	O	0,19	0,1	0,1

Apêndice I: Cálculos dos espaços necessários para a área 5L

Numero da area	Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Saídas em caixas de pallet misto (max verao)	Intensidade do fluxo	Saídas em pallets de pallet misto (3 dias max verao)	Pallets no picking	Tamanho da area
Total				50%	5 054		57	88	44
1	9260	Grupo 3	L	7,7%	778	A	8,71	10	6
2	9069	Grupo 3	L	7,2%	724	A	8,11	10	6
3	9068	Grupo 3	L	6,2%	630	A	7,05	10	6
4	9084	Grupo 3	L	4,0%	406	E	4,54	5	3
5	9261	Grupo 3	L	3,0%	307	E	3,44	5	3
6	9085	Grupo 3	L	2,1%	208	E	2,32	2,5	1,5
7	9072	Grupo 3	L	2,0%	206	E	2,31	2,5	1,5
8	9087	Grupo 3	L	1,8%	184	E	2,05	2,5	1,5
9	9083	Grupo 3	L	1,6%	162	E	1,81	2,5	1,5
10	9320	Grupo 3	L	1,5%	156	E	1,74	2,5	1,5
11	9259	Grupo 3	L	1,3%	130	E	1,45	2,5	1,5
12	9886	Grupo 3	L	1,2%	123	I	1,38	1,5	5,4
12	9096	Grupo 3	L	1,2%	116	I	1,30	1,5	
12	9067	Grupo 3	L	0,9%	91	I	1,01	1,5	
12	9091	Grupo 3	L	0,8%	86	I	0,96	1,5	
12	9089	Grupo 3	L	0,7%	73	I	0,81	1,5	
12	9080	Grupo 3	L	0,7%	71	I	0,80	1,5	
13	9093	Grupo 3	L	0,7%	71	I	0,79	1,5	5,4
13	9092	Grupo 3	L	0,6%	60	I	0,67	1,5	
13	9256	Grupo 3	L	0,5%	55	I	0,62	1,5	
13	9088	Grupo 3	L	0,5%	55	I	0,61	1,5	
13	9097	Grupo 3	L	0,5%	50	I	0,56	1,5	
13	9081	Grupo 3	L	0,4%	42	I	0,47	1,5	
14	9098	Grupo 3	L	0,4%	40	O	0,45	1	
14	1164	Grupo 3	L	0,3%	32	O	0,35	1	
14	1331	Grupo 3	L	0,3%	27	O	0,30	1	
14	9099	Grupo 3	L	0,3%	26	O	0,29	1	
14	9074	Grupo 3	L	0,3%	26	O	0,29	1	
14	9102	Grupo 3	L	0,2%	23	O	0,25	1	
14	9071	Grupo 3	L	0,2%	23	O	0,25	1	
14	9448	Grupo 3	L	0,2%	16	O	0,18	1	
14	9790	Grupo 3	L	0,2%	15	O	0,17	1	
14	9104	Grupo 3	L	0,1%	15	O	0,17	1	
14	9386	Grupo 3	L	0,1%	15	O	0,17	1	
14	9103	Grupo 3	L	0,1%	12	O	0,13	1	
14	9270	Grupo 3	L	0,0%	2	O	0,02	1	
14	9094	Grupo 3	L	0,0%	2	O	0,02	1	
14	1363	Grupo 3	L	0,0%	0	O	0,00	1	

Apêndice J: Cálculos dos espaços necessários para a área 5L

Número da área	Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Intensidade do fluxo	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)	Saídas em pallets de pallet misto (Max verão)	Pallets no picking	Tamanho da área
		Total		100%		3 726	39	60	37
1	8791	Grupo 2	P	17,0%	A	634	6,60	7,5	4,5
2	2349	Grupo 2	P	10,6%	A	396	4,12	5	6
2	1172	Grupo 2	P	9,2%	A	343	3,57	5	
3	1114	Grupo 2	P	5,5%	E	204	2,12	2,5	15
3	8793	Grupo 2	P	5,0%	E	186	1,94	2,5	
3	2353	Grupo 2	P	4,1%	E	151	1,57	2,5	
3	8919	Grupo 2	P	3,9%	E	145	1,51	2,5	
3	1168	Grupo 2	P	3,7%	E	137	1,43	2,5	
3	504	Grupo 2	P	3,4%	E	125	1,30	2,5	
3	2350	Grupo 2	P	3,2%	E	120	1,25	2,5	
3	503	Grupo 2	P	3,1%	E	115	1,20	2,5	
3	1116	Grupo 2	P	2,7%	E	101	1,05	2,5	
3	1176	Grupo 2	P	2,7%	E	99	1,03	2,5	
4	1513	Grupo 2	P	2,6%	I	95	0,99	1	5,4
4	4409	Grupo 2	P	2,1%	I	77	0,81	1	
4	2354	Grupo 2	P	1,6%	I	61	0,63	1	
4	8921	Grupo 2	P	1,6%	I	60	0,62	1	
4	9383	Grupo 2	P	1,6%	I	59	0,62	1	
4	1170	Grupo 2	P	1,5%	I	57	0,59	1	
4	7947	Grupo 2	P	1,5%	I	57	0,59	1	
4	7945	Grupo 2	P	1,4%	I	52	0,54	1	
4	7500	Grupo 2	P	1,3%	I	48	0,50	1	
5	5027	Grupo 2	P	1,2%	O	46	0,48	0,5	6,3
5	8933	Grupo 2	P	1,2%	O	45	0,47	0,5	
5	1166	Grupo 2	P	1,2%	O	44	0,46	0,5	
5	8923	Grupo 2	P	0,9%	O	33	0,34	0,5	
5	8411	Grupo 2	P	0,9%	O	32	0,33	0,5	
5	9265	Grupo 2	P	0,8%	O	29	0,30	0,5	
5	9793	Grupo 2	P	0,8%	O	29	0,30	0,5	
5	9385	Grupo 2	P	0,7%	O	27	0,28	0,5	
5	8926	Grupo 2	P	0,6%	O	24	0,25	0,5	
5	8413	Grupo 2	P	0,5%	O	19	0,20	0,5	
5	8931	Grupo 2	P	0,5%	O	18	0,19	0,5	
5	1333	Grupo 2	P	0,4%	O	15	0,16	0,5	
5	8929	Grupo 2	P	0,3%	O	12	0,13	0,5	
5	7472	Grupo 2	P	0,3%	O	11	0,11	0,5	
5	8418	Grupo 2	P	0,3%	O	11	0,11	0,5	

Número da área	Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Intensidade do fluxo	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)	Saídas em pallets de pallet misto (Max verão)	Pallets no picking	Tamanho da área
5	8927	Grupo 2	P	0,3%	O	10	0,11	0,5	
5	1335	Grupo 2	P	0,3%	O	9	0,10	0,5	
5	4670	Grupo 2	P	0,1%	O	5	0,05	0,5	
5	4669	Grupo 2	P	0,1%	O	5	0,05	0,5	
5	1343	Grupo 2	P	0,0%	O	1	0,02	0,5	
5	7481	Grupo 2	P	0,0%	O	0	0,00	0,5	
6	3735	Grupo 5	P	3,8%	E	143	4,30	5	3
7	392	Grupo 5	P	1,4%	O	52	1,57	2,5	6
7	279	Grupo 5	P	1,3%	O	49	1,47	2,5	
7	5018	Grupo 5	P	1,3%	O	49	1,47	2,5	
7	371	Grupo 5	P	0,9%	O	33	0,98	2,5	
8	8107	Grupo 5	P	0,8%	U	29	0,88	1	4,2
8	6072	Grupo 5	P	0,7%	U	28	0,83	1	
8	8153	Grupo 5	P	0,7%	U	26	0,78	1	
8	2569	Grupo 5	P	0,7%	U	24	0,73	1	
8	8757	Grupo 5	P	0,6%	U	22	0,66	1	
8	6161	Grupo 5	P	0,5%	U	20	0,61	1	
8	361	Grupo 5	P	0,5%	U	20	0,59	1	
9	8336	Grupo 5	P	0,3%	U	11	0,34	0,5	6,6
9	620	Grupo 5	P	0,3%	U	11	0,34	0,5	
9	2571	Grupo 5	P	0,3%	U	9	0,28	0,5	
9	6281	Grupo 5	P	0,2%	U	9	0,27	0,5	
9	6019	Grupo 5	P	0,2%	U	9	0,26	0,5	
9	2566	Grupo 5	P	0,2%	U	8	0,23	0,5	
9	4730	Grupo 5	P	0,2%	U	6	0,19	0,5	
9	8761	Grupo 5	P	0,1%	U	5	0,16	0,5	
9	6580	Grupo 5	P	0,1%	U	5	0,14	0,5	
9	8775	Grupo 5	P	0,1%	U	4	0,13	0,5	
9	6581	Grupo 5	P	0,1%	U	4	0,13	0,5	
9	1684	Grupo 5	P	0,1%	U	4	0,11	0,5	
9	9805	Grupo 5	P	0,1%	U	3	0,10	0,5	
9	9809	Grupo 5	P	0,0%	U	2	0,05	0,5	
9	9351	Grupo 5	P	0,0%	U	1	0,04	0,5	
9	8452	Grupo 5	P	0,0%	U	1	0,03	0,5	
9	1121	Grupo 5	P	0,0%	U	1	0,02	0,5	
9	9347	Grupo 5	P	0,0%	U	1	0,02	0,5	
9	9807	Grupo 5	P	0,0%	U	0	0,01	0,5	
9	9353	Grupo 5	P	0,0%	U	0	0,01	0,5	
9	9713	Grupo 5	P	0,0%	U	0	0,01	0,5	
9	9714	Grupo 5	P	0,0%	U	0	0,01	0,5	

Número da área	Cód.	Embalagem	Classe	% UV	Intensidade do fluxo	Saídas em caixas de pallet misto (Max verão)	Saídas em pallets de pallet misto (Max verão)	Pallets no picking	Tamanho da área
10	7980	Grupo 6	P	2,5%	E	94	3,37	5	9
10	7982	Grupo 6	P	2,0%	E	75	2,69	5	
10	7977	Grupo 6	P	1,9%	E	73	2,59	5	
11	7981	Grupo 6	P	1,8%	O	66	2,34	2,5	10,5
11	7983	Grupo 6	P	1,7%	O	65	2,31	2,5	
11	9819	Grupo 6	P	1,4%	O	53	1,89	2,5	
11	7979	Grupo 6	P	1,2%	O	43	1,55	2,5	
11	8737	Grupo 6	P	1,1%	O	39	1,41	2,5	
11	9381	Grupo 6	P	1,0%	O	37	1,31	2,5	
11	7985	Grupo 6	P	0,9%	O	35	1,25	2,5	
12	8294	Grupo 6	P	0,1%	O	4	0,13	0,5	0,9
12	8297	Grupo 6	P	0,1%	O	3	0,12	0,5	
12	8292	Grupo 6	P	0,1%	O	2	0,08	0,5	
13	2231	Grupo 7	P	5,4%	E	203	2,11	2,5	3
13	2592	Grupo 7	P	3,1%	E	116	1,21	2,5	
14	2237	Grupo 7	P	1,4%	O	53	0,55	0,5	1,8
14	2595	Grupo 7	P	1,1%	O	40	0,42	0,5	
14	909	Grupo 7	P	0,5%	O	17	0,18	0,5	
14	978	Grupo 7	P	0,3%	O	12	0,13	0,5	
14	971	Grupo 7	P	0,3%	O	11	0,11	0,5	
14	576	Grupo 7	P	0,2%	O	7	0,07	0,5	
15	772	Outros	P	2,5%	E	95	0,99	1	2,4
15	2243	Outros	P	2,5%	E	92	0,96	1	
15	2248	Outros	P	1,6%	E	61	0,64	1	
15	7431	Outros	P	1,4%	E	52	0,54	1	
16	2250	Outros	P	1,0%	U	39	0,41	0,5	3
16	7598	Outros	P	0,7%	U	25	0,26	0,5	
16	8954	Outros	P	0,2%	U	6	0,06	0,5	
16	8958	Outros	P	0,2%	U	6	0,06	0,5	
16	8956	Outros	P	0,2%	U	6	0,06	0,5	
16	8137	Outros	P	0,1%	U	3	0,03	0,5	
16	1452	Outros	P	0,0%	U	0	0,00	0,5	
16	1450	Outros	P	0,0%	U	0	0,00	0,5	
16	1451	Outros	P	0,0%	U	0	0,00	0,5	
16	9786	Outros	P	0,0%	U	0	0,00	0,5	