

ESTEVÃO ZEPPONE CARLOS

**RACIONALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO
COMPARTILHADO DE EMPRESAS DE VAREJO *ONLINE***

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

São Paulo
2015

ESTEVÃO ZEPPONE CARLOS

**RACIONALIZAÇÃO DE OPERAÇÕES EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO
COMPARTILHADO DE EMPRESAS DE VAREJO *ONLINE***

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

Orientador:
Prof. Dr. Dario Miyake

São Paulo

2015

Catalogação-na-Publicação

Carlos, Estevão Zeppone

**Racionalização de operações em um centro de distribuição
compartilhado de empresas de varejo online / E.Z. Carlos. – São
Paulo, 2015.**

133 p.

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

**1.Mapeamento de processo 2.Simulação 3.Picking I.
Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Produção II.t.**

*A todos que, de um jeito ou de outro,
contribuíram para minha formação.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manoel e Iracilda, por não medirem esforços no apoio aos meus estudos desde cedo. Por todo amor, incentivo e credibilidade depositada em mim.

Aos meus irmãos, Julio e Manoela, pela amizade, paciência e por sempre estarem ao meu lado.

À minha namorada, Larissa, pelo carinho e companheirismo em toda trajetória e por me dar forças em momentos decisivos.

Ao professor Dario, pela orientação e dedicação extraordinária a este trabalho.

À minha família de sangue, em geral, por sempre lutarem pelo meu melhor.

À minha família da Poli, Felipe, Thais, Rodrigo, Maurício, Raisa, Arthur, Bruno, André e Oswaldo, sem os quais essa caminhada não teria valido a pena.

Aos colegas da *Adventure Apparel*, pela disponibilidade e auxílio na condução deste trabalho.

Aos professores da Escola Politécnica, que sempre se fizeram exemplos a serem seguidos e tiveram contribuição direta em minha formação como Engenheiro de Produção.

RESUMO

O presente trabalho de formatura tem como objetivo a análise e melhoria do processo de *outbound* do centro de distribuição compartilhado de empresas de varejo *online* através da modelagem e simulação do processo de *picking*.

A primeira parte deste estudo comprehende o amplo entendimento dos processos envolvidos, bem como a identificação de cada atividade componente e o desenho do fluxograma para determinar a sequência operacional dos processos atuais.

Uma posterior análise quantitativa dos processos desenvolvidos direcionou esforços de modelagem e simulação para o processo de *picking*, a fim de confrontar a situação atual a propostas de melhoria.

O simulador de *picking*, construído no ambiente do *software* Microsoft ExcelTM, com a utilização da linguagem *Visual Basic for Applications*, possibilitou a análise dos impactos de um novo *layout* nas áreas de armazenagem para as empresas objeto de estudo, através da separação das estruturas de armazenagem.

O resultado obtido é um aumento na métrica de eficiência operacional itens separados por homem-hora alocado no processo de *picking* e pode ser traduzido para a empresa em: uma redução de custo com pessoal, um aumento na quantidade de itens expedidos e/ou uma redução no *lead time* de processo.

Palavras-Chave: Mapeamento de processo, Melhoria de processo, Simulação, *Picking*.

ABSTRACT

This paper aims to analyze and improve the outbound process of a shared distribution center from online retail companies through modeling and simulation of their current picking process.

The first part of this study comprehends the broad understanding of the processes involved, as well as the identification of each component and the design of a flowchart to determine the current operational sequence.

Further quantitative analysis from mapped processes orientated the discussion towards modeling and simulation of the picking process, in order to compare the current situation and improvement proposals.

A picking simulator was built in Microsoft ExcelTM environment, using Visual Basic for Applications language. It made possible to quantify impacts of a new layout for the storage areas, by separating the storage structures between companies.

The result is an improvement on picking process efficiency, translated into a higher items separated by men-hour allocated in the process. This could be used by the companies as: a reduction on labor costs, an increase on shipment volume and/or a reduction on process lead time.

Keywords: Process mapping, Process improvement, Simulation, Picking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de venda tradicional de estoque próprio	15
Figura 2 - Processo de venda consignado.....	15
Figura 3 - Processo de venda por <i>cross docking</i>	16
Figura 4 - Processo de venda por <i>marketplace</i>	16
Figura 5 - Expedição <i>Adventure Apparel</i> no período analisado	17
Figura 6 - Expedição <i>Child World</i> no período analisado.....	17
Figura 7 - Destino de vendas – <i>Adventure Apparel</i> e <i>Child World</i> consolidadas	18
Figura 8 - Estrutura organizacional	19
Figura 9 - Classificação de sistemas de <i>picking</i> de pedidos	22
Figura 10 – Processo de transformação	28
Figura 11 - Simbologia de fluxogramas (Padrão ANSI)	32
Figura 12 - Relação entre Sistema real, Modelo e Simulador	33
Figura 13 - Método da Transformada Inversa	35
Figura 14 - Função inversa da distribuição de probabilidade uniforme	35
Figura 15 - Agrupamento de atividades de um projeto de simulação.....	37
Figura 16 – Típica distribuição de tempo entre atividades em um processo de <i>picking picker-to-parts</i> , situação <i>benchmark</i>	44
Figura 17 – Metodologia de validação do modelo proposta, ilustrativa.....	44
Figura 18 - Representação simplificada do CD, fluxo anti-horário.....	47
Figura 19 – Sequência de processos para itens próprios e consignados: do recebimento à expedição	49
Figura 20 – Sequência de processos para itens <i>cross docking</i> : do recebimento à expedição	49
Figura 21 - Lógica de priorização utilizada no <i>picking</i> , ilustrativa	52
Figura 22 – Instrumento utilizado por <i>pickers</i> , ilustrativo.....	53
Figura 23 - Roteirização do <i>picking</i> no <i>layout</i> atual	55
Figura 24 - Curva ABC, % de homens-horas alocados nos processos de <i>outbound</i>	59
Figura 25 - <i>Lead time</i> do processo de <i>outbound</i> considerado.....	60
Figura 26 - Distribuição dos tempos que compõem o <i>lead time</i> total do processo de <i>outbound</i>	61
Figura 27 – Elementos do processo de <i>picking</i> no ambiente de simulação	63
Figura 28 – Sequência lógica de atividades de um <i>picker</i>	66
Figura 29 - Modelagem do $T_{picking}$ considerando tempos de busca e seleção.....	69
Figura 30 - Heurística para determinação da direção utilizada.....	71
Figura 31 - Ilustração da heurística de determinação da direção	72
Figura 32 – Pseudocódigo do modelo de simulação.....	80
Figura 33 – Comparação do dado real da quantidade de itens processados com a quantidade obtida na simulação	82
Figura 34 - Comparação <i>output</i> da simulação da situação atual e literatura.....	83
Figura 35 - Proposta de <i>layout</i>	86
Figura 36 - Roteirização de pedidos no <i>layout</i> proposto	88
Figura 37 - <i>Layout</i> e roteirização propostos: porta-paletes.....	89
Figura 38 - Reendereçamento de itens em posições não condizentes com às da empresa	91
Figura 39 - Distribuição de tempos nas atividades: situação atual e <i>layout</i> proposto	92

Figura 40 - Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: Até 20 itens na lista	94
Figura 41 – Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: De 20 a 100 itens na lista.....	94
Figura 42 - Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: Mais de 100 itens na lista	95
Figura 43 - Curva ABC, % de homens-horas alocados nos processos de <i>outbound</i> no <i>layout</i> proposto.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de categorização de produtos da <i>Adventure Apparel</i>	20
Tabela 2 - Atributos e relevância na expedição – dados consolidados das empresas.....	21
Tabela 3 – Melhoria de processo versus Reengenharia de processo	30
Tabela 4 - Tipos de simulação	34
Tabela 5 - Metodologia aplicada	39
Tabela 6 – Quantidade de itens processados, em milhares de unidades	58
Tabela 7 – Fluxo normal de atividades de <i>Picking</i>	64
Tabela 8 - Distribuição de posições de estoque por quantidade de itens armazenados	68
Tabela 9 - Variáveis utilizadas no modelo.....	73
Tabela 10 - Parâmetros utilizados no modelo.....	74
Tabela 11 - Composição das listas de <i>picking</i> utilizadas	75
Tabela 12 – Distribuição de itens das listas de <i>picking</i> utilizadas por atributo de produto	75
Tabela 13 - Distribuição das listas de <i>picking</i> por quantidade de itens	77
Tabela 14 - Estimativa das constantes utilizadas para cálculo de tempo das atividades no modelo de simulação	78
Tabela 15 - Itens processados e listas separadas em cinco simulações do caso base	82
Tabela 16 - Comparação dos resultados obtidos com as simulações da operação do CD na Situação atual e com o <i>Layout</i> proposto.....	92
Tabela 17 - Tempo médio de separação por produto - segundos por item separado	96
Tabela 18 - <i>Lead time</i> do processo de <i>picking</i>	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPI	<i>Business Process Improvement</i>
BPR	<i>Business Process Re-engineering</i>
B2C	<i>Business to Consumer</i>
CD	Centro de distribuição
COO	<i>Chief Operating Officer</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
PCP	Programação e Controle da Produção
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SU	<i>Storage Unit</i>
TF	Trabalho de Formatura
TI	Tecnologia da Informação
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Apresentação do Trabalho	13
1.2 Contexto.....	13
1.2.1 Caracterização organizacional das empresas	18
1.2.2 Caracterização dos produtos comercializados	20
1.3 Problema e objetivo do Trabalho.....	21
1.4 Estrutura do Trabalho	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1 Processos.....	27
2.1.1 Definição de processos	27
2.1.2 Gerenciamento de processos.....	29
2.1.3 Mapeamento de processos	31
2.2 Simulação	32
2.2.1 Modelo	32
2.2.2 Simulação	33
2.2.3 Metodologia para modelagem e simulação.....	36
3. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA.....	39
3.1 Mapeamento de processos	40
3.2 Análise dos processos mapeados e decisão de aprofundamento.....	41
3.3 Preparação para modelagem	41
3.4 Desenvolvimento do modelo	42
3.5 Análise da situação atual do CD e proposta de melhoria.....	45
4. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	47
4.1 Mapeamento de processos	49
4.1.1 Recebimento e triagem	49
4.1.2 Armazenagem	51
4.1.3 <i>Picking</i>	51
4.1.4 Consolidação.....	56
4.1.5 Conferência.....	56
4.1.6 Romaneio e expedição	57
4.1.7 Fluxograma e Mapofluxograma de processos	57

4.2	Análise dos processos mapeados.....	58
4.3	Decisão de aprofundamento de análise	61
5.	ESTRUTURAÇÃO DA SIMULAÇÃO PELA MODELAGEM DO PROCESSO DE <i>PICKING</i>	63
5.1	Preparação para modelagem.....	63
5.1.1	Definição do problema	63
5.1.2	Formulação do modelo.....	65
5.1.3	Preparação de dados	73
5.2	Desenvolvimento do modelo.....	79
6.	ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DO CD E PROPOSTA DE MELHORIA	84
6.1	Descrição da proposta de melhoria	86
6.2	Alterações no modelo de simulação do CD	88
6.3	Resultados da simulação da proposta de melhoria.....	91
7.	CONCLUSÃO	97
7.1	Possíveis impactos da proposta de melhoria para a empresa	97
7.1.1	Redução de custos através da menor alocação de recursos humanos	97
7.1.2	Aumento da quantidade de produtos expedidos.....	98
7.1.3	Redução de <i>lead time</i> do processo de <i>picking</i>	100
7.2	Considerações Finais.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103	
APÊNDICE A – Planta do Centro de Distribuição.....	106	
APÊNDICE B – Metodologias de simulação de sistemas	107	
APÊNDICE C1 – Fluxograma de Processos: Recebimento	108	
APÊNDICE C2 – Fluxograma de Processos: Armazenagem	109	
APÊNDICE C3 – Fluxograma de Processos: <i>Picking</i>	110	
APÊNDICE C4 – Fluxograma de Processos: Consolidação.....	111	
APÊNDICE C5 – Fluxograma de Processos: Conferência	112	
APÊNDICE C6 – Fluxograma de Processos: Romaneio e Expedição.....	113	
APÊNDICE D1 – Mapofluxograma de processos <i>inbound</i>	114	
APÊNDICE D2 – Mapofluxograma de processos <i>outbound</i>	115	
APÊNDICE E – Estudo dos processos de <i>outbound</i>.....	116	
APÊNDICE F – <i>Lead Times</i> de processo.....	121	
APÊNDICE G – Ambiente de simulação <i>layout</i> atual	122	
APÊNDICE H – <i>Output</i> da simulação da situação atual.....	123	

APÊNDICE I – Ambiente de simulação <i>layout</i> proposto.....	129
APÊNDICE J – <i>Output</i> da simulação do <i>Layout</i> proposto.....	130

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Trabalho

O Trabalho de Formatura (TF) representa a conclusão do ciclo de estudos do autor no curso de Engenharia de Produção. Trata-se, portanto, de um momento singular de consolidação de métodos, instrumentos e técnicas adquiridos, aplicados a problemas reais encontrados no universo profissional.

O presente trabalho terá por foco primário a diretoria de Operações da empresa na qual o autor foi estagiário por um ano, endereçada aqui por um nome fictício “*Adventure Apparel*”, uma loja virtual (*e-commerce*) de artigos para esportes radicais e de aventura, especializada em segmentos como Surf e Skate. A *Adventure Apparel* compõe o portfólio de *startups* de uma das maiores incubadoras de negócios de *e-commerce* do mundo.

Tratando-se especificamente dos departamentos da diretoria de Operações, o centro de distribuição (CD) compartilha recursos (tanto os recursos humanos como a estrutura física) com outra empresa do grupo, chamada aqui “*Child world*”, cujo modelo de negócio baseado em loja estritamente virtual aproxima-se do da *Adventure Apparel* e é diferenciado, sobretudo, em termos de portfólio de produtos vendidos e público alvo: artigos e moda infanto-juvenil. Desse modo, as considerações e análises desenvolvidas neste trabalho terão estas duas empresas em seu escopo.

1.2 Contexto

O mercado varejista *online* brasileiro vive um momento de grande crescimento e de muitas oportunidades. De acordo com E-BIT (2014), empresa especializada no setor de vendas pela internet, certificando lojas quanto ao nível de serviços e fornecendo dados de comércio eletrônico brasileiro, as vendas no setor alcançaram R\$ 28 bilhões em 2013, um crescimento de 28% em relação ao ano anterior. As estimativas para anos seguintes mantêm-se com crescimento nominal próximo a 20% ao ano sustentado pela popularização do acesso à banda larga, sobretudo em dispositivos móveis.

Esse cenário otimista favorece o surgimento de empresas *business-to-consumer* (B2C), dos mais diversos nichos e produtos. Concomitantemente a esse movimento, observa-se a expansão de operações de empresas tipicamente físicas (nas quais lojas constituem o principal meio de relacionamento) pela abertura de canais virtuais, buscando novas fontes de receita e a satisfação de alguns segmentos de clientes pela conveniência e praticidade de compras *online* (ex.: Ponto Frio, Extra e Centauro).

Nessa conjuntura a *Adventure Apparel* e a *Child World* foram fundadas, em um processo de replicação de modelos de negócios de sucesso no exterior. A *Adventure Apparel* iniciou sua operação há cerca de quatro anos e já distribui aproximadamente 21 mil artigos de mais de 400 marcas. Com uma trajetória parecida, a *Child World* foi fundada poucos meses depois, no mesmo ano de 2011, e conta com um portfólio de 18 mil artigos entre roupas, brinquedos, mamadeiras, carrinhos de bebê e artigos de higiene.

O crescimento acelerado de ambas empresas *startups* com constantes aportes financeiros trouxe a necessidade de reestruturar seus processos e redimensionar suas operações. Iniciativas buscando o crescimento sustentável do negócio, novas áreas, constante redesenho de processos e transformação do alto volume de dados em indicadores de performance chave (*KPI's*) foram então iniciadas.

No tocante à diretoria de Operações, a necessidade de controle da movimentação de produtos, do recebimento à entrega, a fim de garantir o transporte dentro do prazo estipulado para o cliente, tornou-se uma tarefa cada vez mais desafiadora com o aumento de escala. Lekovic e Milicevic (2013) ressaltam a importância da logística de produtos em comércio eletrônico, afirmando que as transações virtuais alteram e trazem novos riscos à relação vendedor-cliente. Nesse sentido argumentam que existe um descasamento entre a velocidade de pedido (que pode ser feito em alguns segundos ou alguns cliques) e a velocidade de entrega do produto (alguns dias). Portanto, o processo logístico deve garantir que o produto certo (pedido em uma loja virtual) esteja no lugar certo (definido pelo cliente e bastante variável) em um tempo certo (duração que o cliente está disposto a esperar). Por essa complexidade e relevância pode-se argumentar que a eficiência operacional constitui um fator crítico de sucesso para as empresas.

Com uma expedição total aproximada de 12000 itens diários (consolidado para ambas empresas) sujeitos a perfis de sazonalidade de mercado diferentes, a distribuição de recursos no CD é crítica. Esse processo ganha ainda mais complexidade pela existência de diferentes modalidades de venda de produtos e interfaces com o CD, conforme descritas a seguir:

- **Próprio:** conforme ilustra a Figura 1, o produto é propriedade da empresa, adquirido em quantidade determinada de um fornecedor e, após ser armazenado no CD, o mesmo pode ser comercializado.

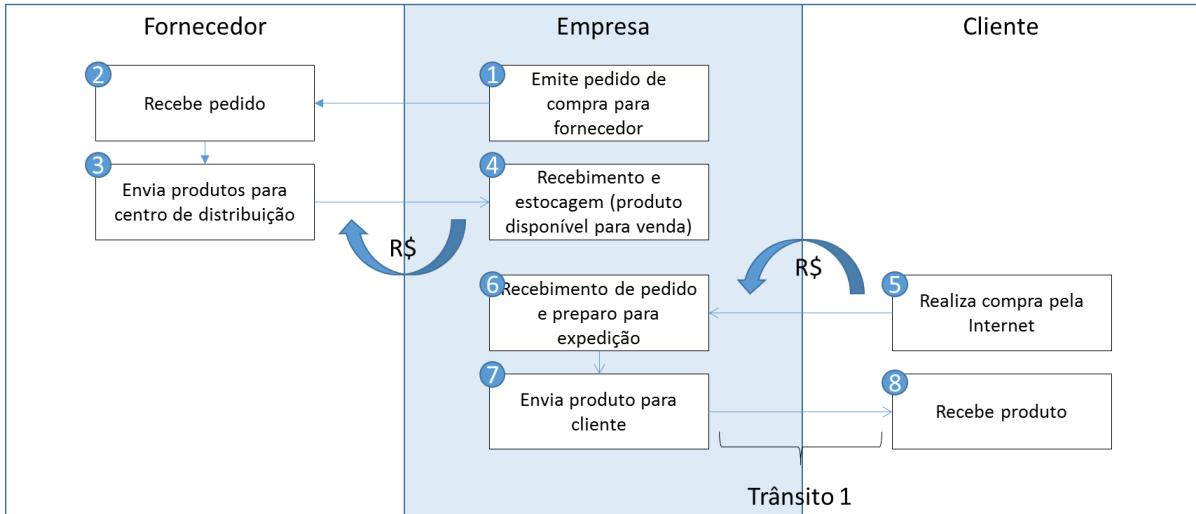


Figura 1 - Processo de venda tradicional de estoque próprio

- **Consignado:** tratado de forma semelhante ao estoque próprio (o produto está sob posse da empresa e armazenado no CD no momento da venda), produtos consignados têm sua compra faturada ao fornecedor somente após a venda ao cliente final. Esse tipo de produto é comprado em maiores quantidades, não havendo dispêndio imediato de caixa para as empresas, o que normalmente o faz permanecer maior tempo em estoque. A Figura 2 ilustra essa modalidade de venda.

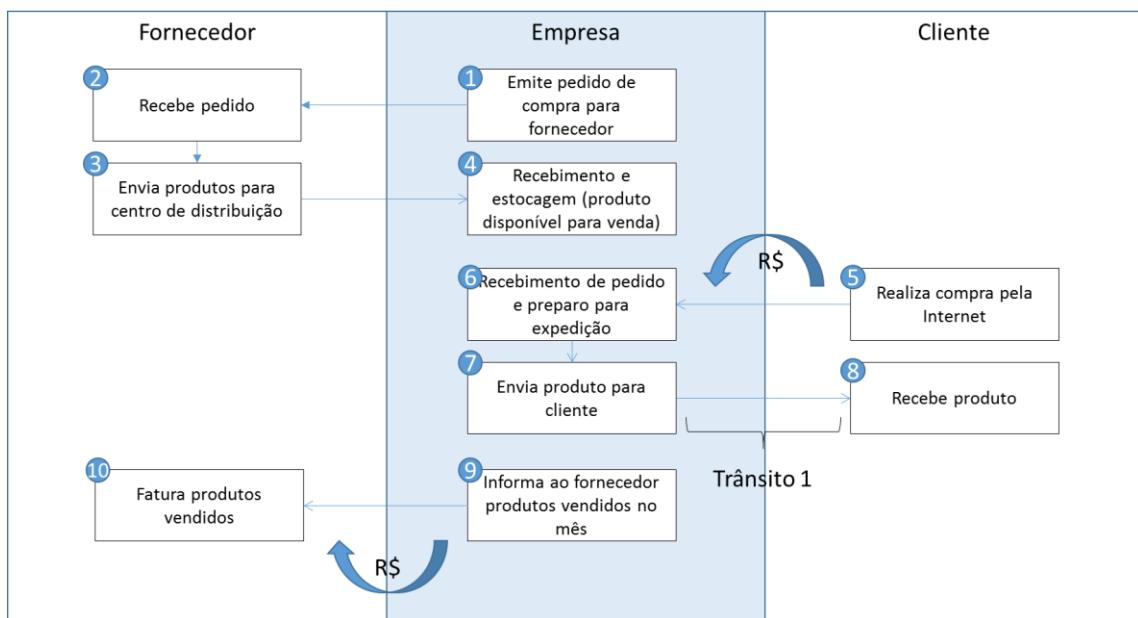


Figura 2 - Processo de venda consignado

- ***Cross docking***: prática de receber produtos no CD que não são estocados, mas sim imediatamente separados para carregamento de entrega (venda). Os produtos comercializados por meio de *cross docking* tem limite de estoque disponibilizado pelo fornecedor e são pedidos na realização da compra pelo cliente. Esse processo exige uma

grande integração com fornecedores e tem, sob o ponto de vista do cliente, um tempo estimado de entrega maior (duas entregas). A Figura 3 ilustra essa modalidade de venda.

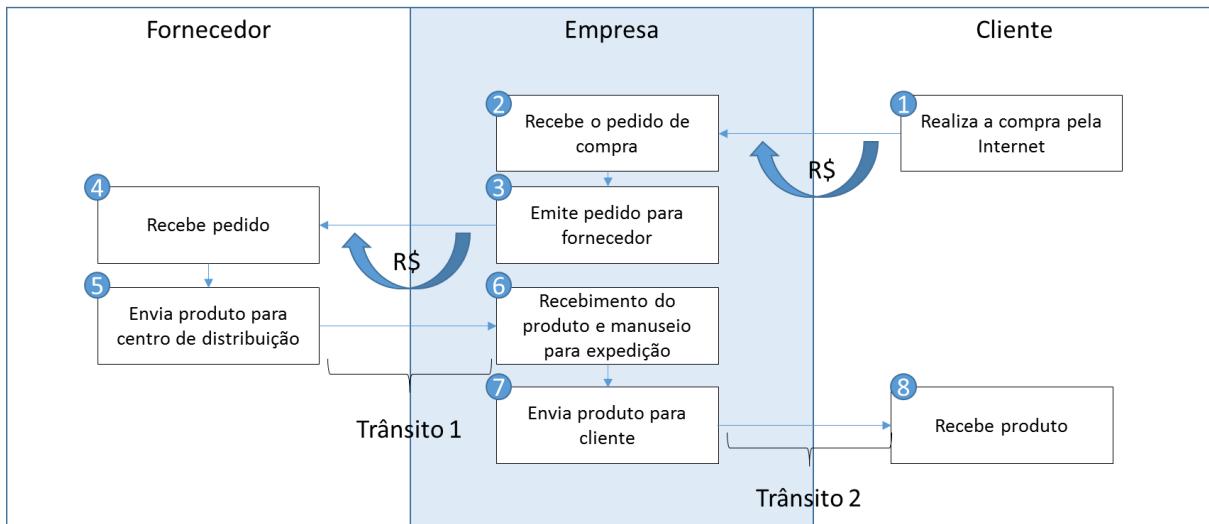


Figura 3 - Processo de venda por *cross docking*

- **Marketplace:** o fornecedor apenas utiliza o espaço *online* da *Adventure Apparel* ou da *Child World* para divulgar seus produtos. As duas empresas não são responsáveis pelo recebimento e pagamento da operação, mas esta forma de comercialização gera receita pelo comissionamento da promoção de produtos de terceiros (apesar da relevância para as empresas objetos do estudo, não envolve a participação do CD). A Figura 4 ilustra essa modalidade de venda.

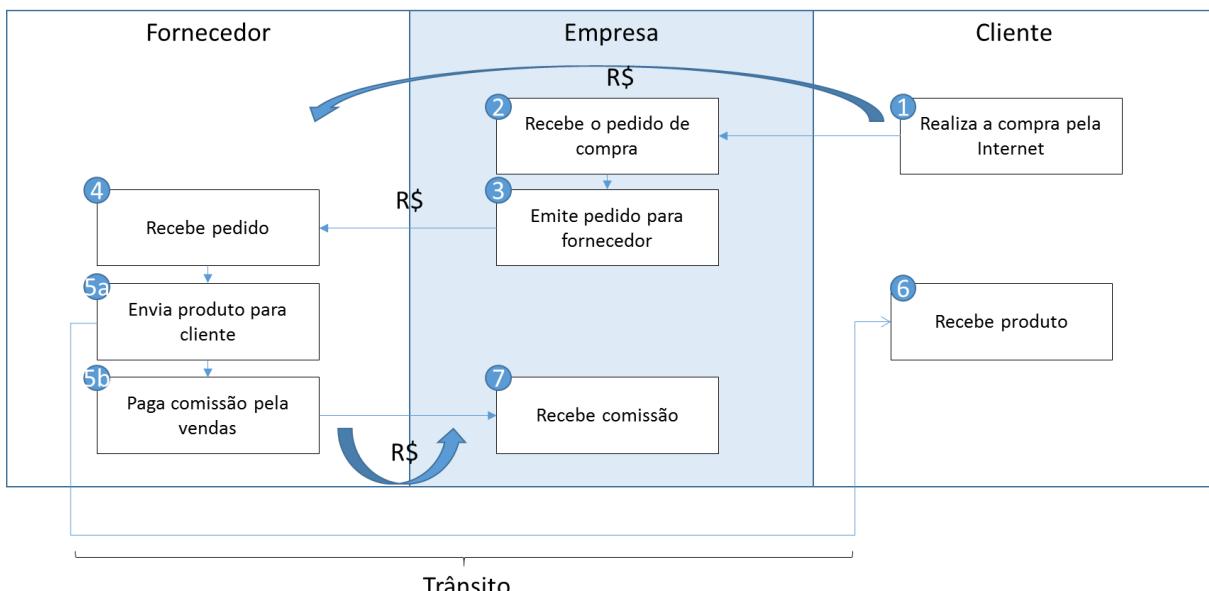


Figura 4 - Processo de venda por *marketplace*

Observando fortes fatores de sazonalidade da demanda, nas modalidades de venda apresentadas, têm-se os seguintes volumes expedidos, apresentados na Figura 5 e na Figura 6 para o período de junho de 2013 a junho de 2014:

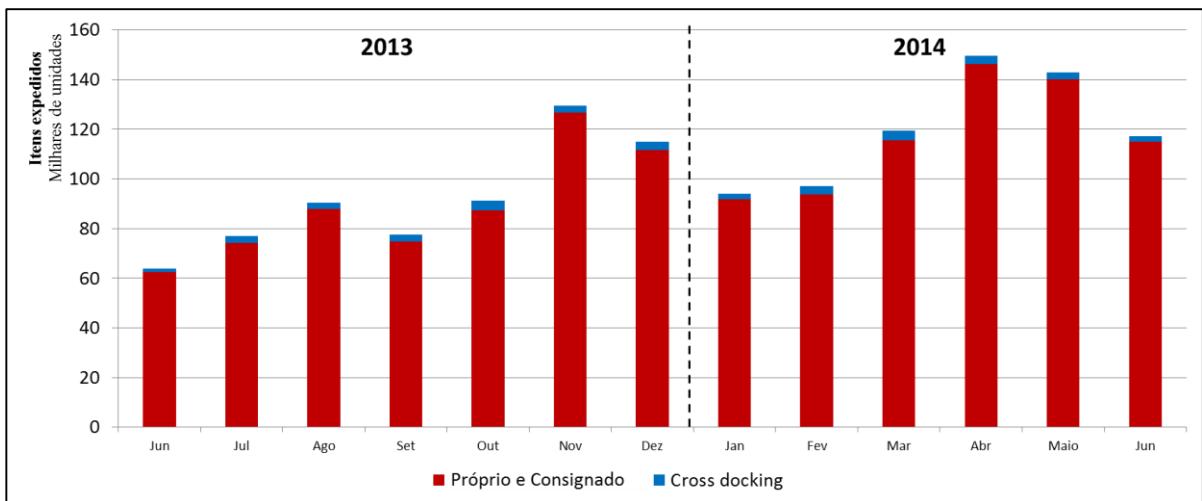


Figura 5 - Expedição *Adventure Apparel* no período analisado

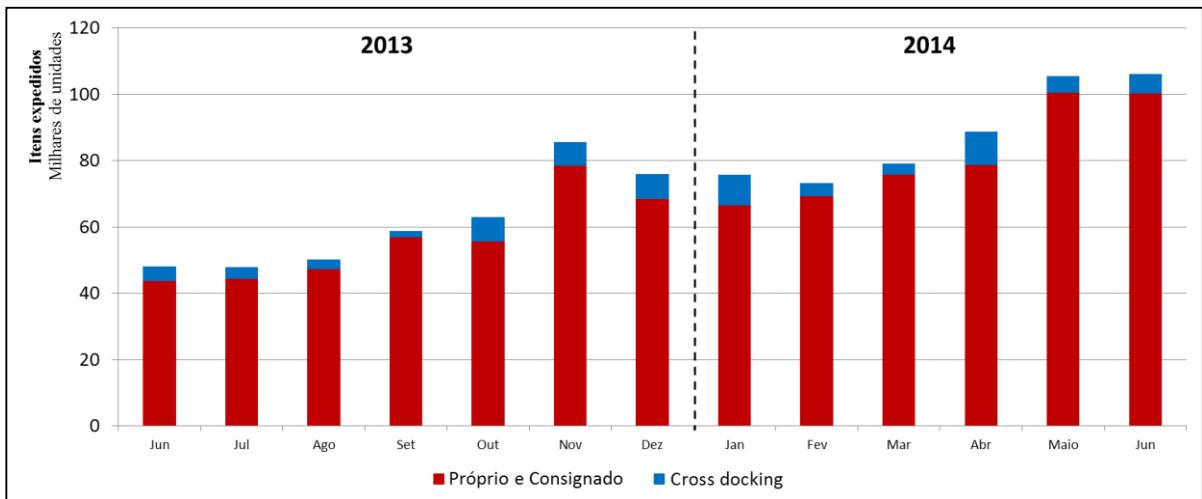


Figura 6 - Expedição *Child World* no período analisado

Pode-se observar que expedições nas modalidades Próprio e Consignado são predominantes nas empresas consideradas, em especial na *Adventure Apparel*. Em termos de sazonalidade anual, percebe-se uma menor concentração de vendas nos meses de janeiro e fevereiro (período de férias escolares e maior ocorrência de viagens familiares, diminuindo compras no segmento *online* e revertendo a tendência de crescimento mês a mês observada no período analisado pelas empresas).

Ambas empresas operam no âmbito nacional através da terceirização do transporte de mercadorias. No entanto, quase 80% do volume de vendas das empresas tem por destinatários

clientes nas regiões Sul e Sudeste, conforme observado na Figura 7. Essa configuração atenua a complexidade geográfica do problema de distribuição. Também não traz o questionamento pela alta gestão quanto à necessidade de criação de um novo CD mais próximo de outros mercados consumidores.

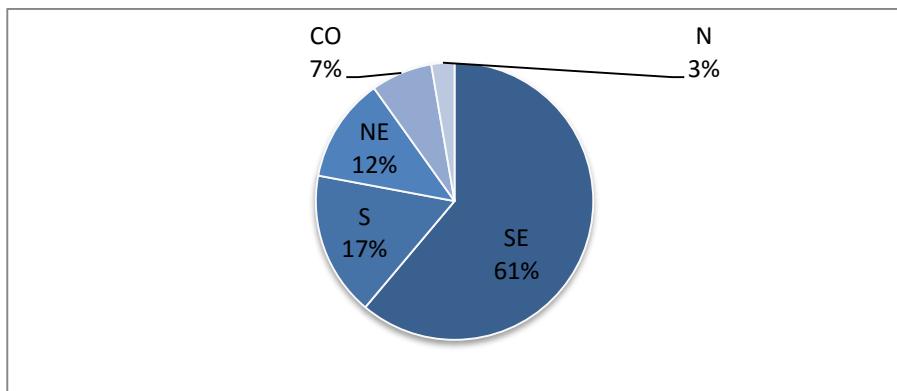


Figura 7 - Destino de vendas – Adventure Apparel e Child World consolidadas

1.2.1 Caracterização organizacional das empresas

As empresas objeto de estudo, pelo seu enquadramento como empresas *e-commerce* de varejo, possuem um alto nível de semelhança em suas estruturas organizacionais, estando ambas organizadas em cinco diretorias principais: Operações, Comercial, Marketing, Financeira e de Tecnologia da Informação (TI). As empresas possuem sede em São Paulo, na qual grande parte de seus funcionários atua. A área de Operações é exceção, centralizada no centro de distribuição instalado na cidade de Jundiaí.

Cada empresa possui suas diretorias de TI e Financeira, além de departamentos de suporte próprios. Dessa forma o compartilhamento de recursos físicos e humanos citado anteriormente fica restrito à diretoria de Operações, que constitui o foco do desenvolvimento do presente trabalho.

A diretoria de Operações é composta pelos departamentos de Logística e Atendimento, juntamente com as atividades de suporte. Os níveis gerenciais de operação respondem diretamente ao diretor de operações (COO – *Chief Operating Officer*).

As áreas de suporte, complementares à sede, conduzem processos, operações e análises referentes unicamente aos processos desenvolvidos no CD. Nesse enquadramento temos a área de TI (controle interno de informações, desenvolvimento de sistemas e gerenciamento das

bases de dados sobre recebimento, movimentação e expedição), a área de *business intelligence* (prospecção de informações, criação de relatórios gerenciais de desempenho), um segmento da área financeira e uma área de recursos humanos própria.

Essa organização está ilustrada na Figura 8. Os itens diferenciados em laranja constituem as pessoas identificadas e disponíveis para auxiliar o autor no entendimento das operações.

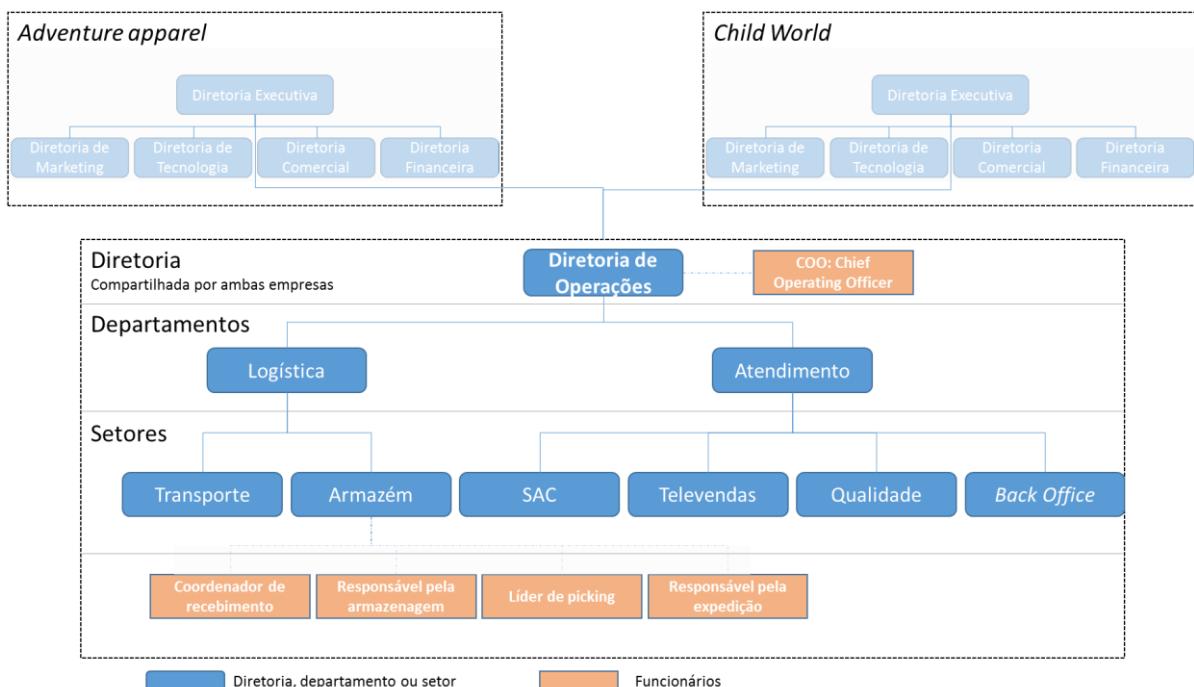


Figura 8 - Estrutura organizacional

O departamento Logística comprehende tanto o relacionamento com aproximadamente vinte empresas de transporte (agendamento de docas, negociação para expedição de produtos) quanto as pessoas responsáveis pela movimentação de materiais por todos os processos internos do CD. Essa segunda atribuição, representada pelo setor Armazém, é constituída por aproximadamente 130 funcionários divididos em dois turnos: 5:30 às 14:30 e 14:00 às 23:00.

Por fim, o departamento denominado Atendimento engloba as demais operações, como o SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor, não terceirizado), o setor de televendas (fonte de pedidos de menor representatividade), os responsáveis pela qualidade dos produtos (realização de inventário, alteração de código de barras, análise de pedidos, resolução de problemas de processo) e outras atividades de *back office* (ex.: construção de imagens para o *website*, cadastro de produtos).

1.2.2 Caracterização dos produtos comercializados

Para que o leitor se familiarize mais com os processos a serem tratados nesse trabalho, vale uma breve ilustração e classificação dos produtos comercializados pelas empresas. Esses são agrupados, em primeira instância, por semelhança de atributos, à função e, em alguns grupos, podem possuir também dimensões (cubagem) e pesos próximos. A categorização a nível mais minucioso se dá pela identificação no nível de *Stock Keeping Unit* (SKU), possuindo unicidade em suas características, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplo de categorização de produtos da *Adventure Apparel*

Atributo	Categoria	Subcategoria/Tipo	SKU – Configuração	SKU - Simples
	Camiseta	Camiseta manga curta	Camiseta manga curta marca X modelo A	Camiseta manga curta marca X modelo A
Vestuário				tamanho P
	Blusa	Blusa de moletom	...	

Pela não necessidade de desenvolver análises demasiadamente granulares relacionadas a tipos de produto no presente trabalho, utilizaremos a classificação considerada pelas empresas a nível de atributos. Nessa classificação os grupos de produtos mais expressivos, em quantidade de itens expedidos, são:

- **Sapatos:** grupo válido para ambas empresas; engloba quaisquer produtos que cubram a região do pé, podendo ser específicos para bebês e crianças (*Child World*), específicos para esporte (*Adventure Apparel*) ou de uso geral;
- **Vestuário:** grupo válido para ambas empresas; engloba qualquer tipo de vestimenta, com exceção de alguns produtos específicos essenciais para prática de um esporte (ex.: protetores, *wetsuits*);
- **Acessórios:** grupo válido para ambas empresas; engloba artigos como bolsas, bonés, óculos, carteiras e mochilas, de características apropriadas ao portfólio de cada empresa (ex.: bonés de skate, óculos de sol surf, bolsas maternidade);
- **Móveis:** grupo específico da *Child World*; compreende móveis para casa específicos para crianças, tais como berços, criados mudos e outros artigos para quarto;
- **Brinquedos:** grupo específico da *Child World*; compreende brinquedos infantis para ambos os sexos;

- **Aparelhos:** grupo específico da *Adventure Apparel*; compreende artigos necessários para prática de um esporte, tais como pranchas de surf, skates e protetores.

A relação dos grupos de produto comercializados por cada empresa e a relevância de cada grupo no total de volume expedido por ambas empresas está sumarizada na Tabela 2, (também, por base, o período entre junho de 2013 e junho de 2014).

Tabela 2 - Atributos e relevância na expedição – dados consolidados das empresas

	<i>Adventure Apparel</i>	<i>Child World</i>	Participação no total de volume expedido consolidado
VESTUÁRIO	X	X	41.7%
SAPATOS	X	X	28.2%
ACESSÓRIOS	X	X	13.2%
MÓVEIS		X	8.5%
BRINQUEDOS		X	4.4%
APARELHOS	X		2.2%
OUTROS	X	X	1.8%

1.3 Problema e objetivo do Trabalho

A competição externa em busca do atendimento das necessidades dos clientes em um mundo em eterna mudança exige que as companhias respondam a essas alterações, mudando, adaptando e melhorando suas operações, a fim de prosperarem (MOIR, 1988). Nesse sentido, a busca pela melhoria operacional para atendimento e superação das expectativas dos clientes, gerando valor na cadeia de suprimentos, deve ser foco primário do engenheiro de produção.

Em um levantamento realizado pela consultoria ELA/A.T. Kearney (2004 *apud* KOSTER et al., 2006), os custos operacionais do CD contabilizavam aproximadamente 20% dos custos logísticos das companhias analisadas, compondo uma parte importante do seu sistema logístico. Tendo como função básica a armazenagem de produtos (matéria-prima bruta, bens em processo ou produtos acabados) entre pontos de origem e pontos de consumo, Lambert et al. (1998 *apud* KOSTER et al., 2006) afirmam que existem mais de 750.000 sítios com essa característica ao redor do mundo, com diversos níveis de automatização.

O *picking* de pedidos é um processo comum em um CD e pode ser definido como a retirada de produtos do estoque (ou áreas de armazenagem) em resposta a uma requisição específica de um cliente (KOSTER et al., 2006). Envolve o agrupamento e planejamento dos pedidos, liberação de ordens para a movimentação de operadores (os quais serão referenciados nesse trabalho como *pickers*) ou máquinas, seleção do produto (SKU) certo na quantidade demandada e seu transporte até a área do processo seguinte. É a operação de maior intensidade de trabalho em CD com sistemas manuais e bastante capital-intensiva em um CD dotado de sistemas automatizados, sendo estimada por Koster et al. (2006) como responsável por até 55% do total das despesas de um CD. Por essas razões, o processo de *picking* desponta como o processo prioritário para a melhoria de produtividade em um CD e é extensivamente estudada na literatura. Os mesmos autores classificam os sistemas de execução do processo de *picking* em função da utilização de pessoas ou máquinas e pela forma de deslocamento na operação, conforme ilustra a Figura 9:

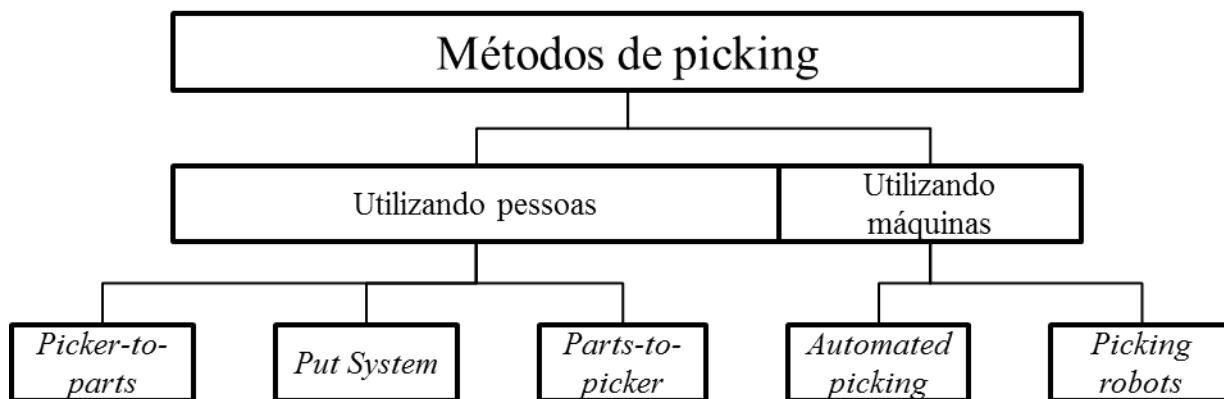


Figura 9 - Classificação de sistemas de *picking* de pedidos
Fonte: Adaptada de KOSTER et al., 2006

Os principais sistemas de *picking* são descritos a seguir:

-Picker-to-parts: forma mais comum em que pessoas se deslocam pelos corredores do CD, para os pontos de armazenagem, e coletam os SKUs necessários. Pode-se ainda fazer a distinção desse sistema quanto à altura (itens ao alcance da mão, próximos do chão, ou que requerem o uso de empilhadeiras ou transelevadores), quantidade de pedidos por busca (discreta – cada requisição de um cliente dispara a movimentação de um *picker* - ou por batelada/lote – vários pedidos em um deslocamento de um *picker*) e zoneamento do *picking* (divisão do espaço em zonas, cada qual com *pickers* específicos, ou distinção de zonas para facilitação da roteirização na ordem de pegada de itens dos pedidos);

-Parts-to-picker: nesse sistema as unidades de armazenagem (ex.: paletes, caixas) são trazidas a posições de depósitos temporárias para seleção de SKUs por *pickers*. A diferença fundamental está no deslocamento maior das unidades de armazenagem em detrimento de um maior deslocamento de pessoas;

-Put System: esse sistema dá-se pelo fracionamento do processo de *picking* em duas etapas, de forma que uma primeira pessoa tenha somente que selecionar itens de diversos pedidos (seja essa atividade realizada por meio de um sistema *picker-to-parts* ou *parts-to-pickers*) e uma segunda é responsável pela separação dos itens entre os pedidos (identificação de itens e ordens de clientes);

-Automated picking e Picking robots: sistemas de *picking* com processo automatizado, justificáveis para casos especiais (ex.: itens valiosos, pequenos e delicados).

Para melhoria desse processo, as iniciativas encontradas por Koster (2006) em sua revisão de literatura apontam para a necessidade de buscar a correta combinação das seguintes variáveis:

- I. *Layout* do CD (análise do arranjo físico quanto à distribuição dos itens armazenados, forma de utilização do espaço térreo e distância dos deslocamentos);
- II. Política de armazenagem (*aleatória*, quando designada pelo sistema de TI; *localização mais próxima*, quando a escolha da posição para armazenagem é livre para o responsável pela atividade; *armazenagem dedicada*, em que cada item é levado a uma posição específica para facilitar o posterior *picking*; *alocação de produtos condizente com rotatividade*, em que os produtos mais pedidos são armazenados mais próximos aos pontos de entrega/expedição; e *armazenagem por classes*, que consiste em identificar grupos mais relevantes para o negócio para facilitar o acesso aos mesmos);
- III. *Batching* (agrupamento de pedidos em lotes para um mesmo *picker* e dimensionamento dos mesmos); e
- IV. Roteirização (dada a definição dos itens a serem pegos, obter a melhor ordem para o *picker* designado buscar os mesmos, utilizando lógicas de roteirização).

O alinhamento correto dessas quatro variáveis ao negócio desenvolvido pela empresa (características dos produtos em movimentação, de fluxo de pessoas e produtos no CD, característica de pedidos de clientes) pode trazer melhorias significativas ao processo.

No contexto já definido anteriormente, o cenário de contínua expansão trouxe impactos no espaço físico do CD, de modo que esse tornou-se incapaz de suportar o portfólio e volume de vendas demandados, resultando na mudança do CD para um sítio maior no primeiro semestre de 2013.

Essa mudança manteve o compartilhamento de recursos e a maioria dos processos da diretoria de Operações pelas empresas *Adventure Apparel* e *Child World*. Nesse sentido a manutenção das operações em conjunto almejando sinergias e ganhos em economias de escala pode, em alguns aspectos específicos dos processos desenvolvidos, não ser válida e trazer impacto negativo sobre a eficiência operacional e competitividade de ambas.

Este TF tem como objetivo analisar a eficiência das operações do CD nas novas instalações. Mais especificamente, quais os impactos da proposta de melhoria levantada no processo de *picking* atualmente desenvolvido pelas empresas? Para tal, são inicialmente identificados e analisados os processos atualmente realizados (cenário *as-is*), para desenvolver propostas de melhoria e avaliar seus possíveis impactos através de um modelo de simulação.

1.4 Estrutura do Trabalho

Esta seção descreve como o presente trabalho está estruturado, abordando resumidamente o conteúdo de cada um dos seus capítulos.

- Capítulo 2 – Apresenta o Referencial Teórico, considerado como suporte teórico e metodológico para a realização do trabalho.
- Capítulo 3 – Apresenta a Metodologia adotada no desenvolvimento do trabalho descrevendo os passos seguidos para análise do problema que é objeto de estudo e a elaboração de propostas para buscar melhorias em relação à atual situação.
- Capítulo 4 – Descreve a operação atual da empresa, explicitando e analisando a estrutura física do CD, seus processos e atividades.
- Capítulo 5 – Apresenta o Desenvolvimento do modelo de simulação, com seu escopo e seus limites definidos. Também aplica o modelo desenvolvido à situação atual das empresas a fim de avaliar sua aderência ao sistema real.

- Capítulo 6 – Apresenta a Análise do modelo, a descrição da proposta de melhoria, sua modelagem e a análise do cenário proposto frente à situação atual.
- Capítulo 7 – Apresenta as considerações finais do trabalho desenvolvido, avalia o modelo construído, suas simplificações e limitações e seus impactos para as empresas objetos do estudo. Discute também os próximos passos para refinamento do modelo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os principais conceitos e ferramentas com os quais o leitor deve estar familiarizado a fim de entender as análises e propostas de melhoria desenvolvidas.

Inicialmente o referencial passa por uma pesquisa no tema gerenciamento de processos a fim de identificar as metodologias aplicáveis ao estudo de caso no contexto da Engenharia de Produção. Constrói um entendimento inicial do conceito de processo e foca em sua análise, explicitada nas técnicas apresentadas no item mapeamento de processos. Por fim, uma metodologia para comparação da situação atual com cenários alterados por propostas de melhoria é apresentada. Nesse sentido são apresentados os principais conceitos, classificações e metodologias referentes à modelagem e simulação existentes e justificativas para sua seleção.

2.1 Processos

2.1.1 Definição de processos

De acordo com Hammer e Champy (2001) processo é uma coleção de atividades que toma um ou mais tipos de entrada e cria uma saída que seja traduzido em valor para o cliente. Davenport (1993) e Costa et al. (1997) apresentam uma definição similar ressaltando a especificidade de um processo enquanto um conjunto de atividades de trabalho ordenadas no tempo e no espaço, com um começo, um fim, e *inputs* e *outputs* claramente identificados. Andersen (1999) entende processo como uma série lógica de transações que converte determinada entrada, para resultados ou saídas esperados.

Em uma revisão conceitual do tema, Paim et al. (2009) revelam que o histórico sobre processos é longo, mas que uma parcela significante de publicações sobre este assunto está concentrada entre 1992 e 1998. Apresentam também diversas outras definições, o que sugere não haver uma descrição de consenso para o termo, apesar de revelarem congruência quanto à existência de atividades, entradas e saídas, voltadas a um determinado fim.

De acordo com ABPMP (2013), o termo processo pode ser definido como “*uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados*”, em linha com os demais autores. Esta associação ainda classifica os processos em três tipos, conforme segue:

- **Processos primários:** também chamados de processos essenciais ou finalísticos, enquadram-se nessa categoria processos interfuncionais (fluem entre áreas funcionais ou

mesmo entre diferentes organizações) que agregam valor diretamente ao cliente. Problemas na execução de processos primários trazem consequências diretas à percepção de qualidade do produto ou serviço prestado;

- **Processos de suporte:** facilitam a execução dos processos primários e/ou a execução de outros processos de suporte e gerenciamento. Processos de suporte agregam valor a outros processos e não diretamente a clientes;

- **Processos de gerenciamento:** são processos necessários para garantir o alinhamento da operação aos objetivos estabelecidos pela organização. Monitoramento, controle, administração do presente e futuro do negócio são considerados processos de gerenciamento. De maneira análoga aos processos de suporte, esses não têm impacto direto na percepção de valor pelo cliente.

Fica clara a relevância do tema quando Slack et al. (2009) afirmam que qualquer operação de produção de bens ou serviços dar-se-á por meio de um **processo de transformação**, intrínseco à natureza da produção, envolvendo um conjunto de recursos de *input* usado para transformar algo ou para ser transformado em *output*, seja na forma de bens ou de serviços. Esse modelo *input-transformação-output* está exemplificado na Figura 10:

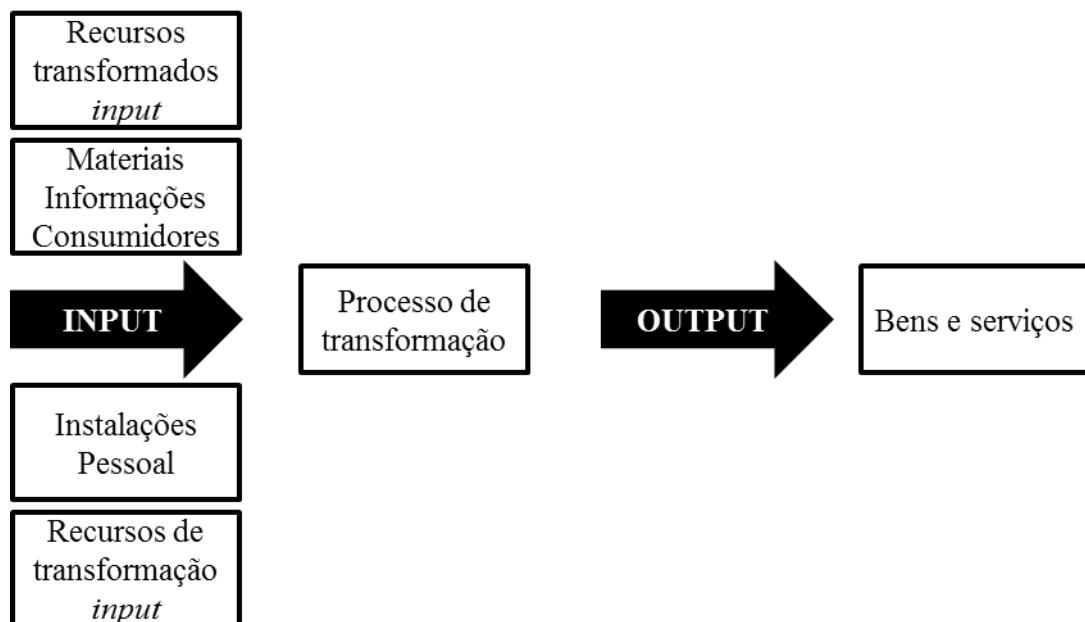


Figura 10 – Processo de transformação
Fonte: Slack et al. (2009)

2.1.2 Gerenciamento de processos

Dentro de uma organização, Hunt (1996) afirma que os processos e as atividades são os meios de agregação de valor aos produtos e serviços para o atendimento das necessidades dos clientes. Por esse motivo a constante análise e o questionamento dos processos organizacionais, buscando a eficiência do sistema, são necessários. Essa eficiência pode ser traduzida em termos de melhor entendimento do fluxo de informações, redução de custos, melhoria de qualidade e confiabilidade de produtos e serviços ou redução de tempos de ciclo. Essas melhorias são por fim viabilizadas através da instituição de mecanismos que assegurem seu bom gerenciamento.

Essa visão direcionada ao cliente fica em evidência na seguinte definição de gerenciamento de processos formulada pela ABPMP (2013):

Gerenciamento de processos “é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com as expectativas e necessidade de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. (...) engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar o desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos”

Nos anos mais recentes, quase todas as iniciativas de melhoria operacional populares, em especial as abordagens de melhoria contínua (derivada da filosofia *Total Quality Management* - TQM) e de *Business Process Re-engineering* (BPR), têm focado em melhoria de processos (*Business Process Improvement* – BPI) (SLACK et al, 2009 *apud* HOWLAND, 2014). A primeira das técnicas supracitadas ganhou maior popularidade nas décadas de 1970 e 1980 apesar da literatura inicial sobre controle de qualidade datar da década de 1950. Já a segunda, mais recente, teve seu desenvolvimento na década de 1990 (BPR). A seguir, é apresentada uma breve descrição das mesmas, como abordagens de gestão de processos:

a) Melhoria contínua de processos - *Total Quality Management* (TQM): como filosofia de gestão organizacional a TQM é frequentemente associada à frase “*fazer as coisas certas da primeira vez*”. Isso é espelhado no completo envolvimento das pessoas dentro de uma organização: da alta gestão estratégica responsável pelas tomadas de decisão até a execução das atividades operacionais que compõem a cadeia de valor (HASHMI, 2010 *apud* HOWLAND, 2014). Aplicada à gestão de processos, tem por princípio a melhoria incremental e contínua para o sucesso de longo prazo, buscando a satisfação do cliente (COULSON-THOMAS, 1997 *apud* HOWLAND, 2014). Entende-se que apesar de os erros frequentemente serem provocados por falhas humanas, a maioria deles é causada ou permitida por falhas de

processo. Nesse sentido, em cada ponto ao longo da cadeia de valor erros podem ser evitados e defeitos podem ser prevenidos. Como resultado da abordagem novos padrões são estabelecidos para melhores resultados no futuro.

b) *Business Process Re-engineering* (BPR): sendo uma proposta relativamente mais recente, a abordagem BPR busca uma mudança organizacional radical. Seu principal objetivo é repensar os processos para encontrar o seu melhor design e, para isso, múltiplas metodologias podem ser aplicadas. Hammer e Champy (2001) afirmam que não existem regras para isso, embora Kettinger et al. (1997), em uma extensa revisão de literatura acadêmica e profissional, identifiquem a necessidade de i) assegurar o comprometimento da alta gestão; ii) avaliar o ambiente da organização; iii) definir as mudanças necessárias; iv) determinar os recursos técnicos e humanos para tal; v) testar as mudanças propostas, implantá-las e avaliá-las. As melhorias de processos são alcançadas, portanto, através de “*grandes saltos*”, buscando novas maneiras de realizar as tarefas e atividades do processo.

Davenport (1993) clarifica essa diferenciação em termos de “Melhoria de processo” e “Reengenharia de processo”, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Melhoria de processo versus Reengenharia de processo

	Melhoria de processo	Reengenharia de processo
Nível de mudança	Incremental	Radical
Ponto de partida	Processo existente	Quadro branco, estaca zero
Frequência de mudança	Contínua	De uma vez
Tempo requerido	Curto	Longo
Participação	Abordagem "Bottom-up" - de cima para baixo	Abordagem "Top-down" - de cima para baixo
Escopo típico	Estreito, dentro de funções	Amplo, interfuncional
Risco	Moderado	Alto
Facilitador primário	Controle estatístico	Tecnologia da informação
Tipo de mudança	Cultural	Cultural-estrutural

Fonte: Adaptada de Davenport (1993)

Embora endereçadas na literatura de forma a ressaltar as diferenças e particularidades de cada abordagem e suas implicações para o gerenciamento de processos, a adoção de melhorias incrementais e radicais não são e não devem ser excludentes. Howland (2014) aponta que as similaridades entre as duas abordagens são claras no foco em processo, na importância dada à identificação das necessidades dos clientes como precursor de mudança e no reconhecimento da necessidade de alinhamento da organização para o sucesso da mudança.

2.1.3 Mapeamento de processos

Para Costa et al. (1997) o mapeamento do processo é uma etapa crítica em sua análise e melhoria, compreendendo uma extensiva coleta de dados, junto aos participantes diretos do processo: aqueles que mais o conhecem. Serve de base para as discussões e alterações posteriores e, se mal realizado, pode levar a empresa ou o estudo a obter resultados não satisfatórios e provocar um ceticismo quanto ao método. Em um documento produzido por meio de um mapeamento podemos encontrar todas as informações agrupadas e, muitas vezes, o processo em si pode ser simplificado ou melhorado apenas pela análise do mapa do processo.

Para Slack et al. (2009) o mapeamento de processos em seu nível mais básico busca descrever qual o relacionamento das atividades umas com as outras. Para isso utiliza-se da forma de representação por meio de Fluxogramas para registrar as ações executadas e os pontos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo de processo a ser mapeado. A ferramenta do fluxograma “*dá uma compreensão detalhada das partes do processo em que algum tipo de fluxo ocorre*”.

Em sua forma mais comum, caixas contendo uma breve descrição de cada atividade são conectadas por linhas e setas, indicando sua sequência. Embora o retângulo seja a usual escolha para uma caixa do fluxograma, outras formas geométricas podem ser utilizadas para ressaltar outros tipos de atividade (desde que devidamente padronizadas, facilitando o entendimento). O losango usualmente descreve um ponto de tomada de decisão do tipo Sim/Não ou a verificação do resultado de uma inspeção (Ex.: se atende um determinado requisito do processo). Na metodologia utilizada nesse documento, far-se-á uso da simbologia padrão ANSI, ilustrada na Figura 11:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
(Retângulo)	Operação	(Triângulo invertido)	Armazenagem
(Seta para direita)	Movimento/Transporte	(Seta com ponta)	Sentido de fluxo
(Rombo)	Ponto de decisão	(Círculo com letra A)	Conexão ¹
(Círculo)	Inspeção	(Retângulo com borda curvada)	Limites (início, pare, fim)
(Documento impresso)	Documento impresso	(Seta curva)	Espera

1. Utilizado quando o fluxograma não cabe em uma única página.

Figura 11 - Simbologia de fluxogramas (Padrão ANSI)
Fonte: Adaptada de Silva (2003)

A ferramenta do fluxograma pode ser associada a uma forma de representação física das atividades em termos sequenciais e lógicos. Por exemplo, através do chamado Mapofluxograma (BARNES, 2004) a dimensão da localização do desenvolvimento das atividades pode ser integrada ao fluxograma, apresentando-o no contexto da própria planta em que as atividades mapeadas são desenvolvidas. Esse tipo de mapeamento é utilizado quando existe o interesse em destacar a localização dos centros de trabalho por onde passam os itens processados, ou seja, quando o deslocamento é parte relevante do processo (CORREIA et al, 2002).

2.2 Simulação

2.2.1 Modelo

Um modelo pode ser definido como uma representação de um objeto, sistema ou ideia em alguma outra forma que não a da entidade em si. Em um sentido mais amplo, um modelo envolve informações e atributos sobre aquilo que é representado, conforme os objetivos e necessidades de análise. Todos os dados, parâmetros, relações e vínculos devem ter representação adequada ao problema sob investigação (STRACK, 1984). Para Law e Kelton (2000) um modelo pode ser definido como uma representação de um sistema, objetivando seu estudo. O modelo deve ser suficientemente detalhado ou “válido” para permitir que as

conclusões obtidas por meio dele possam ser igualmente estendidas ao sistema real que ele representa.

Bratley et al. (1987) definem modelo como uma descrição de um sistema para previsão de uma ação. Também ressaltam a necessidade de se validar o modelo, a fim de garantir sua aderência à realidade que representa. Outro ponto tocado é a necessidade de uma boa definição de fronteiras, entre o sistema real e o modelo, já que entre os vários elementos que afetam o sistema real, muitos precisam ser omitidos. Essa omissão simplifica o modelo e possibilita que o mesmo seja tratável.

Por fim, para que um modelo seja útil é essencial que, após sua elaboração, qualquer comportamento ou propriedade relevante seja determinado de maneira prática. Nessa utilização é necessário que os dados de entrada (aleatórios ou não) sejam capazes de produzir determinadas saídas num processo definido como simulação. No trabalho de modelagem comumente esbarra-se num *trade-off* entre a complexidade do modelo e sua aderência à situação analisada. Como Box e Norman (1987) afirmam: “Essencialmente, todos os modelos estão errados, mas alguns são bem úteis”.

2.2.2 Simulação

Simulação é a operação de um modelo que representa o funcionamento de um sistema de interesse (MARIA, 1997). Em uma definição mais prática, pode-se dizer que constitui uma técnica de avaliação do desempenho de um sistema, existente ou proposto, considerando suas diferentes configurações. Esse relacionamento entre sistema real, modelo e o agente simulador está ilustrado na Figura 12.



Figura 12 - Relação entre Sistema real, Modelo e Simulador
 Fonte: Adaptada de Law e Kelton (2000)

Harrel e Tumay (1997) também ressaltam que a simulação possui um caráter preditivo, sendo possível tirar conclusões de comportamentos de um dado sistema pelo estudo de seu correspondente modelo, desde que as relações de causa e efeito que ele incorpora sejam as mesmas ou similares às do sistema real.

Uma primeira classificação das técnicas de simulação dá-se pela diferenciação na forma de execução das simulações entre computacional e não-computacional. A primeira opção apresenta-se como mais relevante para o presente trabalho. Por isso, na sequência do presente estudo o termo simulação será considerado equivalente ao termo simulação computacional, ou seja, o processo de projetar um modelo lógico matemático para um sistema real e fazer experimentos para avaliar e melhorar o desempenho deste sistema por meio de um computador (PRITSKER, 1986; LAW e KELTON, 2000).

As técnicas de simulação e os modelos computacionais podem ser classificados quanto ao tratamento dado às variáveis consideradas e, em especial, quanto ao comportamento da variável tempo. Essa relação está sucintamente esquematizada na Tabela 4.

Tabela 4 - Tipos de simulação

Mudança de variáveis	<p>Contínua: variáveis de estado alteram-se continuamente com o tempo</p> <p>Discreta: variáveis de estado alteram-se instantaneamente após um intervalo de tempo. Esse intervalo de tempo em simulações discretas pode ainda ser classificado em:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Síncronos: eventos ocorrem em intervalos de tempo fixo ($\delta, 2\delta, 3\delta$) - Assíncronos: eventos podem ocorrer em intervalo de tempo não fixo
Passagem do tempo	<p>Tempo real: escala de tempo utilizada é a mesma da realidade, um segundo de simulação é percorrido em um segundo real - ex.: simuladores de treinamento</p> <p>Tempo simulado: diferente da escala real - mais comum</p>
Variabilidade	<p>Determinística: variáveis do modelo são determinadas e conhecidas. Não havendo alteração nas variáveis de entrada do modelo obtém-se os mesmos resultados de saída</p> <p>Estocástica: algumas ou todas as entradas são estocásticas e o modelo de simulação comporta-se de maneira probabilística. Pode-se obter diferentes resultados de saída em cada simulação</p>
Horizonte de simulação	Infinito ou finito

Segundo Harrel et al. (2000), quando se utiliza um *software* como ferramenta, deve-se considerar a relação de custo-benefício e esse princípio deve ser igualmente aplicado à simulação. É muito importante que os erros sejam corrigidos na fase inicial do projeto (em

especial a definição do escopo e determinação dos limites do modelo) e que se atenha à metodologia escolhida para desenvolvimento do modelo de simulação, já que os custos de correção aumentam 10 vezes a cada estágio de desenvolvimento. De acordo com Saad (2003), a simulação é a técnica de menor custo para se obter resultados importantes sobre o comportamento e desempenho de um processo, sendo este o principal motivo pela sua opção.

Para se construir uma simulação com variabilidade estocástica é necessário que o simulador seja capaz de gerar números aleatórios. Santoro (2011) afirma que geradores computacionais são pseudoaleatórios, pois repetem a mesma sequência de números após determinada quantidade de gerações e que bons geradores permitem manter ou trocar a semente para geração de séries de números aleatórios.

Um método consagrado e extensivamente utilizado na literatura para geração de números aleatórios em uma simulação é o Método da Transformada Inversa, conforme ilustra a Figura 13.

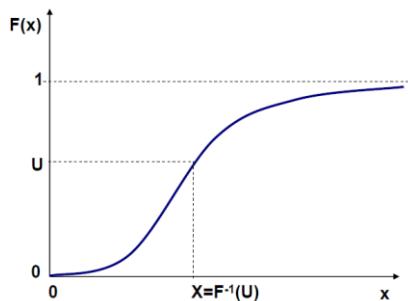


Figura 13 - Método da Transformada Inversa
Fonte: Bressan (2008)

O Método da Transformada Inversa faz uso da função inversa da função distribuição de probabilidade desejada (F^{-1} na Figura 13) e da geração de números aleatórios uniforme de 0 a 1 (U) para o cálculo de um número aleatório na distribuição desejada. Um exemplo simples desse método é a geração de números aleatórios para uma distribuição uniforme de limites a e b , conforme a Figura 14.

Função distribuição de probabilidade uniforme $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \text{se } a \leq x \leq b; \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$	Função inversa da distribuição de probabilidade uniforme $X = f^{-1}(U) = a + (b - a) * U$
---	--

Figura 14 - Função inversa da distribuição de probabilidade uniforme

2.2.3 Metodologia para modelagem e simulação

O estabelecimento e cumprimento de uma metodologia para aplicação da simulação é crítica. A maior parte do trabalho é composta por atividades que não estão associadas diretamente à construção ou programação do modelo computacional (MORAES e SANTORO, 2012). Apesar da noção percebida por muitas empresas de que o processo de simulação constitui um exercício complexo de programação, essa etapa representa apenas 25 a 50% do tempo demandado por um estudo de simulação (LAW, 2003 *apud* MORAES e SANTORO, 2012).

Com base numa revisão de metodologias de simulação tradicionais, Moraes e Santoro (2012) reconhecem grandes similaridades entre as metodologias identificadas na literatura e propõem uma sequência de etapas simplificada para o processo de simulação. Essa relação pode ser encontrada no APÊNDICE B. A sequência proposta pelos autores é composta pelas seguintes atividades:

- I. Definição do problema:** definição do problema a ser estudado e estabelecer limites, restrições e medidas de desempenho relacionados ao objetivo do estudo;
- II. Formulação do modelo:** redução do sistema a relações matemáticas e lógicas, conforme anteriormente definido – um trabalho de abstração do sistema real;
- III. Preparação de dados:** identificação dos dados necessários ao modelo e sua redução para um formato apropriado;
- IV. Construção do modelo:** transcrição do modelo formulado conceitualmente em linguagem computacional, o trabalho de programação efetivo;
- V. Verificação e validação:** verificação da eficácia do modelo (comportamento igual ao planejado) e validação do mesmo (desempenho do modelo comportar-se como o sistema real)
- VI. Planejamento de experimentos:** determinação dos experimentos a serem realizados com o modelo a fim de obter as informações desejadas;
- VII. Análise de resultados:** execução das simulações, interpretação dos dados gerados, elaboração das conclusões para o sistema analisado e documentação das atividades e resultados.

Moraes e Santoro (2012) ainda declaram que, com exceção da primeira atividade, as demais devem ser conduzidas de forma simultânea e interativa. Por esse motivo, as sete atividades do processo podem ser agregadas em três fases, conforme segue:

- a) Preparação para o modelo: atividades preliminares à construção do modelo computacional, englobando i) a definição do problema; ii) formulação do modelo, ou construção do modelo conceitual; e iii) preparação de dados, incluindo levantamento ou estimativa dos dados necessários ao estudo;
- b) Desenvolvimento do modelo: atividades necessárias à obtenção de um modelo computacional válido, englobando construção do modelo e sua verificação e validação;
- c) Análise do modelo: atividades realizadas após a validação do modelo, agregando planejamento de experimentos e análise de resultados.

Essa agregação, simultaneidade e interação de atividades podem ser observadas no esquema apresentado na Figura 15.

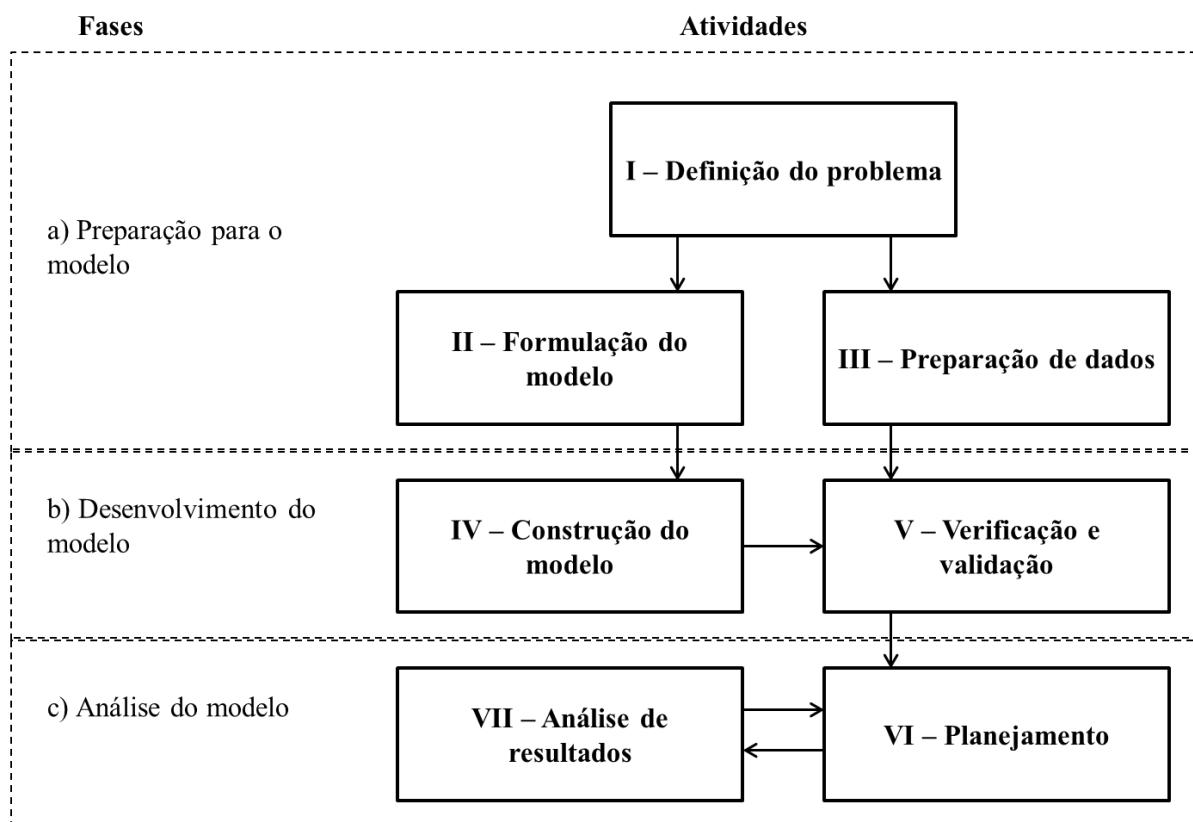


Figura 15 - Agrupamento de atividades de um projeto de simulação
Fonte: Moraes e Santoro (2012)

Os autores ainda afirmam que apesar da metodologia proposta ser similar à nível de conteúdo das demais encontradas na literatura (APÊNDICE B), a organização de atividades conforme a Figura 15 permite que estudos de simulação sejam melhor planejados e executados. Esse benefício se dá, inclusive, através da maior participação das pessoas envolvidas.

3. APRESENTAÇÃO DA METODOLOGIA

O presente capítulo tem como objetivo explicar detalhadamente a metodologia utilizada ao longo do trabalho, combinando o mapeamento e análise de processos com modelagem e simulação.

A Tabela 5 mostra a sequência lógica a ser seguida no estudo desenvolvido ao longo dos capítulos 4, 5 e 6.

Tabela 5 - Metodologia aplicada

I – Diagnóstico do sistema objeto de estudo	Etapa da Metodologia	Descrição	Capítulo apresentado
	1 – Mapeamento de processos	<ul style="list-style-type: none"> Identificação das pessoas chave para levantamento de dados sobre os processos desenvolvidos nas empresas objeto de estudo; Entrevistas para o entendimento do fluxo de atividades; e Construção de Fluxograma de processos e Mapofluxograma. 	Capítulo 4
	2 – Análise dos processos mapeados e decisão de aprofundamento	<ul style="list-style-type: none"> Para cada processo, identificar e analisar seus dados operacionais; e Seleção de critérios e tomada de decisão para aprofundamento do estudo. 	
II – Modelagem e simulação do sistema objeto de estudo	3 – Preparação para modelagem	<ul style="list-style-type: none"> Descrição do problema, delimitação e descrição de aspectos operacionais do processo; Formulação do modelo com a tradução matemática das atividades; e Preparação de dados. 	Capítulo 5
	4 – Desenvolvimento do modelo	<ul style="list-style-type: none"> Construção do modelo ou a “programação” efetiva; Realização de testes para verificação do modelo, concomitantemente à sua construção; e Validação do modelo através da comparação dos dados gerados pela simulação com <i>benchmark</i> encontrado na literatura e dados reais do processo. 	
	5 – Análise da situação atual do CD e proposta de melhoria	<ul style="list-style-type: none"> Descrição do experimento, simulando a proposta de melhoria e seus impactos na modelagem; e Análise dos resultados obtidos e implicações para a empresa. 	Capítulo 6

Fonte: Adaptada de Moraes e Santoro (2012)

A metodologia aplicada pode ser dividida logicamente e cronologicamente em duas grandes fases:

- I. Diagnóstico do sistema objeto de estudo: entendimento da situação atual das operações da empresa, levantamento de dados e definição do problema a ser estudado. Sendo realizada primeiro, compõe o marco inicial do TF, servindo de motivação e justificativa para o desenvolvimento das etapas seguintes. Como produtos finais dessa fase tem-se o mapeamento e descrição dos processos realizados no CD e definição detalhada do processo de *picking*;
- II. Modelagem e simulação do sistema objeto de estudo: tendo as interfaces do objeto de estudo definidas, têm-se a aplicação da metodologia de simulação para o estudo da situação atual frente à melhoria proposta. Como produto final da fase e do trabalho tem-se o impacto da proposta de melhoria nas operações e a discussão da contribuição do trabalho para a empresa.

3.1 Mapeamento de processos

A etapa de mapeamento de processos é a primeira e uma das mais importantes na evolução do TF desenvolvido na *Adventure Apparel* e na *Child World*. Sua precisa determinação, reconhecimento dos limites de cada processo e cada atividade constituirão a base para o desenvolvimento do trabalho como um todo.

Pela relevância do deslocamento de produtos nas operações realizadas no CD de empresas de varejo, onde grande parte dos custos é determinado pela forma de disposição dos produtos, a ferramenta do Mapofluxograma é fundamental.

Pela particularidade de compartilhamento de operações no CD foi necessária uma primeira identificação das pessoas chave, em cada empresa, para uma posterior entrevista. Essa preocupação advinha sobretudo da possibilidade de existirem responsáveis diferentes para uma mesma etapa ou processo em um ambiente compartilhado. Na avaliação da situação atual, no entanto, tal preocupação inicial mostrou-se desnecessária por haver um compartilhamento total de recursos na diretoria de Operações.

O passo seguinte consiste na abordagem das pessoas identificadas para questionamentos acerca do fluxo de produtos nas áreas de sua atuação. Para tal foram necessárias viagens até o CD, entrevistas informais com os envolvidos e, quando possível, o próprio acompanhamento ou execução do processo pelo aluno (colocando-se no papel de um *picker*), para buscar uma maior familiaridade acerca das condições reais para sua execução.

A conclusão da etapa se dá na documentação e sistematização do evidenciado, construindo fluxogramas para o entendimento lógico do processo e o mapofluxograma dos macroprocessos de entrada e saída de produtos no CD, conforme exposto por Slack et al. (2009) e Barnes (2004). Nessa entrega final foi possível identificar os limites dos processos gerenciados no CD, os pontos de tomada de decisão e o fluxo lógico de operações.

3.2 Análise dos processos mapeados e decisão de aprofundamento

Definidos os limites dos processos, para um melhor atendimento das necessidades dos clientes, realiza-se o levantamento de informações quantitativas para sustentar uma análise seguinte mais minuciosa. As informações julgadas relevantes para essa análise foram a alocação de recursos humanos em cada etapa (homem-hora por quantidade de produtos), *lead time* dos processos (tempo entre entrada e saída do produto em um processo) e volume de produtos (unidades processadas).

A discussão dos resultados encontrados guiaria a decisão de aprofundamento do processo a ser analisado e a proposta de melhoria a ele formulada. Nessa decisão também foram considerados o interesse da alta gestão de ambas empresas, pela carência de estudos desenvolvidos internamente, reconhecimento de necessidade de melhoria (qualitativo) e um possível impacto da proposta para o cliente final.

Como conclusão da etapa de Análise dos processos mapeados e decisão de aprofundamento e da fase de Diagnóstico do sistema objeto de estudo é realizada a opção por aprofundar o estudo no processo de *picking*.

3.3 Preparação para modelagem

A metodologia proposta por Moraes e Santoro (2012) traz uma sequência de atividades bastante intuitiva para condução da modelagem e simulação de um sistema, objetivando a análise de impacto de propostas de melhoria frente a uma situação atual. Ao evidenciar quais etapas devem ser realizadas em conjunto e interativamente, estabelece um referencial, próximo de um passo-a-passo, para realização do trabalho.

Nessa metodologia a primeira etapa consiste na definição do problema, na formulação do modelo e na preparação de dados.

Com o delineamento do estudo no entendimento do processo de *picking* e a definição precisa das perguntas a serem respondidas pela simulação, dá-se início à modelagem do sistema real observado: cada atividade deve ser alocada logicamente (conforme detalhada no fluxograma) e traduzida em linguagem matemática.

Concomitantemente à atividade de formulação, realiza-se a coleta de dados da operação ou emprega-se estimativas quando isso não for viável. As estimativas devem ser empregadas somente em último caso, de modo que a proximidade ao sistema real é bastante beneficiada pelo levantamento de dados da operação.

3.4 Desenvolvimento do modelo

A etapa de desenvolvimento do modelo engloba o “trabalho de programação” anteriormente explicitado, bem como a verificação de sua aderência ao sistema real (verificação e validação).

Um CD pode ser entendido como um sistema de operação cujo estado se altera conforme determinados tipos de evento ocorrem (por exemplo, a alteração do nível de estoque quando um operador muda a posição de um objeto - uma alteração discreta). Assim sendo, o presente trabalho basear-se-á na elaboração e aplicação de um modelo de simulação do tipo computacional discreto. Optou-se pela construção de um modelo para simulação baseado no uso de intervalos síncronos, por trazer uma pequena facilidade na programação do modelo de simulação.

A utilização de tempo real é justificada em casos bastante específicos, em que alguns *inputs* do modelo devem ser fornecidos pelo operador em tempo real. Não sendo esse o objetivo do modelo de simulação desenvolvido, a opção por tempo simulado mostrou-se adequada.

Modelos de simulação infinitos são apropriados quando se pode alimentar seus *inputs* no mesmo horizonte infinito, produzindo saídas diferentes. O presente trabalho far-se-á uso de um conjunto finito de dados da *Adventure Apparel* e da *Child World* para análise do sistema de *picking*, produzindo resultados em um horizonte determinado de tempo (em um dado dia de operação).

Por fim, o autor fez uso de uma abordagem estocástica para a geração de tempos de atividades dentro do processo simulado, compatibilizando esses tempos com a natureza variável observada no levantamento de dados. Há um expressivo ganho na utilização de

variáveis estocásticas frente à abordagem de simulação determinística, sobretudo na mensuração da dispersão das saídas do modelo.

Optou-se por construir o simulador do processo de *picking* no ambiente do *software* Microsoft Excel™, com a utilização da linguagem *Visual Basic for Applications* (VBA). A seleção da ferramenta e linguagem deu-se pela familiaridade do aluno com a mesma ao passo que foram comprometidos aspectos de representação gráfica que outros *softwares* do mercado dedicados à simulação computacional poderiam facilitar (como Arena™ e ProModel™).

A verificação do modelo é realizada concomitante a sua construção, de forma a avaliar se cada atividade proposta no código construído está efetivamente produzindo os efeitos planejados. Testes como o acompanhamento do movimento do *picker* pelas coordenadas do sistema (X, Y, Z), o tempo de cada operação e a entrada correta em cada atividade sequencial serão realizados, conduzindo os processos de construção e verificação de forma interativa.

A validação do modelo, de importância equivalente, será garantida com a comparação da simulação da situação atual (modelo sem as alterações propostas por experimentos) aos dados históricos da operação. Para um maior esclarecimento, as listas de produtos a serem separados no processo de *picking* (um dos *inputs* do modelo construído) foram determinadas pelas listas efetivamente geradas durante um dia de operação, de forma que a validação do modelo pode ser comprovada na equivalência da quantidade de itens separados na simulação e a quantidade realmente processada no dia (fornecida pelo banco de dados das empresas). Para validação da distribuição de tempo nas atividades, valeu-se de um *benchmark* obtido na literatura, pela impossibilidade de confrontar à situação real (inexistência dos tempos empregados por cada atividade do processo de *picking* ao longo de um dia de operação). Esse *benchmark* e a ilustração do modelo de validação encontram-se na Figura 16 e na Figura 17, respectivamente.

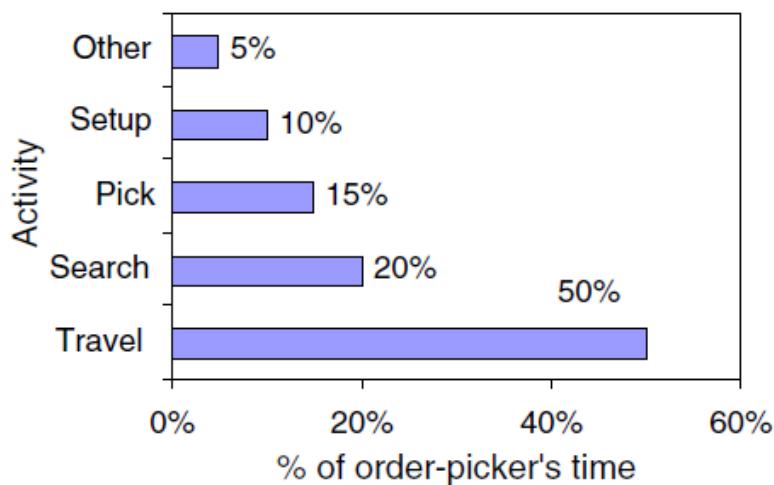


Figura 16 – Típica distribuição de tempo entre atividades em um processo de *picking picker-to-parts*, situação *benchmark*

Fonte: Koster et al. (2006)

A Figura 16 mostra a composição do tempo em atividades no processo de *picking* em um sistema *picker-to-parts*. Movimentação (*Travel*) é frequentemente a atividade dominante nesse tipo de sistema (50% do tempo). Essa distribuição de tempos será comparada à distribuição de tempos fornecida pela simulação do sistema atual, configurando uma situação *benchmark* (Percentual de tempo alocado em cada atividade, segunda comparação da Figura 17).

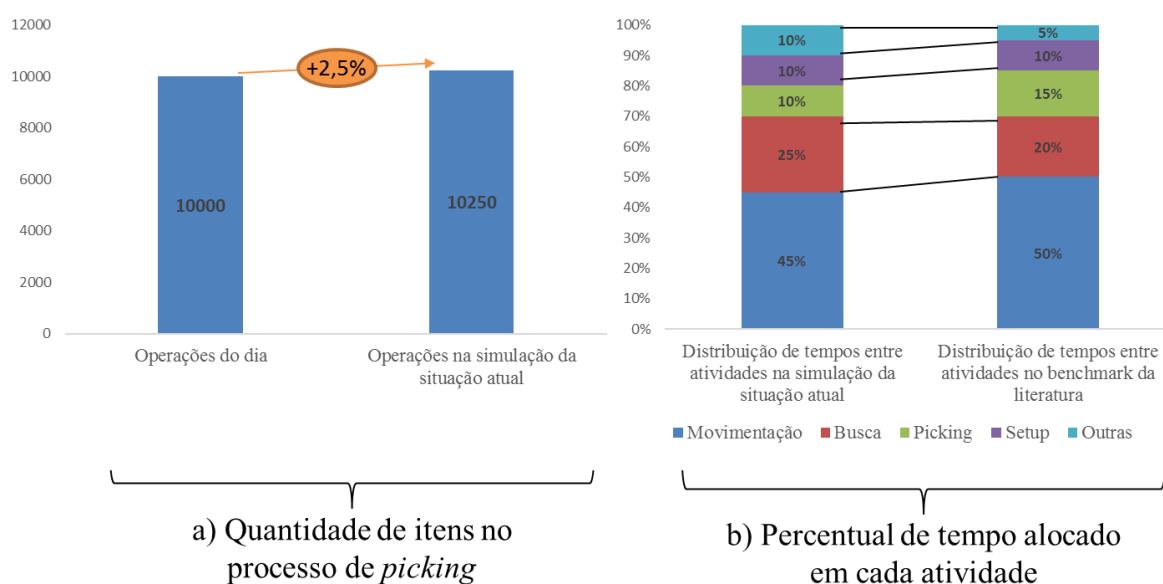


Figura 17 – Metodologia de validação do modelo proposta, ilustrativa

Os confrontamentos a) da quantidade de itens processados no *picking* em um determinado dia e a quantidade processada pela simulação e b) da distribuição de tempos em

atividades na simulação da situação atual e a obtida na literatura fornecerão indicativos da aderência do modelo à situação real. Caso a diferença entre as quantidades de itens processados seja pouco significativa e a distribuição de tempos seja equivalente, pode-se considerar que o modelo é válido como representação da situação atual. Caso os confrontamentos apontem para diferenças consideráveis, deve-se avaliar criticamente as causas dessas discrepâncias e, quando na presença de relações injustificáveis, questionar o desenvolvimento do modelo.

3.5 Análise da situação atual do CD e proposta de melhoria

Etapa de conclusão do trabalho, inclui o planejamento e realização do experimento (“*rodar a simulação*”), a análise de resultados em comparação à situação atual e a discussão da praticidade da nova configuração proposta (para uma possível implantação por parte da empresa e, possivelmente, do aluno).

A melhoria proposta foi estruturada pelo questionamento conjunto da situação atual pelo aluno, orientador e responsáveis na empresa, guiados pelas diretrizes apontadas pela literatura. Baseia-se no questionamento do alinhamento das variáveis relevantes do processo (*layout*, política de armazenagem, *batching* e roteirização) ao modelo de negócio das empresas.

Vale ressaltar a proximidade do responsável pelo estágio do aluno (a pessoa a qual acompanhou o aluno durante o período e que também desempenha o papel de responsabilidade hierárquica imediatamente superior na empresa) em cada uma das etapas discriminadas nessa abordagem metodológica. Na análise de resultados a aproximação com as pessoas responsáveis pela tomada de decisão interna (alta gestão, em especial o COO) foi mais expressiva.

4. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

As empresas estudadas possuem um CD de aproximadamente 15,6 mil m², dentro dos quais as operações são realizadas. No mesmo local pode-se ainda encontrar, em um segmento elevado, o escritório secundário (onde são desenvolvidas as atividades de transporte, atendimento e suporte). Um desenho simplificado da planta pode ser encontrado na Figura 18 (sem a representação do escritório e com dimensões aproximadas) e o detalhado no APÊNDICE A. Nota-se que existe um fluxo de materiais que circula no sentido anti-horário pelo CD.

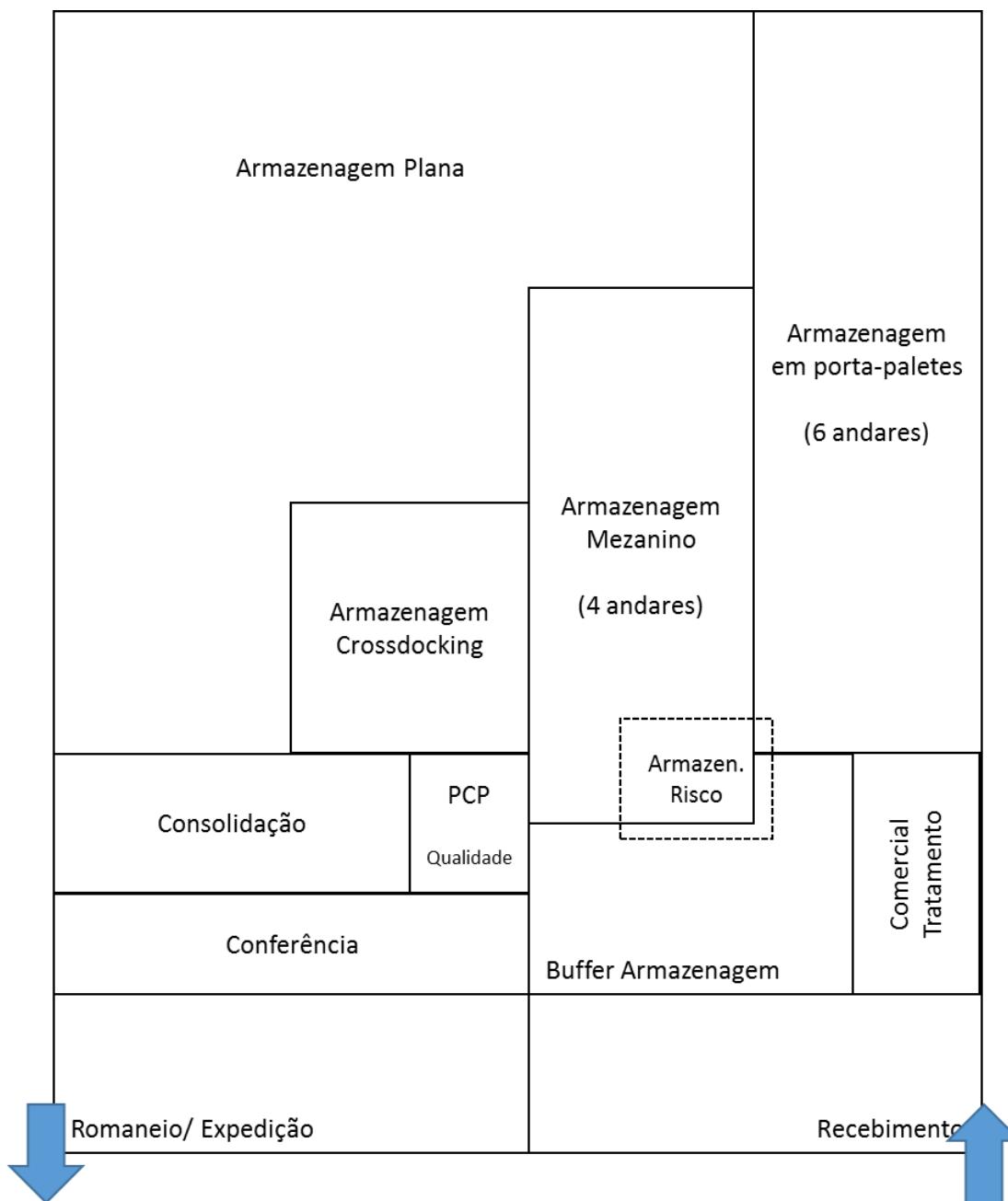


Figura 18 - Representação simplificada do CD, fluxo anti-horário

Em linhas gerais a área destinada ao processo de **Recebimento** inclui a região de docas, área para armazenagem de volumes recém-recebidos e um conjunto de bancadas pelos quais os itens serão analisados no processo. O setor **Comercial/Tratamento** está intimamente ligado ao processo de recebimento, sendo responsável pelo tratamento de fluxos não habituais desse processo. É uma área de computadores e permanece em comunicação constante com o escritório de São Paulo, para atendimento das demandas.

As áreas destinadas ao processo de **Armazenagem** são divididas em:

Mezanino: quatro andares (térreo incluso) acessíveis por escadas (duas), ou um elevador (utilizado para a elevação de paletes até andares superiores). Nessa área há uma maior concentração de produtos do tipo Sapatos, havendo estruturas próprias para armazenagem dos mesmos (dimensão das prateleiras próxima ao tamanho de uma caixa). Observa-se uma maior ocupação de produtos nos andares térreo e 1º andar;

Porta-paletes: seis andares de porta-paletes, com maior ocupação de produtos grandes e de pouca rotatividade (tais como móveis, brinquedos e equipamentos para esporte). São acessíveis somente com a utilização de empilhadeiras;

Armazenagem risco: ocupa uma área pequena do mezanino térreo, armazenando produtos pequenos e de alto valor agregado (ex.: relógios). A região é de acesso restrito, pelo risco de furto;

Armazenagem cross docking: destino dos produtos *cross docking* após o recebimento, posicionando-os próximos à área de expedição;

Armazenagem plana: local de armazenagem dos demais itens, sempre ao alcance de mãos, através de prateleiras ou caixas no chão.

Os setores de **PCP** (Planejamento e Controle da Produção) e **Qualidade** são extensões dos departamentos gerenciais no piso do CD. Nas áreas designadas a esses setores são geradas as listas de *picking* e são monitorados os indicadores de cada processo (alocação de pessoas entre processos). Estes setores são também responsáveis por algumas atribuições do setor de Transportes e a resolução de problemas processuais eventualmente encontrados (resultando em fluxos não habituais de processo - ex.: itens danificados, separação incorreta de itens ou item faltante na posição de estoque).

As áreas de **Consolidação**, **Conferência** e **Romaneio/Expedição** são assim denominadas pela realização dos respectivos processos.

4.1 Mapeamento de processos

Os processos internos do CD, do recebimento do material até a expedição do pedido para o cliente, sofrem pequenas variações quanto ao tipo de estoque (estoque próprio/consignado ou *cross docking*) e quanto ao número de itens no pedido (pedido de item único ou não). A Figura 19 e a Figura 20 exemplificam os processos encontrados em um fluxo esperado (não conformidades do processo, como o retorno de produtos, não foram incluídas nas figuras). Essas não conformidades serão incluídas na descrição detalhada nas seções 4.1.1 a 4.1.6.

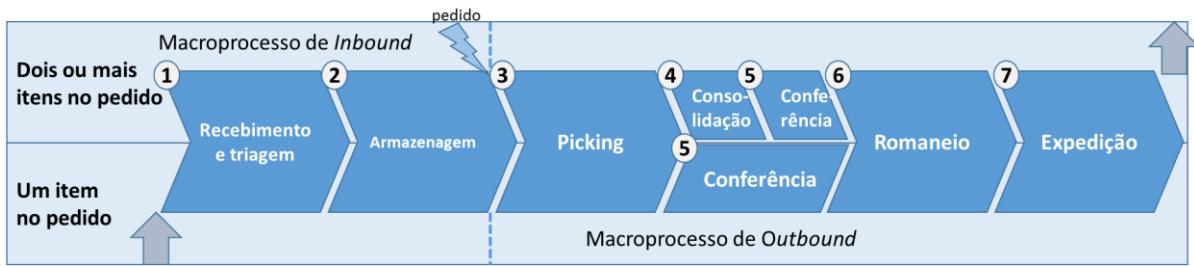


Figura 19 – Sequência de processos para itens próprios e consignados: do recebimento à expedição

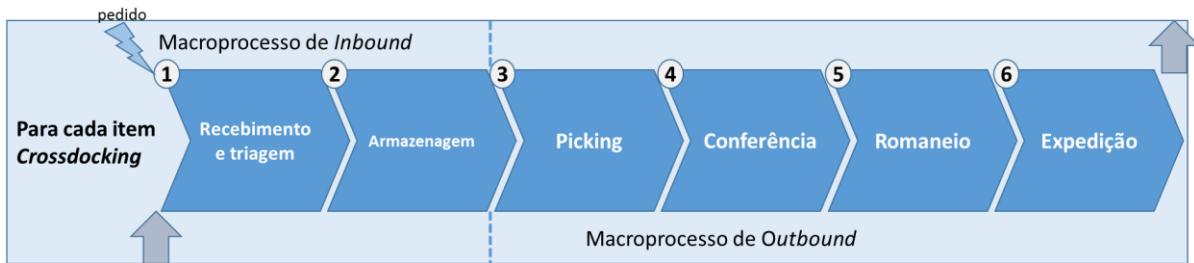


Figura 20 – Sequência de processos para itens *cross docking*: do recebimento à expedição

4.1.1 Recebimento e triagem

O processo de Recebimento e triagem consiste na efetiva entrada de carregamentos nas docas, conferência das notas fiscais faturadas dos pedidos (coesão entre pedido e recebido) e triagem de produtos para armazenagem. Sua sequência de atividades pode ser resumida em:

- Os produtos previamente agendados são descarregados nas docas de recebimento.

- b) Uma primeira contagem rápida é realizada para verificar se a quantidade entregue é igual quantidade de volumes descritos na Nota Fiscal (quantidade de caixas). Caso essa contagem não corresponda ao indicado, sem um entendimento prévio com o fornecedor, o carregamento é negado e devolvido ao caminhão.
- c) Alguns volumes (caixas) são abertos para conferir a correspondência entre os SKUs pedidos e os recebidos. Essa atividade corresponde a uma inspeção por amostragem, sem rigor estatístico e não necessariamente variável com a quantidade de itens por caixa (nas palavras do responsável, “aproximadamente uma a cada 5 ou 6 caixas é aberta e checamos alguns itens”). Caso os itens não correspondam aos pedidos nessa segunda inspeção, em níveis de ocorrência não aceitáveis (novamente nas palavras do responsável, “caso único ou poucos casos, aceitamos”), o carregamento também é negado. Caso haja a aprovação de ambas rápidas inspeções, a transportadora é dispensada e os itens ficam à espera do recebimento.
- d) O recebimento efetivo acontece quando o produto ganha uma identificação dentro do sistema de informação do CD (começam a ser guardados dados referentes à posição atual, tempo no estado atual, identificação do produto, etc.). Nessa etapa os produtos são bipados com um leitor de código de barras em bancadas, um a um, e confrontados com os pedidos de compra realizados pelas empresas. A não identificação do produto específico gera a necessidade de um processo de suporte para a legalização de seu recebimento, conhecido internamente como Tratamento. Nessa resolução de problemas é realizado um *trackback* do produto, envolvendo o escritório de São Paulo, as pessoas responsáveis pelo recebimento e muitas vezes o fornecedor, a fim de entender o ocorrido. A conformidade dos itens e pedidos, por outro lado, possibilita a sequência do processo.
- e) Os itens recebidos são então triados, ou seja, uma divisão inicial por atributos de produto (Vestuários, Sapatos, conforme descrito anteriormente nesse relatório) para facilitação da armazenagem. São deixados em paletes, à espera da armazenagem.

4.1.2 Armazenagem

Processo definido pelo deslocamento de produtos da espera pós-triagem até o local de estoque (áreas de armazenagem). Essa etapa possui características distintas quando um produto é vendido como *cross docking*, dado que o mesmo não é estocado. Produtos *cross docking* são armazenados temporariamente em uma área mais próxima à saída do CD, enquanto aguardam o processo de *picking* (são levados à área de Armazenagem *cross docking* do *layout* do CD, ilustrado pela Figura 18).

A política de armazenagem utilizada no processo do CD analisado pode ser classificada como *armazenagem na localização mais próxima* (KOSTER et al, 2006), por não haver posições específicas para cada tipo de item. Como consequência dessa política, o funcionário responsável pode armazenar o produto “onde couber”, contando que o mesmo seja devidamente identificado (bipa o código de barra do produto, identificando-o, e, sequencialmente, o código de barra da posição de estoque na qual está sendo armazenado, criando a identidade produto-posição – o sistema de informação registra a movimentação daquele produto para aquela posição de estoque). Na prática, no entanto, observa-se uma concentração típica de produtos por atributos, sendo os calçados em sua maioria armazenados no mezanino, os porta-paletes reservados para produtos grandes e de pequena rotatividade e um grande volume de itens de vestuário distribuídos nos locais de armazenagem plana, em caixas e cestas. Dessa forma, a política de armazenagem assemelha-se também à *armazenagem por classes* citada por Koster et al. (2006), um modo prático de armazenagem com identificação rápida pelos operadores, cuja segregação é embasada em estudos de rotatividade por atributo de produto pelas empresas.

4.1.3 Picking

Processo ativado com a confirmação do pedido de compra pelo cliente (confirmação do pagamento eletrônico). Conforme definido anteriormente é a retirada de produtos do estoque por demanda do cliente. Pode-se definir o processo realizado nas empresas estudadas como um *picking picker-to-parts* (*pickers* deslocam-se até os produtos), por **lotes** (deslocamento de operadores se dá para seleção de itens de vários pedidos), com itens **ao alcance de mãos** (porta-paletes são previamente abaixados e o mezanino é acessível através de escadas) e sem identidade de operadores por zonas (zoneamento é utilizado nas empresas como critério de roteirização de busca de itens). Pela relevância deste processo para o TF, sua descrição será mais minuciosa.

a) Confirmação de pagamento de pedido e priorização da fila virtual: Após o pedido ser confirmado pelo sistema de vendas das empresas, a requisição entra em uma fila virtual para separação de pedidos. Cada pedido realizado no *website* tem um destinatário único e, para determinado CEP e momento de compra, uma transportadora é contratada, criando uma relação de unicidade pedido-transportadora. Uma consequência disso é o fato de se ter conhecimento da transportadora que realizará a entrega já na confirmação do pedido. Para andamento dessa fila virtual são utilizados dois critérios, endereçando prioridades a pedidos, ilustrados na Figura 21:

- Tempo para expedição: Demonstra a folga em dias que o macroprocesso de *outbound* (ilustrado na Figura 19 para pedidos nas modalidades próprio e consignado e na Figura 20 para a modalidade *cross docking*) possui para percorrer todos as suas etapas. Quanto menor a folga, maior a prioridade. Essa folga é determinada pela a quantidade de dias entre o momento de geração de listas e a data prometida de entrega ao cliente, subtraído o tempo acordado com a transportadora para realização da entrega àquela região (definido nos *SLA Service Level Agreements* contratuais).
- Janela de expedição: As transportadoras têm horários pré-definidos por um agendamento para retirada de todos os produtos a elas incumbidos do CD. A variável janela de expedição mede o tempo disponível para que o produto ainda consiga entrar no próximo embarque da transportadora, deduzindo um tempo médio para os demais processos (consolidação, conferência, romaneio e expedição). Dessa maneira, produtos que possam ser expedidos de prontidão, não ocupando o espaço físico de saída por longos períodos, são priorizados.

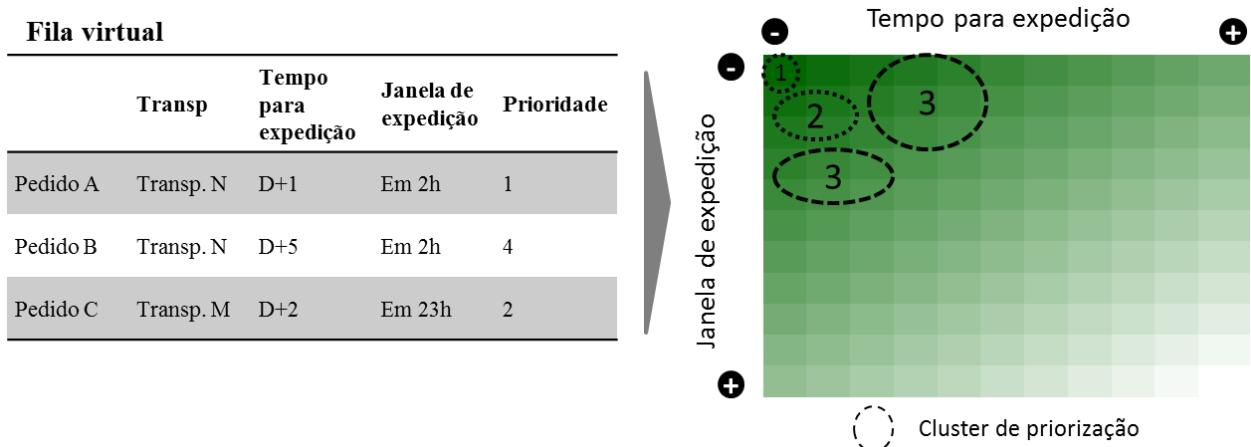


Figura 21 - Lógica de priorização utilizada no picking, ilustrativa

No caso ilustrado na Figura 21, o Pedido A possui um dia de folga para sua expedição e, caso seja selecionado agora para *picking*, pode ser expedido ainda hoje (com folga estimada de duas horas, já contabilizando o tempo médio demandado pelos demais processos de *outbound*). Nesse caso, ele é priorizado. Esses critérios geram “clusters de priorização”, dentro dos quais as listas de *picking* são geradas.

b) Geração da lista de *picking*: Uma lista de *picking* consiste em uma designação virtual de itens a serem coletados por um operador (*picker*). Ela é gerada pelo líder de *picking* quando o operador termina a descarregamento da lista anterior ou no início de seu dia de trabalho. A lista pode ser mono-item (lista composta somente por itens de pedidos de clientes que requisitaram um único SKU, ou seja, quando um item é igual a um pedido) ou multi-item (no caso de a quantidade de itens nos pedidos ser superior a um SKU). Não são misturados pedidos das empresas *Adventure Apparel* e *Child World* nem são fracionados itens de pedidos multi-item. Geram-se assim quatro possíveis configurações de lista de *picking*, quais sejam multi AA, mono AA, multi CW ou mono CW. Itens *cross docking* são sempre considerados mono-item, independentemente de os mesmos terem sido adquirido em uma compra múltipla: pela diferença de tempo de entrega, esses itens são separados e expedidos posteriormente. As listas seguem as priorizações anteriormente determinadas e contém aproximadamente 100 itens (multi-item) ou 200 itens (mono-item) - valores empíricos informados pelo líder de *picking* durante as entrevistas realizadas. O acesso aos itens a serem coletados, a ordem a ser realizada, bem como sua localização são visíveis ao operador através de um instrumento com monitor portátil por ele carregado, o qual também possui um leitor de código de barras na extremidade superior. Esse instrumento é ilustrado na Figura 22.



Figura 22 – Instrumento utilizado por *pickers*, ilustrativo
Fonte: http://www.accu-dart.com/images/Worth_Motorola_Scanner.jpg

c) Roteirização e deslocamento de *pickers*: Com a lista disponível o *picker* se desloca até a posição designada para separação do SKU. Os *pickers* deslocam-se transportando também uma unidade de armazenagem (uma caixa móvel, uma *Storage Unit* – SU) na qual serão deixados os itens coletados. As SUs utilizadas atualmente no CD são antigas caixas de papelão do setor de recebimento que, após serem reforçadas por fitas transparentes, são arrastados pelos *pickers* pelo piso do CD. Apesar de haver uma diretriz da alta gestão para aquisição de SUs mais adequadas (caixas de metal compradas, com rodas), ainda não houve grande aceitação para tal iniciativa.

A roteirização é dada no sentido anti-horário, sendo os primeiros itens a serem buscados os localizados no andar mais elevado do mezanino (com a SU ainda vazia para subir escadas) e a área de risco deixada por último (por conter produtos de alto valor e pouca rotatividade, são separados por poucos operadores, em uma zona controlada). Essa roteirização utilizada pela empresa está representada na Figura 23:

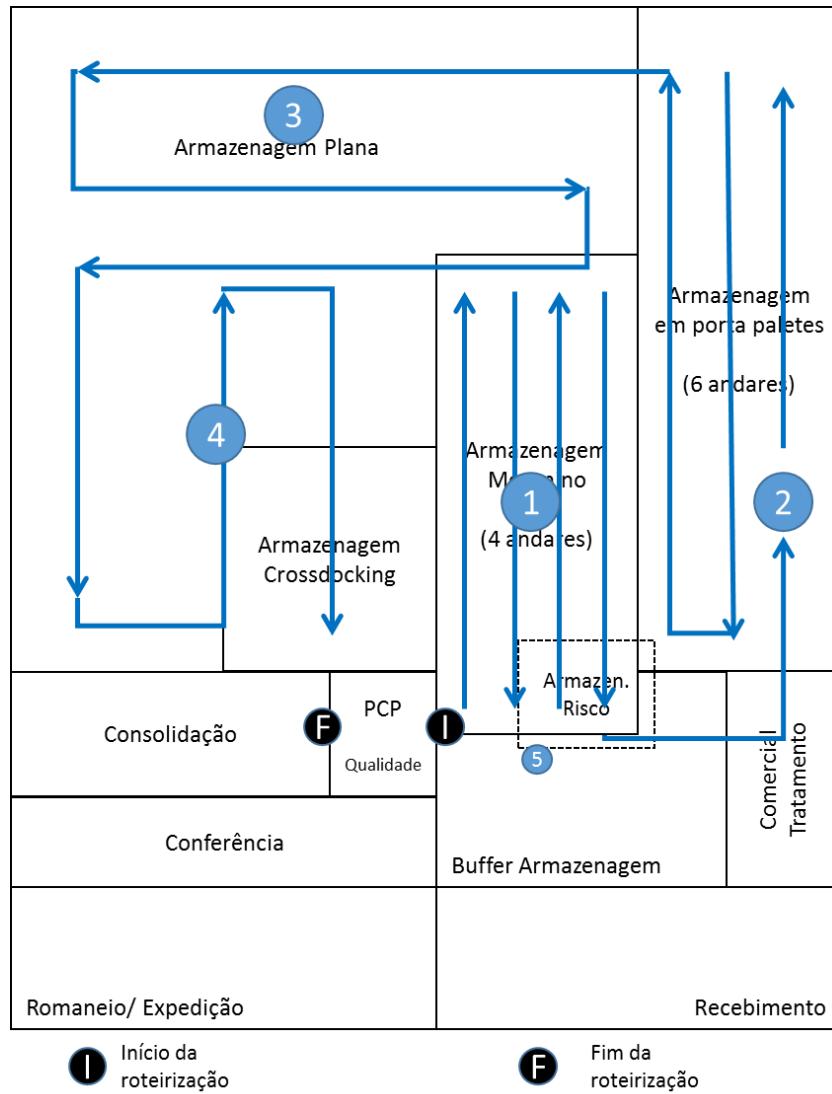


Figura 23 - Roteirização do picking no layout atual

d) Busca e carregamento do SKU: Chegando à posição de estoque determinada, o *picker* informa ao sistema de informação (bipa o código de barras da posição de estoque), recebe a indicação do SKU a ser separado e o procura, entre os vários existentes. Quando encontrado, informa o sistema bipando o código de barras do produto e colocando-o na SU. Designa-se então o item seguinte para deslocamento e busca. Caso não encontre o item requisitado na posição de estoque (produto assinalado errado na armazenagem) o operador fica incumbido de reportar ao setor de Qualidade a falha. A solução do fluxo não habitual pode ser i) a determinação da existência de um produto equivalente em outra posição de estoque (substituindo o anterior na lista de *picking*) ou ii) entrar em contato com o cliente, buscando uma solução alternativa na impossibilidade de atendimento da demanda (ex.: maior prazo, dinheiro devolvido).

e) Término da lista de picking e direcionamento à área de descarga: Quando todos os SKUs requisitados ao *picker* são identificados e selecionados ou quando na impossibilidade de dar sequência a uma lista (SU muito pesada ou muito cheia), o operador desloca-se para descarregar o já separado. Esse direcionamento pode ter como destino a área destinada ao processo de Consolidação (em caso de uma lista multi-item) ou diretamente à área da Conferência (mono-item). Sob o ponto de vista do produto, dá-se sequência ao macroprocesso de *outbound* (ilustrado na Figura 19 para pedidos nas modalidades próprio e consignado e na Figura 20 para a modalidade *cross docking*), e, sob o olhar do *picker*, novas listas são geradas ou dá-se continuidade à lista anterior não terminada.

4.1.4 Consolidação

Processo específico de consolidação de pedidos com mais de um item, sendo necessário para que todos os itens de uma mesma compra sejam expedidos em conjunto (*cross docking* é exceção). De forma resumida, os itens coletados são separados em pedidos a que pertencem. Operacionalmente, cada SKU levado à área é bipado e o sistema de informação designa uma SU menor para alocação. Dessa maneira formam-se agrupamentos que tem correspondência a um único pedido. Após o término da etapa, esses novos agrupamentos são então levados à área de conferência.

4.1.5 Conferência

O processo de Conferência consiste na confirmação da correspondência entre os itens selecionados e o pedido do cliente, controle de qualidade e embalagem dos pedidos. O processo de conferência é a última inspeção dos produtos, antes da entrega ao cliente. É a garantia da entrega dos produtos certos, nas quantidades certas.

a) Inicialmente é assegurada a correspondência entre os SKUs selecionados e aqueles pedidos pelo cliente. Nessa atividade, ao bipar o produto, o operador de conferência observa o SKU selecionado ainda não embalado e confronta-o com os componentes do pedido na tela, imagem versus produto. O operador deve então aprovar a correspondência ou não. Caso negativo, o pedido é levado à área de Qualidade para se estudar a viabilidade de troca de produto por equivalente ou a renegociação com o cliente. Essa resolução é semelhante ao tratamento dado quando na ausência do produto requisitado no processo de *picking*.

b) Concomitantemente à atividade anterior é realizada a inspeção do estado físico do produto: se o mesmo se encontra em condições de ser entregue ao cliente. A inspeção é qualitativa e baseia-se no questionamento de “Eu me importaria em receber um produto nessas

condições?” pelo operador. Operadores de conferência são especialistas em produtos, com bastante tempo de atividade nas operações do CD das empresas, que têm função de maior responsabilidade na hierarquia dos operadores (tidos como operadores *nível 2*). Avarias pequenas (como um pequeno amassado na embalagem) não são consideradas; avarias tratáveis (caixa com rasgo) são resolvidas (substituição da caixa); outros casos, mais críticos, que envolvam a impossibilidade de entrega daquele produto específico ao cliente exigem tratamento no setor de Qualidade.

c) Passada a etapa de inspeção, o pedido encontra-se em condições de ser embalado, de ter sua Nota Fiscal de saída/venda gerada (contendo dados da transportadora e produtos na embalagem) e de ser separado para posterior expedição.

4.1.6 Romaneio e expedição

O processo de romaneio e expedição compreende a etapa final da saída de produtos do CD. Consiste nas atividades de:

a) Separação de pedidos por transportadoras nas áreas de expedição, guiada pelos dados impressos na Nota Fiscal. Os produtos já embalados ficam então armazenados (*buffer* de expedição) até a chegada da transportadora.

b) Na ocasião da chegada da transportadora, os pedidos embalados são contabilizados e é gerado o romaneio da carga (*packing list*). Esse documento discrimina todas as mercadorias embarcadas: possui os detalhes de como os pedidos estão organizados - a fim de facilitar a identificação e localização de qualquer produto dentro do carregamento.

c) A transportadora fica incumbida de contar a quantidade de volumes carregados antes de ter acesso ao romaneio. A checagem dos valores por ele informados e o impresso em papel garante que o embarque foi realizado com os produtos pedidos.

d) Volumes são então carregados no veículo, agora sob responsabilidade da transportadora, dando sequência à entrega ao cliente.

4.1.7 Fluxograma e Mapofluxograma de processos

Após a definição de todas os processos e atividades desempenhados no CD, explicitando sua ordem e relacionamento, foi possível elaborar o fluxograma dos processos de entrada e saída.

O fluxograma elaborado e validado após as observações feitas no processo atual, com a esquematização das atividades ressaltadas, é apresentado no APÊNDICE C. Além disso o

fluxo atual é representado por meio de um Mapofluxograma, esquematizado sobre a planta do local, apresentado no APÊNDICE D.

4.2 Análise dos processos mapeados

Conforme estabelecido na metodologia, tendo os processos definidos, o passo seguinte consiste em levantar dados operacionais de cada processo para a mensuração de sua relevância e da sua contribuição para o sistema como um todo.

Vale ressaltar ainda que parte do levantamento de dados ficará restrita a processos primários (ABPMP, 2013): os processos de *inbound*, nessa classificação, não são diretamente percebidos pelo cliente (o não recebimento ou o acúmulo de itens a serem armazenados), podendo ser classificados como *processos de suporte*. Por outro lado, processos de *outbound* impactam diretamente a percepção de valor (ex.: o prazo de entrega, produto exatamente como pedido) e o compromisso estabelecido na relação empresa-cliente. Esses últimos podem ser classificados como *processos primários*.

O levantamento inicial de produtos por processo em determinado tempo pode ser observado na Tabela 6, fruto da mesma base de dados da utilizada no APÊNDICE E – Estudo dos processos de *outbound*. Esse levantamento trouxe um resultado bastante em linha com o esperado: com exceção do processo de consolidação, os processos de *outbound* possuem aproximadamente o mesmo volume de itens processados por período (as unidades seguem o mesmo fluxo). A diferença é justificada pela consolidação ser um processo aplicável somente a pedidos multi-item.

Tabela 6 – Quantidade de itens processados, em milhares de unidades

	PROCESSO	JAN/14	FEV/14	MAR/14	ABR/14	MAI/14	JUN/14	TOTAL 1º SEM 2014
INBOUND	Recebimento	306,0	188,7	107,8	139,1	251,7	284,4	1.277,7
	Armazenagem	275,8	218,2	124,3	155,9	250,2	315,3	1.339,7
OUTBOUND	<i>Picking</i>	175,3	167,9	186,6	233,4	231,4	216,0	1.210,6
	Consolidação	111,2	108,5	126,7	173,4	171,1	154,0	844,9
	Conferência	183,1	172,1	189,5	243,1	243,6	217,4	1.248,8
	Romanéio	184,6	174,5	189,4	243,7	245,0	218,0	1.255,2
	Expedição	182,2	171,7	187,5	243,3	244,8	218,5	1.248,0

Nos processos de *inbound*, por outro lado, observa-se um descasamento entre o recebimento e armazenagem (em alguns meses), apesar dos totais de seis meses possuírem valores próximos. Esse descasamento fica mais evidente no mês de janeiro. Justifica-se essa constatação por uma maior compra de produtos nesse mês (fim de coleção, no ciclo de produção de fornecedores) e a necessidade de alocação de pessoas no processo de recebimento em detrimento da armazenagem. Essa mudança foi programada e não motiva questionamento quanto à existência de um problema operacional no processo de armazenagem.

O estudo de alocação de recursos humanos em cada etapa pode ser encontrado no APÊNDICE D. Uma análise condensada foi realizada traçando uma Curva ABC quanto à alocação de recursos, conforme a Figura 24 (unidade de medida: homens-horas dedicados ao processo no período analisado). Uma curva ABC é um método de classificação de informações e é baseada no princípio de Pareto (80% das consequências podem ser justificadas por 20% dos fenômenos).

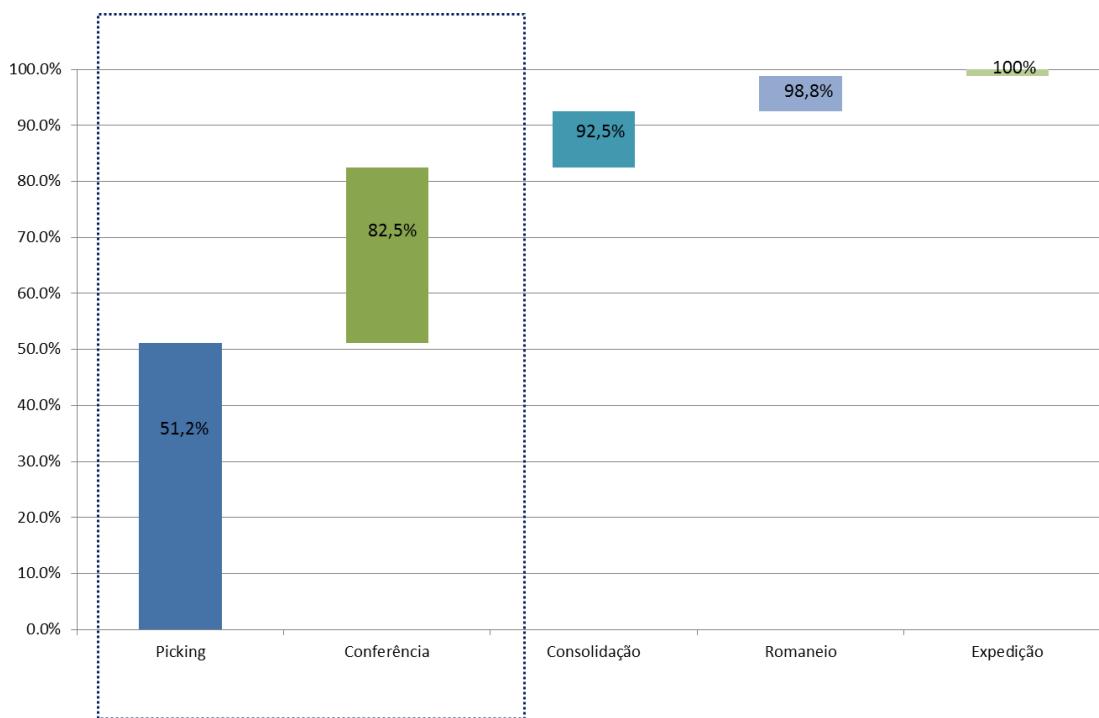


Figura 24 - Curva ABC, % de homens-horas alocados nos processos de *outbound*

A análise da curva ABC mostra que mais de 80% dos recursos humanos alocados em processos de *outbound* está dividido entre os processos de *picking* e conferência (51% e 31%, respectivamente). Esses números aproximam-se bastante do encontrado na revisão de literatura realizada por Koster et al. (2006), se considerarmos a alocação de homens-horas como função direta dos custos associados à operação.

Outra análise relevante para justificar um futuro aprofundamento consiste no estudo dos *lead times* de processos, ou seja, o tempo entre a entrada e a saída de um item no processo. Dentro do escopo desse trabalho justifica-se a análise de *lead times* restrita a processos internos do CD, conforme delimitado na Figura 25.

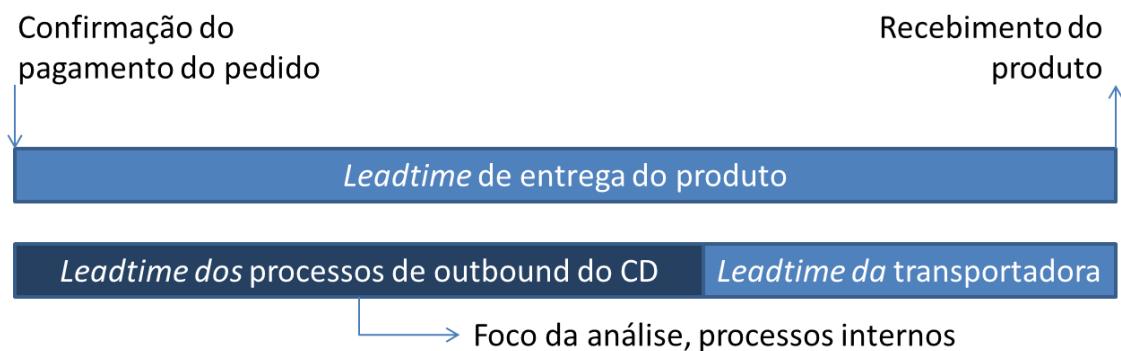


Figura 25 - *Lead time* do processo de *outbound* considerado

Por questões de confidencialidade de eficiência de operações, os dados de *lead time* somente serão apresentados em sua forma relativa na Figura 26, referentes aos nove primeiros meses de 2014. A forma de gerenciamento desses dados pelas empresas pode ser encontrada no APÊNDICE F, com dados mascarados por uma constante α . Nesse ajuste, garante-se a correspondência relativa entre os *lead times* mas não existe correspondência direta dos dados apresentados à situação real (os resultados desse relatório não podem ser comparados com os da tabela exposta no APÊNDICE F).

O processo de *picking*, nesse gerenciamento, é mensurado em dois momentos distintos, conforme definido a seguir:

- I. Separação fila: tempo entre confirmação do pagamento do pedido à alocação do (s) item (s) a uma lista para um *picker*; e
- II. Separação: tempo entre recebimento de uma lista e a entrega à próxima etapa (consolidação ou conferência).

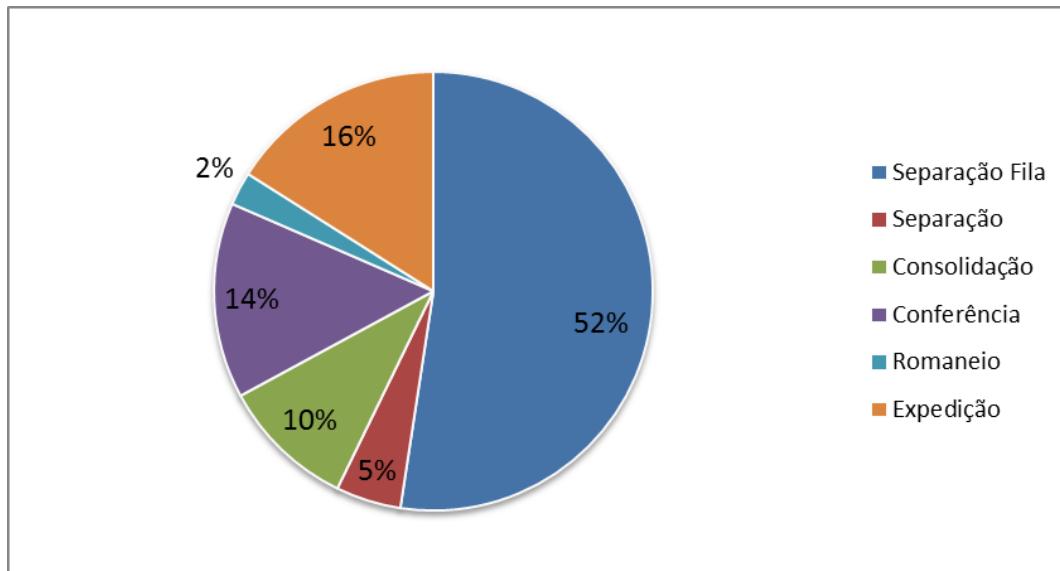


Figura 26 - Distribuição dos tempos que compõem o *lead time* total do processo de *outbound*

A análise de *lead times* dos processos mostra que mais da metade do tempo (57%) entre a confirmação do pagamento do pedido do cliente até sua expedição é empregado no processo de *picking* (fila e operação). Mais importante que essa constatação é o fato de o produto ficar a grande maioria desse tempo em espera para a separação – um possível gargalo para o início do *outbound*.

4.3 Decisão de aprofundamento de análise

Com base nos dados levantados e já apresentados optou-se pelo aprofundamento de análise do processo de *picking*. Essa decisão foi tomada por:

1. Tratar-se de um processo primário, de modo que as melhorias incrementais no *picking* impactariam diretamente a percepção de valor do cliente;
2. Haver um claro interesse e alinhamento da alta gestão da empresa para busca de alternativas de melhoria para o processo de *picking*, pela carência de estudos internos no tema, demonstrada desde as primeiras reuniões de projeto; e
3. O processo de *picking* ter apresentado o maior tempo de espera apesar da maior alocação de recursos humanos (o maior *lead time* de processo).

O aprofundamento da análise compreenderá o impacto da proposta de melhoria na razão **itens processados por homem-hora alocado**. Essa relação endereça duas variáveis apontadas como problema no levantamento de dados da seção 4.2:

- Alocação de recursos humanos: um aumento na variável número de itens processados por homem-hora alocado no processo de *picking* traria uma menor necessidade de pessoal no processo e, consequentemente, uma maior redução no custo com pessoal nos processos de *outbound* das empresas analisadas. Por compor 50% da alocação de recursos humanos nos processos de *outbound*, conforme mostra a Figura 24, uma pequena redução percentual na quantidade de homens-horas alocadas no processo de *picking* traria grandes impactos para o sistema;
- *Lead time*: uma maior eficiência no processo de *picking* possibilitaria uma maior vazão de produtos com um mesmo contingente de recursos humanos alocado. Dessa forma é esperado que contribua para a diminuição do tempo de espera para início do processo de *outbound* (tempos de Separação na Figura 26).

Além disso a proposta de melhoria deve ser discutida sob um aspecto qualitativo, referente à facilidade de implantação. Essa avaliação deve ser considerada pois não serão estimados quantitativamente os custos para cada alteração, em uma apreciação das soluções em termos de seu custo-benefício.

5. ESTRUTURAÇÃO DA SIMULAÇÃO PELA MODELAGEM DO PROCESSO DE PICKING

Conforme descrito no referencial teórico um modelo é a representação de um objeto, sistema ou ideia em alguma outra forma que não a da entidade em si e o processo de simulação é a operacionalização de um modelo. O presente capítulo tem por objetivo explicar passo a passo a construção do modelo, seus limites e simplificações e detalhar suas entradas e saídas. Por fim, aplica-se o modelo à situação atual e avalia sua aderência à situação real.

5.1 Preparação para modelagem

5.1.1 Definição do problema

A modelagem do processo de *picking* tem por premissa a identificação correta do processo, em todos os seus possíveis fluxos. O detalhamento do processo de *picking* encontra-se na seção 4.1.3 e no APÊNDICE C3.

Objetiva-se através da modelagem e da simulação a resposta à pergunta: como a alteração de determinados *inputs* impactam os *outputs* do processo? Em termos mais específicos, qual o impacto de eventuais alterações no *layout*, na formação de listas, bem como da melhoria dos tempos de execução das atividades, individualmente ou em conjunto, no processo de *picking*?

Esse processo está ilustrado na forma da estrutura *input-transformação-output* da Figura 27:

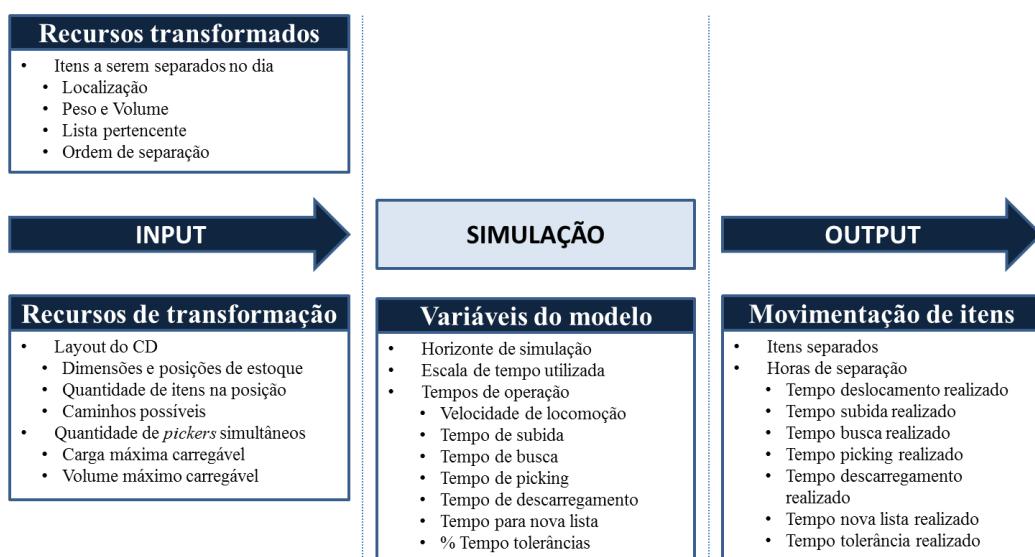


Figura 27 – Elementos do processo de *picking* no ambiente de simulação

Conforme mencionado e discutido na seção 4.3, para a análise dos resultados, a variável utilizada para mensuração da eficiência do processo será a **razão do número de itens separados por homem-hora alocado**: alcançar a mesma quantidade de itens com uma menor alocação de recursos humanos ou maior quantidade de itens com a mesma quantidade de pessoas possibilita uma redução direta de custo com pessoal e/ou melhor distribuição de pessoas entre os processos realizados (mais itens processados em outras etapas da cadeia).

As alterações propostas também serão positivas se possibilitarem a diminuição da variabilidade do processo. Essa variabilidade pode ser medida no desvio padrão dos **tempos necessários para conclusão de uma lista** ou, buscando comparar listas de diferentes tamanhos, na redução da variabilidade da métrica de eficiência proposta (itens por homem-hora).

Para estabelecer os contornos do sistema, diferenciam-se atividades do fluxo normal das atividades situacionais (não habituais, ativadas quando algum evento fora do controle ocorre). As atividades do fluxo normal de atividades podem ser encontradas na Tabela 7.

Tabela 7 – Fluxo normal de atividades de *Picking*

GRUPO DE ATIVIDADES	ATIVIDADE	QUEM	ONDE
SETUP	Descarga de itens colocados na SU	<i>Picker</i>	Setor de conferência ou consolidação
	Formação da lista de <i>picking</i>	Líder de <i>picking</i> e sistema de informação	Setor PCP
	Recebimento de lista <i>picking</i>	<i>Picker</i>	Setor PCP
DESLOCAMENTO	Definição da roteirização (ordem de deslocamento)	Sistema de informação	N/D
	Deslocamento puxando a SU	<i>Picker</i>	Toda a área de armazenagem
	Subida de escadas puxando a SU	<i>Picker</i>	Mezanino
PICKING	Identificação da posição	<i>Picker</i>	Toda a área de armazenagem
	Busca do SKU na posição	<i>Picker</i>	Toda a área de armazenagem
	Colocação do item na SU	<i>Picker</i>	Toda a área de armazenagem

A simulação proposta tem por limites a consideração das atividades do fluxo normal desempenhadas por *pickers*. As atividades fora do fluxo normal (como, por exemplo, não encontrar o produto na posição e dirigir-se à resolução de problemas) foram simplificadas na

modelagem: a estruturação do modelo com a possibilidade de não haver o SKU requisitado na posição de estoque foge ao controle do levantamento de dados realizado na construção do modelo.

No entanto, os eventos fora do fluxo normal não podem ter seus efeitos desconsiderados. Durante a avaliação dos processos através da realização das atividades pelo aluno na etapa de mapeamento de processos e preparação de dados, em uma lista pequena de quinze itens, um deles não pôde ser encontrado. Essa falha de processo não é pontual e sua recorrência é relevante para o processo.

5.1.2 Formulação do modelo

O processo foi modelado conforme a sequência lógica do fluxo normal de atividades observada no sistema real. Essa sequência e formulações utilizadas para modelagem estão ilustradas na Figura 28 e são detalhadas a seguir.

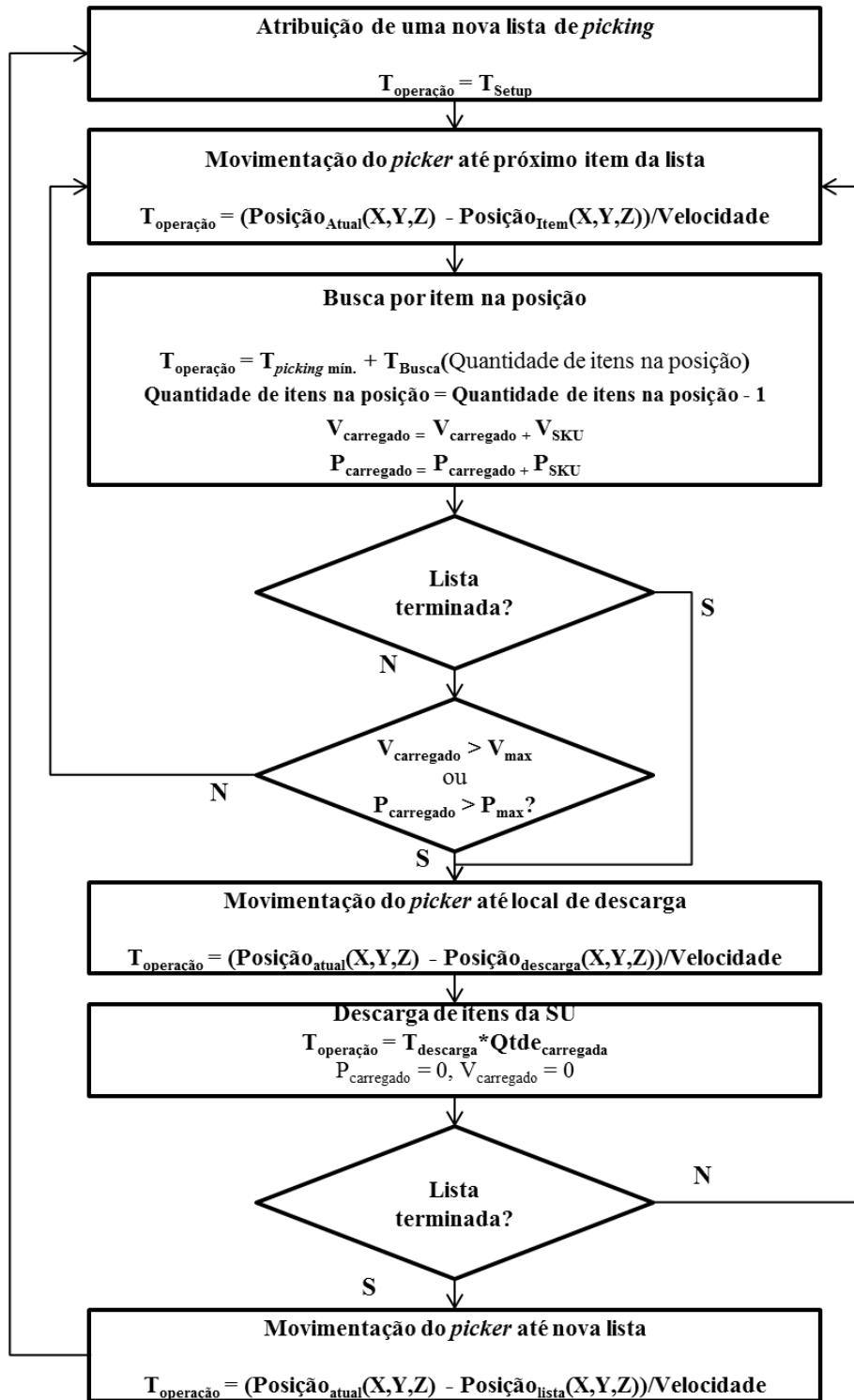


Figura 28 – Sequência lógica de atividades de um picker

- **Atribuição de nova lista de picking**

Encontrando-se na área destinada ao setor de PCP o picker informa o líder de picking que sua lista anterior foi finalizada e recebe uma nova. A atividade também ocorre na inicialização do modelo, fornecendo a primeira lista para cada picker:

$$T_{operação\ gerar\ nova\ lista} = T_{setup} \quad (1)$$

O T_{setup} é medido em segundos.

- **Descarga de itens da SU**

Encontrando-se na área destinada ao Setor de Conferência (lista mono-item) ou na destinada ao Setor de Consolidação (lista multi-item) o *picker* retira os itens carregados da SU e coloca-os em outra posição de estoque, a fim de dar continuidade ao processo de *outbound*. Essa atividade é exigida pelo fluxo de atividades quando:

- A lista de *picking* designada teve fim ou
- A SU torna-se pesada ou cheia demais (quando as restrições de peso ou volume são atingidas)

No segundo caso é necessário que o *picker* descarregue os itens para dar sequência aos demais itens da mesma lista de *picking*. Operacionalmente esta atividade compreende a identificação de uma nova posição de estoque (bipar a posição de estoque no Setor de Conferência ou no Setor de Consolidação), a identificação do produto carregado (bipar o produto carregado) e movimentar o produto. Sendo assim, o tempo gasto na atividade depende da quantidade de itens atualmente carregados, conforme a Equação 2:

$$T_{operação\ descarga} = T_{descarga} \times Quantidade_{carregada} \quad (2)$$

$$V_{carregado} = 0 \quad (3)$$

$$P_{carregado} = 0 \quad (4)$$

O $T_{descarga}$ é medido em segundos/item, P em quilogramas e V em metros cúbicos.

- **Picking (busca e separação de itens)**

A atividade *picking* ocorre quando o operador se encontra na posição de armazenagem designada pelo sistema de informação. Sua tarefa consiste em informar o sistema de que chegou à posição designada e buscar o SKU requisitado pela lista de *picking*. Encontrando item, coloca o mesmo para a SU e dá sequência aos demais itens da lista ou, caso a mesma tenha sido terminada, direciona-se à respectiva área de descarga.

Durante a observação das atividades *in loco*, a busca pelo SKU foi aquela que mostrou maior dispersão de tempo para sua conclusão, podendo ser realizada em poucos segundos (quando havia um único item na posição) ou em mais de um minuto (quando muitos itens se

encontravam armazenados de forma misturada numa mesma posição, confundindo e atrasando o *picker*). Por esse motivo, para a melhor formulação desta atividade, ela foi dividida em duas subatividades, quais sejam:

- **Busca:** encontrar o SKU requisitado em meio a todos os itens armazenados na posição de estoque (representado pelo termo T_{busca}), sendo que seu tempo comporta-se como função da quantidade de itens na posição de estoque, conforme a Equação 6 e a Equação 9.
- **Identificação e picking:** informar ao sistema de informação que o SKU foi encontrado e movimentá-lo para a SU (representado pelo termo $T_{mín\ picking}$).

$$T_{operação\ picking} = T_{mín\ picking} + T_{busca} \quad (5)$$

$$T_{busca} = F(Quantidade_{itens\ na\ posição}) \quad (6)$$

$$V_{carregado} = V_{anterior\ carregado} + V_{SKU} \quad (7)$$

$$P_{carregado} = P_{anterior\ carregado} + P_{SKU} \quad (8)$$

Sendo $T_{mín\ picking}$ e T_{busca} medidos em segundos, P em quilogramas e V em metros cúbicos. Para determinação da função T_{busca} foram feitas duas simplificações: considerou-se que seu tempo de conclusão varia linearmente em função da quantidade de itens na posição e que esse valor é limitado por um máximo. Esse valor máximo foi definido com base na distribuição atual de posições de estoque, conforme discriminado na Tabela 8:

Tabela 8 - Distribuição de posições de estoque por quantidade de itens armazenados

QUANTIDADE DE ITENS ARMAZENADOS NA POSIÇÃO	QUANTIDAD E DE POSIÇÕES DE ESTOQUE	% DO TOTAL DE POSIÇÕES DE ESTOQUE)	% ACUMULADA
0-9	63251	78.1%	78.1%
10-19	8349	10.3%	88.5%
20-29	3873	4.8%	93.2%
30-39	1194	1.5%	94.7%
40-49	678	0.8%	95.6%
50-59	641	0.8%	96.3%
60-69	774	1.0%	97.3%
70-79	701	0.9%	98.2%
80-89	592	0.7%	98.9%
90-100	375	0.5%	99.4%
>100	514	0.6%	100.0%

Fonte: Banco de dados das empresas

O limite de 100 itens foi então fixado para associação ao tempo máximo de busca (valores superiores a esse limite demorariam o tempo máximo de busca), cobrindo 99,4% dos casos reais. Dessa forma:

$$\begin{aligned}
 T_{busca} &= F(\text{Quantidade de itens na posição}) \\
 &= T_{máx busca} \times \frac{\text{MIN}(\text{Quantidade de itens na posição}, 100)}{100} \quad (9)
 \end{aligned}$$

Dessa forma o $T_{picking}$ (Equação 5) comporta-se na modelagem assumida conforme a Figura 29.

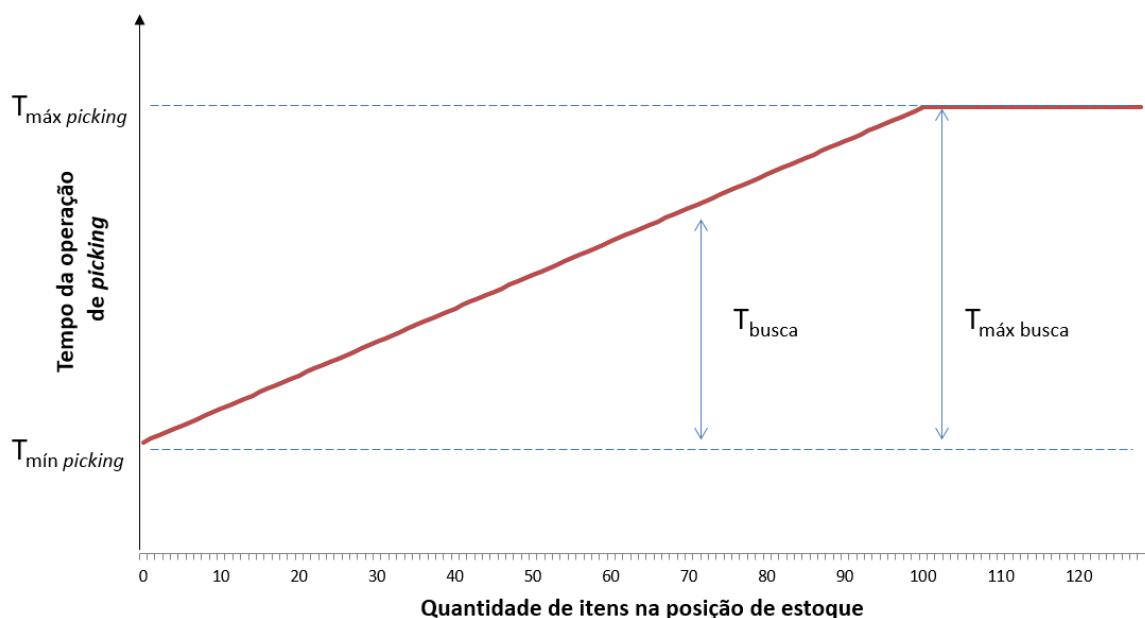


Figura 29 - Modelagem do $T_{picking}$ considerando tempos de busca e seleção

Quando não existem outros itens além do SKU procurado na posição de estoque no momento de *picking*, o T_{busca} é igual a zero e a atividade *picking* compreende somente a identificação do produto e sua colocação na SU (dado por $T_{mín picking}$). Conforme a quantidade de itens na posição de estoque aumenta o T_{busca} aumenta linearmente, podendo chegando ao valor máximo de $T_{máx busca}$ (quando 100 ou mais itens encontram-se na posição de estoque, conforme Equação 9).

- **Movimentação**

Cada deslocamento na área de armazenagem do CD é dado pela diferença nas coordenadas X, Y e Z entre o ponto atual e o ponto de destino. As simplificações assumidas na modelagem dessa atividade foram menores por ela ser a atividade apontada na literatura como a mais relevante (maior tempo gasto dentre as atividades do processo de *picking* do tipo *picker-to-parts*). Isso tornou sua modelagem computacional mais complexa.

Essa complexidade computacional advém, sobretudo, da necessidade de considerar a interação do *picker* com a disposição das posições de estoque no *layout*: seja a determinação do melhor caminho entre pontos, considerando a existência de passagens intransponíveis, ou a necessidade de subir escadas para atingir posições em alturas diferentes (deslocamento na direção Z).

Essa etapa do desenvolvimento da simulação, buscando o mais curto entre os infinitos caminhos possíveis, muitas vezes exige algoritmos de otimização para sua determinação. Por exemplo, dada uma rede de grafos, buscar um algoritmo para determinar a sequência ótima de movimentação que fornece o menor caminho (similar ao problema do *caixeiro viajante*). No entanto, algumas heurísticas de movimentação podem ser aplicadas no modelo apresentado sem o comprometimento significativo dos resultados gerados: não é garantida a opção pela solução ótima, mas obtém-se um bom caminho entre dois pontos com complexidade de modelagem consideravelmente menor.

Para tal, inicialmente, cada um dos lugares relevantes ao processo (posições de estoque, área para descarga, áreas das escadas e área de PCP) foi mapeado em termos de coordenadas espaciais e especificado em X, Y e Z. O *layout* que resultou desse levantamento foi replicado em células de *Excel* considerando uma granularidade em que cada célula representa uma área quadrada de 0,25m por 0,25m. O APÊNDICE G ilustra a conversão do *layout* do CD em *input* para o modelo, identificando os caminhos percorríveis. A movimentação ficou, assim, limitada a deslocamentos nas direções X ou Y, ortogonais entre si, e não na diagonal, assumindo uma pequena simplificação.

O *layout* do CD das empresas analisadas é dividido em áreas destinadas a setores com funções específicas e acessíveis por corredores, que podem ser percorridos pelos *pickers*. Nesse *layout* em que praticamente qualquer ponto pode ser acessado por pelo menos dois caminhos distintos, não existem muitos pontos “sem saída”. Isso elimina o risco de um *picker* ficar em

um *loop* infinito na movimentação, sem alcançar o ponto de destino. Caso contrário, por exemplo, utilizando a heurística de que a direção a ser seguida é dada pelo sentido no qual mais se aproxima do destino – cima, baixo, esquerda ou direita – o *picker* pode ser levado constantemente a um corredor sem saída, retornar a um nodo anterior e tentar o mesmo caminho novamente, sem progressão, infinitamente.

Os pontos “sem saída” (corredores com um único acesso) e a própria área de armazenagem risco (vários corredores acessíveis somente por um caminho), foram tratados de forma diferente – sendo o *picker* direcionado inicialmente ao último nodo não “sem saída” da rede, identificados em laranja no APÊNDICE G. Esse cuidado garantiu o movimento fluido dos *pickers* pela rede de caminhos (corredores) do *layout* do CD.

Como heurística de movimentação, a cada nodo da rede de caminhos do *layout* analisado é utilizada a sequência lógica explicada na Figura 30 e detalhada na Figura 31, determinando assim a próxima direção a ser seguida.

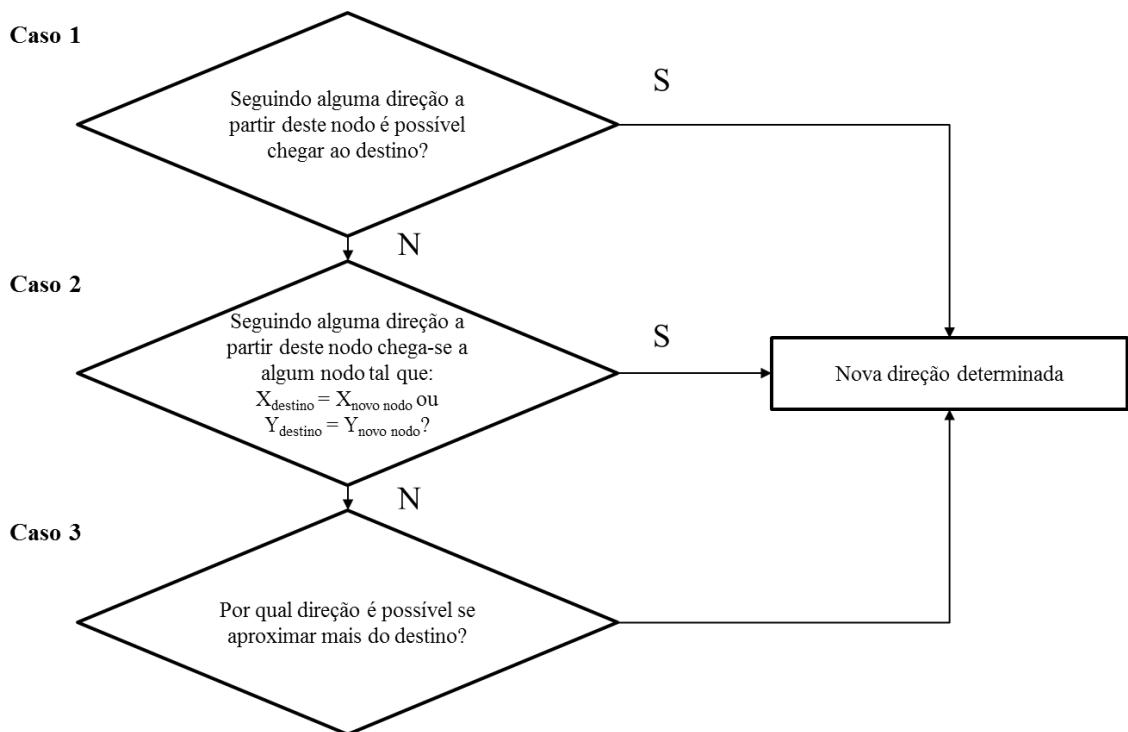


Figura 30 - Heurística para determinação da direção utilizada

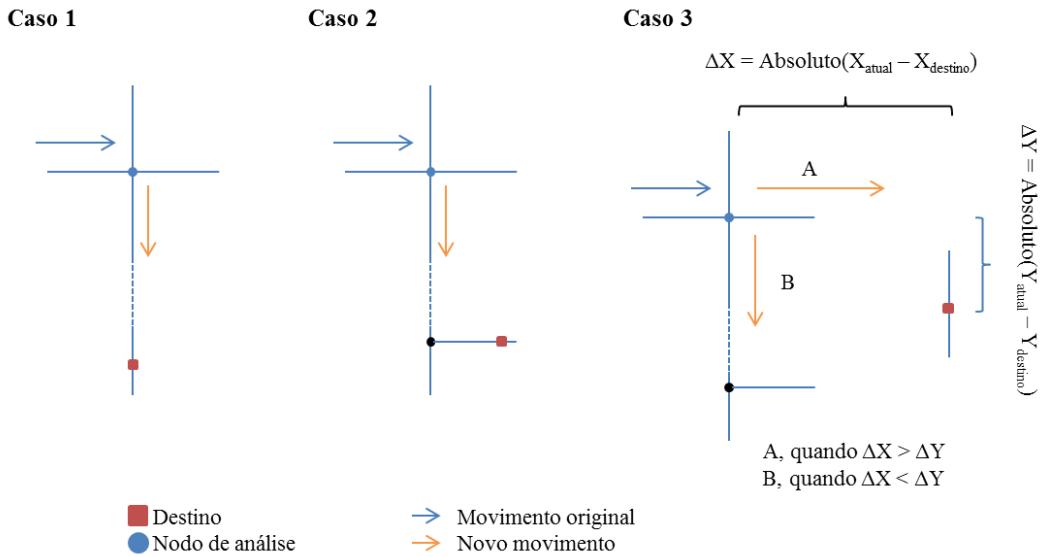


Figura 31 - Ilustração da heurística de determinação da direção

Como equacionamento, a movimentação de *pickers* é descrita pela Equação 10:

$$T_{\text{operação movimentação}} = \frac{Posição_{\text{Atual}}(X, Y, Z) - Posição_{\text{Destino}}(X, Y, Z)}{\text{Velocidade}} = \frac{|X_{\text{atual}} - X_{\text{destino}}| + |Y_{\text{atual}} - Y_{\text{destino}}|}{\text{Velocidade}} + |Z_{\text{atual}} - Z_{\text{destino}}| \times T_{\text{subida}} \quad (10)$$

Sendo as coordenadas X e Y das posições medidas em metros, a coordenada Z em andares (podendo assumir o valor zero, representando o andar térreo, ao valor três, representando o terceiro andar do Mezanino), a velocidade em metros por segundo e T_{subida} em segundos por andar.

- **Tolerâncias adotadas**

Cada atividade desenvolvida ao longo do dia de um *picker* pode ser interrompida por demandas que não promovem a continuidade do processo de *picking*. Essas demandas englobam as necessidades básicas do ser humano que justificam a consideração de tolerância de tempo para atender às necessidades pessoais e a ocorrência de eventos fora do controle que requerem tolerância de tempo adicional para absorvê-las. No primeiro caso enquadram-se os tempos para idas ao sanitário e paradas para tomar água, enquanto o segundo considera os fluxos fora do fluxo normal do processo de *picking* (ex.: produto não ser encontrado na posição ou em condições não aceitáveis).

A magnitude desses fatores foi dimensionada e então aplicada a cada atividade que promove a continuidade do processo. Dessa forma, apesar desses eventos não serem simulados

(não existir a atividade “deslocando-se para o bebedouro” no modelo), o tempo que seria empregado em tais atividades é considerado e mensurado. Nessa situação o tempo de operação (Equação 11) de cada atividade é ajustado por um fator de tolerância $k_{tolerância}$, calculado pela Equação 13:

$$T_{operação\ total} = T_{operação} + T_{tolerância} \quad (11)$$

$$T_{tolerância} = T_{operação} \times k_{tolerância} \quad (12)$$

$$k_{tolerância} = \frac{\%_{tolerância\ no\ dia}}{100\% - \%_{tolerância\ no\ dia}} \quad (13)$$

$$\%_{tolerância\ no\ dia} = \%_{necessidades\ pessoais} + \%_{eventos\ fora\ do\ controle} \quad (14)$$

$$\%_{necessidades\ pessoais} = \frac{\sum T_{necessidades\ pessoais}}{T_{total\ num\ dia}} \quad (15)$$

$$\%_{eventos\ fora\ do\ controle} = \frac{\sum T_{eventos\ fora\ do\ controle}}{T_{total\ num\ dia}} \quad (16)$$

Sendo $T_{tolerância}$ medido em segundos para cada operação, a ser simulada. Dessa forma, ao final do dia, são consideradas no tempo total de cada *picker* a soma dos tempos das pausas por necessidades pessoais e devido a eventos fora do controle.

5.1.3 Preparação de dados

Pela maneira como as atividades do processo de *picking* foram formuladas, algumas variáveis precisam ser definidas e coletadas ou estimadas. Essas variáveis estão summarizadas na Tabela 9. Na Tabela 10 são apresentados outros parâmetros que configuram o sistema modelado ou caracterizam seu estado.

Tabela 9 - Variáveis utilizadas no modelo

Variável	Breve descrição
$T_{sistema}$	Tempo atual do modelo de simulação, medido em segundos. Dessa forma $T_{sistema} = 0$ corresponderia ao início da simulação e $T_{sistema} = T_{dia}$ ao final
$T_{operação}$	Para cada atividade que o <i>picker</i> desempenha, é calculado o tempo necessário para seu término, conforme o equacionamento proposto na seção 5.1.2 (Equações 1, 2, 5, 10 e ajustadas pela Equação 11)
$T_{movimentação}^i$, $T_{picking}^i$, T_{setup}^i , $T_{descarga}^i$ e $T_{tolerância}^i$	Tempo gasto nas atividades de movimentação, <i>picking</i> , <i>setup</i> , descarga e em demoras por necessidades pessoais ou devido a eventos fora de controle respectivamente para o <i>picker</i> i durante a simulação. Esse conjunto de variáveis armazena a soma de $T_{operação}$ das operações para cada <i>picker</i> durante a simulação
Peso_i e Volume_i	Peso e volume carregado pelo <i>picker</i> i em sua SU em um determinado momento

Tabela 10 - Parâmetros utilizados no modelo

Parâmetro	Breve descrição
T_{dia}	Tempo máximo do horizonte de simulação, definido como um dia de trabalho.
Quantidade de pickers	Quantidade de <i>pickers</i> simultâneos no CD, admitida constante ao longo do dia
Listas de picking	Lista com todos os produtos a serem separados durante um dia, bem como sua ordem de separação, sua organização em listas, suas localizações e seus pesos e volumes
Layout do CD	Localização de cada posição relevante para o processo de <i>picking</i> . Adicionalmente, para cada posição de estoque, informa a quantidade de itens nela armazenados
Peso_{máx} e Volume_{máx}	Peso e volume máximos carregáveis por um <i>picker</i>
T_{max busca}, T_{min busca}, T_{descarga}, T_{setup}, T_{subida}, Velocidade, k_{tolerância}	Parâmetros para determinação dos tempos de operação, conforme as Equações 1, 2, 5, 9, 10 e 13

A constante **T_{dia}** foi calculada como o tempo de processo de *picking* ao longo do dia, seja ele desenvolvido no turno da manhã ou da tarde. Mencionado anteriormente, o CD opera de segunda-feira a sexta-feira em dois turnos (5:30 às 14:30 e 14:00 às 23:00) e aos sábados pela manhã (5:30 às 14:30, meio período). Cada turno consiste, portanto, de nove horas de trabalho. Deve-se ainda considerar que os operadores têm duas pausas por turno: uma destinada ao almoço/janta (duração de uma hora) e outra um descanso rápido (trinta minutos), totalizando uma hora e meia não produtiva por turno.

Dessa forma, em um dia completo (não sábado) tem-se quinze horas de trabalho (dois turnos de sete horas e meia, líquidas) ou 54000 segundos, que é o tempo total considerado no modelo de simulação (**T_{dia}** = 54000 segundos).

Para determinação da **Quantidade de pickers**, **lista de picking** e **Layout do CD** utilizados ao longo de um dia far-se-á uso dos dados reais de operação das empresas *Adventure Apparel* e *Child World*, em especial os levantados na seção 4.2.

Um dia com a quantidade de itens separados próxima à média do período analisado foi selecionado para ser simulado no presente estudo: **25 de setembro de 2014**. Atentou-se para que o dia selecionado não estivesse próximo de períodos de “pico” ou “vale” de demanda (ex.: Natal, *Black Friday* ou Férias), o que impactaria a demanda por pedidos e poderia distorcer a

métrica “itens processados por homem-hora alocado” considerada nesse estudo. No dia em questão, foram dedicadas 740 homens-horas somente ao processo de *picking* e, com esse contingente, foi possível separar aproximadamente 12900 itens (conforme observado no APÊNDICE E – Estudo dos processos de *outbound*). Essa alocação de recursos humanos dividida ao longo das 18 horas de operação fornece uma **quantidade de pickers** simultânea média de aproximadamente **41 pickers**.

Buscando a aderência da simulação à situação real atual, os itens a serem separados (**listas de picking**) foram selecionados a partir das listas efetivamente geradas na mesma data de análise (25/09/14), uma relação que inclui os itens a serem separados, sua divisão em torno de listas com aproximadamente 100 (multi-item) ou 200 SKUs (mono-item), sua ordem de separação e seus respectivos pesos e volumes. Durante a etapa de desenvolvimento do modelo, admitiu-se que caso a simulação processasse mais itens que os fornecidos pelos dados históricos de um único dia seriam utilizados também e sequencialmente as listas de *picking* do dia seguinte (no caso, 26 de setembro de 2014). A composição das listas utilizadas para simular pedidos a serem atendidos da *Adventure Apparel* e da *Child World* no dia simulado é apresentada na Tabela 11. Na Tabela 12 é apresentada uma análise quanto ao tipo de produtos expedidos.

Tabela 11 - Composição das listas de picking utilizadas

Data	Empresa	Quantidade de itens			Quantidade de listas		
		Em listas mono-item	Em listas multi-item	Total de itens	Mono-item	Multi-item	Total de listas
25/09/2014	<i>AA</i>	1775	5408	7183	10	37	47
	<i>CW</i>	1654	4097	5751	15	31	46
26/09/2014	<i>AA</i>	718	3204	3922	5	21	26
	<i>CW</i>	978	6286	7264	9	37	46
Total		5125	18995	24120	39	126	165

Tabela 12 – Distribuição de itens das listas de picking utilizadas por atributo de produto

Data	Empresa	Sapatos	Vestuário	Acessórios	Brinquedos	Aparelhos	Móveis	Demais
25/09/2014	<i>AA</i>	44,8%	45,7%	5,0%	0,0%	2,7%	0,0%	1,8%
	<i>CW</i>	48,1%	25,0%	13,6%	10,8%	0,0%	2,5%	0,0%
26/09/2014	<i>AA</i>	36,1%	51,2%	5,4%	0,0%	5,6%	0,0%	1,7%
	<i>CW</i>	48,1%	26,4%	13,6%	9,4%	0,0%	2,5%	0,0%
Total		45,2%	35,8%	9,7%	5,4%	1,7%	1,3%	0,8%
Média jun./13 a jun./14		28,2%	41,7%	13,2%	4,4%	2,2%	8,5%	1,8%

A distribuição dos itens nas **listas de picking** por atributos difere ligeiramente daquela encontrada como média para o período de treze meses contados a partir de junho de 2013, em

especial nas categorias sapatos e móveis (conforme Tabela 2). A demanda por itens a serem separados pode ser bastante influenciada por grandes descontos promovidos nos canais de venda *online* para um tipo específico de produto (uma promoção de calçados justificaria, por exemplo, o maior volume desse tipo de item a ser expedido no curto período analisado, dois dias).

Percebe-se ainda que as listas geradas no dia em questão não são exatamente as mesmas dos itens separados no processo de *picking* na mesma data. Isso se deve à distinção entre a data de geração da lista e designação de listas a serem separadas. As primeiras listas a serem utilizadas para movimentação de *pickers* em um dado dia usualmente são listas geradas no dia anterior e não terminadas (*picker* continua o trabalho incompleto de outro operador não concluído no dia anterior). Da mesma maneira, ao final do dia, algumas listas já iniciadas não serão completadas. Não foi possível obter, no entanto, quais itens foram deixados de um dia para o outro. Assim sendo, foi necessário assumir que as listas geradas no dia seriam tratadas como *input* do modelo no dia simulado.

Embora essa simplificação cause uma pequena distorção frente ao objetivo da simulação proposta, a quantidade de itens processados dada uma determinada alocação de homens-horas não é substancialmente impactada (são separados alguns itens de novas listas ao final do dia simulado em um tempo que na realidade seria utilizado para terminar as listas do dia anterior no sistema real). Caso o objetivo da simulação fosse a mensuração do nível de serviço do processo de *picking* (a resposta à pergunta “quantas das listas propostas para o dia, frente aos critérios de urgência e conveniência adotados, puderam efetivamente ser completadas?”), ter-se-ia grandes distorções na simulação.

A análise dos dados históricos de listas geradas no dia 25 de setembro de 2014 também aponta para uma não coerência entre a quantidade de itens por lista informada ao autor durante o mapeamento de processos (200 itens para listas mono-item e 100 itens para listas multi-item) e as listas geradas no dia considerado para simulação. Essas listas podem, independentemente dos seus respectivos tipos, ter tamanhos diversos. Essa relação pode ser observada na Tabela 13.

Tabela 13 - Distribuição das listas de *picking* por quantidade de itens

Data	Empresa	Quantidade de listas Mono-item			Quantidade de listas Multi-item			Total	
		Até 20 itens	De 20 a 100 itens	Mais de 100 itens	Total	Até 20 itens	De 20 a 100 itens	Mais de 100 itens	
25-09-14	<i>Adventure Apparel</i>	1	2	7	10	1	8	28	37
	<i>Child World</i>	6	1	8	15	6	5	20	31
26-09-14	<i>Adventure Apparel</i>	2	1	2	5	0	4	17	21
	<i>Child World</i>	6	0	3	9	2	5	30	37
Total		15	4	20	39	9	22	95	126

As pequenas diferenças apontadas nas listas de *picking* utilizadas não prejudicam o resultado da simulação, sendo válidos esses dados como *inputs* para configurar o cenário a ser simulado.

O **Layout do CD** fornece a disposição de posições de estoque em torno das coordenadas X, Y e Z. Cada posição relevante (posições de armazenagem, área de PCP e área de descarga) precisa ser fornecida ao modelo de simulação. Para determinação da quantidade de itens já armazenados nas posições, fez-se uso dos dados reais de estoque no início do dia analisado (25 de setembro de 2014), sem considerar as alterações por recebimento de novos itens ao longo da operação. Nesse levantamento de dados, a quantidade máxima de itens encontrados em uma posição no dia 25 de setembro de 2014 era de 143 itens e representatividade das posições de estoque com quantidade de itens armazenados superior a 100 itens era inferior a 0,5% do total de posições de estoque, tornando a simplificação do tempo máximo de busca no processo de *picking* (conforme Equação 9) pouco prejudicial.

As determinações de **Peso_{máx}** e **Volume_{máx}** tiveram de ser estimadas por haver uma grande variabilidade entre operadores. O volume está diretamente ligado à SU que o *picker* utiliza que em sua grande maioria são antigas caixas de produtos comprados (caixas de papelão) reforçadas com fitas adesivas transparentes para que possam ser facilmente puxadas pelos corredores. Dessa forma, tomando por base uma caixa-tipo com 80 cm de altura que possa ser colocada ocupando um quarto de um *pallet* PBR (1200 mm x 1000 mm) temos as dimensões: 0,60 m x 0,50 m x 0,80 m (**Volume_{máx}**: 0,24 m³ ou 240 litros). A variável **Peso_{máx}** foi estimada como 10kg.

Os parâmetros **T_{máx busca}**, **T_{mín picking}**, **T_{descarga}**, **T_{setup}**, **T_{subida}** e **Velocidade** foram levantados pelo autor através de observação dos *pickers* em campo e pela própria realização do processo, colocando-se na função de um *picker*. Cada uma das atividades teve seu tempo de

execução medido diversas vezes e, assumindo a hipótese de sua variação se comportar de forma similar a uma distribuição normal, foi possível obter a média dos tempos amostrais (\bar{T}) e estimar seu desvio padrão (s) a partir da amplitude dos dados observados (T_{\max} e T_{\min}), conforme as Equações 17 e 18:

$$\bar{T} \cong \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \quad (17)$$

$$T_{\max} \cong \bar{T} + 3s \text{ e } T_{\min} \cong \bar{T} - 3s, \quad \therefore s \cong (T_{\max} - T_{\min})/6 \quad (18)$$

Os valores obtidos podem ser encontrados na Tabela 14.

Tabela 14 - Estimativa das constantes utilizadas para cálculo de tempo das atividades no modelo de simulação

Parâmetro	\bar{T}	s	Descrição
$T_{\max \text{ busca}}$	120 segundos	40 s	Tempo de busca e separação máximo, utilizado quando na presença de 100 ou mais itens na posição de estoque. Parâmetro necessário para calcular o tempo de busca pela Equação 9
$T_{\min \text{ picking}}$	20 segundos	4 s	Tempo para separação de produtos, sem busca: bipar a posição de estoque, bipar o produto e colocá-lo na SU. Parâmetro necessário para calcular o tempo de operação de <i>picking</i> pela Equação 5
T_{descarga}	20 segundos/item	4s/item	Similar a $T_{\min \text{ picking}}$: bipar a posição de descarga, o produto e descarregá-lo da SU. Parâmetro necessário para calcular o tempo de operação de descarga pela Equação 2
T_{setup}	400 segundos	± 60 s	Tempo para geração de uma nova lista: Líder de <i>picking</i> gera nova lista com base nos critérios mencionados na seção 4.1.3. Parâmetro utilizado para calcular o tempo de operação de gerar nova lista pela Equação 1
T_{subida}	18 segundos/andar	2 s/andar	Tempo para subir ou descer escada de dez degraus arrastando a SU. Parâmetro utilizado para calcular o tempo de movimentação pela Equação 10
Velocidade	0,8 metros/segundo	0,08 m/s	Tempo médio de caminhada observado (sempre o mesmo para determinado <i>picker</i>)

O parâmetro **Velocidade** observado despertou atenção no momento de levantamento de dados, de modo a ser ligeiramente inferior ao valor de velocidade média de caminhada de um ser humano usualmente empregado na literatura (5 km/h ou 1,2 m/s). A diferença, no entanto, pode ser explicada por:

- i) O *picker* estar arrastando uma SU pelo chão durante todo o trajeto (movimentação com carga),
- ii) A velocidade média observada é influenciada pela interação dos *pickers* com os demais trabalhadores do CD durante a movimentação (paradas temporárias para conversar) e
- iii) O *picker* precisa encontrar exatamente a posição designada, assim a velocidade diminui quando ele se aproxima dela (para leitura e identificação das posições, até encontrar a correta).

O fator **Ktolerância** foi estimado considerando ambos os efeitos de tempos para necessidades pessoais e de demoras por eventos fora do controle. Para o primeiro estimou-se duas pausas para ir ao banheiro e três para tomar água (cada uma com oito e três minutos, respectivamente – enquanto os bebedouros estão dispostos pela área de operações, os sanitários são externos, fazendo com que o *picker* necessite se deslocar para fora área de armazenagem). Essas pausas tem um efeito combinado de vinte e cinco minutos e correspondem a 5,6% do tempo líquido de um turno (Equação 15). Para o segundo efeito foi estimado um valor de 10%, compreendendo o tempo observado no deslocamento até a área de resolução de problemas e a apresentação do ocorrido (quarenta e cinco minutos em um turno, Equação 16). Dessa forma o **%tolerância** tem o valor estimado em 15,6% (Equação 14) e, nessa configuração, fornece um **Ktolerância** de aproximadamente 18,4% (Equação 13).

5.2 Desenvolvimento do modelo

O modelo de simulação foi desenvolvido dentro do ambiente de programação VBA e sua lógica é representada pelo pseudocódigo ilustrado na Figura 32.

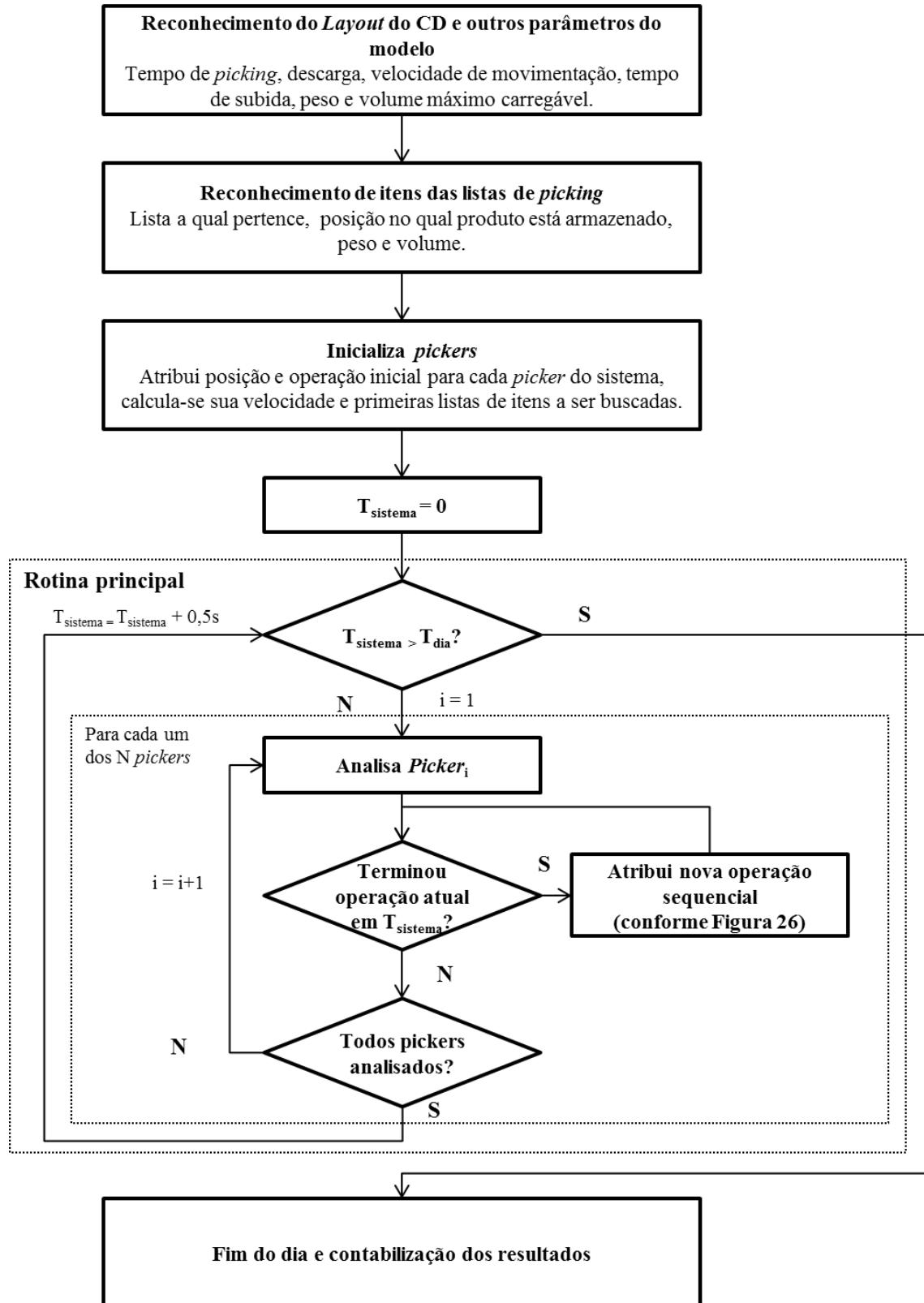


Figura 32 – Pseudocódigo do modelo de simulação

Dessa forma as variáveis são inicializadas, os *pickers* recebem suas primeiras operações e as atividades que compõem o processo de *picking* de cada *picker* durante o dia são geradas e

contabilizadas sequencialmente no passo “Atribui nova operação sequencial” indicado na Figura 32, conforme a formulação apresentada na Figura 28.

O modelo construído pode ser caracterizado como composto por variáveis discretas. Assim, em particular, o tempo, embora seja uma variável contínua na realidade, na simulação avança em intervalos de tempo discretos. Cada iteração da rotina principal representada na Figura 32 dá-se em um intervalo síncrono de meio segundo. O horizonte de simulação é, dessa forma, compreendido por 108000 ciclos de 0,5 segundo.

Cada atividade do processo, seja essa o descarregar de um item da SU ou a subida de um lance de escadas, dispara um gerador de números aleatórios para o cálculo do tempo que o *picker* demorará para completá-la. Essa geração é possibilitada, dentro do código VBA, pelas funções **NormInv(Rnd(), \bar{T} , s)** e **Randomize**. A função **NormInv(Rnd(), \bar{T} , s)** simula números aleatórios através do Método da Transformada Inversa, conforme abordado na seção 2.2.2 e ilustrado na Figura 13 (função inversa da distribuição de probabilidade normal de média \bar{T} e desvio padrão s). A função **Randomize**, por sua vez, possibilita a alteração da semente da função **Rnd()**: gera uma nova semente de forma aleatória utilizando o cronômetro do computador - tornando o simulador um bom gerador de números aleatórios (conforme a definição dada por Santoro (2011)).

A exceção ao cálculo de tempos de operação através da simulação de uma distribuição normal a cada operação é o cálculo da velocidade, sendo essa variável calculada uma única vez: na etapa de inicialização de *pickers* da simulação, atribui-se um valor para a velocidade dos mesmos com base na distribuição normal e essa é mantida por todo o dia simulado. Essa opção no desenvolvimento foi tomada a fim de diminuir o tempo de processamento exigido pelo código: em um computador equipado com um processador *Intel Core I5*™ de quinta geração e 8GB de memória RAM, cada simulação tomava aproximadamente dez minutos, frente aos 50 segundos após a alteração.

Uma consequência da utilização das funções **NormInv(Rnd(), \bar{T} , s)** e **Randomize** é o fato de cada iteração da simulação fornecer um conjunto de dados de *output* diferentes. Por isso, com o modelo desenvolvido, serão simuladas e analisadas **cinco saídas ou cinco iterações de cada situação considerada** (situação atual e após proposta de melhoria).

Durante sua construção foram realizados testes para a correta entrada sequencial de atividades, o correto cálculo de tempo entre operações e, principalmente, a efetiva movimentação dos *pickers* pelos corredores. Esse último era necessário para que se garantisse que todas as posições de estoque pudessem ser alcançadas com a heurística de movimentação

utilizada de forma eficiente. O Depurador incluso na ferramenta VBA possibilita o acompanhamento “passo a passo” da simulação através da tecla F8 ou o acompanhamento entre pontos de decisão com as teclas F9 (identifica ponto de parada) e F5 (rodar sistema até ponto de parada). A utilização dessa ferramenta proporcionou a verificação de cada atividade, identificando e corrigindo alguns erros menores. Assim, pode-se assegurar que o comportamento do modelo é consistente com o que foi planejado, faltando ainda, contudo, verificar se os resultados por ele obtidos são aderentes aos do sistema real. Para a validação serão comparados os tempos de processo obtidos através do modelo simulado com os tempos de processo reais.

O *output* das simulações para a situação atual, bem como a comparação com dados históricos efetivamente processados no dia tomado por base podem ser observados consolidados na Tabela 15 e na Figura 33, respectivamente. Esses dados estão também discriminados em uma forma minuciosa no APÊNDICE H.

Tabela 15 - Itens processados e listas separadas em cinco simulações do caso base

Iteração da simulação	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	Média	Desvio padrão
Itens processados	13198	13186	12955	13140	13043	13.104,4	103,41
Listas separadas	124	120	123	121	121	122	1,92

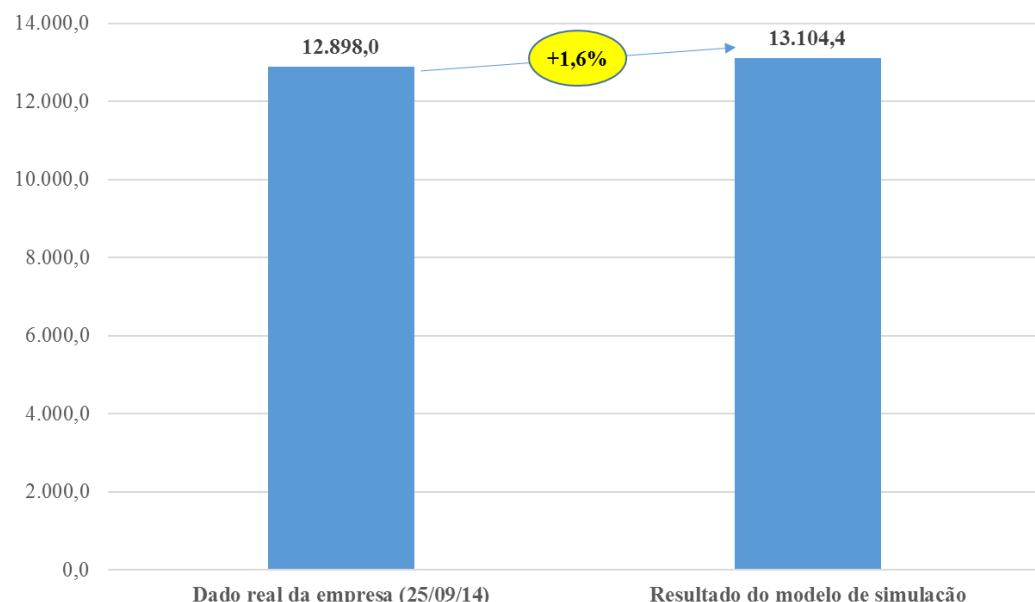


Figura 33 – Comparaçao do dado real da quantidade de itens processados com a quantidade obtida na simulação

O desvio de apenas **1,6%** entre o dado registrado no banco de dados das empresas e o dado gerado pelo sistema modelado aponta para uma boa aderência do modelo. Vale ainda comparar a distribuição de tempos empregados em cada atividade do processo de *picking* obtida por meio do modelo simulado e a distribuição exposta na literatura, conforme ilustra a Figura 34.

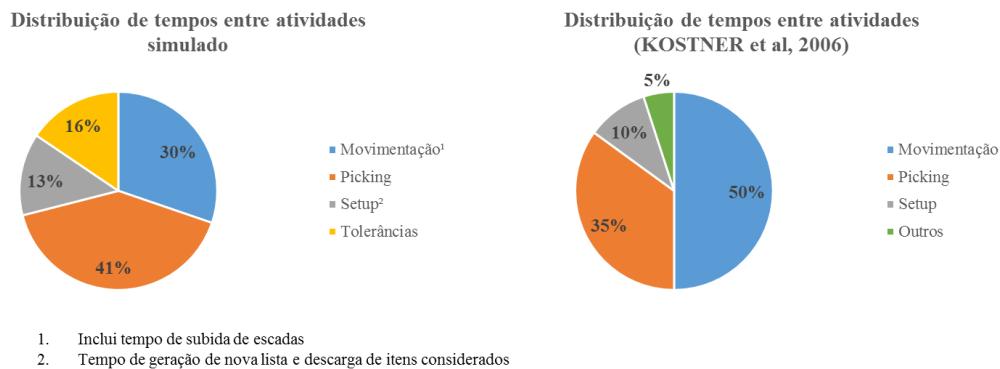


Figura 34 - Comparação *output* da simulação da situação atual e literatura
Fonte: *Output* da simulação e Kostner et al. (2006)

A distribuição de tempos difere do *benchmark* da literatura, sendo a maior discrepância encontrada no percentual atribuído à atividade de movimentação (50% versus 30%). Esse menor percentual de tempo dedicado à movimentação é resultado de uma modelagem de um CD compacto, ou seja, de dimensões pequenas (15.600 m^2). De maneira análoga, o maior percentual atribuído à atividade *picking* pelo modelo do CD simulado era esperado, sendo uma consequência possível da opção pela política de armazenagem dos produtos na *localização mais próxima* e da existência de posições de estoque com cem ou mais itens (o nível de ocupação das posições de estoque do CD não é beneficiado por essa política de armazenagem).

Observa-se que a média para a métrica ***itens processados por homem-hora alocados*** obtida pela simulação da situação atual é de **17,7 itens/homem-hora**, igualmente similar aos dados históricos. Esses valores serão utilizados para comparação nas propostas de melhoria durante a etapa de análise do modelo.

6. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DO CD E PROPOSTA DE MELHORIA

O presente capítulo tem por objetivo o estudo dos possíveis impactos que a implantação de uma proposta de melhoria traria ao processo já modelado, em comparação com a situação atual. As melhorias propostas advêm de um melhor alinhamento entre as variáveis relevantes para o processo de *picking* e o modelo de negócio das empresas objeto de estudo neste trabalho. De acordo com Koster et al. (2006), essas variáveis são:

- I. *Layout* do CD (análise do arranjo físico quanto à distribuição dos itens armazenados, forma de utilização do espaço térreo e distância dos deslocamentos);
- II. Política de armazenagem (*aleatória*, quando designada pelo sistema de TI; *localização mais próxima*, quando a escolha da posição para armazenagem é livre para o responsável pela atividade; *armazenagem dedicada*, em que cada item é levado a uma posição específica para facilitar o posterior *picking*; *alocação de produtos condizente com rotatividade*, em que os produtos mais pedidos são armazenados mais próximos aos pontos de entrega/expedição; e *armazenagem por classes*, que consiste em identificar grupos mais relevantes para o negócio para facilitar o acesso aos mesmos);
- III. *Batching* (agrupamento de pedidos em lotes para um mesmo *picker* e dimensionamento dos mesmos); e
- IV. Roteirização (dada a definição dos itens a serem pegos, obter a melhor ordem para o *picker* designado buscar os mesmos, utilizando lógicas de roteirização).

A racionalização da política de armazenagem utilizada poderia ser fonte de melhorias para o processo de *picking*. A armazenagem por *localização mais próxima*, apesar da facilidade de execução, não garante a racionalização do uso dos recursos do CD. Se os mesmos produtos estivessem estocados de forma uniforme, com uma quantidade homogênea de itens por posição (menos itens nas posições de estoque), fazendo melhor uso das estruturas de armazenagem existentes, o tempo de busca poderia apresentar uma redução sensível. No entanto, para a aplicação dessa nova política de armazenagem (semelhante à *armazenagem dedicada*), um maior esforço no processo de Armazenagem seria empregado. Como o modelo não comprehende ambos os processos, o estudo dessa melhoria para o sistema como um todo estaria incompleto.

A roteirização tem sido um assunto bastante endereçado pelas empresas, uma temática constantemente levantada durante as entrevistas realizadas e percebida como já ajustada à

realidade do CD, de modo que a sua execução segue um princípio lógico bastante adequado ao *layout* atual. A busca no sentido anti-horário, começando pelo último andar da estrutura denominada mezanino (próxima ao ponto gerador de listas de *picking*), e terminando próxima à saída de produtos parece sensata. Uma alternativa seria a utilização de métodos de otimização pró-roteirização em cada lista de *picking* gerada, fazendo-se necessária uma resolução de uma problemática similar à do *caixeiro viajante* (determinar a menor rota para percorrer uma série de cidades, retornando à cidade de origem, ou, no presente trabalho, determinar a menor rota para percorrer uma série de posições de estoque, retornando ao setor de descarga). A racionalização da rota a ser percorrida pelo *picker* esbarra na praticidade da solução proposta, um *tradeoff* entre as exigências computacionais e a aplicabilidade da solução e seus possíveis benefícios. Henn, Koch e Wascher (2012) afirmam que abordagens para otimização de roteirização de listas de *picking*, individualmente, não são muito utilizadas. Isso se deve pela dificuldade de adaptação de algoritmos de otimização encontrados na literatura a diferentes *layouts* de CD e pelo fato da sequência ótima calculada não ser intuitiva para os operadores, os quais comumente desviam das rotas fornecidas.

A alteração do processo de *picking* através de uma nova formulação no *batching* é traduzida na utilização de novos critérios para a formação das listas de itens a serem separados. Os critérios atualmente utilizados não consideram a proximidade entre os itens de uma mesma lista e poderiam ser endereçados – os critérios de urgência e conveniência para expedição são utilizados hoje (conforme ilustrado na Figura 21). No entanto, o impacto negativo da alteração dos critérios atuais na área de expedição e a não consideração dos tempos de entrega para o cliente como critério de priorização vai no sentido contrário ao objetivo final do questionamento de propostas de melhoria: gerar valor ao cliente.

De fato, a proposta de melhoria neste capítulo explicitada, modelada e analisada foca na alteração do *layout* do CD. A mudança no *layout* baseia-se no entendimento de que os pedidos da *Adventure Apparel* são tratados independentemente dos pedidos da *Child World* no processo de *picking*. Dessa forma, quando um *picker* sai em busca de um item armazenado, tendo em mãos uma lista com itens de uma única empresa, ele tem de percorrer uma área maior do que a necessária: aproximadamente metade dos produtos que encontraria ao longo dos caminhos que percorre nunca estará em sua lista (por serem da outra empresa e não da lista atribuída). Assim, o *picker* poderia percorrer caminhos menores caso as áreas de armazenagem fossem tratadas separadamente. A melhoria proposta mantém o compartilhamento dos demais recursos, de modo que a alteração se limita às estruturas de armazenagem existentes,

remanejando-as e dedicando cada posição de estoque à armazenagem de itens de uma única empresa.

6.1 Descrição da proposta de melhoria

Conforme o questionamento inicial, separa-se a área abrangida pelas posições de estoque designadas a itens da *Adventure Apparel* da área abrangida pelas posições designadas a itens da *Child World*. Essa proposta de *layout* é ilustrada na Figura 35.

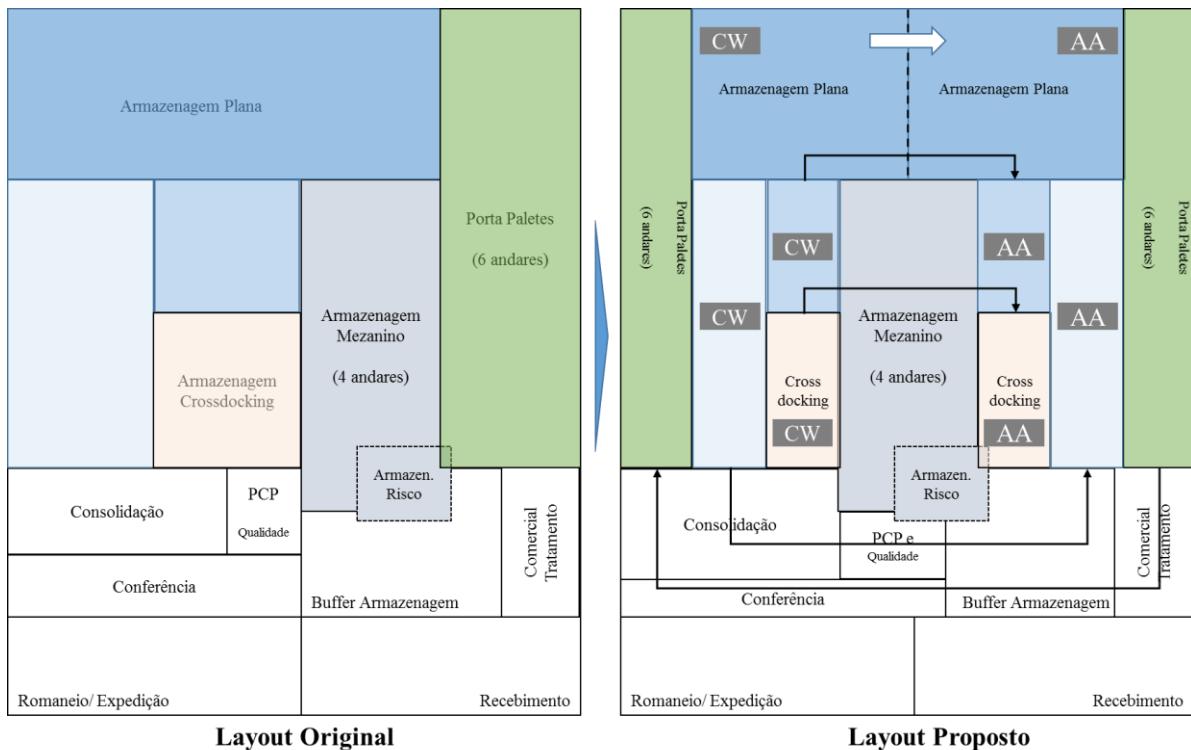


Figura 35 - Proposta de layout

A proposta de alteração do *layout* do CD configura uma pequena mudança para o processo de *picking* (apenas o *layout* e endereçamento de itens por empresa são alterados) mas configura uma grande alteração para a estrutura física do CD. Esse tipo de projeto exige semanas de preparação e possivelmente a parada de dois a três dias de toda a diretoria de Operações. Um projeto dessa dimensão traz riscos à organização e precisa ser minuciosamente planejado e detalhado. Além disso, a organização precisa estar alinhada com o objetivo, com um especial comprometimento da alta gestão e uma atribuição de responsabilidades na implantação da alteração.

Dentre as alterações propostas no presente estudo, aquela cuja dificuldade de implantação aparenta ser a maior é o deslocamento de parte dos porta-paletes: os seis níveis da

estrutura precisariam ser totalmente esvaziados e desmontados para a subsequente montagem na lateral oposta.

As áreas destinadas à armazenagem plana (posições de estoque definidas fisicamente por cestas de plástico e/ou caixas ao chão, todas ao alcance de mão) e aos itens *cross docking* (caixas grandes ao chão ou paletes) podem ser facilmente movimentadas.

Duas áreas de armazenagem não foram separadas: Mezanino e Armazenagem Risco. O primeiro não possui componentes estruturais para ser dividido (e já tem posicionamento próximo do centro do CD), sendo apenas deslocado à esquerda. Já o segundo exigiria um esforço demasiadamente grande na criação de duas áreas restritivas, duplicando os controles de acesso, sem que o impacto para as empresas fosse relevante (conforme mencionado anteriormente, a área de risco armazena produtos de menor giro e alto valor agregado, sendo pouco acessada).

Outro grande esforço para a implantação da alteração seria a designação dos itens atualmente armazenados para as novas posições de estoque, caso os mesmos estivessem em áreas não condizentes com aquelas endereçadas a sua empresa. Por exemplo, em cada caixa da armazenagem plana, após a movimentação (o deslocamento para a esquerda em alguns metros), seria necessária a identificação dos produtos que não pertencem à empresa associada a cada posição de estoque e separação dos mesmos. Essa mudança mostra-se especialmente difícil por ser necessário informar ao sistema de informação cada alteração de posição realizada (bipar posição e o produto), a fim de não se endereçar erroneamente o produto no futuro (não direcionar corretamente um *picker* durante a separação).

A sequência de setores pelos quais o *picker* transita em sua roteirização seria mantida (na ordem: Mezanino, Porta Paletes, Armazenagem plana e *Cross docking*, de forma semelhante à apresentada na Figura 23), conforme ilustra a Figura 36.

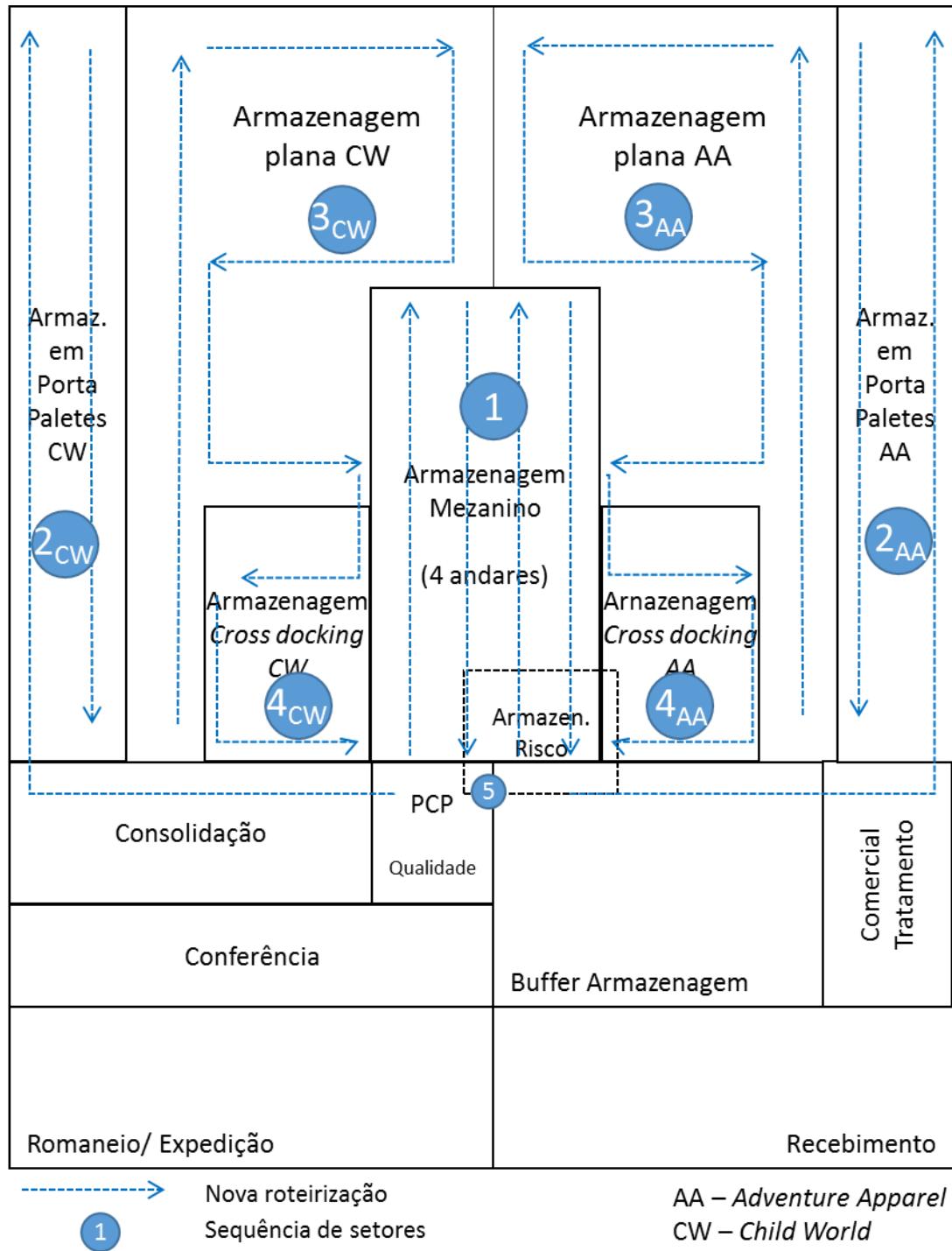


Figura 36 - Roteirização de pedidos no *layout* proposto

6.2 Alterações no modelo de simulação do CD

As alterações propostas nesse experimento impactam a modelagem em três maneiras: um novo **Layout do CD**, uma nova definição de **roteirização** e o reendereçamento dos itens das **listas de picking**.

Cada posição relevante para o modelo simulado alterado passou por uma nova determinação de coordenadas X, Y e Z no *input Layout* do CD, à semelhança do conduzido na preparação de dados do modelo da situação atual, a fim de torná-lo fiel à nova disposição. Garante-se então que todas as posições possam ser acessadas por caminhos e define-se a rede de corredores pelas quais os *pickers* podem transitar. Mantém-se as hipóteses de movimentação limitada às direções horizontal e vertical e a mesma heurística de determinação da próxima direção a ser seguida (análise do nodo - Figura 30 e Figura 31). Esse novo ambiente de simulação pode ser encontrado no APÊNDICE I.

A adequação da **roteirização ao layout proposto** é relativamente simples, fazendo-se uso da lógica de sequenciamento atual adaptada (Figura 36). Nessa alteração, para as posições de estoque agora destinadas exclusivamente a itens da *Child World*, a simples alteração de posições mantém o sequenciamento entre setores (Mezanino, Porta-paletes, Armazenagem plana e *Cross docking*), mas não dentro deles (ex.: roteiro de *picking* entre as posições de estoque na Armazenagem plana não é racionalizado). Esse correto sequenciamento precisa ser alterado, conforme exemplificado, para a região dos porta-paletes, na Figura 37.

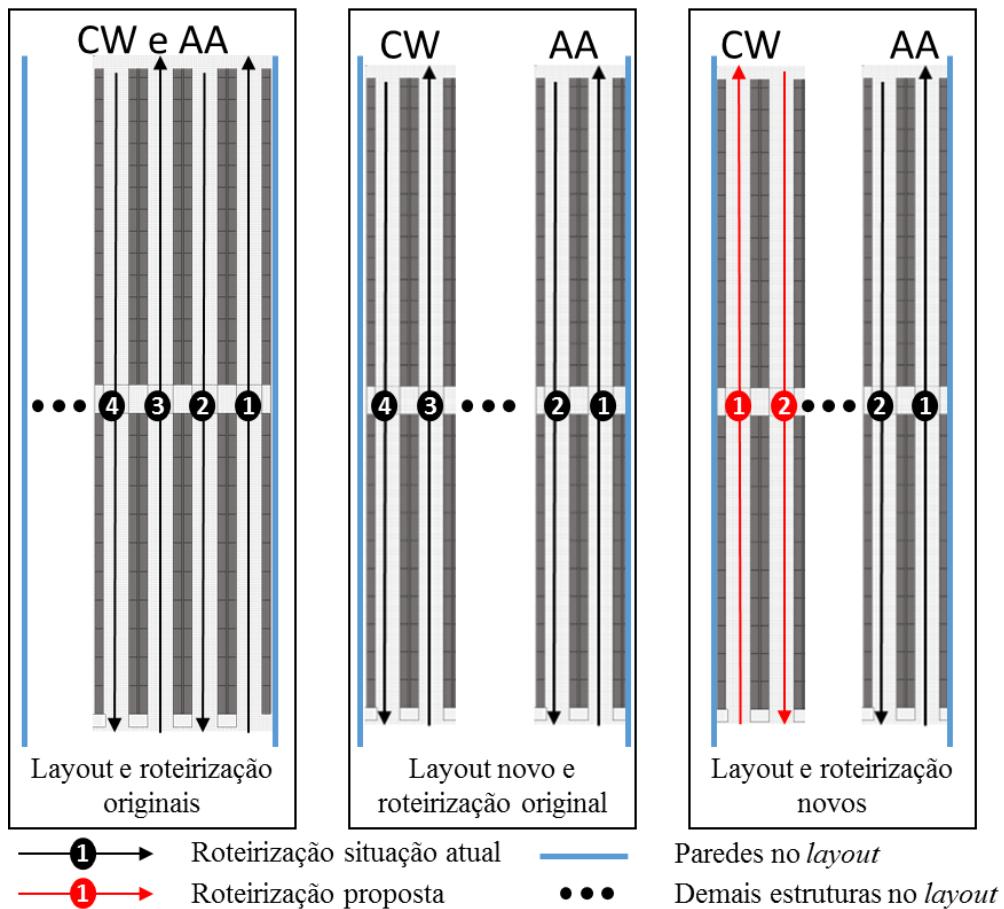


Figura 37 - Layout e roteirização propostos: porta-paletes

A composição das listas de *picking*, mantidas as mesmas da simulação da situação atual, já está separada por empresas (os quatro tipos de lista são mantidos: mono AA, multi AA, mono CW, multi CW – conforme descrito no item 4.1.3 e distribuídos conforme a Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13). No entanto, as posições a eles atribuídas podem não mais condizer às da sua empresa na nova divisão. A alteração na modelagem consiste na identificação desses casos e o novo endereçamento de suas posições de *picking*.

O efetivo remanejamento de itens durante a implantação da proposta de *layout*, conforme exposto anteriormente, consistiria em um considerável retrabalho e exigiria uma grande mobilização de *pickers*. Em sua execução no sistema real, mantidos os mesmos critérios da política de armazenagem do CD (*localização mais próxima* e uma atribuição informal e não rígida de *armazenagem por classes*), espera-se que os itens remanejados sejam mantidos em estruturas de armazenagem semelhantes às atualmente ocupadas (itens de vestuário em cestas na área de Armazenagem plana provavelmente seriam movimentados a outras cestas na área de Armazenagem plana de correspondência a sua empresa). No entanto **não é possível prever a posição exata desse item no layout proposto**.

A alteração do *layout* proposta tem por racional de melhoria a menor movimentação de *pickers*. Dessa forma, a fim de não se distorcer o modelo com grandes impactos no tempo destinado à atividade *picking* na modelagem do processo (redução ou acréscimo na eficiência do processo pelo reendereçamento dos itens nas listas), optou-se por priorizar os **reendereçamentos dos itens das listas de picking** (quando necessários) para posições de estoque em **estruturas semelhantes** e com **níveis de ocupação equivalentes** (quantidade de itens armazenados na posição de estoque). A **manutenção das estruturas semelhantes** garante uma proximidade à mudança real e limita distorções nos deslocamentos enquanto a **equivalência nos níveis de ocupação** garante que os $T_{picking}$ simulados não sejam severamente alterados na separação da mesma lista na nova proposta de *layout* (conforme a formulação encontrada nas Equações 5, 6 e 9). Esse reendereçamento está ilustrado na Figura 38.

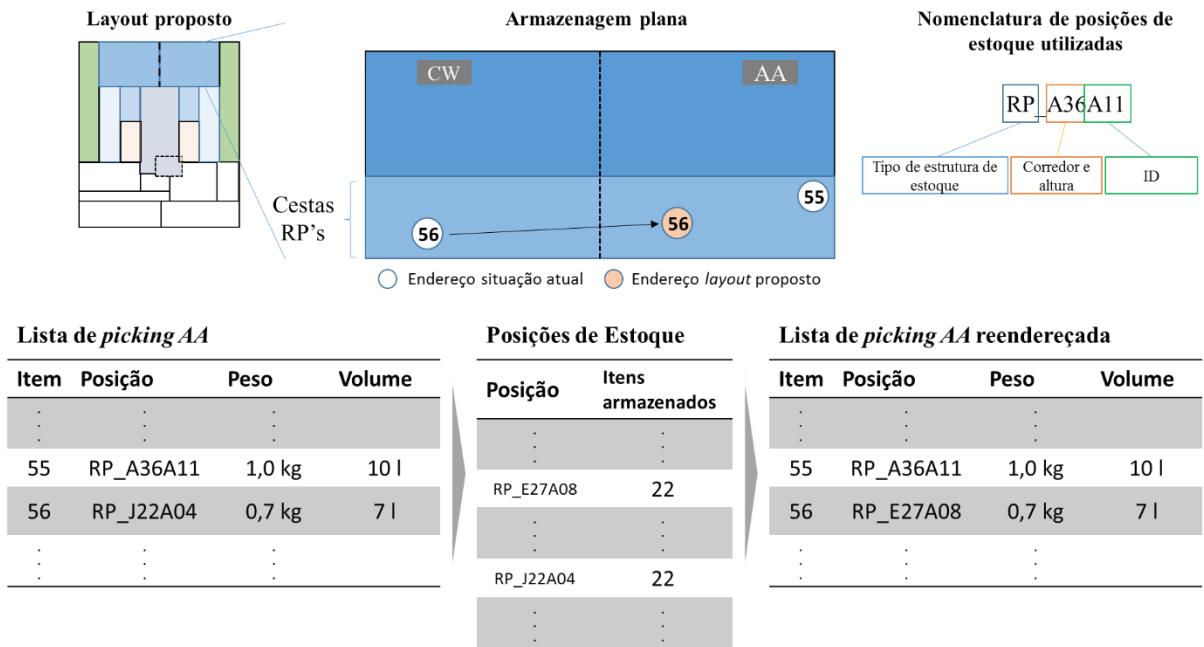


Figura 38 - Reendereçamento de itens em posições não condizentes com às da empresa

No exemplo ilustrado, o 56º item de uma lista de *picking* estava endereçado à uma posição de estoque agora reservada unicamente a itens CW (RP_J22A04 na nomenclatura utilizada pelas empresas). Na segregação proposta, uma posição de estoque com estrutura semelhante (cesta de plástico RP) e com ocupação próxima (22 itens armazenados) é reservada unicamente a itens AA (RP_E27A08). Nessa configuração, o 56º item da lista ganha um novo endereço: RP_E27A08. Cada item das listas de *picking* utilizado como *input* do modelo pôde ser reendereçado por esse processo.

Os demais *inputs*, como a quantidade de *pickers* simultâneos e as constantes relativas aos tempos de operação, não sofreram alterações. O mesmo é válido para a definição, formulação e construção do modelo.

6.3 Resultados da simulação da proposta de melhoria

O modelo de simulação que incorpora a proposta de melhoria do *layout* nas áreas de armazenagem do CD foi simulado cinco vezes e teve seus resultados comparados com os da simulação da situação atual. Os resultados das cinco simulações/iterações podem ser encontrados no APÊNDICE J. A Tabela 16 mostra uma sucinta comparação entre os resultados alcançados em cada situação modelada.

Tabela 16 - Comparaçao dos resultados obtidos com as simulações da operação do CD na Situação atual e com o *Layout* proposto

Variável		Iteração da simulação					Desvio padrão
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	
Itens processados	Situação atual	13198	13186	12955	13140	13043	13.104,4
	Layout proposto	15284	15325	15248	15114	15297	15.253,6
	<i>Variação</i>	15,8%	16,2%	17,7%	15,0%	17,3%	16,4%
Listas separadas	Situação atual	124	120	123	121	121	122,0
	Layout proposto	137	139	138	136	139	137,8
	<i>Variação</i>	10,5%	15,8%	12,2%	12,4%	14,9%	13,0%

O impacto na quantidade de itens processados é nítido: um aumento de 16,4% na quantidade de itens processados. A quantidade de listas de *picking* também se beneficiou do *layout* proposto, sendo 13,0% superior durante o dia simulado. O aumento em itens processados é traduzido igualmente na variável objetivo do modelo de simulação, de modo que a quantidade de itens processados por homem-hora alocado alcançou o valor de **20,7 itens/homem-hora alocado** (+16,4%).

A análise do tempo empregado por *pickers* em cada uma das atividades do processo demonstra que o aumento da eficiência veio através da redução do tempo em movimentação, demandando 23% do tempo de operação do *picker* no *layout* proposto frente a 30% na simulação da situação atual, conforme mostra a Figura 39. As demais atividades apenas mantiveram as suas proporções, ocupando a parcela de tempo reduzida em movimentação (o tempo empregado na atividade *picking* permaneceu como aproximadamente 60% do tempo de “não-movimentação” em ambas configurações de *layout*).

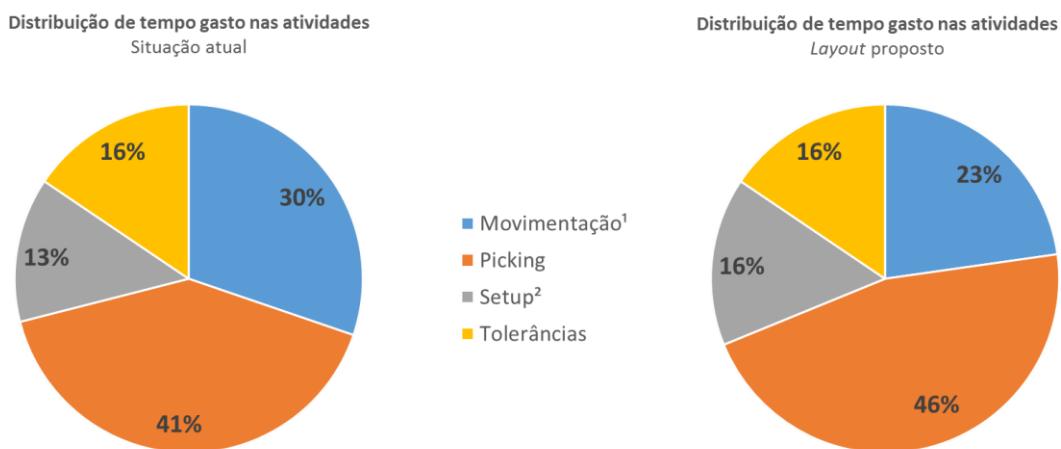


Figura 39 - Distribuição de tempos nas atividades: situação atual e *layout* proposto

Objetivando uma análise mais aprofundada da comparação entre resultados obtidos nas simulações, foram confrontados os tempos de conclusão das listas assinaladas para separação. Sabe-se que esse tempo é dado pela somatória dos tempos requeridos para execução de todas as operações de uma lista (Equação 19).

$$T_{lista} = T_{setup} + \sum T_{picking} + \sum T_{movimentação} + \sum T_{descarga} + T_{tolerância} \quad (19)$$

Uma consequência das Equações 1, 2, 5, 10 e 11 é o cálculo de T_{lista} ser composto por um tempo fixo (T_{setup}) e pela somatória de tempos variáveis com a quantidade.

$$T_{lista} = T_{setup} + T_{variável} \quad (20)$$

$$T_{variável} = \sum T_{picking} + \sum T_{movimentação} + \sum T_{descarga} + T_{tolerância} \quad (21)$$

Dessa forma, o tempo de lista (T_{lista}) é diretamente proporcional à quantidade de itens a serem separados (todos componentes da equação variam positivamente com a quantidade de itens, com exceção de T_{setup}). Assim é mais sensato realizar comparações entre listas através do agrupamento de listas com quantidades de item próximas (“até 20 itens”, “de 20 a 100 itens” e “mais de 100 itens” - as mesmas faixas apontadas na Tabela 13).

Para considerar as listas não terminadas ao final do dia nos resultados, as mesmas foram consolidadas nas faixas condizentes à quantidade de itens que puderam ser separados até o final da simulação (e não a quantidade total de itens que as compõem, o que distorceria os resultados). Essa análise pode ser encontrada na Figura 40, na Figura 41 e na Figura 42, sendo \bar{T}_{lista} e sT_{lista} o tempo médio para a conclusão de uma lista na faixa determinada e o desvio padrão da amostra obtida, respectivamente, em segundos. As faixas de tempo foram agrupadas em períodos de 30 minutos no eixo das abscissas.

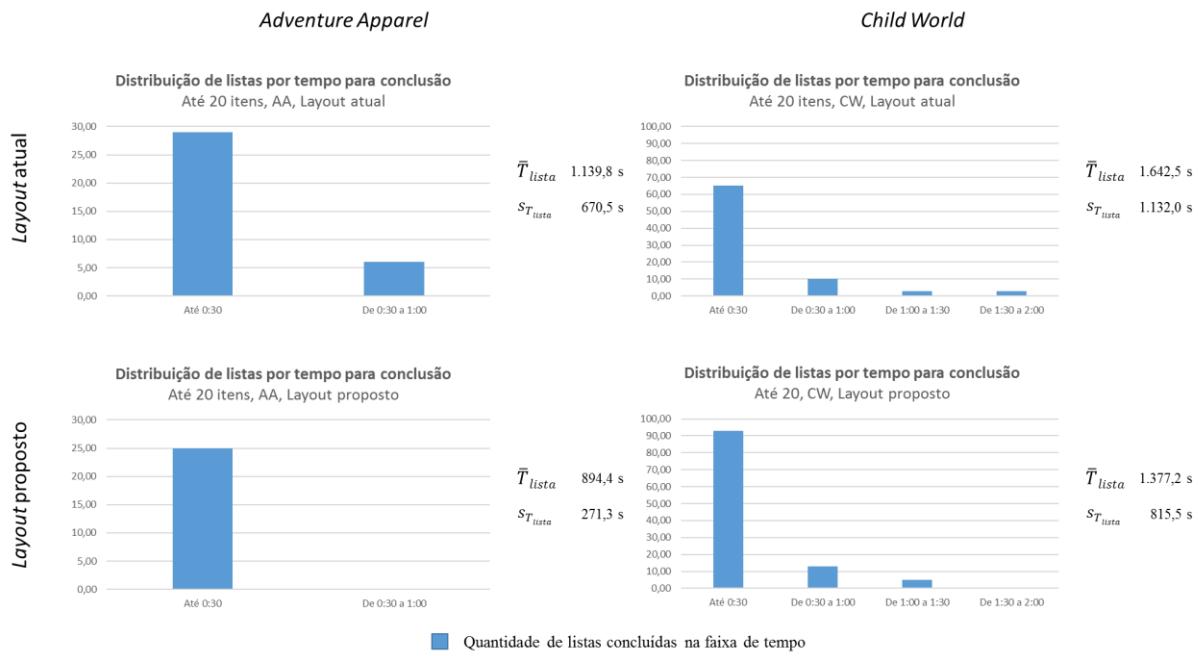


Figura 40 - Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: Até 20 itens na lista

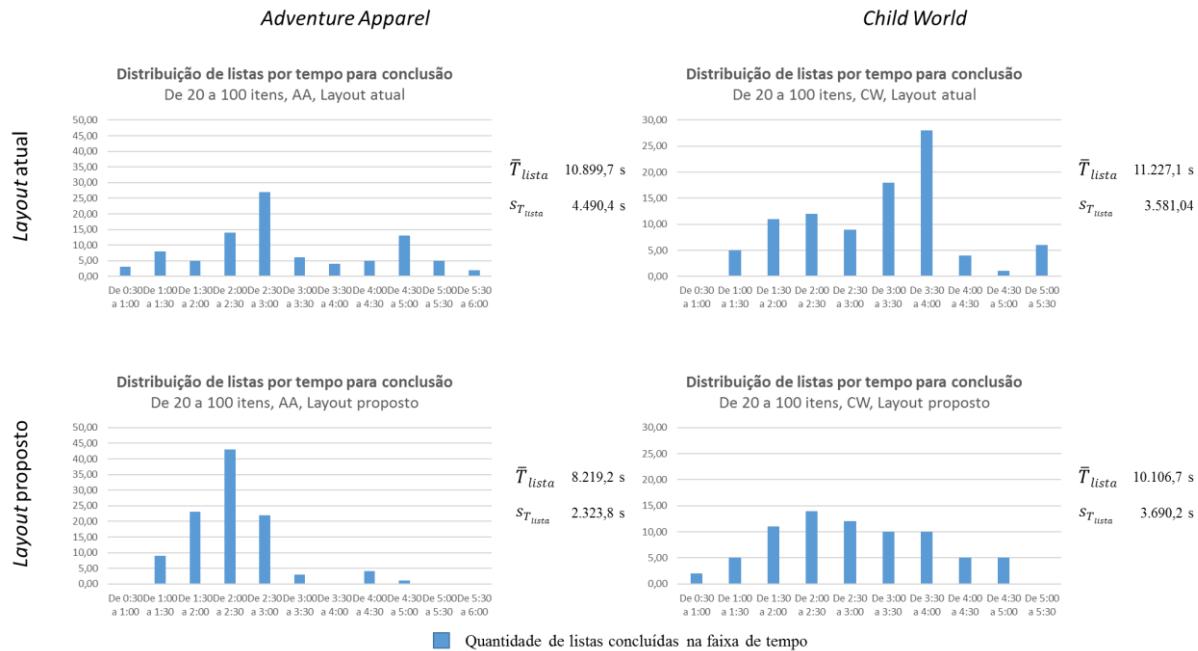


Figura 41 – Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: De 20 a 100 itens na lista

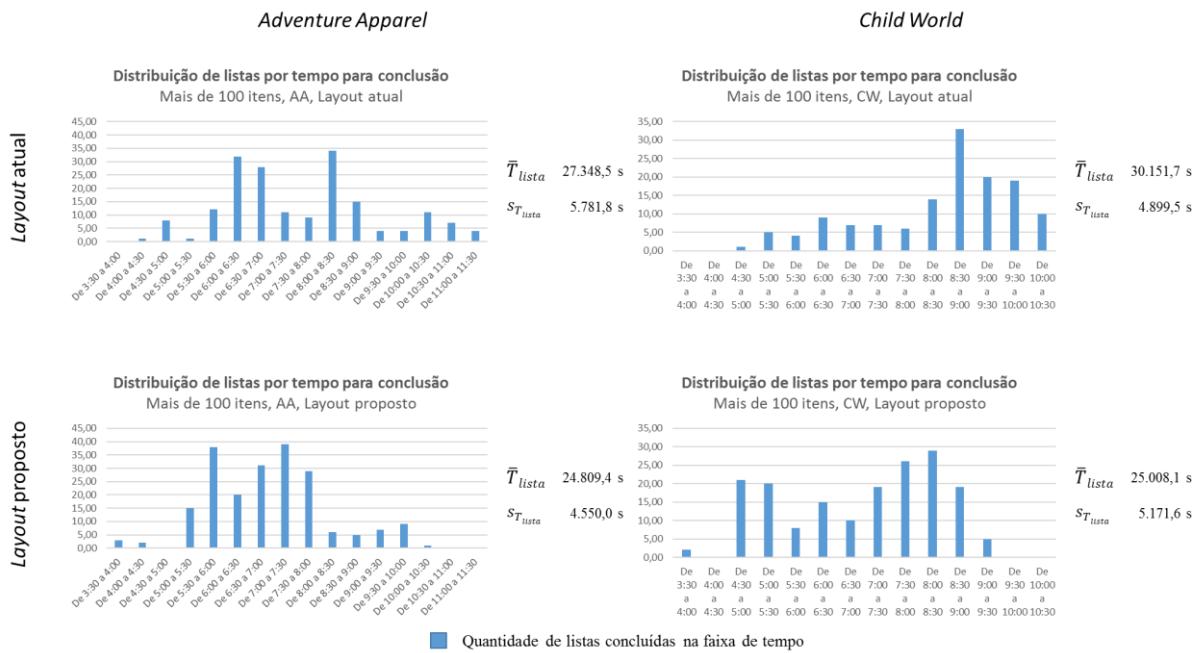


Figura 42 - Histograma da quantidade de listas concluídas por faixas de tempo: Mais de 100 itens na lista

O *layout* proposto tem um impacto positivo nos tempos médios para conclusão de listas em qualquer configuração empresa/quantidade de itens na lista escolhida. Em todas as distribuições há um deslocamento para a esquerda do histograma. A variabilidade também se beneficia da proposta, sendo reduzida ou permanecendo praticamente constante em todas as configurações. Essa redução de variabilidade é principalmente verdade na empresa *Child World*. Esse maior impacto nas separações da empresa é explicado pela maior distribuição em outros atributos de produto que não Vestuários e Sapatos nas datas analisadas – o que torna os itens mais dispersos pelo CD. As listas de *picking* dessa empresa exigiam, dessa forma, uma maior frequência de acesso a áreas como Armazenagem *cross docking*, demandando uma maior movimentação dos *pickers* e, portanto, se beneficiando mais da proposta de *layout*.

Essa redução de variabilidade também é observada no tempo médio de separação por produto (segundos de operação por item, o inverso de itens separados por homem-hora alocado). Foram desconsideradas dessa análise as listas com 20 itens ou menos (faixa “Até 20 itens”) por serem mais impactadas pelo fator fixo T_{setup} distorcendo a comparação (Equação 20, o *layout* proposto reduz menos a variabilidade de listas pequenas, onde o tempo fixo é mais relevante que a movimentação). Essa análise é encontrada na Tabela 17.

Tabela 17 - Tempo médio de separação por produto - segundos por item separado

	AA			CW			Consolidado		
	\bar{x}	s	CV	\bar{x}	s	CV	\bar{x}	s	CV
Situação Atual	174,31	39,69	23%	184,07	42,64	23%	178,76	41,31	23%
Layout proposto	150,05	33,68	22%	154,11	22,46	15%	151,86	29,28	19%
Variação	-13,9%	-15,1%		-16,3%	-47,3%		-15,1%	-29,1%	

Sendo o Coeficiente de Variação (CV) definido pela Equação 22.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad (22)$$

Observa-se que o *layout* proposto reduz tanto a variabilidade tempo médio de separação por produto separado em termos absolutos (-15,1%, -47,3% e -29,1% para separações *Adventure Apparel*, *Child World* e consolidadas, respectivamente) quanto em termos relativos: os CVs em todos os casos analisados sofrem redução.

7. CONCLUSÃO

No capítulo anterior foi possível mensurar e analisar o impacto da melhoria de processo através da proposição de um novo *layout*. O presente capítulo conclui o TF, discutindo os impactos da melhoria desse processo para o macroprocesso de *outbound* da empresa. Discorre também sobre as principais limitações do modelo desenvolvido e identifica temas para estudos futuros na empresa.

7.1 Possíveis impactos da proposta de melhoria para a empresa

7.1.1 Redução de custos através da menor alocação de recursos humanos

A primeira discussão acerca dos impactos da melhoria do processo de *picking* nas empresas objeto de estudo tem por objetivo a melhoria financeira oriunda de uma menor alocação de recursos humanos no processo, após a adoção do *layout* proposto.

Nesse sentido, ao invés de fazer uso do aumento de produtividade de operações para uma redução no *lead time* de expedição ou melhoria do nível de serviço praticado, uma maior quantidade de itens separados por homem-hora alocado pode diminuir a necessidade de pessoas. Considerando a própria definição da métrica itens processados por homem-hora, tem-se para cada cenário Z :

$$\begin{aligned} & \text{Quantidade de itens processados}_z \\ &= (\text{Homens} - \text{hora alocados})_z \times \left(\frac{\text{Itens}_t}{\text{Homem} - \text{hora alocado}} \right)_z \end{aligned} \quad (23)$$

Considerando agora dois cenários distintos para comparação:

- $Z1$: cenário equivalente à situação atual, sem alteração da proposta de melhoria, e
- $Z2$: cenário após implantação do novo *layout* e mesma quantidade de itens processados no processo de *picking*.

Com uma melhoria de 16,4% na produtividade do processo de *picking*, tem-se:

$$\text{Quantidade de itens processados}_{Z1} = \text{Quantidade de itens processados}_{Z2} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & (\text{Homens} - \text{hora alocados})_{Z1} \times \left(\frac{\text{Itens}}{\text{Homem} - \text{hora alocado}} \right)_{Z1} \\ &= (\text{Homens} - \text{hora alocados})_{Z2} \times \left(\frac{\text{Itens}}{\text{Homem} - \text{hora alocado}} \right)_{Z2} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\frac{\text{Homens} - \text{hora alocados}_{Z2}}{\text{Homens} - \text{hora alocados}_{Z1}} = \frac{\frac{\text{Itens}}{\text{Homem} - \text{hora alocado}}_{Z1}}{\frac{\text{Itens}}{\text{Homem} - \text{hora alocado}}_{Z2}} \quad (26)$$

$$\frac{Itens}{Homem - hora alocado_{z2}} = \frac{Itens}{Homem - hora alocado_{z1}} \times 1,164 \quad (27)$$

$$\frac{Homens - hora alocados_{z2}}{Homens - hora alocados_{z1}} = \frac{1}{1,164} = 0,859 = 85,9\% \quad (28)$$

Dessa forma, pode-se obter uma redução de 14,1% na alocação de homens-horas no processo de *picking* (Equação 28). Esse valor implica uma redução de 7,22% no total de homens-horas alocadas nos processos de *outbound* (*picking* responsável por 51,2% da alocação de homens-horas no macroprocesso de *outbound*, Figura 24). Utilizando a quantidade de horas alocadas como função direta dos custos com pessoal do CD (hipótese plausível caso sejam considerados que todos os funcionários responsáveis por esses processos recebam o mesmo salário), a proposta de melhoria viabilizaria uma redução de iguais 7,22% nos custos com pessoal dos processos de *outbound*.

7.1.2 Aumento da quantidade de produtos expedidos

A segunda discussão dos impactos da melhoria do processo de *picking* não objetiva uma redução de custos com pessoal. Ao contrário, transforma a melhoria do processo em uma nova distribuição dos recursos humanos disponíveis pelos processos de *outbound* do CD, objetivando uma maior quantidade de produtos expedidos com uma mesma quantidade de homens-horas disponíveis.

Para essa discussão parte-se do resultado obtido na seção 7.1.1: a maior eficiência no processo de *picking* viabilizaria uma redução de 14,1% nas homens-horas alocados no processo para uma mesma quantidade de itens processados. Nessa configuração e considerando que a relação de itens processados por homem-hora alocado nos demais processos não é alterada, tem-se uma nova curva ABC para alocação de recursos humanos, como ilustra a Figura 43.

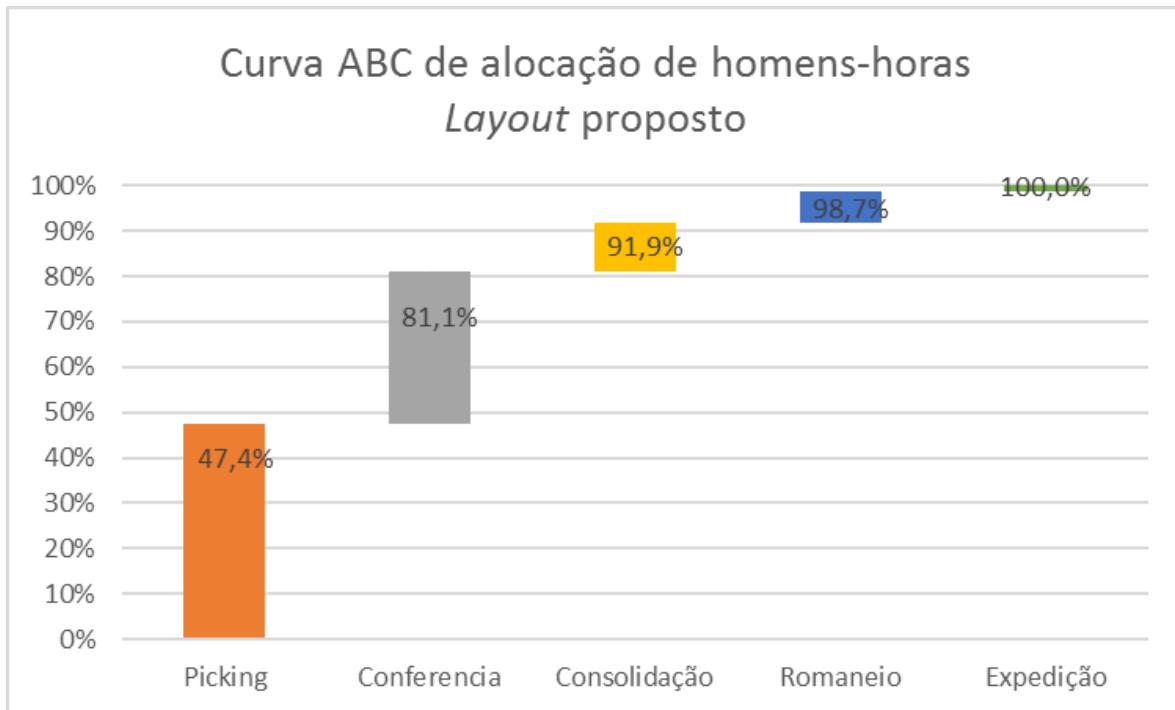


Figura 43 - Curva ABC, % de homens-horas alocados nos processos de *outbound* no layout proposto

Dessa forma, a cada uma homem-hora alocada no processo de *picking* é necessária 1,1096 homem-hora alocada na somatória dos demais processos para garantir o fluxo de itens no macroprocesso de *outbound*. As 7,22% homens-horas anteriormente contabilizados como redução de custo com pessoal no processo de *outbound* (seção 7.1.1) contribuirão para o maior fluxo nos processos. Define-se então um terceiro cenário:

- Z3: cenário após implantação do novo *layout* e quantidade de homens-horas disponíveis nos processos de *outbound* igual à situação atual (Z1).

Tem-se a manutenção da eficiência operacional para todo o processo de *outbound*:

$$\left(\frac{\text{Itens expedidos}}{\text{Homem - hora alocado}} \right)_{Z2} = \left(\frac{\text{Itens expedidos}}{\text{Homem - hora alocado}} \right)_{Z3} \quad (29)$$

$$\frac{\text{Quantidade de itens expedidos}_{Z2}}{\text{Homens - hora alocados}_{Z2}} = \frac{\text{Quantidade de itens expedidos}_{Z3}}{\text{Homens - hora alocados}_{Z3}} \quad (30)$$

$$\frac{\text{Quantidade de itens expedidos}_{Z3}}{\text{Quantidade de itens expedidos}_{Z2}} = \frac{\text{Homens - hora alocados}_{Z3}}{\text{Homens - hora alocados}_{Z2}} = \frac{100\%}{(100\% - 7,22\%)} \quad (31)$$

$$= 1,0778 = 107,78\%$$

Através da realocação dos recursos humanos disponíveis entre os processos de *outbound* pode-se obter um aumento de 7,78% na quantidade de itens processados em todo as etapas de *outbound*, aumentando o fluxo de produtos expedidos. Esse aumento pode ser traduzido em um

atendimento de uma maior demanda de clientes e/ou na redução da espera (fila) anterior à separação (enquanto a demanda não aumentar em um percentual acima de 7,78%, a nova estrutura de alocação de pessoas reduz a fila de separação e, consequentemente, o *lead time* das empresas objeto de estudo).

7.1.3 Redução de *lead time* do processo de *picking*

O *lead time* do processo de *picking* é composto pelo tempo em fila (aguardando o início da separação, tempo entre a confirmação do pedido e a alocação do item à uma lista) e o tempo do processo (recebimento da lista e entrega ao próximo processo – consolidação ou conferência).

O resultado *layout* proposto reduz diretamente o tempo entre o recebimento da lista e a passagem ao próximo processo. Essa melhoria pode ser observada na Tabela 18, cujos dados foram expostos anteriormente na Figura 40, na Figura 41 e na Figura 42.

Tabela 18 - *Lead time* do processo de *picking*

Empresa	AA				CW				Consolidado
	Até 20 itens	De 20 a 100 itens	Mais de 100 itens	Consolidado AA	Até 20 itens	De 20 a 100 itens	Mais de 100 itens	Consolidado CW	
Situação atual	1.139,80	10.899,70	27.348,45	19.456,93	1.642,49	11.227,08	30.151,67	16.964,07	18.206,47
Layout proposto	894,40	8.219,16	24.809,41	17.824,78	1.377,22	10.106,69	25.008,13	14.630,03	16.172,16
Variação	-22%	-25%	-9%	-8%	-16%	-10%	-17%	-14%	-11%

Dessa forma, a proposta de melhoria contribuiria para uma redução média de 11% no *lead time* do processo de *picking*. Essa melhoria independe da opção por redução de custos (seção 7.1.1) ou do maior fluxo de produtos nos processos de *outbound* (seção 7.1.2).

7.2 Considerações Finais

Como considerações finais do trabalho vale a discussão sobre os pontos que podem ser fonte de distorção no modelo desenvolvido e simulado. Esses pontos constituem passos a serem endereçados em um refinamento futuro para a empresa. Além desse refinamento, propõem-se outros estudos embasados no conhecimento adquirido acerca da empresa e do processo de *picking* durante o desenvolvimento desse TF.

As maiores distorções podem ser identificadas na etapa de formulação do modelo. A premissa de que os tempos se comportam como uma distribuição normal pode não ser verdadeira. Essa simplificação é especialmente questionável no cálculo do $T_{picking}$ (Equações 5, 6 e 9), sendo a linearização da relação entre T_{busca} e a quantidade de itens na posição de estoque

contra intuitiva (espera-se que a dificuldade de encontrar um item se acentue exponencialmente em maiores quantidades).

De maneira similar, a simplificação na modelagem dos eventos fora do fluxo normal de atividades do processo de *picking* pode ser melhor endereçada em projetos futuros. Um estudo detalhado dos fatores que contribuem para uma maior incidência dos eventos (ex.: correlações de nível de incidência e áreas de armazenagem ou tipos de produto), viabilizado através de uma extensa coleta de dados pela diretoria de Operações, possibilitaria a modelagem e simulação dos eventos fora de controle mais aderente ao sistema real. Esse refinamento tornaria viável também a avaliação do impacto no simulador desenvolvido de propostas de melhoria objetivando a mitigação dos efeitos decorrentes dos eventos fora do fluxo normal de atividades.

Por fim, o simulador construído pode ter seu escopo expandido e incluir a modelagem e simulação do processo de armazenagem, simultâneo ao *picking*. A análise do impacto da alteração da política de armazenagem para o sistema poderia ser mensurada após a incorporação desse novo módulo no simulador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPMP. BPM CBOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio – Corpo de Conhecimento.** ABPMP, 2013.
- ANDERSEN, B. **Business process improvement toolbox.** Milwaukee, Wisc., ASQ, 1999.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos.** Tradução da 6^a edição americana. 9^a reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- BOX, G E. P.; NORMAN R. D **Empirical Model-Building and Response Surfaces,** Wiley, 1987
- BRATLEY, P.; FOX, B. L.; SCHRAGE, L. E. **A Guide to Simulation** Segunda edição. New York: Spreinger-Verlag, 1987.
- BRESSAN, G. **Modelagem e Simulação de Sistemas Computacionais.** USP. Notas de aula. 2008
- CARRIE, A. **Simulation of Manufacturing Systems,** Chichester, John Wiley & Sons., 1988
- CORREIA, K. S. A.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. **Mapeamento de Processos: Uma Abordagem para Análise de Processos de Negócio.** XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Curitiba – PR, 2002
- COSTA, N. A. A. et al. **Gerenciamento de Processos – Metodologia Base para Melhoria Contínua,** Santa Catarina, 1997
- COULSON-THOMAS, C. **Business Process Re-engineering: myth & reality,** London, Kogan Page Ltd., 1997
- DAVENPORT, T. **Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology.** Harvard Business Review press, 1993.
- E-BIT. **Webshoppers 2014.** Disponível em: <<http://www.ebit.com.br/webshoppers>>. Acesso em: 06 de julho de 2014.
- ELA/AT Kearney **Excellence in Logistics** ELA, Brussels, 2004.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengineering The Corporation: A Manifesto for Business Revolution,** 2nd Edition, London: Nicholas Brealey, 2001
- HARREL, C.; TUMAY, K. **Simulation made easy.** IIE Solutions, p.39-41, July, 1997.
- HASHMI, K. **Introduction and Implementation of Total Quality Management (TQM),** Disponível em: <<http://www.isixsigma.com/methodology/total-qualitymanagement-tqm/introduction-and-implementation-total-quality-managementtqm/>>. Acesso em: 10 de julho de 2014.

HENN, S.; KOCH, S.; WASCHER, G. **Order batching in order picking warehouses: A survey of solution approaches,"** in **Warehousing in the Global Supply Chain - Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems.** Londres: Springer-Verlag, 2012.

HUNT, V. D. **Process Mapping – how to reengineer your business processes.** Canada: John Wiley & Sons, 1996

KETTINGER ,W. J. **Business Process Change: a Study of Methodologies, Techniques and Tools,** MIS Quarterly, Vol. 21, No. 2, pp. 55-80, 1997.

KOSTER, R.; LE-DUC, T; ROODBERGEN, K. J. **Design and control of warehouse order picking: A literature review** European Journal of Operational Research 182, p.481–501, October, 2006

LAW, A.M. **How to conduct a Successful Simulation Study.** Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2003.

LAMBERT, D.M.; STOCK, J.R.; ELLRAM, L.M. **Fundamentals of Logistics Management.** Singapore: McGraw-Hill, 1998

LEKOVIC, S.; MILICEVIC, N. **The importance and characteristics of logistics in electronic commerce** 1st Logistics International Conference, 2013.

MARIA, A. **INTRODUCTION TO MODELING AND SIMULATION** Proceedings of Winter Simulation Conference, 1997

MOIR, P.W. **Profit By Quality: The Essentials of Industrial Survival,** 1st Edition, Chichester, Ellis Horwood Ltd, 1998

MORAES, L.H.; SANTORO, M.C. **Proposta de um processo genérico e prático para simulação de sistemas.** Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET), Curitiba, 2012.

PEGDEN, C.D.; SHANNON, R.E. & SADOWSKI, R.P. **Introduction to Simulation using SIMAN.** 2. ed. New York: McGraw Hill, 1995.

PRITSKER, A.A.B. **Introduction to Simulation and SLAM-II.** 3^a ed. , New York, John Wiley & Sons, 1986.

SANTORO, M.C. **Probabilidade e Estatística em Simulação.** USP. Notas de aula. 2011

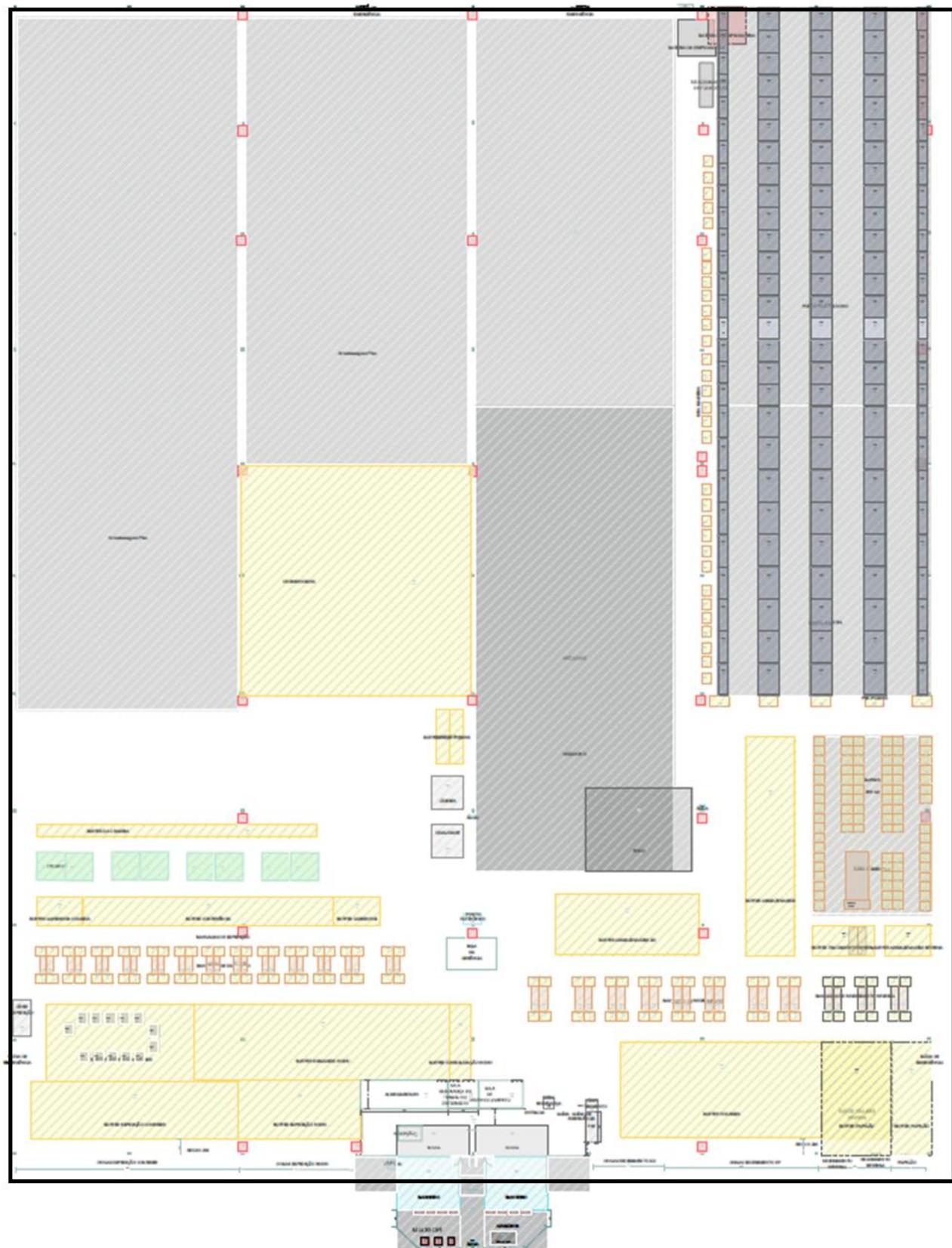
SHANNON, R.E. **Systems Simulation: the Art and Science.** Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1975.

SILVA, M. E. **Aula 5 – Fluxograma, Organograma Funcionograma e QDT.** UFSC. Notas de aula. 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRISON A. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

STRACI, J. GPSS: modelagem e simulação de sistemas. Rio de Janeiro: LTC, 1984

APÊNDICE A – Planta do Centro de Distribuição

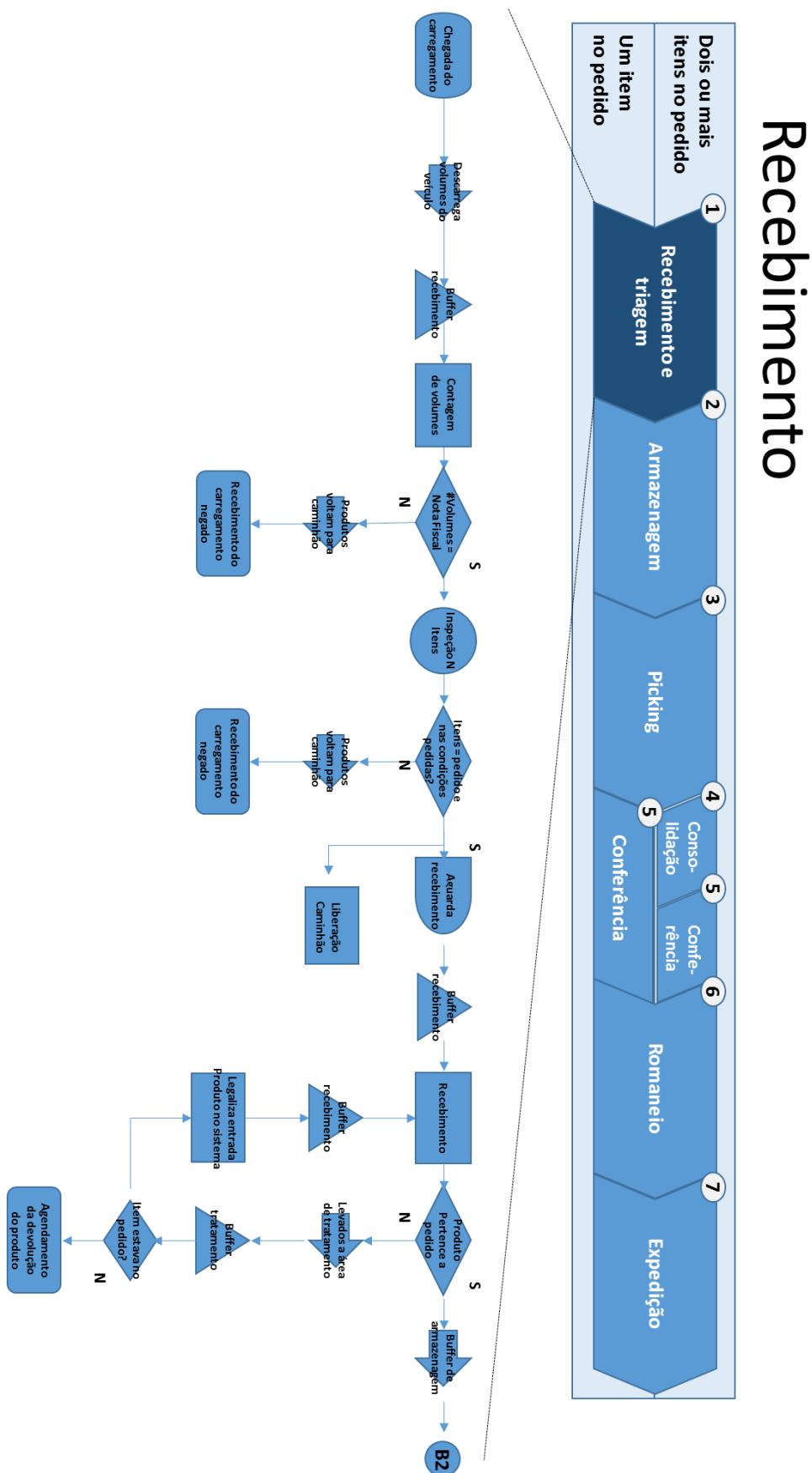


APÊNDICE B – Metodologias de simulação de sistemas

Pritsker (1986)	Shannon (1975)	Law; Kelton (1991)	Pegden et al. (1995)	Moraes; Santoro (2012)
Formulação do problema	Definição do sistema	Formulação do problema e planejamento do estudo	Definição do problema Planejamento do projeto Definição do sistema	Definição do problema
Construção do modelo conceitual	Formulação do modelo	Coleta de dados e definição do modelo	Formação do modelo conceitual Projeto preliminar de experimentos	
Levantamento de dados	Preparação de dados		Preparação de dados de entrada	Formulação do modelo
Tradução do modelo	Tradução do modelo	Validação do modelo conceitual Construção e verificação do modelo computacional	Tradução do modelo	Construção do modelo
Verificação	Validação	Realização de experimentos-piloto	Verificação e validação	Verificação e validação
Validação		Validação do modelo computacional		
Planejamento estratégico e tático	Planejamento estratégico Planejamento tático	Planejamento de experimentos	Projeto final de experimentos	Planejamento de experimentos
Experimentação	Experimentação	Experimentação	Experimentação	Análise de resultados
Análise de resultados	Interpretação	Análise de resultados	Análise e interpretação	
Implementação e documentação	Implementação Documentação	Documentação, apresentação e implementação de resultados	Implementação e documentação	

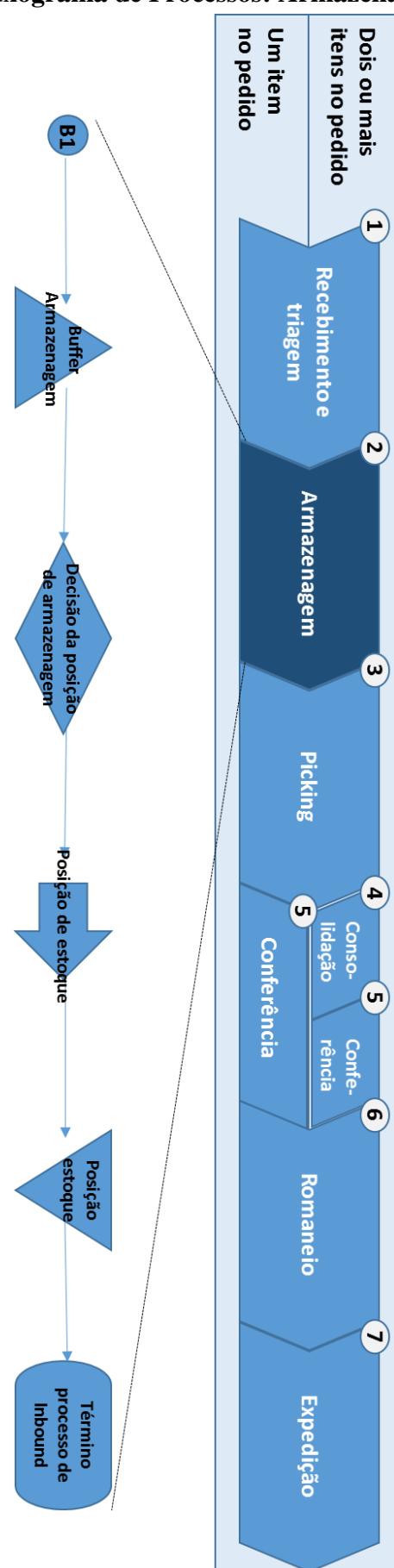
Fonte: Moraes e Santoro (2012)

APÊNDICE C1 – Fluxograma de Processos: Recebimento

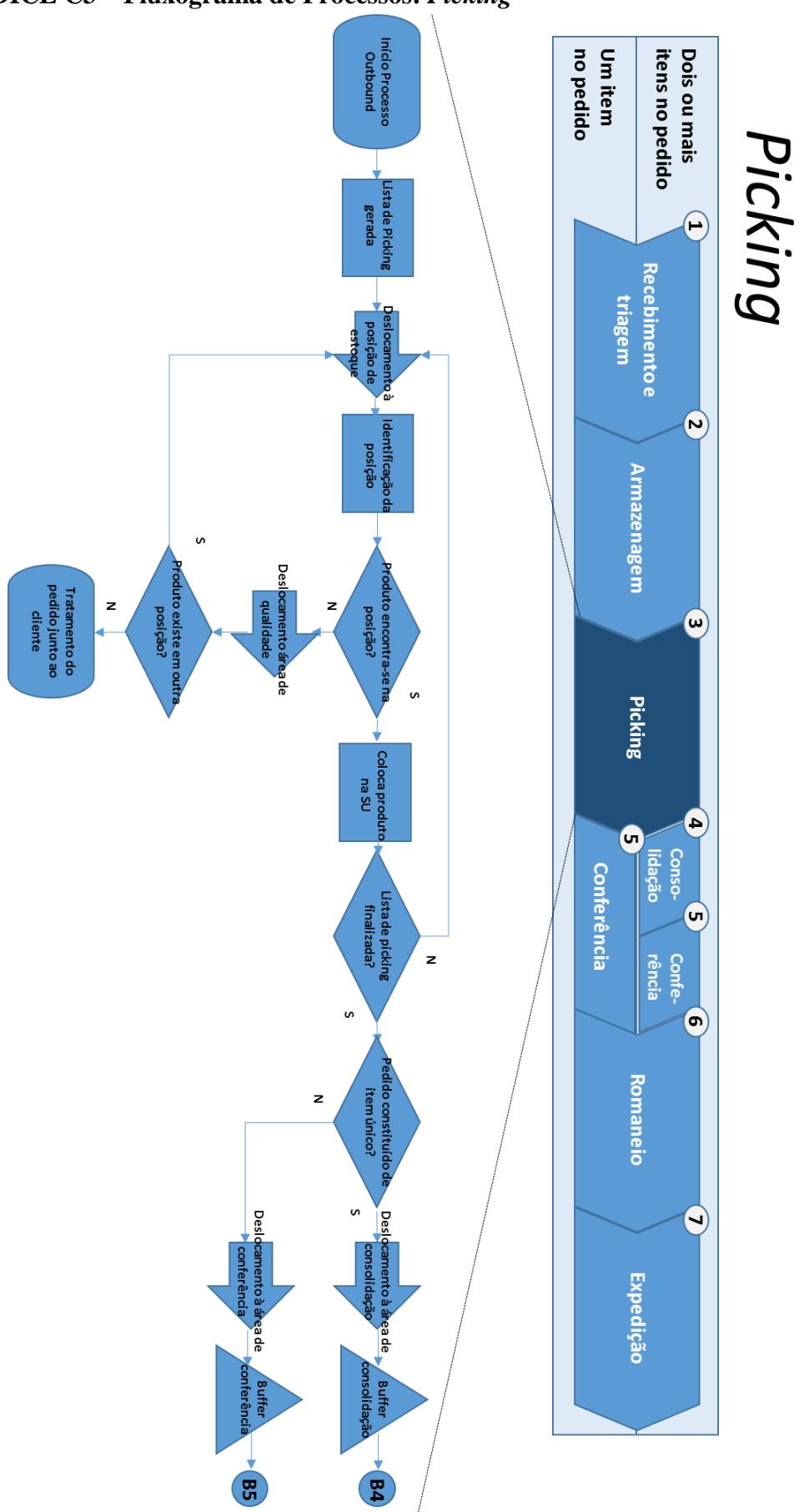


APÊNDICE C2 – Fluxograma de Processos: Armazenagem

Armazenagem

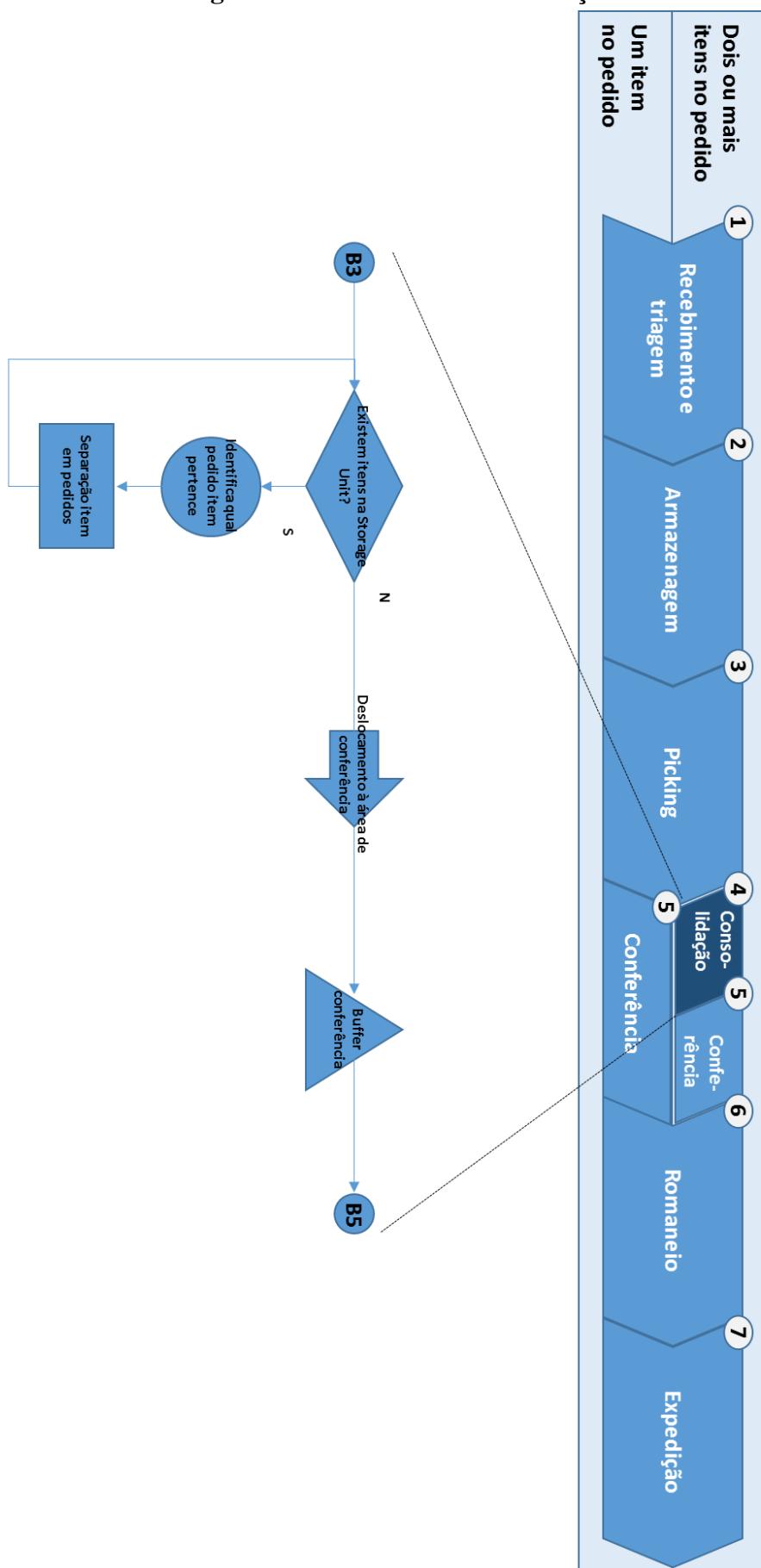


APÊNDICE C3 – Fluxograma de Processos: *Picking*

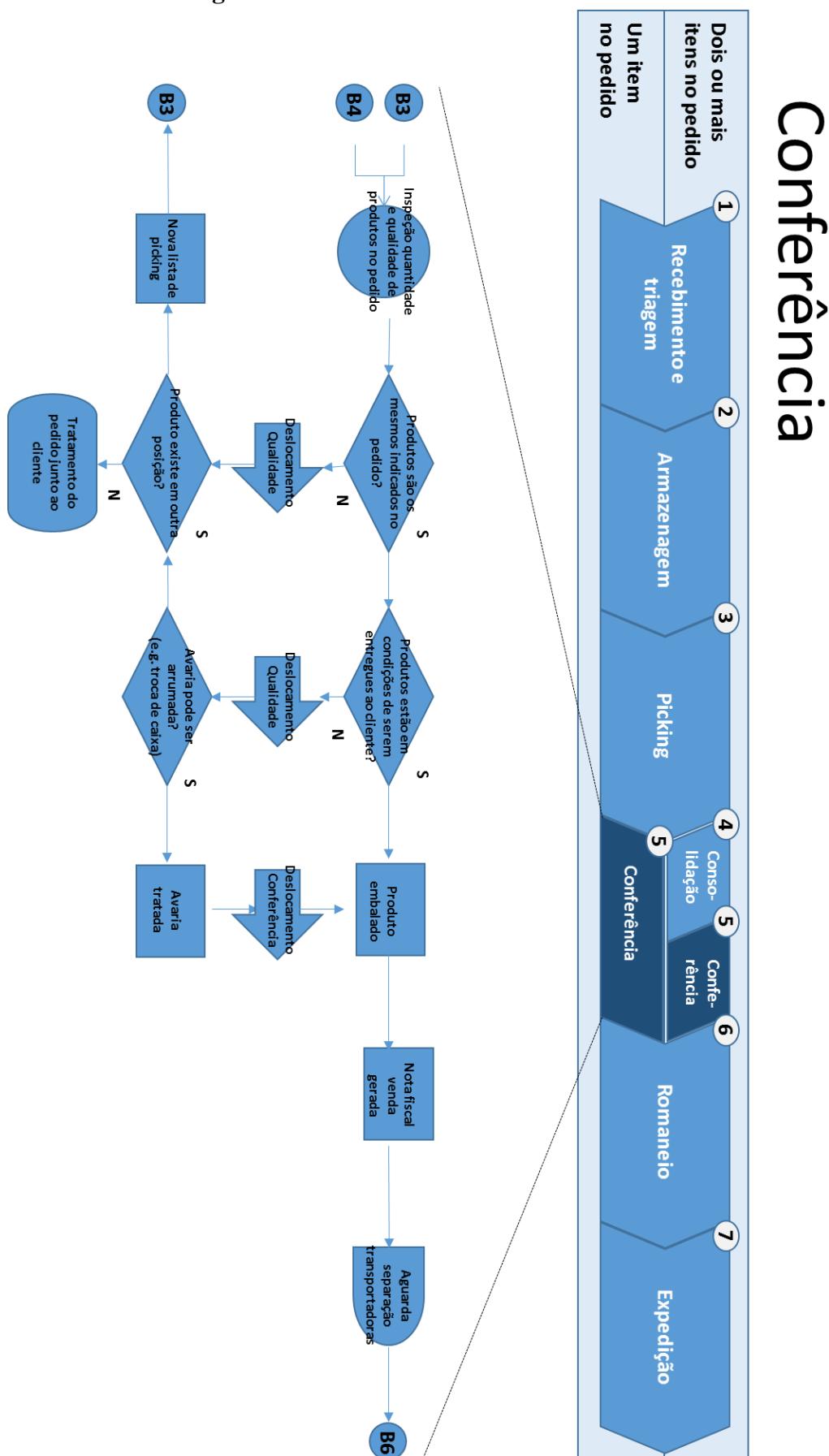


Consolidação

APÊNDICE C4 – Fluxograma de Processos: Consolidação

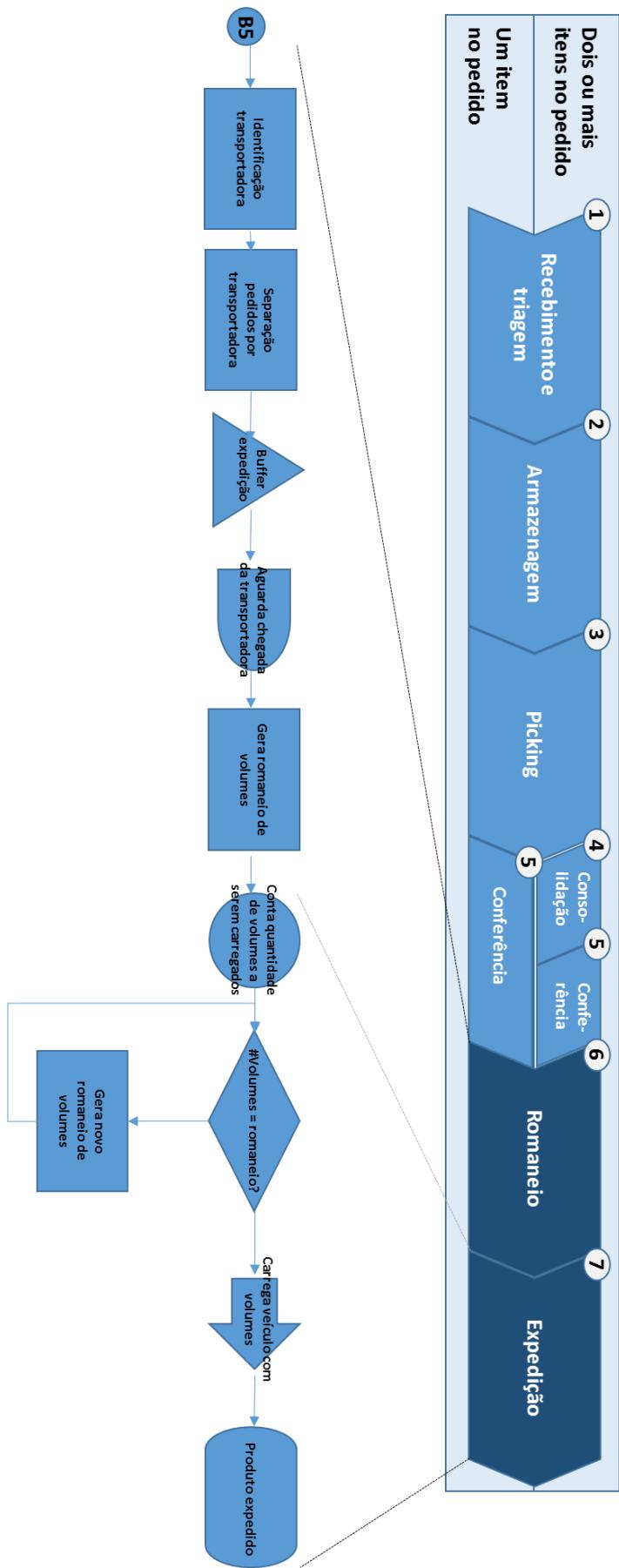


APÊNDICE C5 – Fluxograma de Processos: Conferência

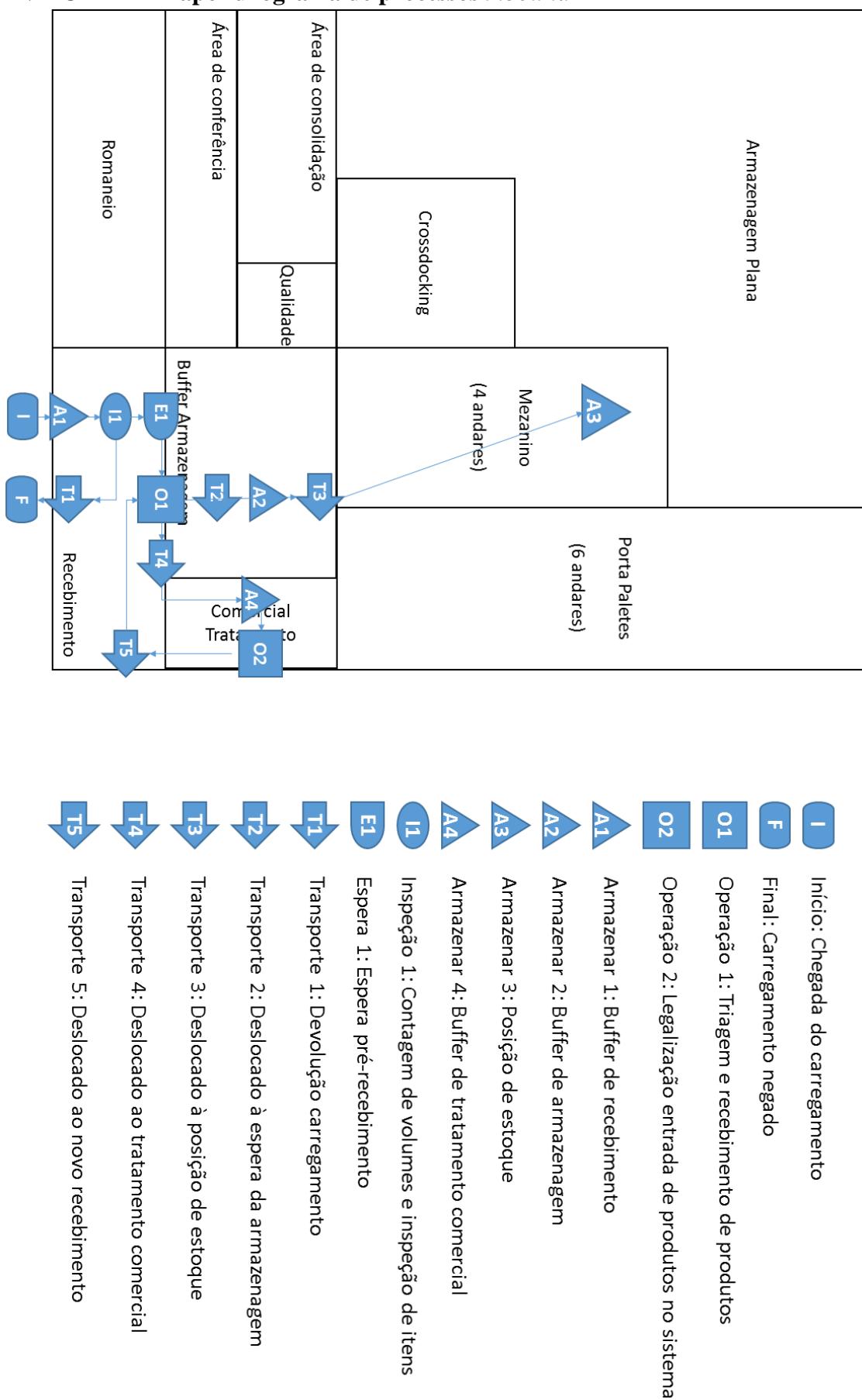


APÊNDICE C6 – Fluxograma de Processos: Romaneio e Expedição

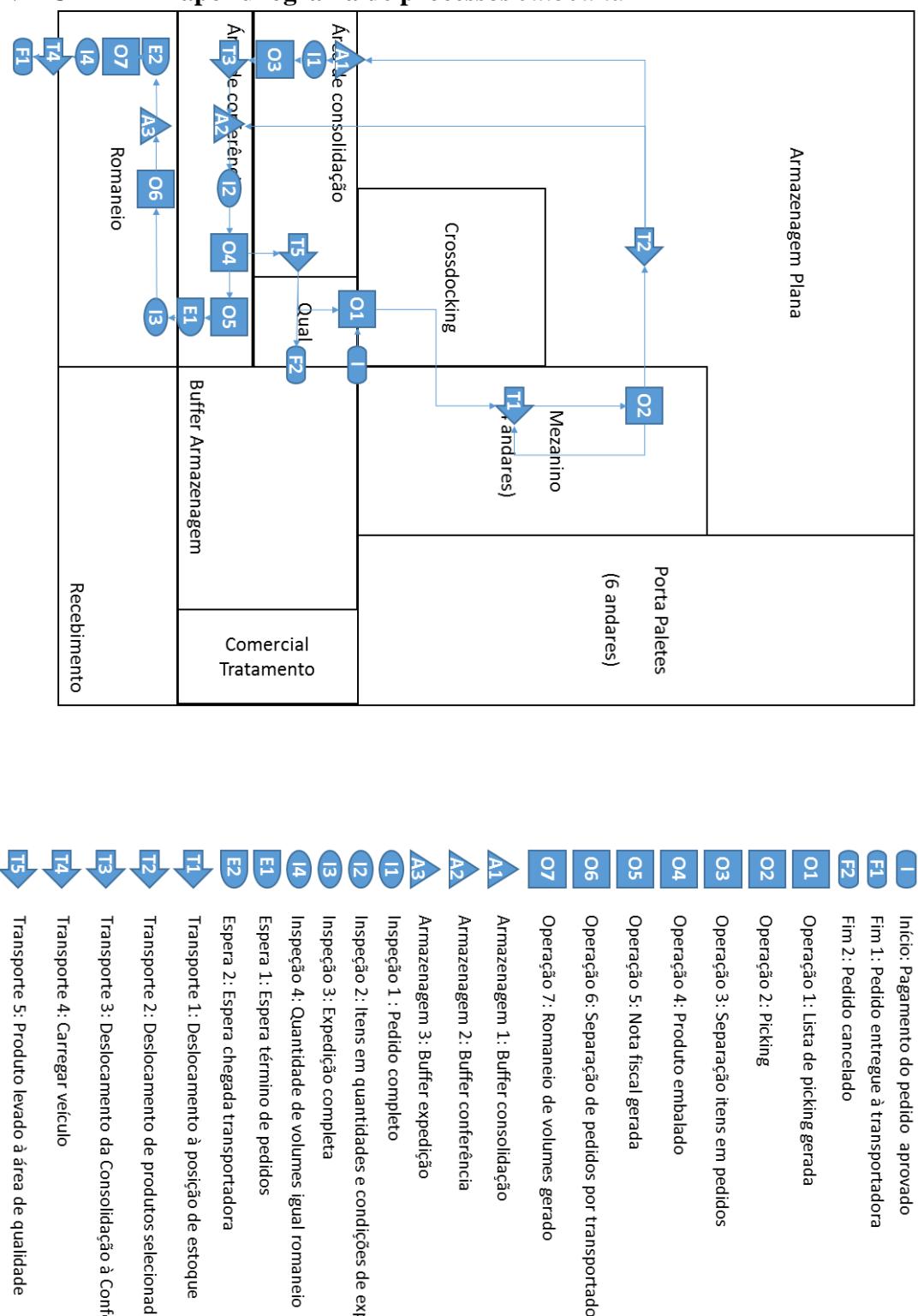
Romaneio e Expedição



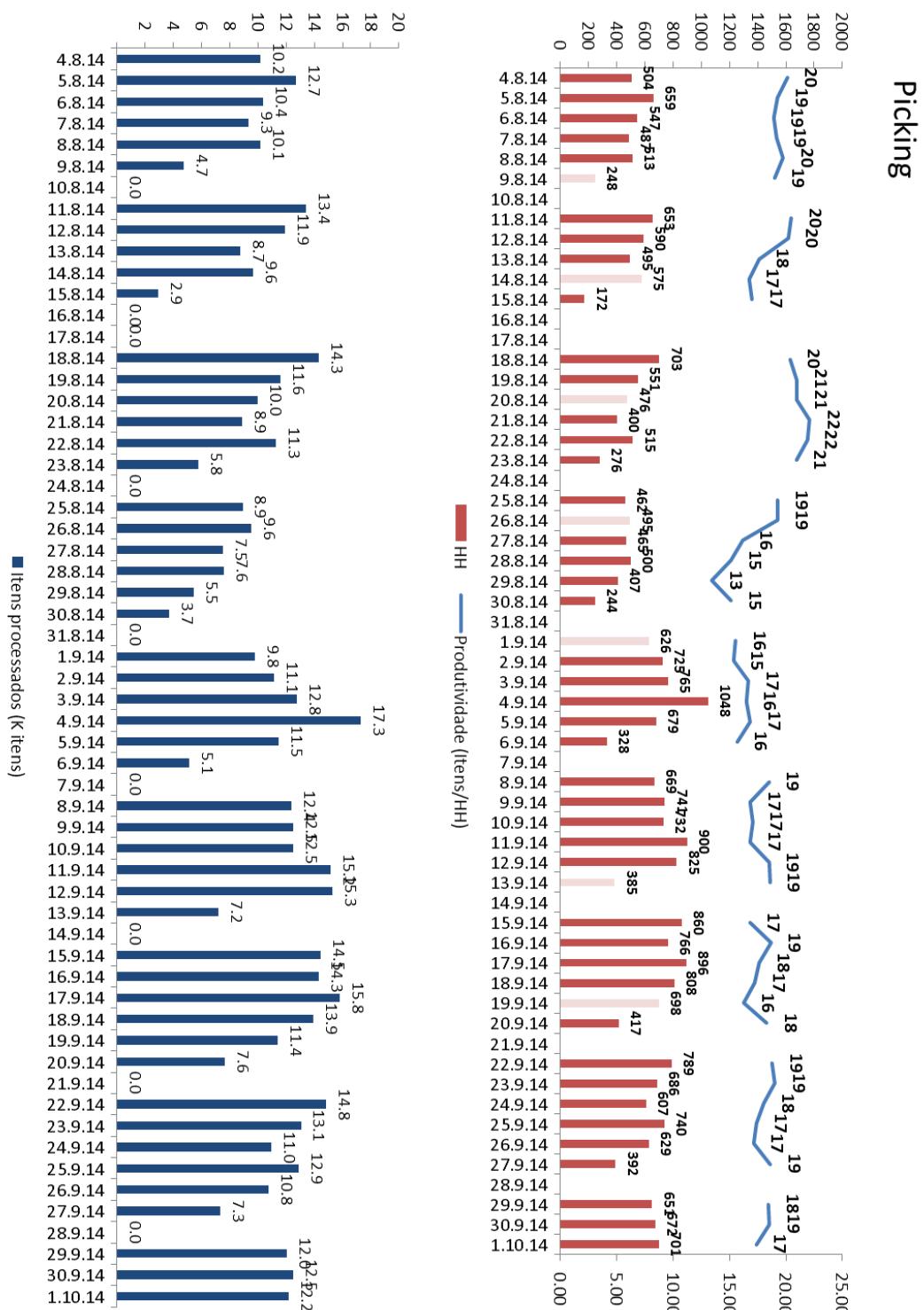
APÊNDICE D1 – Mapofluxograma de processos *inbound*



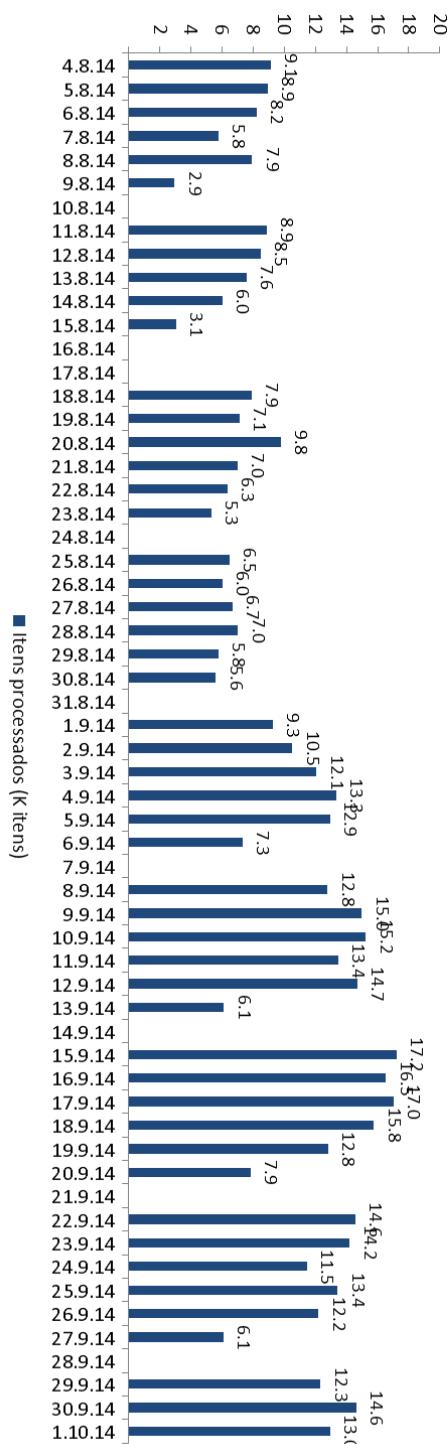
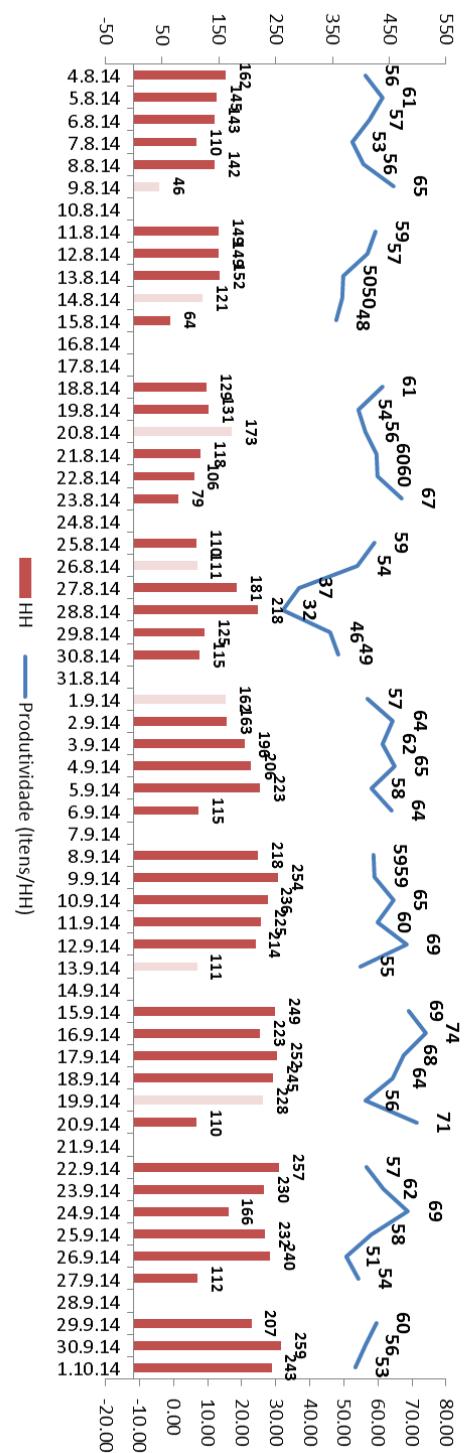
APÊNDICE D2 – Mapofluxograma de processos *outbound*



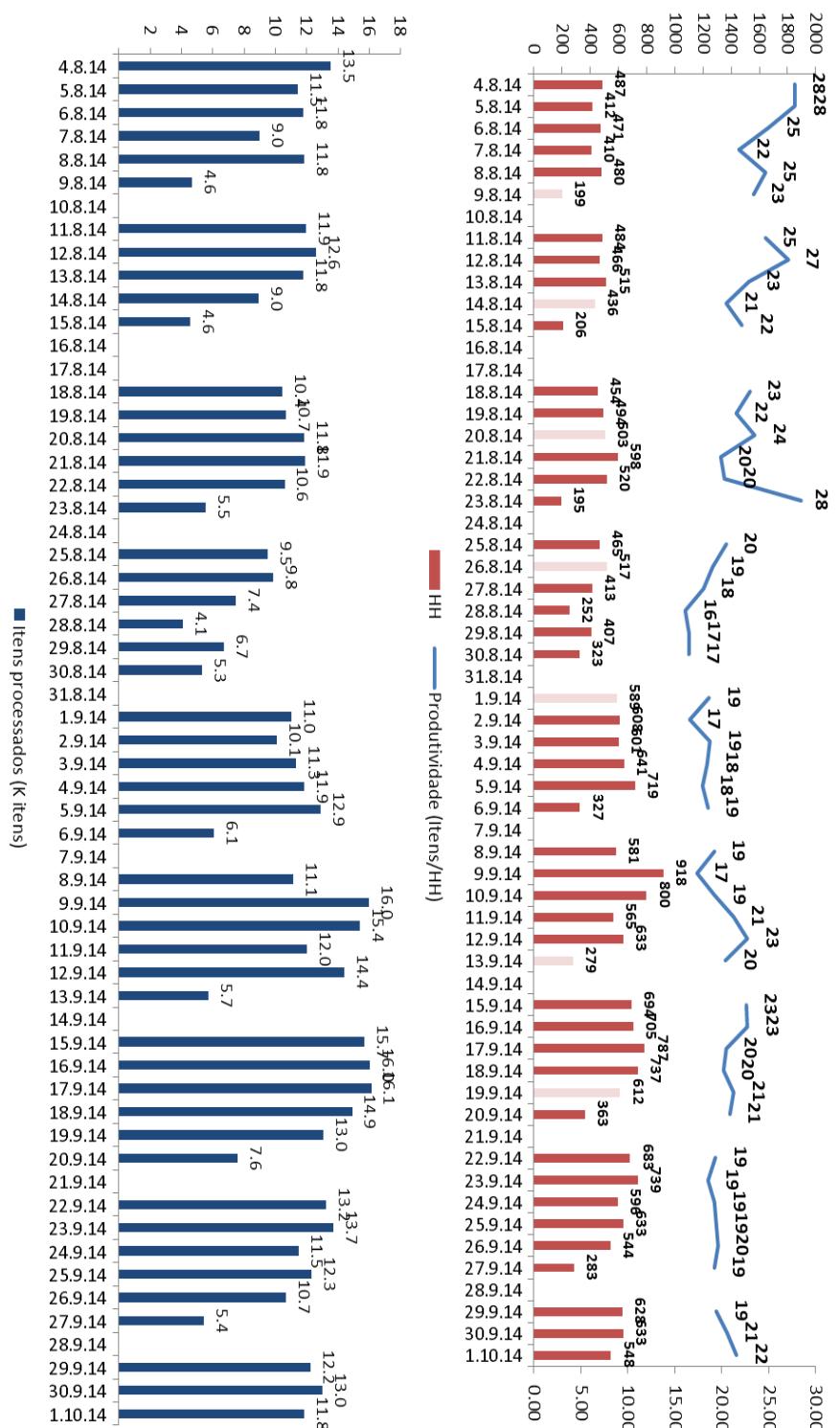
APÊNDICE E – Estudo dos processos de *outbound*

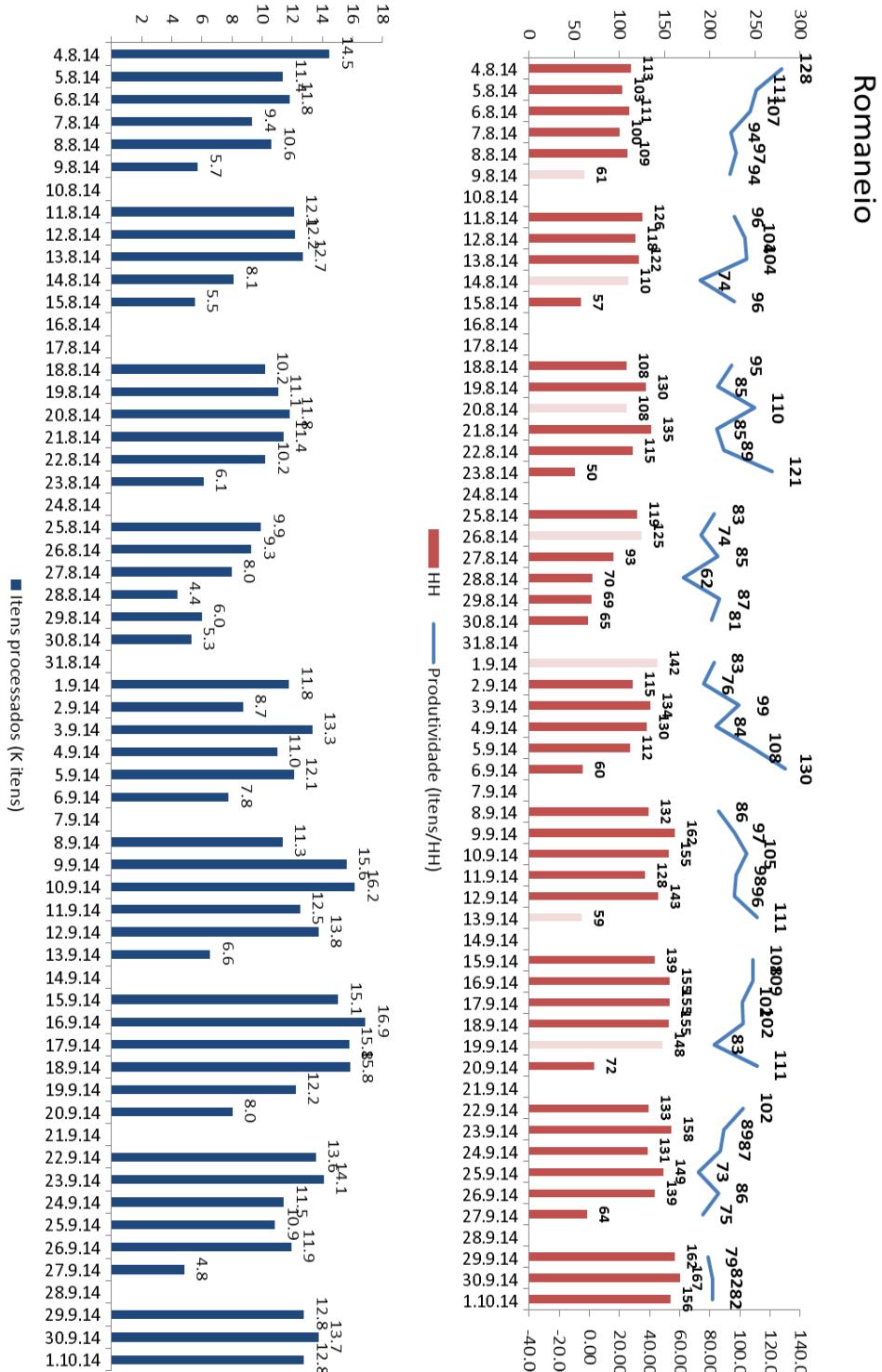


Consolidação

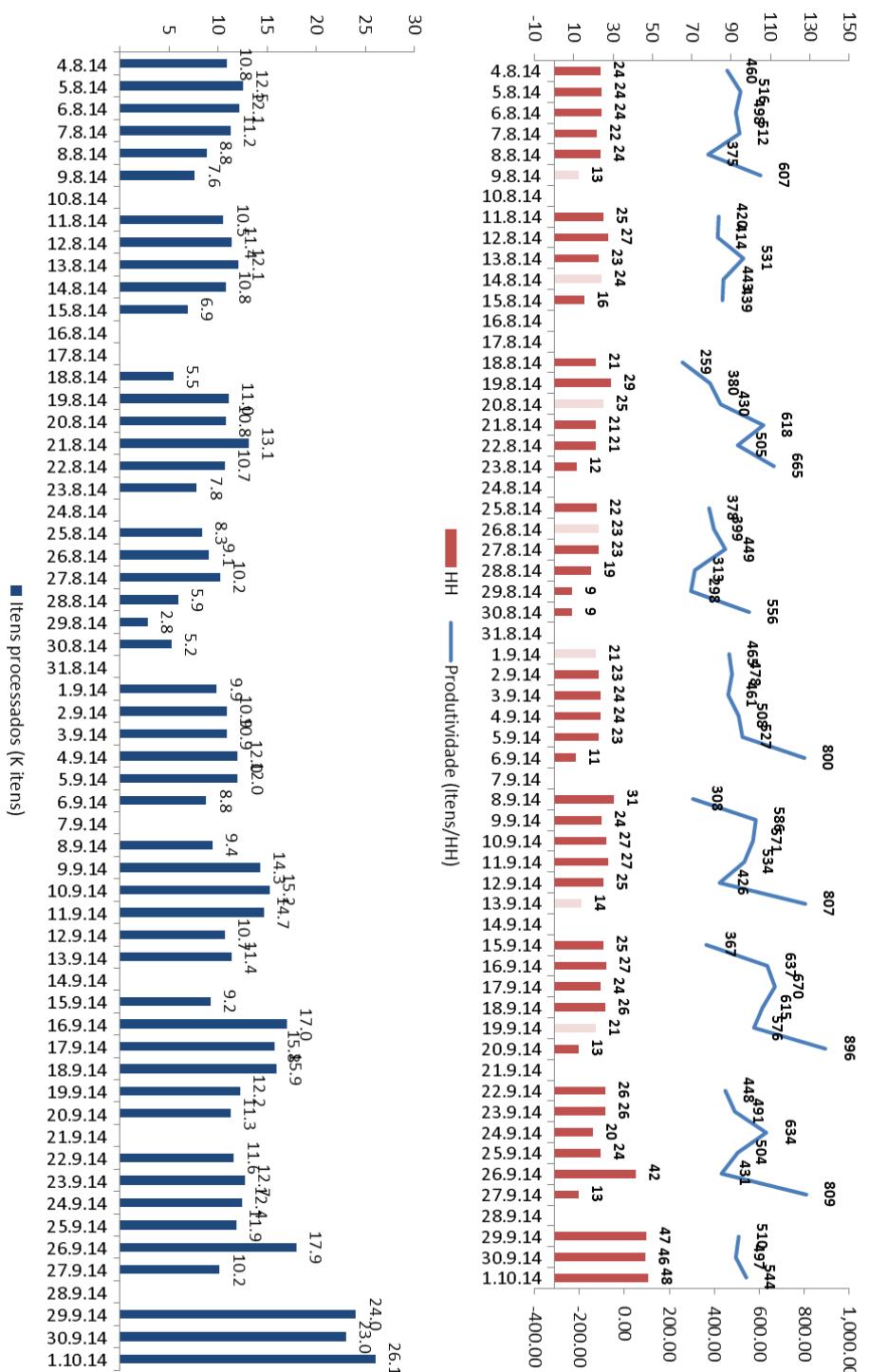


Conferência





Expedição

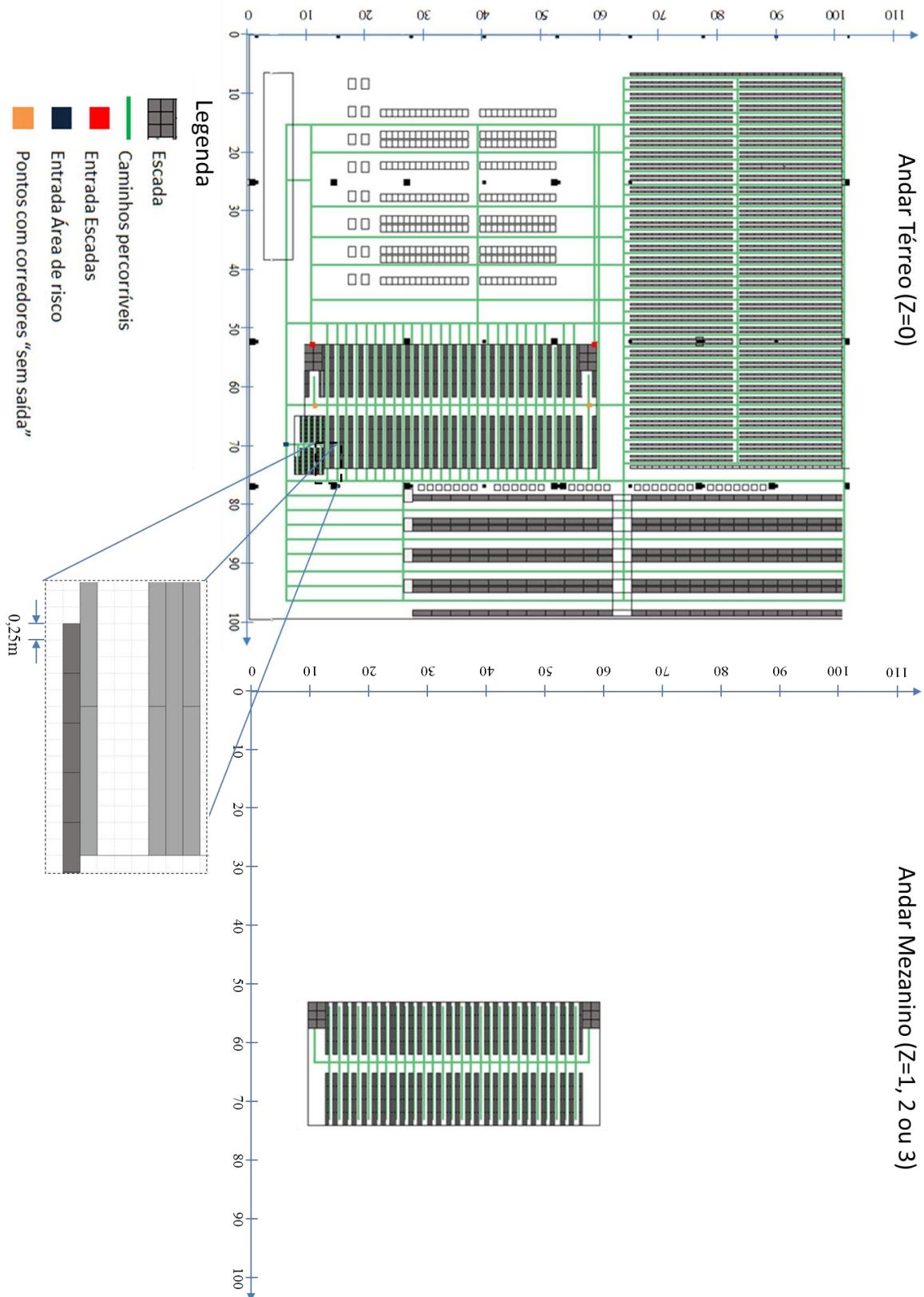


APÊNDICE F – *Lead Times* de processo

Lead Times de processo para agosto de 2014, ajustado por a

Mês / Semana do ano Dias da semana							
Separação Fila -							
Aguardando							
Separação	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	77,51	78,56	85,10	110,93	132,47	151,07	107,81
30					32,44	59,54	41,87
31	45,35	36,39	26,10	30,48	41,57	92,06	45,76
32	34,25	25,15	18,06	28,94	176,91	176,23	73,97
33	95,60	107,67	113,86	83,68	156,24	169,00	122,44
34	128,10	140,41	227,34	263,47	296,02	278,43	215,02
Separação	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	11,89	7,39	10,93	7,13	13,74	8,52	9,97
30					12,95	9,30	11,20
31	19,21	9,41	11,63	8,44	13,60	6,36	11,22
32	8,27	4,72	21,13	4,44	3,49		5,83
33	10,93	8,67	10,36	8,67	17,16	9,20	10,94
34	12,16	5,97					9,21
Consolidação	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	13,32	16,20	20,92	11,45	10,48	16,88	15,08
30					10,28	19,08	14,57
31	12,25	10,99	11,01	14,74	12,13	9,32	11,88
32	15,88	18,31	9,42	10,18	6,61		14,61
33	12,94	18,19	26,27	9,25	10,42	17,92	17,67
34	10,73	17,88	50,34				17,93
Conferencia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	116,81	27,47	31,36	31,24	53,32	70,48	50,44
30						30,67	30,67
31	110,01	24,27	27,28	26,76	40,67	39,03	44,67
32	96,53	24,69	27,33	7,91	29,78		37,25
33	157,75	32,99	38,78	33,30	27,52	39,03	54,90
34	102,96	27,93	32,05	56,98	115,31	173,17	84,73
Romaneio	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	8,94	3,23	3,35	2,25	3,81	7,99	4,73
30					3,79	4,88	4,10
31	18,19	4,52	4,53	4,00	3,11	12,88	8,10
32	7,21	2,44	3,73	1,46	7,33		4,28
33	3,38	3,37	1,75	1,59	2,94	6,91	3,01
34	7,00	2,59	3,40	1,95	1,86	7,28	4,18
Aguardando							
Expedição	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Média Semana
Agosto	81,30	33,94	33,38	34,33	36,14	40,37	41,02
30					36,24	42,51	38,54
31	66,66	35,52	30,69	32,46	32,29	41,00	39,61
32	64,89	28,41	31,54	37,14	31,55		38,83
33	113,37	36,07	37,94	32,99	34,36	46,58	44,02
34	80,29	35,77	33,35	34,74	46,24	31,38	44,10

APÊNDICE G – Ambiente de simulação *layout* atual



APÊNDICE H – *Output* da simulação da situação atual

#Simulado	Picker	#Lista	Início	Fim	Tlista	#Itens separados	#Simulado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados	#Simulado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados
1	1	31	0	31.389	31.389	202	2	1	3	0	32.028	32.028	198	3	1	20	0	10.230	10.230	45
1	1	79	31.389	54.000	22.611	136	2	1	77	32.028	54.000	21.972	124	3	1	59	10.230	40.773	30.544	197
1	2	24	0	1.267	1.267	1	2	2	41	0	7.126	7.126	85	3	1	101	40.773	42.127	1.353	1
1	2	45	1.267	2.381	1.114	1	2	2	52	7.126	37.372	30.245	148	3	1	106	42.127	54.000	11.873	75
1	2	48	2.381	3.743	1.362	3	2	2	95	37.372	38.378	1.006	1	3	2	31	0	32.398	32.398	202
1	2	51	3.743	35.126	31.384	151	2	2	99	38.378	54.000	15.622	85	3	2	80	32.398	54.000	21.602	179
1	2	86	35.126	43.584	8.457	44	2	3	4	0	38.876	38.876	197	3	3	33	0	31.249	31.249	198
1	2	108	43.584	54.000	10.416	60	2	3	100	38.876	46.648	7.771	37	3	3	76	31.249	54.000	22.751	122
1	3	15	0	1.054	1.054	2	2	3	111	46.648	54.000	7.352	41	3	4	3	0	33.272	33.272	198
1	3	44	1.054	2.268	1.214	1	2	4	32	0	32.926	32.926	205	3	4	82	33.272	54.000	20.728	130
1	3	47	2.268	3.514	1.246	1	2	4	84	32.926	54.000	21.074	161	3	5	17	0	1.118	1.118	3
1	3	50	3.514	32.142	28.628	149	2	5	11	0	17.395	17.395	89	3	5	43	1.118	27.362	26.244	163
1	3	84	32.142	54.000	21.858	177	2	5	64	17.395	46.309	28.914	147	3	5	69	27.362	51.547	24.185	201
1	4	1	0	35.737	35.737	194	2	5	110	46.309	54.000	7.691	51	3	5	117	51.547	52.908	1.361	6
1	4	90	35.737	54.000	18.263	98	2	6	30	0	36.040	36.040	197	3	5	120	52.908	53.855	947	1
1	5	34	0	30.549	30.549	203	2	6	90	36.040	54.000	17.960	84	3	5	122	53.855	54.000	145	2
1	5	74	30.549	54.000	23.451	135	2	7	19	0	10.421	10.421	46	3	6	19	0	8.903	8.903	46
1	6	2	0	38.522	38.522	196	2	7	59	10.421	43.001	32.580	197	3	6	54	8.903	38.973	30.069	151
1	6	98	38.522	54.000	15.478	82	2	7	109	43.001	54.000	10.999	64	3	6	97	38.973	54.000	15.027	101
1	7	36	0	23.319	23.319	165	2	8	16	0	26.296	26.296	150	3	7	35	0	8.393	8.393	28
1	7	66	23.319	54.000	30.681	189	2	8	69	26.296	50.308	24.012	201	3	7	53	8.393	42.897	34.504	150
1	8	17	0	1.003	1.003	3	2	8	116	50.308	54.000	3.692	55	3	7	107	42.897	54.000	11.103	58
1	8	43	1.003	25.641	24.638	163	2	9	20	0	9.855	9.855	45	3	8	26	0	31.333	31.333	199
1	8	69	25.641	48.720	23.079	201	2	9	58	9.855	41.315	31.460	201	3	8	77	31.333	54.000	22.667	140
1	8	112	48.720	54.000	5.280	39	2	9	105	41.315	54.000	12.685	73	3	9	34	0	29.058	29.058	203
1	9	37	0	29.159	29.159	198	2	10	14	0	35.476	35.476	197	3	9	72	29.058	51.023	21.965	199
1	9	72	29.159	54.000	24.841	199	2	10	89	35.476	36.851	1.375	2	3	9	116	51.023	54.000	2.977	55
1	10	40	0	11.011	11.011	57	2	10	93	36.851	54.000	17.149	111	3	10	14	0	36.712	36.712	197
1	10	60	11.011	40.876	29.865	172	2	11	31	0	32.194	32.194	202	3	10	93	36.712	54.000	17.288	111
1	10	104	40.876	54.000	13.124	74	2	11	78	32.194	33.396	1.202	1	3	11	25	0	31.478	31.478	198
1	11	21	0	9.567	9.567	44	2	11	85	33.396	54.000	20.604	162	3	11	78	31.478	32.626	1.148	1
1	11	56	9.567	18.806	9.239	37	2	12	35	0	7.521	7.521	28	3	11	81	32.626	54.000	21.374	147
1	11	65	18.806	51.329	32.523	199	2	12	53	7.521	37.818	30.297	150	3	12	40	0	10.808	10.808	57
1	11	117	51.329	52.541	1.211	6	2	12	96	37.818	54.000	16.182	88	3	12	60	10.808	40.258	29.449	172
1	11	119	52.541	54.000	1.459	11	2	13	40	0	11.292	11.292	57	3	12	99	40.258	54.000	13.742	77
1	12	3	0	30.982	30.982	198	2	13	61	11.292	41.239	29.947	151	3	13	36	0	24.513	24.513	165
1	12	77	30.982	54.000	23.018	149	2	13	104	41.239	54.000	12.761	74	3	13	67	24.513	29.807	5.294	19
1	13	20	0	9.939	9.939	45	2	14	9	0	23.239	23.239	127	3	13	74	29.807	54.000	24.193	133
1	13	57	9.939	12.738	2.799	6	2	14	67	23.239	28.617	5.378	19	3	14	23	0	9.665	9.665	45
1	13	62	12.738	44.903	32.165	152	2	14	72	28.617	50.749	22.132	199	3	14	57	9.665	12.156	2.491	6
1	13	109	44.903	54.000	9.097	53	2	14	117	50.749	52.027	1.278	6	3	14	62	12.156	41.763	29.607	152
1	14	26	0	31.841	31.841	199	2	14	119	52.027	54.000	1.973	16	3	14	103	41.763	54.000	12.237	74
1	14	82	31.841	54.000	22.159	169	2	15	26	0	31.225	31.225	199	3	15	9	0	22.929	22.929	127
1	15	10	0	39.133	39.133	198	2	15	75	31.225	54.000	22.775	200	3	15	66	22.929	54.000	31.071	187

1	15	100	39.133	47.077	7.943	37	2	16	6	0	32.673	32.673	192	3	16	39	0	25.674	25.674	203
1	15	110	47.077	54.000	6.923	47	2	16	81	32.673	54.000	21.327	147	3	16	68	25.674	49.469	23.795	198
1	16	35	0	7.310	7.310	28	2	17	8	0	36.087	36.087	190	3	16	112	49.469	54.000	4.531	27
1	16	52	7.310	36.926	29.616	148	2	17	91	36.087	50.963	14.875	84	3	17	2	0	41.310	41.310	196
1	16	93	36.926	54.000	17.074	115	2	17	118	50.963	54.000	3.037	50	3	17	102	41.310	54.000	12.690	59
1	17	25	0	30.236	30.236	198	2	18	12	0	1.352	1.352	2	3	18	1	0	36.688	36.688	194
1	17	75	30.236	52.571	22.334	201	2	18	45	1.352	2.368	1.016	1	3	18	91	36.688	50.790	14.102	84
1	17	120	52.571	53.602	1.032	1	2	18	48	2.368	3.469	1.101	3	3	18	115	50.790	54.000	3.210	26
1	17	123	53.602	54.000	398	2	2	18	51	3.469	32.479	29.010	151	3	19	32	0	36.292	36.292	205
1	18	39	0	27.178	27.178	203	2	18	80	32.479	54.000	21.521	198	3	19	88	36.292	54.000	17.708	90
1	18	71	27.178	52.068	24.890	200	2	19	22	0	9.531	9.531	46	3	20	22	0	9.371	9.371	46
1	18	118	52.068	54.000	1.932	29	2	19	54	9.531	39.936	30.405	151	3	20	56	9.371	18.725	9.354	37
1	19	30	0	31.553	31.553	197	2	19	101	39.936	41.127	1.191	1	3	20	65	18.725	52.303	33.578	199
1	19	81	31.553	54.000	22.447	158	2	19	103	41.127	54.000	12.873	77	3	20	118	52.303	54.000	1.697	29
1	20	9	0	24.076	24.076	127	2	20	36	0	23.228	23.228	165	3	21	29	0	30.584	30.584	196
1	20	67	24.076	29.720	5.644	19	2	20	66	23.228	54.000	30.772	186	3	21	75	30.584	53.022	22.437	201
1	20	73	29.720	53.586	23.866	201	2	21	17	0	1.110	1.110	3	3	21	121	53.022	53.864	843	1
1	20	121	53.586	54.000	414	2	2	21	44	1.110	2.283	1.173	1	3	21	123	53.864	54.000	136	0
1	21	6	0	31.541	31.541	192	2	21	47	2.283	3.386	1.103	1	3	22	13	0	29.598	29.598	146
1	21	80	31.541	53.737	22.196	201	2	21	50	3.386	32.660	29.274	149	3	22	73	29.598	54.000	24.402	201
1	21	124	53.737	54.000	263	1	2	21	82	32.660	54.000	21.340	152	3	23	10	0	36.809	36.809	198
1	22	29	0	35.342	35.342	196	2	22	7	0	1.006	1.006	2	3	23	92	36.809	50.225	13.416	46
1	22	89	35.342	37.084	1.742	2	2	22	42	1.006	2.934	1.927	17	3	23	114	50.225	54.000	3.775	25
1	22	94	37.084	54.000	16.916	97	2	22	49	2.934	41.659	38.726	201	3	24	18	0	10.125	10.125	44
1	23	23	0	10.494	10.494	45	2	22	106	41.659	54.000	12.341	74	3	24	58	10.125	43.194	33.069	201
1	23	58	10.494	42.902	32.407	201	2	23	23	0	10.058	10.058	45	3	24	108	43.194	54.000	10.806	61
1	23	107	42.902	54.000	11.098	68	2	23	57	10.058	12.566	2.508	6	3	25	38	0	11.194	11.194	71
1	24	5	0	35.119	35.119	192	2	23	62	12.566	42.476	29.910	152	3	25	61	11.194	41.638	30.444	151
1	24	88	35.119	54.000	18.881	102	2	23	108	42.476	54.000	11.524	79	3	25	104	41.638	54.000	12.362	74
1	25	12	0	1.481	1.481	2	2	24	39	0	26.992	26.992	203	3	26	24	0	1.292	1.292	1
1	25	46	1.481	18.637	17.157	40	2	24	70	26.992	54.000	27.008	200	3	26	44	1.292	2.550	1.257	1
1	25	64	18.637	50.922	32.284	147	2	25	2	0	36.784	36.784	196	3	26	47	2.550	3.832	1.282	1
1	25	116	50.922	54.000	3.078	55	2	25	94	36.784	54.000	17.216	108	3	26	50	3.832	34.333	30.502	149
1	26	14	0	37.030	37.030	197	2	26	37	0	28.958	28.958	198	3	26	84	34.333	54.000	19.667	133
1	26	95	37.030	38.047	1.017	1	2	26	73	28.958	54.000	25.042	201	3	27	4	0	40.671	40.671	197
1	26	97	38.047	54.000	15.953	101	2	27	29	0	35.056	35.056	196	3	27	100	40.671	49.346	8.675	37
1	27	16	0	24.942	24.942	150	2	27	88	35.056	54.000	18.944	100	3	27	113	49.346	54.000	4.654	27
1	27	68	24.942	47.972	23.031	198	2	28	38	0	11.107	11.107	71	3	28	6	0	34.316	34.316	192
1	27	111	47.972	54.000	6.028	40	2	28	60	11.107	40.066	28.958	172	3	28	83	34.316	54.000	19.684	120
1	28	41	0	7.227	7.227	85	2	28	102	40.066	54.000	13.934	79	3	29	5	0	36.649	36.649	192
1	28	53	7.227	39.469	32.242	150	2	29	27	0	33.953	33.953	200	3	29	90	36.649	54.000	17.351	84
1	28	101	39.469	40.712	1.244	1	2	29	86	33.953	42.046	8.092	44	3	30	30	0	34.535	34.535	197
1	28	103	40.712	54.000	13.288	84	2	29	107	42.046	54.000	11.954	68	3	30	85	34.535	54.000	19.465	142
1	29	11	0	18.802	18.802	89	2	30	25	0	32.855	32.855	198	3	31	21	0	9.319	9.319	44
1	29	63	18.802	49.479	30.677	149	2	30	83	32.855	54.000	21.145	136	3	31	55	9.319	38.272	28.954	144
1	29	113	49.479	54.000	4.521	28	2	31	28	0	32.212	32.212	200	3	31	96	38.272	54.000	15.728	87
1	30	7	0	934	934	2	2	31	79	32.212	54.000	21.788	121	3	32	11	0	18.370	18.370	89
1	30	42	934	3.073	2.139	17	2	32	10	0	36.378	36.378	198	3	32	64	18.370	48.155	29.784	147

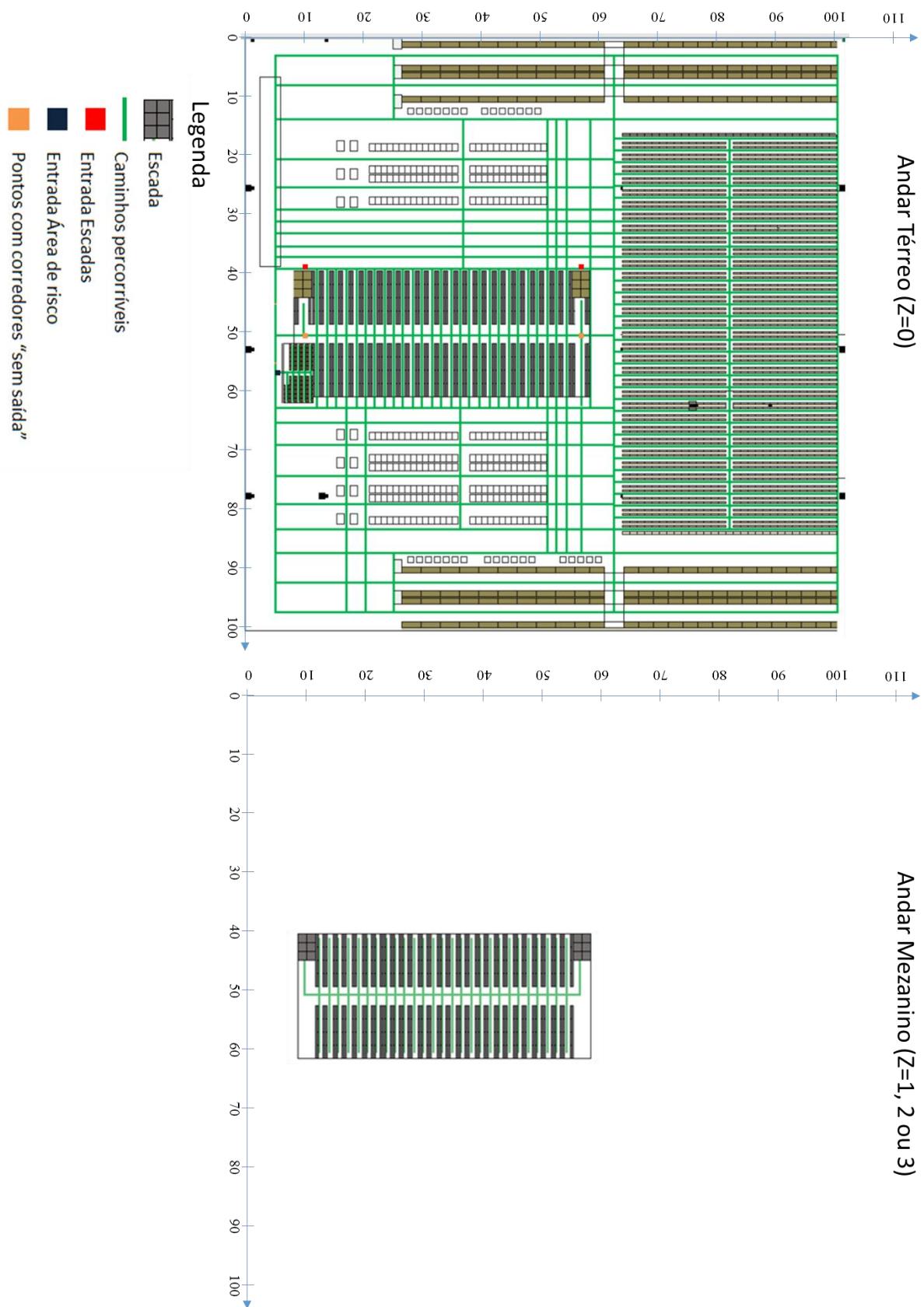
1	30	49	3.073	41.446	38.373	201	2	32	92	36.378	48.850	12.472	46	3	32	111	48.155	54.000	5.845	41
1	30	105	41.446	54.000	12.554	68	2	32	113	48.850	54.000	5.150	30	3	33	16	0	28.227	28.227	150
1	31	18	0	9.431	9.431	44	2	33	13	0	27.568	27.568	146	3	33	71	28.227	52.652	24.425	200
1	31	55	9.431	37.261	27.830	144	2	33	71	27.568	49.130	21.562	200	3	33	119	52.652	54.000	1.348	7
1	31	96	37.261	54.000	16.739	88	2	33	114	49.130	54.000	4.870	31	3	34	37	0	27.543	27.543	198
1	32	32	0	35.071	35.071	205	2	34	24	0	1.197	1.197	1	3	34	70	27.543	54.000	26.457	197
1	32	87	35.071	54.000	18.929	107	2	34	46	1.197	15.966	14.770	40	3	35	7	0	987	987	2
1	33	27	0	35.619	35.619	200	2	34	63	15.966	46.404	30.437	149	3	35	42	987	3.077	2.091	17
1	33	91	35.619	50.032	14.413	84	2	34	112	46.404	54.000	7.596	40	3	35	49	3.077	41.616	38.539	201
1	33	115	50.032	54.000	3.968	28	2	35	5	0	34.158	34.158	192	3	35	105	41.616	54.000	12.384	73
1	34	8	0	34.331	34.331	190	2	35	87	34.158	54.000	19.842	113	3	36	27	0	35.157	35.157	200
1	34	85	34.331	54.000	19.669	154	2	36	15	0	1.024	1.024	2	3	36	86	35.157	43.264	8.107	44
1	35	4	0	36.401	36.401	197	2	36	43	1.024	26.007	24.984	163	3	36	109	43.264	54.000	10.736	61
1	35	92	36.401	49.425	13.024	46	2	36	68	26.007	49.588	23.581	198	3	37	12	0	1.431	1.431	2
1	35	114	49.425	54.000	4.575	31	2	36	115	49.588	54.000	4.412	31	3	37	46	1.431	15.697	14.266	40
1	36	38	0	12.006	12.006	71	2	37	33	0	31.829	31.829	198	3	37	63	15.697	46.146	30.449	149
1	36	61	12.006	42.236	30.231	151	2	37	76	31.829	54.000	22.171	118	3	37	110	46.146	54.000	7.854	47
1	36	106	42.236	54.000	11.764	70	2	38	34	0	29.365	29.365	203	3	38	15	0	1.147	1.147	2
1	37	33	0	30.478	30.478	198	2	38	74	29.365	54.000	24.635	145	3	38	45	1.147	2.519	1.372	1
1	37	76	30.478	54.000	23.522	139	2	39	1	0	37.674	37.674	194	3	38	48	2.519	4.019	1.500	3
1	38	13	0	26.856	26.856	146	2	39	97	37.674	54.000	16.326	101	3	38	51	4.019	36.187	32.168	151
1	38	70	26.856	53.624	26.768	200	2	40	21	0	9.606	9.606	44	3	38	87	36.187	54.000	17.813	106
1	38	122	53.624	54.000	376	2	40	55	9.606	38.174	28.568	144	3	39	8	0	36.556	36.556	190	
1	39	28	0	30.926	30.926	200	2	40	98	38.174	54.000	15.826	89	3	39	89	36.556	38.157	1.601	2
1	39	78	30.926	32.131	1.205	1	2	41	18	0	9.630	9.630	44	3	39	95	38.157	39.267	1.109	1
1	39	83	32.131	54.000	21.869	136	2	41	56	9.630	19.145	9.515	37	3	39	98	39.267	54.000	14.733	81
1	40	19	0	10.261	10.261	46	2	41	65	19.145	53.306	34.161	199	3	40	28	0	31.769	31.769	200
1	40	59	10.261	40.861	30.600	197	2	41	120	53.306	54.000	694	2	3	40	79	31.769	54.000	22.231	134
1	40	102	40.861	54.000	13.139	65								3	41	41	0	6.974	6.974	85
1	41	22	0	8.873	8.873	46								3	41	52	6.974	37.139	30.164	148
1	41	54	8.873	38.472	29.599	151								3	41	94	37.139	54.000	16.861	108
1	41	99	38.472	54.000	15.528	84														

#Simulado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados	#Simulado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados							
4	1	11	0	18.171	18.171	89	5	1	8	0	34.056	34.056	190							
4	1	64	18.171	47.590	29.420	147	5	1	86	34.056	41.742	7.686	44							
4	1	111	47.590	54.000	6.410	41	5	1	105	41.742	54.000	12.258	75							
4	2	26	0	33.534	33.534	199	5	2	33	0	30.680	30.680	198							
4	2	85	33.534	54.000	20.466	145	5	2	75	30.680	54.000	23.320	200							
4	3	7	0	997	997	2	5	3	40	0	11.103	11.103	57							
4	3	42	997	3.070	2.072	17	5	3	60	11.103	40.570	29.467	172							
4	3	49	3.070	43.352	40.283	201	5	3	101	40.570	41.742	1.171	1							
4	3	109	43.352	54.000	10.648	61	5	3	103	41.742	54.000	12.258	77							
4	4	29	0	34.036	34.036	196	5	4	26	0	33.875	33.875	199							
4	4	86	34.036	42.436	8.399	44	5	4	85	33.875	54.000	20.125	142							
4	4	106	42.436	54.000	11.564	68	5	5	5	0	37.066	37.066	192							
4	5	41	0	7.496	7.496	85	5	5	94	37.066	54.000	16.934	105							

4	5	53	7.496	40.104	32.608	150	5	6	23	0	10.146	10.146	45
4	5	100	40.104	48.306	8.201	37	5	6	57	10.146	12.770	2.624	6
4	5	112	48.306	54.000	5.694	37	5	6	62	12.770	42.810	30.040	152
4	6	39	0	27.358	27.358	203	5	6	107	42.810	54.000	11.190	62
4	6	69	27.358	52.010	24.652	201	5	7	7	0	1.061	1.061	2
4	6	116	52.010	54.000	1.990	45	5	7	43	1.061	28.515	27.453	163
4	7	30	0	32.785	32.785	197	5	7	72	28.515	54.000	25.485	199
4	7	80	32.785	54.000	21.215	179	5	7	121	54.000	54.000	0	0
4	8	27	0	34.384	34.384	200	5	8	3	0	30.904	30.904	198
4	8	87	34.384	54.000	19.616	109	5	8	76	30.904	54.000	23.096	139
4	9	34	0	30.762	30.762	203	5	9	41	0	6.860	6.860	85
4	9	77	30.762	54.000	23.238	140	5	9	52	6.860	37.445	30.586	148
4	10	17	0	1.077	1.077	3	5	9	97	37.445	53.740	16.294	101
4	10	44	1.077	2.382	1.305	1	5	9	120	53.740	54.000	260	1
4	10	48	2.382	3.798	1.415	3	5	10	12	0	1.701	1.701	2
4	10	51	3.798	36.721	32.924	151	5	10	46	1.701	20.161	18.461	40
4	10	93	36.721	54.000	17.279	111	5	10	65	20.161	54.000	33.839	163
4	11	13	0	29.878	29.878	146	5	11	25	0	32.289	32.289	198
4	11	73	29.878	53.440	23.562	201	5	11	80	32.289	54.000	21.711	174
4	11	119	53.440	54.000	560	3	5	12	15	0	1.092	1.092	2
4	12	1	0	34.809	34.809	194	5	12	44	1.092	2.320	1.229	1
4	12	88	34.809	54.000	19.191	107	5	12	47	2.320	3.451	1.131	1
4	13	38	0	11.064	11.064	71	5	12	50	3.451	32.509	29.058	149
4	13	61	11.064	41.008	29.945	151	5	12	81	32.509	54.000	21.491	143
4	13	103	41.008	54.000	12.992	91	5	13	4	0	37.131	37.131	197
4	14	14	0	35.683	35.683	197	5	13	95	37.131	38.255	1.124	1
4	14	89	35.683	36.976	1.293	2	5	13	98	38.255	54.000	15.745	82
4	14	94	36.976	54.000	17.024	108	5	14	22	0	9.491	9.491	46
4	15	16	0	27.876	27.876	150	5	14	55	9.491	38.941	29.450	144
4	15	70	27.876	54.000	26.124	197	5	14	99	38.941	54.000	15.059	81
4	16	3	0	29.640	29.640	198	5	15	6	0	34.643	34.643	192
4	16	72	29.640	52.631	22.990	199	5	15	88	34.643	54.000	19.357	100
4	16	118	52.631	54.000	1.369	19	5	16	24	0	1.145	1.145	1
4	17	24	0	1.192	1.192	1	5	16	45	1.145	2.290	1.145	1
4	17	45	1.192	2.258	1.066	1	5	16	48	2.290	3.587	1.297	3
4	17	47	2.258	3.451	1.192	1	5	16	51	3.587	32.808	29.221	151
4	17	50	3.451	33.296	29.845	149	5	16	82	32.808	54.000	21.192	173
4	17	83	33.296	54.000	20.704	136	5	17	32	0	35.587	35.587	205
4	18	25	0	30.661	30.661	198	5	17	89	35.587	37.248	1.661	2
4	18	75	30.661	53.649	22.988	201	5	17	96	37.248	54.000	16.752	87
4	18	121	53.649	54.000	351	2	5	18	28	0	31.452	31.452	200
4	19	8	0	35.961	35.961	190	5	18	77	31.452	54.000	22.548	140
4	19	90	35.961	54.000	18.039	98	5	19	17	0	1.064	1.064	3
4	20	2	0	38.683	38.683	196	5	19	42	1.064	3.139	2.074	17
4	20	98	38.683	54.000	15.317	82	5	19	49	3.139	43.610	40.471	201
4	21	37	0	25.517	25.517	198	5	20	108	43.610	54.000	10.390	76
4	21	67	25.517	30.980	5.463	19	5	20	11	0	17.184	17.184	89
4	21	74	30.980	54.000	23.020	140	5	20	63	17.184	46.267	29.083	149

4	22	21	0	10.460	10.460	44	5	20	110	46.267	54.000	7.733	47
4	22	59	10.460	41.590	31.130	197	5	21	9	0	24.661	24.661	127
4	22	104	41.590	54.000	12.410	73	5	21	67	24.661	30.570	5.908	19
4	23	5	0	36.741	36.741	192	5	21	73	30.570	54.000	23.430	201
4	23	92	36.741	51.297	14.556	46	5	22	13	0	26.767	26.767	146
4	23	115	51.297	54.000	2.703	14	5	22	70	26.767	52.867	26.099	200
4	24	6	0	33.538	33.538	192	5	22	119	52.867	54.000	1.133	8
4	24	84	33.538	54.000	20.462	161	5	23	37	0	26.890	26.890	198
4	25	28	0	31.357	31.357	200	5	23	71	26.890	51.156	24.266	200
4	25	78	31.357	32.747	1.391	1	5	23	117	51.156	52.500	1.344	6
4	25	81	32.747	54.000	21.253	147	5	23	118	52.500	54.000	1.500	20
4	26	33	0	30.712	30.712	198	5	24	38	0	11.683	11.683	71
4	26	76	30.712	54.000	23.288	147	5	24	61	11.683	42.478	30.795	151
4	27	9	0	25.706	25.706	127	5	24	106	42.478	54.000	11.522	70
4	27	68	25.706	50.524	24.818	198	5	25	1	0	36.216	36.216	194
4	27	114	50.524	54.000	3.476	27	5	25	91	36.216	49.852	13.636	84
4	28	20	0	10.295	10.295	45	5	25	115	49.852	54.000	4.148	30
4	28	58	10.295	43.602	33.307	201	5	26	14	0	36.470	36.470	197
4	28	107	43.602	54.000	10.398	72	5	26	92	36.470	49.106	12.637	46
4	29	12	0	1.236	1.236	2	5	26	114	49.106	54.000	4.894	31
4	29	46	1.236	14.468	13.232	40	5	27	27	0	34.234	34.234	200
4	29	63	14.468	44.591	30.124	149	5	27	87	34.234	54.000	19.766	109
4	29	110	44.591	54.000	9.409	57	5	28	18	0	9.195	9.195	44
4	30	23	0	10.243	10.243	45	5	28	54	9.195	39.834	30.639	151
4	30	56	10.243	19.584	9.341	37	5	28	100	39.834	47.303	7.469	37
4	30	65	19.584	54.000	34.416	199	5	28	111	47.303	54.000	6.697	41
4	31	10	0	37.035	37.035	198	5	29	29	0	31.883	31.883	196
4	31	95	37.035	38.169	1.134	1	5	29	78	31.883	33.160	1.277	1
4	31	96	38.169	54.000	15.831	87	5	29	83	33.160	54.000	20.840	136
4	32	40	0	10.772	10.772	57	5	30	31	0	33.537	33.537	202
4	32	60	10.772	39.162	28.390	172	5	30	84	33.537	54.000	20.463	139
4	32	99	39.162	54.000	14.838	83	5	31	21	0	10.693	10.693	44
4	33	15	0	1.077	1.077	2	5	31	58	10.693	44.940	34.246	201
4	33	43	1.077	28.084	27.007	163	5	31	109	44.940	54.000	9.060	48
4	33	71	28.084	52.489	24.405	200	5	32	16	0	25.494	25.494	150
4	33	117	52.489	53.789	1.299	6	5	32	68	25.494	48.081	22.587	198
4	33	120	53.789	54.000	211	2	5	32	112	48.081	54.000	5.919	39
4	34	32	0	32.518	32.518	205	5	33	36	0	23.611	23.611	165
4	34	82	32.518	54.000	21.482	173	5	33	66	23.611	54.000	30.389	185
4	35	36	0	23.771	23.771	165	5	34	39	0	25.881	25.881	203
4	35	66	23.771	54.000	30.229	189	5	34	69	25.881	50.301	24.419	201
4	36	4	0	36.420	36.420	197	5	34	116	50.301	54.000	3.699	55
4	36	91	36.420	50.187	13.767	84	5	35	35	0	7.810	7.810	28
4	36	113	50.187	54.000	3.813	23	5	35	53	7.810	40.895	33.085	150
4	37	19	0	9.490	9.490	46	5	35	102	40.895	54.000	13.105	73
4	37	54	9.490	40.405	30.915	151	5	36	34	0	30.078	30.078	203
4	37	101	40.405	41.770	1.365	1	5	36	74	30.078	54.000	23.922	132
4	37	105	41.770	54.000	12.230	69	5	37	20	0	10.836	10.836	45

APÊNDICE I – Ambiente de simulação *layout* proposto



APÊNDICE J – *Output* da simulação do Layout proposto

#Simu lado	Picker	#Lista	Início	Fim	Tlista	#Itens separados	#Simu lado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados	#Simu lado	Picker	Lista	Início	Fim	Tlista	Itens coletados
1	1	24	0	1.102	1.102	1	2	1	8	0	29.806	29.806	190	3	1	2	0	33.784	33.784	196
1	44	1.102	2.013	912	1	2	1	86	29.806	36.587	6.781	44	3	1	98	33.784	54.000	20.216	164	
1	47	2.013	2.851	838	1	2	1	106	36.587	54.000	17.413	128	3	2	5	0	32.453	32.453	192	
1	50	2.851	28.012	25.160	149	2	2	27	0	31.369	31.369	200	3	2	93	32.453	54.000	21.547	189	
1	76	28.012	54.000	25.988	200	2	2	90	31.369	50.056	18.687	114	3	3	7	0	955	955	2	
2	38	0	9.450	9.450	71	2	2	131	50.056	54.000	3.944	40	3	3	45	955	1.992	1.037	1	
2	60	9.450	33.664	24.214	172	2	3	1	0	30.326	30.326	194	3	3	48	1.992	2.949	957	3	
2	96	33.664	53.081	19.417	149	2	3	88	30.326	54.000	23.674	151	3	3	51	2.949	31.285	28.356	151	
2	135	53.081	54.000	919	4	2	4	18	0	8.260	8.260	44	3	3	89	31.285	32.636	1.350	2	
3	7	0	899	899	2	2	4	56	8.260	16.134	7.875	37	3	3	94	32.636	54.000	21.364	165	
3	42	899	2.615	1.716	17	2	4	65	16.134	40.512	24.378	199	3	4	40	0	10.063	10.063	57	
3	49	2.615	37.629	35.014	201	2	4	111	40.512	54.000	13.488	90	3	4	61	10.063	37.187	27.125	151	
3	110	37.629	54.000	16.371	118	2	5	31	0	29.079	29.079	202	3	4	105	37.187	54.000	16.813	111	
4	21	0	8.622	8.622	44	2	5	84	29.079	53.258	24.179	198	3	5	24	0	961	961	1	
4	59	8.622	34.889	26.267	197	2	5	136	53.258	54.000	742	4	3	5	44	961	1.820	859	1	
4	103	34.889	54.000	19.111	151	2	6	25	0	27.232	27.232	198	3	5	47	1.820	2.681	861	1	
5	20	0	8.637	8.637	45	2	6	76	27.232	54.000	26.768	200	3	5	50	2.681	28.273	25.592	149	
5	57	8.637	10.558	1.921	6	2	7	15	0	820	820	2	3	5	80	28.273	48.087	19.814	201	
5	63	10.558	37.563	27.005	149	2	7	44	820	1.819	999	1	3	126	48.087	54.000	5.913	43		
5	109	37.563	54.000	16.437	100	2	7	47	1.819	2.591	772	1	3	6	4	0	33.628	33.628	197	
6	34	0	28.063	28.063	203	2	7	49	2.591	38.006	35.415	201	3	6	97	33.628	48.253	14.625	101	
6	79	28.063	54.000	25.937	159	2	7	108	38.006	54.000	15.994	127	3	6	127	48.253	54.000	5.747	34	
7	5	0	31.210	31.210	192	2	8	35	0	6.025	6.025	28	3	7	28	0	27.403	27.403	200	
7	89	31.210	32.472	1.262	2	2	8	52	6.025	32.658	26.633	148	3	7	77	27.403	54.000	26.597	198	
7	92	32.472	41.206	8.733	46	2	8	93	32.658	54.000	21.342	189	3	8	25	0	27.025	27.025	198	
7	112	41.206	54.000	12.794	81	2	9	26	0	28.043	28.043	199	3	8	76	27.025	53.642	26.617	200	
8	22	0	7.925	7.925	46	2	9	80	28.043	48.716	20.673	201	3	8	138	53.642	54.000	358	0	
8	55	7.925	34.441	26.516	144	2	9	130	48.716	54.000	5.284	39	3	9	14	0	31.938	31.938	197	
8	100	34.441	40.557	6.117	37	2	10	10	0	34.286	34.286	198	3	9	90	31.938	48.989	54.000	17.052	
8	111	40.557	54.000	13.443	80	2	10	100	34.286	46.637	6.351	37	3	9	130	48.989	54.000	5.011	44	
9	23	0	8.443	8.443	45	2	10	113	40.637	54.000	13.363	86	3	10	41	0	6.547	6.547	85	
9	56	8.443	16.888	8.445	37	2	11	40	0	9.963	9.963	57	3	10	53	6.547	34.386	27.839	150	
9	65	16.888	42.297	25.409	199	2	11	61	9.963	37.935	27.972	151	3	10	101	34.386	35.459	1.073	1	
9	114	42.297	52.194	9.897	75	2	11	107	37.935	54.000	16.065	115	3	10	103	35.459	54.000	18.541	134	
9	132	52.194	54.000	1.806	23	2	12	22	0	8.135	8.135	46	3	11	3	0	25.719	25.719	198	
10	37	0	22.088	22.088	198	2	12	54	8.135	34.930	26.794	151	3	11	73	25.719	44.983	19.264	201	
10	68	22.088	41.943	19.855	198	2	12	103	34.930	54.000	19.070	150	3	11	120	44.983	45.972	988	1	
10	115	41.943	54.000	12.057	105	2	13	3	0	26.458	26.458	198	3	11	123	45.972	54.000	8.028	55	
11	6	0	29.319	29.319	192	2	13	73	26.458	46.669	20.211	201	3	12	10	0	35.274	35.274	198	
11	84	29.319	52.876	23.557	198	2	13	121	46.669	47.510	842	1	3	12	102	35.274	54.000	18.726	124	
11	134	52.876	54.000	1.124	7	2	13	126	47.510	54.000	6.490	42	3	13	8	0	29.852	29.852	190	
12	33	0	28.443	28.443	198	2	14	5	0	32.680	32.680	192	3	13	85	29.852	51.820	21.968	197	
12	80	28.443	51.207	22.764	201	2	14	94	32.680	54.000	21.320	159	3	13	132	51.820	54.000	2.180	20	
12	131	51.207	54.000	2.793	30	2	15	14	0	31.981	31.981	197	3	14	37	0	23.690	23.690	198	
13	17	0	943	943	3	2	15	92	31.981	40.554	8.573	46	3	14	70	23.690	48.003	24.313	200	
13	43	943	23.320	22.377	163	2	15	112	40.554	54.000	13.446	86	3	14	125	48.003	49.176	1.173	1	
13	70	23.320	46.245	22.925	200	2	16	9	0	20.346	20.346	127	3	14	131	49.176	54.000	4.824	43	
13	125	46.245	47.339	1.095	1	2	16	66	20.346	50.770	30.423	203	3	15	17	0	837	837	3	
13	126	47.339	54.000	6.661	45	2	16	132	50.770	54.000	3.230	25	3	15	43	837	21.401	20.564	163	
14	16	0	22.465	22.465	46	2	17	28	0	27.753	27.753	200	3	15	67	21.401	25.741	4.339	19	
14	69	22.465	42.442	19.977	201	2	17	79	27.753	54.000	26.247	170	3	15	74	25.741	54.000	28.259	191	
14	116	42.442	47.133	4.691	55	2	18	2	0	33.001	33.001	196	3	16	36	0	22.608	22.608	165	
14	127	47.133	54.000	6.867	41	2	18	96	33.001	54.000	20.999	149	3	16	68	22.608	44.709	22.102	198	
15	19	0	7.634	7.634	46	2	19	12	0	1.135	1.135	203	3	16	118	44.709	54.000	9.291	83	
15	54	7.634	34.289	26.655	151	2	19	45	1.135	2.155	1.020	1	3	17	34	0	26.480	26.480	203	
15	98	34.289	54.000	19.711	160	2	19	48	2.155	2.980	825	3	3	17	75	26.480	45.849	19.369	201	
16	1	0	28.963	28.963	194	2	19	51	51	28.963	31.423	28.444	151	3	17	122	45.849	54.000	8.151	45
16	82	28.963	53.525	24.562	198	2	19	89	31.423	32.824	1.400	2	3	18	13	0	23.379	23.379	146	
16	136	53.525	54.000	475	4	2	19	95	32.824	34.035	1.211	1	3	18	69	23.379	43.403	20.024	201	
17	3	0	25.973	25.973	198	2	19	97	34.035	47.459	13.424	101	3	18	114	43.403	53.151	9.747	75	
17	73	25.973	45.308	19.335	201	2	19	125	47.459	48.497	1.038	1	3	18	134	53.151	54.000	849	7	
17	121	45.308	45.938	630	1	2	19	129	48.497	54.000	5.503	43	3	19	39	0	24.820	24.820	2	

1	28	58	8.608	36.425	27.818	201	2	29	110	38.819	54.000	15.181	96	3	29	56	8.167	16.725	8.558	37
1	28	106	36.425	54.000	17.575	130	2	30	17	0	858	858	3	3	29	65	16.725	43.875	27.150	199
1	29	2	0	33.144	33.144	196	2	30	42	858	2.598	1.740	17	3	29	116	43.875	48.491	4.617	55
1	29	94	33.144	54.000	20.856	163	2	30	50	2.598	27.501	24.903	149	3	29	128	48.491	54.000	5.509	31
1	30	15	0	954	954	2	2	30	78	27.501	28.572	1.071	1	3	30	20	0	9.146	9.146	45
1	30	45	954	2.223	1.269	1	2	30	81	28.572	53.925	25.353	199	3	30	59	9.146	37.141	27.995	197
1	30	48	2.223	3.297	1.074	3	2	30	139	53.925	54.000	75	1	3	30	106	37.141	54.000	16.859	114
1	30	51	3.297	33.194	29.897	151	2	31	4	0	32.024	32.024	197	3	31	21	0	7.849	7.849	44
1	30	95	33.194	34.452	1.258	1	2	31	91	32.024	43.072	11.048	84	3	31	55	7.849	32.356	24.507	144
1	30	97	34.452	49.484	15.032	101	2	31	115	43.072	54.000	10.928	88	3	31	92	32.356	39.941	7.585	46
1	30	129	49.484	54.000	4.516	33	2	32	32	0	28.839	28.839	205	3	31	111	39.941	54.000	14.059	97
1	31	12	0	1.343	1.343	2	2	32	83	28.839	52.480	23.641	196	3	32	19	0	8.357	8.357	46
1	31	46	1.343	10.660	9.317	40	2	32	135	52.480	54.000	1.520	8	3	32	57	8.357	10.277	1.919	6
1	31	62	10.660	37.547	26.887	152	2	33	13	0	26.041	26.041	146	3	32	63	10.277	37.316	27.040	149
1	31	108	37.547	54.000	16.453	125	2	33	72	26.041	45.905	19.864	199	3	32	107	37.316	54.000	16.684	115
1	32	30	0	30.307	30.307	197	2	33	120	45.905	46.882	977	1	3	33	31	0	27.570	27.570	202
1	32	87	30.307	47.750	17.443	119	2	33	123	46.882	54.000	7.118	44	3	33	78	27.570	28.650	1.080	1
1	32	128	47.750	54.000	6.250	41	2	34	24	0	1.020	1.020	1	3	33	82	28.650	54.000	25.355	194
1	33	8	0	30.847	30.847	190	2	34	43	1.020	22.718	21.698	163	3	34	23	0	7.826	7.826	45
1	33	88	30.847	54.000	23.153	135	2	34	68	22.718	42.993	20.275	198	3	34	54	7.826	34.083	26.258	151
1	34	29	0	27.951	27.951	196	2	34	116	42.993	47.520	4.527	55	3	34	99	34.083	54.000	19.917	153
1	34	77	27.951	54.000	26.049	197	2	34	128	47.520	54.000	6.480	37	3	35	1	0	31.264	31.264	194
1	35	41	0	6.387	6.387	85	2	35	23	0	8.333	8.333	45	3	35	88	31.264	54.000	22.736	139
1	35	53	6.387	34.515	28.129	150	2	35	57	8.333	10.372	2.039	6	3	36	16	0	24.081	24.081	150
1	35	101	34.515	35.364	849	1	2	35	62	10.372	34.983	24.611	152	3	36	71	24.081	44.281	20.200	200
1	35	104	35.364	54.000	18.636	133	2	35	102	34.983	54.000	19.017	124	3	36	117	44.281	45.384	1.103	6
1	36	31	0	29.252	29.252	202	2	36	36	0	22.282	22.282	165	3	36	121	45.384	46.198	815	1
1	36	83	29.252	54.000	24.748	194	2	36	67	22.282	26.998	4.716	19	3	36	124	46.198	54.000	7.802	44
1	37	10	0	34.847	34.847	198	2	36	75	26.998	46.867	19.869	201	3	37	35	0	6.010	6.010	28
1	37	102	34.847	54.000	19.153	122	2	36	122	46.867	54.000	7.133	42	3	37	52	6.010	33.466	27.456	148
1	38	32	0	29.892	29.892	205	2	37	34	0	26.402	26.402	203	3	37	95	33.466	34.615	1.149	1
1	38	86	29.892	36.530	6.638	44	2	37	74	26.402	54.000	27.598	174	3	37	100	34.615	40.820	6.205	37
1	38	107	36.530	54.000	17.470	118	2	38	37	0	23.003	23.003	198	3	37	112	40.820	54.000	13.180	82
1	39	11	0	15.918	15.918	89	2	38	69	23.003	43.706	20.703	201	3	38	32	0	29.289	29.289	205
1	39	64	15.918	43.992	28.074	147	2	38	118	43.706	54.000	10.294	93	3	38	83	29.289	54.000	24.711	194
1	39	117	43.992	45.154	1.163	6	2	39	33	0	27.391	27.391	198	3	39	33	0	28.251	28.251	198
1	39	119	45.154	54.000	8.846	69	2	39	77	27.391	54.000	26.609	199	3	39	79	28.251	54.000	25.749	160
1	40	14	0	32.664	32.664	197	2	40	19	0	8.077	8.077	46	3	40	18	0	9.116	9.116	44
1	40	93	32.664	54.000	21.336	181	2	40	55	8.077	33.866	25.788	144	3	40	58	9.116	38.245	29.128	201
1	41	36	0	21.713	21.713	165	2	40	98	33.866	54.000	20.134	167	3	40	109	38.243	54.000	15.755	92
1	41	67	21.713	26.274	4.562	19	2	41	11	0	15.810	15.810	89	3	41	6	0	30.501	30.501	192
1	41	74	26.274	54.000	27.726	174	2	41	64	15.810	42.878	27.068	147	3	41	86	30.501	37.326	6.825	44
							2	41	114	42.878	52.205	9.328	75	3	41	108	37.326	54.000	16.674	121
							2	41	134	52.205	54.000	1.795	10							

#Simulado	Picker	#Lista	Inicio	Fim	Tlista	#Itens separados	#Simulado	Picker	#Lista	Inicio	Fim	Tlista	#Itens separados						
4	1	30	0	31.097	31.097	197	5	1	27	0	30.278	30.278	200						
4	1	87	31.097	50.272	19.175	119	5	1	86	30.278	36.990	6.712	44						
4	1	130	50.272	54.000	3.728	28	5	1	108	36.990	54.000	17.010	119						
4	2	33	0	27.912	27.912	198	5	2	32	0	29.542	29.542	205						
4	2	77	27.912	54.000	26.088	195	5	2	84	29.542	53.329	23.788	198						
4	3	37	0	23.474	23.474	198	5	2	137	53.329	54.000	671	4						
4	3	70	23.474	47.284	23.811	200	5	3	40	0	9.811	9.811	57						
4	3	125	47.284	48.457	1.172	1	5	3	60	9.811	35.184	25.373	172						
4	3	128	48.457	54.000	5.543	31	5	3	102	35.184	54.000	18.816	119						
4	4	36	0	22.139	22.139	165	5	4	26	0	29.409	29.409	199						
4	4	67	22.139	26.534	4.395	19	5	4	82	29.409	53.720	54.000	280	2					
4	4	74	26.534	54.000	27.466	172	5	4	139	53.720	54.000	280	2						
4	5	14	0	32.358	32.358	197	5	5	21	0	8.504	8.504	44						
4	5	90	32.358	50.199	17.841	114	5	5	58	8.504	36.304	27.801	201						
4	5	131	50.199	54.000	3.801	40	5	5	105	36.304	54.000	17.696	114						
4	6	1	0	30.376	30.376	194	5	6	8	0	30.439	30.439	190						
4	6	84	30.376	53.906	23.530	198	5	6	87	30.439	47.110	16.671	119						
4	6	136	53.906	5															

4	11	108	37.934	54.000	16.066	120	5	10	88	30.736	54.000	23.264	129
4	12	2	0	33.343	33.343	196	5	11	13	0	23.682	23.682	146
4	12	95	33.343	34.418	1.075	1	5	11	72	23.682	42.921	19.239	199
4	12	97	34.418	48.454	14.035	101	5	11	116	42.921	47.625	4.704	55
4	12	127	48.454	54.000	5.546	34	5	11	129	47.625	54.000	6.375	43
4	13	34	0	26.785	26.785	203	5	12	18	0	8.740	8.740	44
4	13	75	26.785	46.173	19.388	201	5	12	57	8.740	10.675	1.936	6
4	13	124	46.173	54.000	7.827	45	5	12	63	10.675	36.923	26.247	149
4	14	3	0	24.814	24.814	198	5	12	107	36.923	54.000	17.077	130
4	14	73	24.814	43.839	19.025	201	5	13	36	0	22.711	22.711	165
4	14	120	43.839	44.726	887	1	5	13	68	22.711	43.515	20.804	198
4	14	122	44.726	54.000	9.274	59	5	13	117	43.515	44.546	1.032	6
4	15	24	0	1.038	1.038	1	5	13	121	44.546	45.373	826	1
4	15	45	1.038	2.131	1.092	1	5	13	123	45.373	54.000	8.627	56
4	15	48	2.131	3.069	938	3	5	14	16	0	23.094	23.094	150
4	15	51	3.069	31.749	28.680	151	5	14	71	23.094	43.591	20.497	200
4	15	88	31.749	54.000	22.251	141	5	14	120	43.591	44.715	1.124	1
4	16	35	0	6.856	6.856	28	5	14	122	44.715	54.000	9.285	60
4	16	53	6.856	34.650	27.794	150	5	15	39	0	23.027	23.027	203
4	16	98	34.650	54.000	19.350	150	5	15	70	23.027	45.672	22.645	200
4	17	9	0	21.149	21.149	127	5	15	124	45.672	54.000	8.328	52
4	17	66	21.149	53.375	32.226	203	5	16	12	0	1.281	1.281	2
4	17	134	53.375	54.000	625	6	5	16	46	1.281	10.658	9.376	40
4	18	28	0	28.487	28.487	200	5	16	62	10.658	37.873	27.215	152
4	18	79	28.487	54.000	25.513	152	5	16	109	37.873	54.000	16.127	97
4	19	18	0	8.764	8.764	44	5	17	33	0	26.519	26.519	198
4	19	58	8.764	38.492	29.728	201	5	17	75	26.519	46.319	19.799	201
4	19	109	38.492	54.000	15.508	93	5	17	125	46.319	47.457	1.138	1
4	20	23	0	8.559	8.559	45	5	17	128	47.457	54.000	6.543	40
4	20	57	8.559	10.583	2.025	6	5	18	9	0	20.100	20.100	127
4	20	63	10.583	37.326	26.742	149	5	18	66	20.100	51.603	31.504	203
4	20	105	37.326	54.000	16.674	119	5	18	132	51.603	54.000	2.397	25
4	21	8	0	30.012	30.012	190	5	19	11	0	15.770	15.770	89
4	21	83	30.012	54.000	23.988	196	5	19	64	15.770	42.627	26.856	147
4	22	20	0	8.726	8.726	45	5	19	115	42.627	54.000	11.373	89
4	22	59	8.726	37.593	28.867	197	5	20	19	0	7.660	7.660	46
4	22	107	37.593	54.000	16.407	112	5	20	55	7.660	33.463	25.803	144
4	23	31	0	28.100	28.100	202	5	20	98	33.463	54.000	20.537	179
4	23	78	28.100	28.997	897	1	5	21	6	0	30.294	30.294	192
4	23	80	28.997	49.704	20.707	201	5	21	85	30.294	53.007	22.713	197
4	23	129	49.704	54.000	4.296	30	5	21	135	53.007	54.000	993	5
4	24	21	0	8.177	8.177	44	5	22	4	0	33.083	33.083	197
4	24	56	8.177	16.243	8.065	37	5	22	95	33.083	34.083	1.000	1
4	24	64	16.243	42.872	26.629	147	5	22	99	34.083	54.000	19.917	132
4	24	114	42.872	52.555	9.683	75	5	23	3	0	25.324	25.324	198
4	24	132	52.555	54.000	1.445	14	5	23	74	25.324	54.000	28.676	174
4	25	17	0	883	883	3	5	24	5	0	31.395	31.395	192
4	25	42	883	2.604	1.721	17	5	24	93	31.395	53.131	21.736	189
4	25	49	2.604	37.266	34.662	201	5	24	136	53.131	54.000	869	4
4	25	106	37.266	54.000	16.734	131	5	25	25	0	29.460	29.460	198
4	26	22	0	7.778	7.778	46	5	25	81	29.460	54.000	24.540	199
4	26	54	7.778	34.847	27.070	151	5	26	7	0	842	842	2
4	26	101	34.847	35.765	918	1	5	26	43	842	21.005	20.164	163
4	26	103	35.765	54.000	18.235	147	5	26	67	21.005	24.736	3.730	19
4	27	7	0	965	965	2	5	26	73	24.736	43.763	19.027	201
4	27	43	965	22.909	21.944	163	5	26	119	43.763	53.014	9.251	69
4	27	68	22.909	42.959	20.050	198	5	26	134	53.014	54.000	986	8
4	27	115	42.959	54.000	11.041	92	5	27	29	0	28.013	28.013	196
4	28	11	0	16.635	16.635	89	5	27	76	28.013	54.000	25.987	200
4	28	65	16.635	43.130	26.495	199	5	28	37	0	22.905	22.905	198

4	28	116	43.130	47.525	4.394	55	5	28	69	22.905	43.774	20.869	201
4	28	126	47.525	54.000	6.475	40	5	28	118	43.774	54.000	10.226	93
4	29	10	0	34.839	34.839	198	5	29	24	0	990	990	1
4	29	100	34.839	41.505	6.666	37	5	29	44	990	1.979	989	1
4	29	111	41.505	54.000	12.495	78	5	29	48	1.979	2.931	952	3
4	30	29	0	31.196	31.196	196	5	29	51	2.931	31.534	28.602	151
4	30	86	31.196	38.917	7.720	44	5	29	90	31.534	49.904	18.370	114
4	30	110	38.917	54.000	15.083	99	5	29	130	49.904	54.000	4.096	30
4	31	27	0	32.033	32.033	200	5	30	38	0	9.729	9.729	71
4	31	89	32.033	33.107	1.074	2	5	30	61	9.729	36.614	26.884	151
4	31	94	33.107	54.000	20.893	152	5	30	106	36.614	54.000	17.386	123
4	32	4	0	32.515	32.515	197	5	31	1	0	31.533	31.533	194
4	32	91	32.515	43.355	10.840	84	5	31	89	31.533	32.646	1.112	2
4	32	117	43.355	44.400	1.045	6	5	31	94	32.646	54.000	21.354	159
4	32	121	44.400	45.105	7.04	1	5	32	22	0	7.377	7.377	46
4	32	123	45.105	54.000	8.895	57	5	32	54	7.377	33.307	25.930	151
4	33	5	0	33.097	33.097	192	5	32	97	33.307	46.835	13.528	101
4	33	92	33.097	41.798	8.701	46	5	32	126	46.835	54.000	7.165	42
4	33	112	41.798	54.000	12.202	81	5	33	28	0	28.057	28.057	200
4	34	39	0	23.785	23.785	203	5	33	77	28.057	54.000	25.943	197
4	34	71	23.785	43.683	19.898	200	5	34	23	0	8.158	8.158	45
4	34	119	43.683	53.039	9.356	69	5	34	56	8.158	15.882	7.723	37
4	34	133	53.039	54.000	961	7	5	34	65	15.882	41.192	25.310	199
4	35	19	0	7.793	7.793	46	5	34	112	41.192	54.000	12.808	82
4	35	55	7.793	33.822	26.029	144	5	35	17	0	854	854	3
4	35	96	33.822	53.759	19.937	149	5	35	45	854	2.003	1.149	1
4	35	135	53.759	54.000	241	0	5	35	47	2.003	2.655	652	1
4	36	6	0	33.126	33.126	192	5	35	50	2.655	28.662	26.007	149
4	36	93	33.126	54.000	20.874	156	5	35	79	28.662	54.000	25.338	163
4	37	15	0	851	851	2	5	36	34	0	28.502	28.502	203
4	37	44	851	1.938	1.087	1	5	36	78	28.502	29.671	1.168	1
4	37	1937	7.2848	3.910	58.558								
4	37	47	244	127	83	1	5	36	83	29.671	54.000	24.329	185
4	37	2848	3.910	29756	26907								
4	37	50	127	125	812	149	5	37	31	0	29.234	29.234	202
4	37	29756	24243	24243	24243								
4	37	82	125	54000	875	198	5	37	80	29.234	49.727	20.493	201
4	38	0	9960	9960	9960	0	5	37	131	49.727	54.000	4.273	40
4	38	60	0	062	062	71	5	37	131	49.727	54.000	4.273	40
4	38	9960	0	35637	25677								
4	38	60	062	643	637	172	5	38	2	0	31.616	31.616	196
4	38	35637	18362	18362	18362								
4	38	102	643	54000	357	123	5	38	92	31.616	39.387	7.771	46
4	39	40	0	10270	10270	57	5	38	111	39.387	54.000	14.613	92
4	39	61	049	36879	26609	151	5	39	15	0	865	865	2
4	39	104	068	54000	932	119	5	39	42	865	2.611	1.745	17
4	40	16	0	32	32	150	5	39	49	2.611	37.925	35.314	201
4	40	69	32	754	434	201	5	39	110	37.925	54.000	16.075	105
4	40	42576	11423	11423	11423								
4	40	113	754	54000	246	75	5	40	20	0	8.754	8.754	45
4	41	13	0	451	451	146	5	40	59	8.754	34.888	26.134	197
4	41	72	451	764	313	199	5	40	101	34.888	35.913	1.025	1
4	41	43646	19039	10353	10353								
4	41	118	764	54000	236	93	5	40	104	35.913	54.000	18.087	133
							5	41	10	0	34.821	34.821	198
							5	41	100	34.821	41.289	6.469	37
							5	41	113	41.289	54.000	12.711	95