

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

Samuel Vieira Conceição

Luiz Ricardo Pinto

Renato Soares de Aguiar

Departamento de Engenharia de Produção da UFMG

Pavilhão Central de Aulas (PCA)

Campus da Pampulha

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627

Cep 30161-010 - Belo Horizonte – MG

e-mail: svieira@dep.ufmg.br - luiz@dep.ufmg.br - renato.aguiar@ge.com

Resumo

A concorrência do setor industrial, o aumento da variedade de produtos, as entregas mais frequentes, os menores tempos de atendimento, a menor tolerância a erros de separação de pedidos e pressões para redução dos níveis de estoque são alguns dos pontos que demonstram a importância de pesquisa sobre armazenagem e coleta (picking) de produtos acabados em uma indústria do setor elétrico que atua na produção de equipamentos elétricos de segurança, justificando a necessidade de pesquisa e desenvolvimento de técnicas de redução de custo.

A melhora de desempenho em relação à coleta e separação de pedidos na área do armazém de produtos acabados, é viabilizada, neste estudo, através da definição de picking (coleta e separação de produtos em estoque) mais adequadas ao armazém de produtos acabados de uma empresa, mediante análise de estratégias mais adotadas.

Posteriormente, a definição do desempenho do melhor método de distribuição de pedidos a ser adotado será demonstrada através de uma simulação utilizando o software ARENA para avaliar a entrega de determinados pedidos. A performance é mensurada pelo número de pedidos e de itens entregues, empregando o número de operadores disponíveis no turno de trabalho e com alternativa de estratégias de picking.

Foi avaliado o tempo de separação dos pedidos para avaliar a performance dos operadores por estratégia de picking.

Palavras-chave: Armazenagem; Coleta; Estratégia de picking.

Abstract

Competition of the industrial area, the increase of the variety of products, more frequent deliveries, the smallest times of service, to the smallest tolerance to mistakes of orders separation and pressure for reduction of stock levels are some of the points that demonstrate the research importance on stocking and picking of ended products in an industry of the electric area that produces electric safety equipment, justifying the need of research and development of cost reduction techniques.

The performance improvement in relation to the picking of requests in the stocking of finished products, is made possible, in this study, through the picking definition (collection and separation of products in stock) more appropriate to the warehouse of finished products of a company, by it analysis of more adopted strategies.

Later, the definition of performance of the best method of distribution of orders adopted will be demonstrated through a simulation using the software ARENA to evaluate the delivery of certain orders. The performance is measured by the number of orders and of items you delivered, using the number of available operators in the work shift and with alternative strategies picking.

The time of picking of the orders was evaluated to evaluate the performance of the operators for picking strategy.

Keywords: Stocking; Collect; Picking strategy.

1- Introdução

A intensa competitividade entre as empresas na busca de novos clientes e na melhoria dos seus processos para satisfazer os atuais, tem levado as empresas a avaliar as estratégias adotadas e pesquisar as técnicas mais adequadas para ganhos de performance.

Uma das conseqüências deste fenômeno de procura de ganho de performance tem levado as empresas a analisarem os seus componentes do custo logístico, até então pouco significativos, como o de armazenagem, passam a ter uma participação importante nos custos operacionais. Tudo isto tem empurrado as empresas em um contínuo processo de modernização, tanto tecnológico, quanto gerencial. Como resultado dessas transformações, ocorre um aumento do número de pedidos processados e a mudança no perfil desses pedidos.

Picking é uma das mais cruciais tarefas em um centro de distribuição. O sistema de picking consome cerca de 60% de mão de obra direta.

Dentro deste contexto o artigo teve a finalidade de propor uma técnica/método para otimizar o desempenho na coleta e separação de pedidos no armazém de produtos acabados. Para tanto, é apresentada a atividade de coleta (*picking*) e são descritos modelos de decisão relacionados à atividade. A partir daí é descrito o problema que a falta de uma estratégia de picking representa à empresa, e em seguida é apresentado um modelo de simulação para os recursos disponíveis no armazém.

2- Objetivos

Determinação da estratégia de picking mais adequada no processo de separação e coleta de materiais em um armazém de produtos acabados, em uma empresa de manufatura de produtos elétricos com o objetivo de melhorar a produtividade do sistema de armazenagem e melhorar o nível de serviço oferecido ao cliente.

3- Revisão de Literatura

3.1 Gerenciamento do Armazém

No sistema de distribuição existe uma crescente ênfase na melhora do tempo de entrega e na acuracia de entrega. Na área de manufatura cada dia se trabalha mais com pequenos lotes, entregas mais freqüentes, e ciclos de tempo cada vez mais reduzidos, onde um processo eficiente de coleta de materiais é extremamente crucial para ser competitivo no mercado (SHIRK 1989). Outro fator é a pressão do mercado por produtos diversificados e um ciclo curto de vida tornando cada vez mais importante e complexo a coleta de materiais (WEBER 1989). Conseqüentemente, a eficiência e o custo da coleta de materiais são pontos cruciais para que uma corporação seja intensamente competitiva no seu mercado.

Segundo PETERSEN II (1999), nos dias de hoje é essencial que muitas empresas tenham tempos de processamento curto na sua cadeia de suprimentos. Tempos de processamento e tempos de entrega curto podem servir como uma arma competitiva desde que a empresa responda imediatamente as mudanças na demanda do cliente.

Armazéns formam uma importante ligação na cadeia de suprimentos, onde produtos podem ser armazenados temporariamente e os pedidos dos clientes podem ser atendidos. Diminuir o tempo de movimentação com os pedidos em um armazém é extremamente crucial para reduzir o tempo de atendimento aos clientes.

Um método dinâmico para obter um controle da coleta de itens através do tempo é um novo layout no armazém e um investimento no processo de automatização. Entretanto, também com um

método que não demanda um investimento elevado é possível aumentar a eficiência do processo de picking, adequando-o a uma estratégia.

3.2- Picking no armazém

Picking é o processo pelo qual os produtos são retirados de específicos pontos do armazém e que a base dos pedidos dos clientes são retirados com operações automáticas ou manuais. O processo de coleta é geralmente o mais trabalhoso do armazém e desta forma tem um elevado impacto no custo do armazém. Uma organização mais eficiente no processo de coleta torna possível obter uma substancial redução no tempo de manuseio com as ordens e simultaneamente reduzir o custo.

Este tempo total de picking pode ser dividido em tempo de percurso e localização, tempo de coleta dos produtos e tempo restante das atividades (obter e separar os pedidos). Em geral, o tempo de percurso e localização absorve cerca de 50% do tempo total de picking.

De acordo com KOSTER (1998) o processo de coleta é o mais trabalhoso dos processos do armazém. Ele pode consumir cerca de 60% da mão de obra no armazém. Os pedidos tendem, mais e mais, a chegar atrasado e ter que embarcar no tempo pré-definido pelos outros departamentos. Isto conduz a grandes pressões no processo de coleta exigindo cada dia mais eficiência.

Segundo DRURY (1988) a coleta de uma ordem é o maior gasto em um armazém. Mais de 60% de todo o custo em um típico armazém pode ser atribuído à atividade de coleta de itens.

3.3- Estratégias de Picking

A coleta de produtos é uma das atividades que mais demandam tempo e intensiva mão-de-obra. Por conseguinte, estão sendo usadas várias estratégias para melhorar a produtividade do processo de coleta. Entre eles estão as estratégias de coleta em Lote, Zona e Discreto.

BOZER (1985) identifica as seguintes estratégias de coleta de itens: coleta de acordo com uma única ordem (discreto), coleta por lote, e coleta por zona. De acordo com a coleta de uma única ordem por vez, todos os itens de uma ordem são coletados na mesma viagem, uma ordem por viagem. A coleta por lote permite para várias ordens serem coletadas simultaneamente na mesma viagem sujeito à capacidade do veículo, mas uma ordem deve ser completada em uma única viagem. Na coleta por zona, cada apanhador opera dentro de limites geográficos específicos do armazém.

Em um armazém de coleta manual de itens, MELLENA e SMITH (1988) avaliam os efeitos de vários fatores em desempenho de sistema: regra de armazenamento, configuração de corredor, lote e regras de zona. As simulações destas estratégias que operam com lote/zona mostram um aumento significativo de produtividade do apanhador.

Lote/Zona determinam qual ordem/item é recomendada para qual apanhador; a seqüência da coleta determina a sucessão de itens a serem coletados.

3.4 - Fatores que contribuem para a eficiência do sistema de Picking

Além das estratégias de picking, há muitas alternativas para melhorar a eficiência do sistema de coleta. Por exemplo, um layout adequado que proporcione um ambiente satisfatório adicionado a fatores humanos poderia render um sistema de coleta mais eficiente (WEBER 1989).

Segundo LIU (1999) grande parte dos erros na coleta de itens é caracterizada pelas faltas estruturais, uma concepção incorreta da estrutura de produto ou de uma exposição imprópria das partes no processo de coleta. Nos estudos de caso, as causas freqüentes de erros nas coletas são:

- Variação de itens no lote que dificultam a identificação dos materiais proporcionando a coleta irregular dos itens.
- São armazenados componentes com números de parte semelhantes ou similares próximo um do outro.
- O apanhador é interrompido e distraído. Pessoas perguntam algo quando ele começa a trabalhar e isto o dificulta saber onde ele interrompeu o processo.

- Enganos na leitura, por exemplo, lendo o número de item correto, mas a quantidade errada.
- Os apanhadores esquecem da própria informação e coletam itens similares mas diferentes.

4- A Atuação na Empresa Pesquisada

A Empresa pesquisada é de capital Americano e atua no mercado de sistemas industriais. A Empresa é uma multinacional que produz equipamentos que atuam na proteção e manobra de circuitos elétricos de baixa tensão com ampla aplicação na proteção de cabos de circuitos alimentadores, ramais de serviço, iluminação industrial, comercial ou residencial, motores, geradores, transformadores e aparelhos elétricos, em geral.

A empresa possui 13 linhas de produtos e entre dentro destas linhas estão seus 300 modelos de equipamentos. Seus clientes são distribuidores de equipamentos elétricos, montadores de painéis e distribuidores de energia.

Um dos dados coletados na empresa foi o tempo de processamento da atividade de picking que representa os dados relativos a 100 coletas de cada apanhador no armazém de produtos acabados por zona de produtos. O tempo da atividade de picking consiste desde o momento que o apanhador recebe o pedido até o momento em que ele coleta todos os itens no armazém e os deixa na área de embarque de acordo com a figura 4.1 abaixo. Estes tempos foram coletados de acordo com o estudo dos tempos e movimentos.

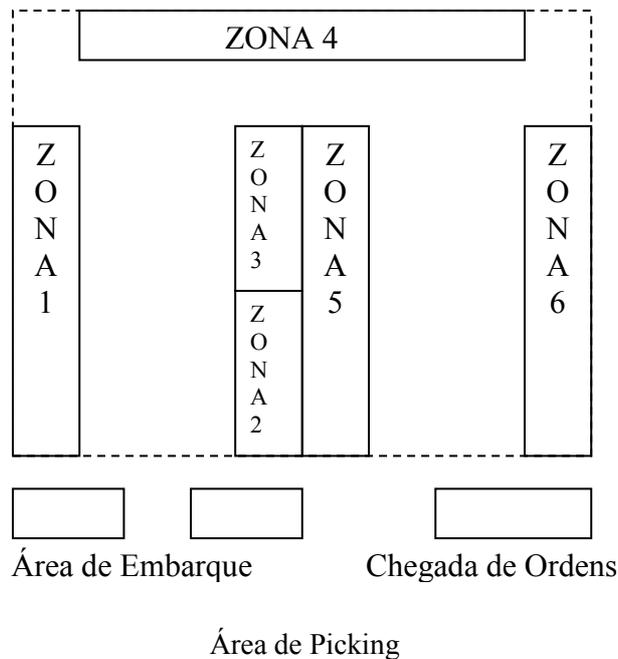


Fig. 4.1 Layout de Picking

A quantidade de pedidos em espera no armazém para coleta foi realizada no departamento de logística onde envia o pedidos dos clientes em intervalos para o armazém. Foram coletados dados relativos a 500 intervalos entre chegada de lotes no armazém.

Foram coletados dados relativos as reclamações de clientes que tinham relação com o armazém (reclamações de entregas fora do prazo). Estes dados foram obtidos do sistema de registro e análise de reclamações de clientes da empresa que abrange membros do setor de logística, armazém e controle de qualidade. O setor de logística recebe as reclamações dos clientes e estas são inseridas em um banco de dados em Access.

4.1 Definição da Equipe de Trabalho

Foram analisadas as áreas que interagiam com o problema: Departamento Comercial (Atendimento ao cliente), Departamento de Logística e Armazém de produtos acabados (Fábrica).

As análises foram realizadas em reuniões com os departamentos separadamente e a observação direta também foi um instrumento usado como método de diagnóstico.

Este primeiro envolvimento auxiliou na montagem a equipe para participar das reuniões e ter uma visão como um todo do problema em questão.

Foram analisados documentos (notas fiscais de entrega, número de operadores e disposição dos materiais no armazém) e foi definida a equipe de acordo com as áreas que interagiam com o problema.

4.2 A Primeira Intervenção (Estabelecimento das Principais Causas do Problema)

Nessa primeira intervenção o objetivo foi de conhecer as causas do problema e confrontar as diversas opiniões das diversas áreas envolvidas. Foi realizada uma reunião entre o pesquisador e a equipe de trabalho para compreender onde o problema impactava em cada área envolvida e buscar sugestões das causas deste problema para analisar quais seriam os esforços para solucionar estas causas e a importância destas causas no problema.

Num processo de discussão e síntese obteve-se a formalização do conhecimento das pessoas e, principalmente, a formação de um consenso entre elas.

Nesta reunião elaborou-se uma tabela onde os participantes apontaram as causas que estariam impactando no atraso na coleta de produtos e estabeleceram-se notas de prioridade de importância destas causas de acordo com o esforço que a empresa teria que fazer para solucionar as causas do problema e o impacto que a solução destas causas teria no problema de atraso nas entregas de pedidos (Matriz de Esforço x Impacto).

A matriz (Esforço x Impacto) é composta por quatro quadrantes descritos abaixo:

- O primeiro quadrante significa que a causa requer um baixo esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um alto impacto no problema.
- O segundo quadrante significa que a causa requer um alto esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um alto impacto no problema.
- O terceiro quadrante significa que a causa requer um baixo esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um baixo impacto no problema.
- O quarto quadrante significa que a causa requer um alto esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um baixo impacto no problema.

Após a primeira hora de observações e pontos apresentados, os membros da equipe apresentaram as causas pertinentes do problema e seus valores de acordo com a matriz (Esforço x Impacto). A figura 4.2 apresenta as causas do problema.

| Causas do Problema | Matriz (Esforço x Impacto) |
|--|----------------------------|
| 1- Códigos Semelhantes das peças | 4 |
| 2- Falta de identificação nas estandes | 1 |
| 3- Interrupção no momento da separação dos materiais | 1 |
| 4- Elevado número de Notas Fiscais urgentes fora do horário pela logística | 1 |
| 5- Transportadoras fora do horário especificado de coleta | 1 |
| 6- Poucos Funcionários | 4 |
| 7- Falta de um método de separação e coleta de Notas Fiscais. | 2 |

FIGURA 4.2 – Pontuação das causas do problema

Após o preenchimento da tabela a equipe focou nas causas onde o índice da matriz foi classificado no primeiro quadrante onde a causa requer um baixo esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um alto impacto no problema, e no segundo quadrante onde a causa requer um alto esforço por parte da empresa para a sua solução e tem um alto impacto no problema.

As ações estabelecidas como Esforço x Impacto do quarto quadrante foram descartadas pela equipe e pelo pesquisador pelos seguintes motivos:

- Os códigos semelhantes da peças não seriam uma causa importante para o problema desde que o armazém estivesse organizado e os estandes estivessem bem identificados.
- O número de funcionários também não seria um ponto a atacar no primeiro momento, devido à falta de um método de trabalho e a falta de uma medição do desempenho do funcionário impactar muito neste ponto.

Com relação às causas estabelecidas como Esforço x Impacto do primeiro quadrante (Falta de identificação nos estandes, interrupções no momento da separação dos materiais, elevado número de notas fiscais urgentes fora do horário pela logística e transportadoras fora do horário especificado de coleta) não necessitava de uma análise mais aprofundada e sim de um plano de ação imediato.

A ação estabelecida como Esforço x Impacto do segundo quadrante levou a que necessitava de uma pesquisa científica pelo fato do tema ser bem amplo, complexo e de alto impacto no problema, e pelo motivo do setor não ter um método de coleta de materiais e não conhecer o desempenho dos seus funcionários em relação a esta operação.

4.3- A Segunda Intervenção (Plano de Ação)

O objetivo da segunda intervenção buscou-se estabelecer as ações que seriam tomadas para os itens do primeiro e segundo quadrante da matriz de Esforço x Impacto e definir um plano de trabalho para cumprir estas ações.

Desta forma, o pesquisador com o apoio da equipe do projeto apresentaram as causas que seriam discutidas nesta intervenção.

O processo de preenchimento da tabela teve a participação do pesquisador e da equipe do projeto que explicitaram as suas opiniões e, através de discussões chegaram a um consenso, que por sua vez é formalizado através da tabela gerada. Dessa forma procurou-se sugerir uma solução para as causas do primeiro e segundo quadrante. A figura 4.3 demonstra estas soluções.

| Causas do Problema | Matriz (Esforço x Impacto) | Ações estabelecidas no segundo seminário | Responsáveis |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| Falta de identificação nas estandes | 1 | Identificar os corredores e Pallets de forma contínua para facilitar a coleta e localização das peças. | Líder e operadores do armazém. |
| Interrupção no momento de separação dos materiais | 1 | Determinar que qualquer interrupção aos operadores logísticos devem ser comunicadas ao líder do armazém. | Gerente de Fabrica. |
| Elevado número de notas fiscais urgentes fora do horário pela logística | 1 | Determinar que o envio de pedidos da logística deverá acontecer até as 17:00 horas e se eventualmente precisar enviar alguma nota após este horário, deverá ser anexado um documento com o motivo e a assinatura do coordenador da logística. | Coordenador logístico. |
| Transportadoras fora do horário especificado de coleta | 1 | A portaria não permitirá a entrada de caminhões das transportadoras após 16:00 horas. | Gerente Comercial |
| Falta de um método de separação e coleta de Notas Fiscais. | 2 | Estabelecer um plano para coleta dos dados e montar a simulação da coleta com a estratégia mais adequada. | Pesquisador e equipe do projeto |

FIGURA 4.3 – Plano de Ação para as causas apresentadas no Primeiro Seminário

4.4- Definição das Estratégias de Picking

Na revisão de literatura, foram vistas as principais estratégias utilizadas na separação, coleta e movimentação de materiais (*picking*) do armazém de produtos acabados.

As estratégias de *picking* mais conhecidas classificam-se em: *picking* discreto, *picking* por lote, e *picking* por zona. Entretanto elas podem ser combinadas de modo a se obter uma estratégia específica para cada ambiente de manufatura.

Em geral, cada estratégia está relacionada com a localização e disposição dos produtos no depósito de materiais, o número de requisições por turno de trabalho, o número de operadores engajados em cada requisição, a semelhança dos itens, etc.

Foram utilizadas duas estratégias de picking nesta dissertação: (1) picking discreto e (2) picking por lote/zona. O picking discreto estabelece que cada operador seja responsável por um pedido por vez e coleta apenas um produto de cada vez. Picking por lote e zona estabelece que o operador primeiro combine algumas ordens em um lote e então separa estes lotes em subordens por diferentes zonas. Os pontos determinantes para a escolha destas duas estratégias são demonstrados abaixo:

- A estratégia de picking discreto é o método de coleta existente no armazém e servirá como comparação com a estratégia de Lote e Zona na simulação dos dados.
- O principal critério para o sistema de Lote é a proximidade de locais de coleta e a possibilidade de se agrupar ordens de um mesmo cliente. O armazém em estudo tem apenas 2 corredores e a área é de 400 m², o que possibilita o desenvolvimento da estratégia de lote. O grande número de ordens fracionadas por cliente também gera uma grande oportunidade de se trabalhar com lotes. Estratégia de Lote nomeia cada ordem a um grupo baseado em proximidade de seus locais de armazenamento/coleta.
- As vantagens principais de dividir em zonas são a familiaridade do apanhador com a zona de trabalho que será atribuída a ele e a redução da distância percorrida limitando a área de coleta em zonas.

4.5- Desenvolvimento da Simulação

4.5.1- Definição do Problema

Para se propor melhoria no processo de coleta de itens no armazém, utilizou-se uma simulação compreendendo um ciclo inteiro, desde a entrada de ordens, coleta até a saída por parte do apanhador para a área específica, sendo que nesta simulação trabalhou com todos os clientes da empresa.

4.5.2- Estabelecimento dos Dados de Entrada da Simulação

Durante sete dias foram realizadas observações no armazém para verificar quanto tempo os apanhadores envolvidos no processo de coleta despendiam em suas atividades. Foram realizadas um total de 600 observações. No modelo desenvolvido foram considerados somente os tempos produtivos. Este tempo produtivo representou o trajeto da entrada do armazém a zona específica de cada produto e o retorno à área de embarque dos produtos.

Os produtos que participaram da simulação foram pesquisados do banco de dados da empresa onde os itens são divididos em linhas de produtos e estes produtos são armazenados no armazém de produtos acabados em zonas.

Para que o armazém pudesse implementar as estratégias propostas e os seus funcionários pudessem ganhar produtividade e melhor atender os pedidos, os produtos foram agrupados em lotes por cliente.

Os lotes de pedidos são enviados pelo departamento de logística em intervalos de chegada no armazém. A figura 4.4 apresenta o modelo das tabelas usadas para coletar os dados de entrada.

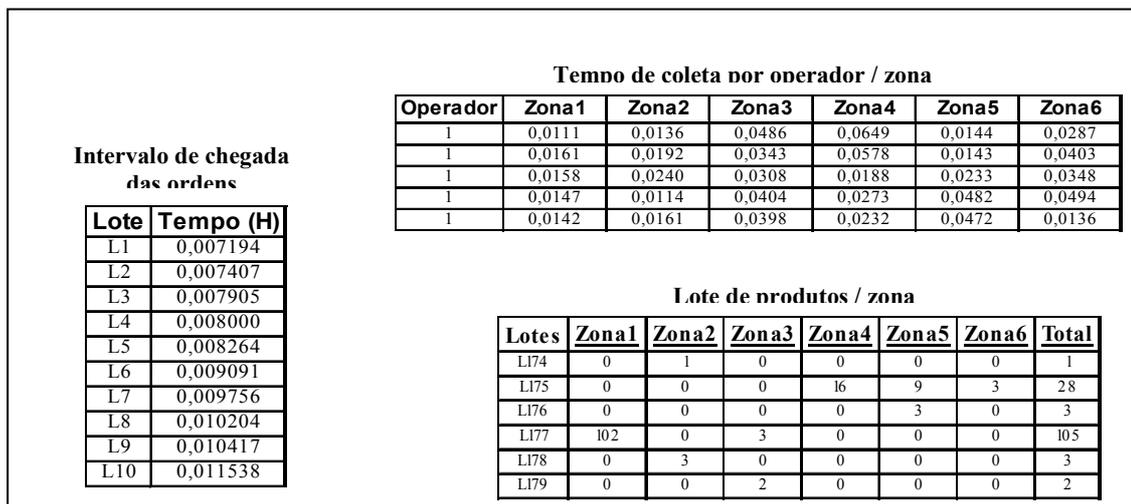


Figura 4.4 – Dados de entrada

4.5.3- Estrutura da Simulação

O sistema estudado foi modelado conforme os modelos de simulação típicos de picking representando as condições de coleta, desde o recebimento da ordem até o término da coleta. A avaliação do comportamento do armazém é feita num horizonte de tempo de 1 (um) ano, representado no modelo de simulação através de 50 semanas de 5 dias úteis. O modelo permite avaliar algumas estatísticas importantes relacionadas ao tempo ocioso das ordens paradas nas filas, o tempo de coleta dos apanhadores e as ordens entregues.

O modelo pode ser validado estabelecendo um intervalo de confiança para as médias de ordens que entram no sistema.

O modelo de simulação é baseado na teoria de filas registrando o evento de chegada das ordens, proveniente da logística, até os apanhadores. Segue o processo de coleta dos itens pelo apanhador e sua distribuição do item no término do serviço para o posto de embarque. Se a ordem chega no armazém e o recurso ou apanhador está ocupado, ela aguarda na fila até o momento do seu processamento.

Foram criados dois modelos de trabalho no sistema. Uma para as atividades de coleta que os apanhadores realizavam antes da pesquisa, e a segunda para as atividades de coleta após o desenvolvimento da pesquisa no armazém.

O primeiro modelo foi criado seguindo o processo de picking discreto que era o modelo mais similar ao modelo de coleta anterior aos trabalhos de pesquisa. As ordens são enviadas pelo departamento de logística a um dos três responsáveis pela coleta no almoxarifado.

O tempo entre chegadas das ordens tem uma distribuição discreta de probabilidade que demonstra os valores em horas relacionados com o percentual de ordens que chegam no armazém DISC(%,tempo em hora)(0.31,0.007, 0.60,0.011, 0.63,0.015, 0.69,0.019, 0.73,0.023, 0.85,0.027, 0.88,0.031, 0.89,0.035, 0.90,0.039, 1.0,0.087), sendo que as ordens seguem para os três apanhadores na mesma proporção.

Os tempos de coleta obtidos dos três operadores através de cronometragens seguem a distribuição discreta de probabilidade:

Operador 1 – DISC(%,tempo em hora)(0.29,0.015, 0.36,0.019, 0.47,0.023, 0.54,0.028, 0.63,0.032, 0.73,0.036, 0.79,0.041, 0.91,0.045, 0.98,0.058, 1.0,0.062).

Operador 2 - DISC(%,tempo em hora)(0.29,0.015, 0.38,0.019, 0.47,0.024, 0.54,0.028, 0.62,0.032, 0.71,0.036, 0.78,0.041, 0.90,0.045, 0.97,0.058, 1.0,0.063).

Operador 3 - DISC(%,tempo em hora)(0.28,0.015, 0.35,0.018, 0.43,0.022, 0.52,0.026, 0.66,0.033, 0.73,0.037, 0.80,0.041, 0.87,0.044, 0.97,0.059, 1.0,0.062).

O segundo modelo foi criado seguindo o processo de picking lote/zona a qual o apanhador coleta os itens por lote de acordo com a zona destinada a ele para a coleta.

O tempo entre chegadas das ordens tem uma distribuição discreta de probabilidade DISC(%,tempo em hora)(0.31,0.007, 0.60,0.011, 0.63,0.015, 0.69,0.019, 0.73,0.023, 0.85,0.027,

0.88,0.031, 0.89,0.035, 0.90,0.039, 1.0,0.087), sendo que as ordens seguem para os três apanhadores de acordo com o percentual de itens solicitados por zonas como apresentado. O pesquisador estabeleceu que os dois primeiros apanhadores coletaram os itens da zona 1 que representam 68,89% dos itens solicitados, e os itens restantes serão coletados pelo apanhador três.

Os tempos de coleta obtidos dos três operadores através de cronometragens seguem a distribuição discreta de probabilidade:

Operador 1 e 2 na zona 1 - DISC(%,tempo em hora)(0.29,0.017, 0.36,0.020, 0.43,0.024, 0.49,0.027, 0.54,0.030, 0.62,0.033, 0.78,0.042, 0.85,0.045, 0.98,0.060, 1.0,0.064).

Operador 3 - DISC(%,tempo em hora)(0.23,0.011, 0.35,0.014, 0.43,0.018, 0.47,0.022, 0.56,0.025, 0.70,0.033, 0.76,0.036, 0.82,0.040, 0.89,0.044, 1.0,0.047).

4.5.4 - Modelagem dos cenários usando ARENA

A modelagem dos cenários, utilizando configuração de blocos ou módulos do *Arena* versão 5.0 é comentada a seguir:

O módulo Create é responsável pela entrada das ordens no modelo segundo intervalos de tempo definidos.

O módulo Decide representa uma ramificação do fluxo do processo. Ele serve para alterar o rumo das entidades baseado em uma condição do sistema ou de um percentual probabilístico. Este módulo distribui as ordens entre os apanhadores estabelecidas pelo processo.

O módulo Process tem a função de representar qualquer ação dentro do sistema que leve um tempo para ser cumprida. Também é capaz de representar a ocupação de uma máquina ou operador. Este módulo representa um recurso ou apanhador que é responsável pela coleta dos itens.

O módulo Record serve para coletar estatísticas em pontos do modelo escolhidos pelo pesquisador. Entre as informações que podem ser colhidas estão: contagem de entidades, frequência e intervalo de tempos. Este módulo conta às ordens atendidas no processo de coleta.

O módulo Dispose tem a função inversa à do módulo Create. Ele tem a função de retirar as entidades do sistema. Este módulo é responsável pela saída das ordens do sistema.

As figuras 4.5 e 4.6, apresentam a modelagem do sistema no *Arena* versão 5.0, com os cenários do Modelo 1 e 2.

Picking

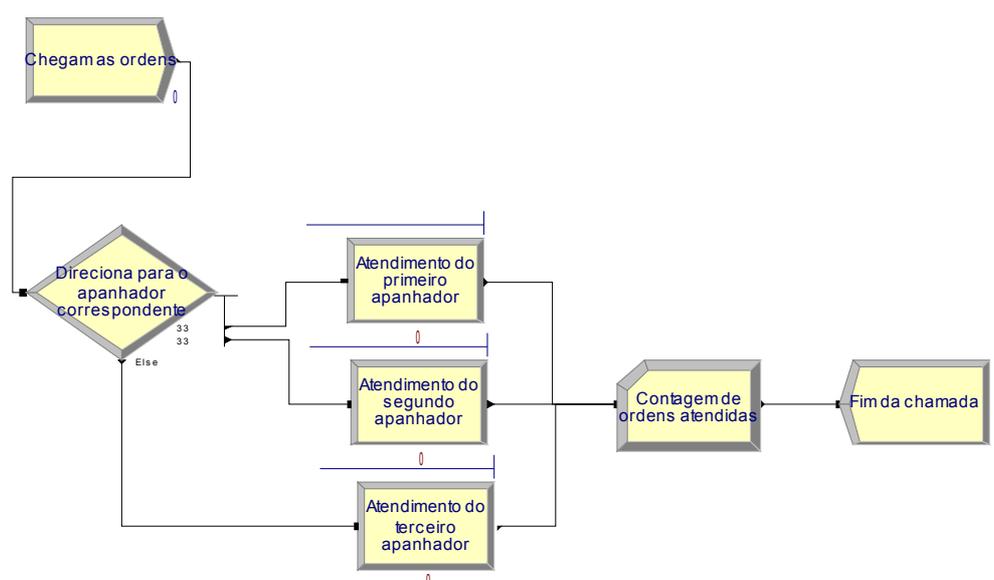


Figura 4.5 - Cenário do Modelo 1

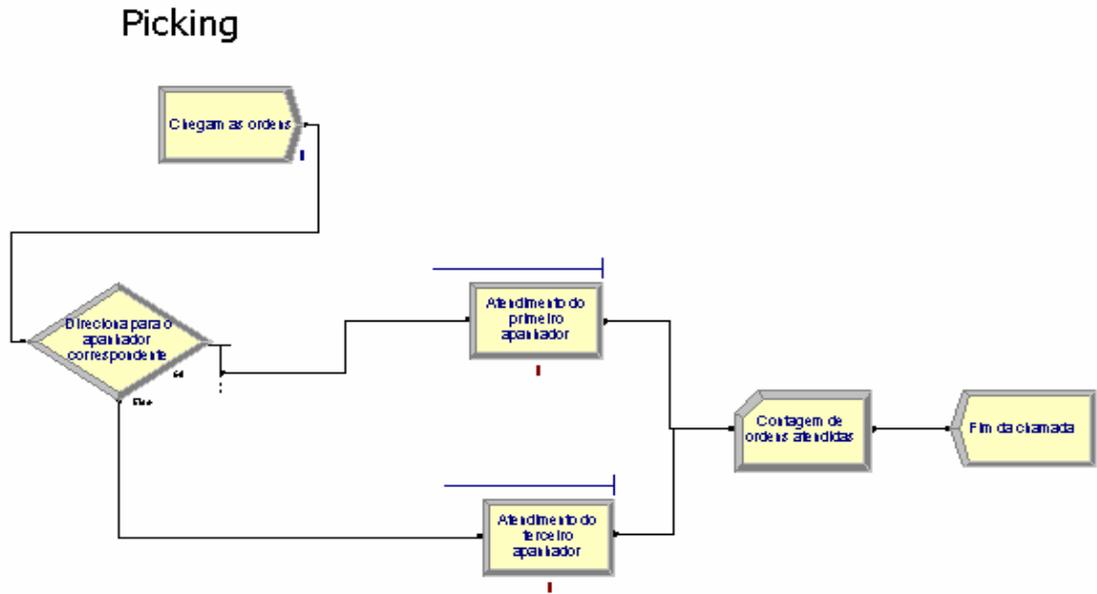


Figura 4.6 - Cenário do Modelo 2

4.5.5- Resultados obtidos com a simulação

Os resultados obtidos da simulação para análise foram baseados nos índices de desempenhos estabelecidos pela empresa:

- Tamanho da fila: quantidade de pedidos em espera no armazém para coleta;
- Tempo de processamento da atividade de picking: tempo médio medido desde o recebimento do pedido até a sua coleta por completo;
- Número de reclamações de clientes em relação aos pedidos em atraso: quantidade de pedidos em atraso devido ao armazém de produtos acabados.

A tabela 4.1 seguinte apresenta as estatísticas de tempo de ordens na fila comparando os dois modelos e os seus apanhadores.

| Tempo em horas que uma ordem permanece no sistema | Média | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|---|---------|--------------|--------------|
| Modelo1 | 0,04748 | 0,015 | 0,371 |
| Modelo 2 | 0,03952 | 0,011 | 0,284 |

| Tempo em horas que uma ordem permanece na fila | Média | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|--|---------|--------------|--------------|
| Modelo1 | 0,01732 | 0 | 0,32 |
| Modelo 2 | 0,00888 | 0 | 0,25 |

| Tempo em horas que uma ordem permanece na fila por apanhador | Média | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|--|---------|--------------|--------------|
| Apanhador 1 - Modelo 1 | 0,01638 | 0 | 0,302 |
| Apanhador 2 - Modelo 1 | 0,01694 | 0 | 0,32 |
| Apanhador 3 - Modelo 1 | 0,0186 | 0 | 0,317 |
| Apanhador 1 e 2 - Modelo 2 | 0,00795 | 0 | 0,194 |
| Apanhador 3 - Modelo 2 | 0,01086 | 0 | 0,25 |

Tabela 4.1 – Tempo médio de fila

Verificando a TAB. 4.1 acima, nota-se que o tempo médio que uma ordem permanece no sistema no modelo 2 implantado pelo pesquisador obteve um ganho de 17%, e o tempo médio em que uma ordem permanece na fila no modelo 2 também obteve uma redução de 48% em relação ao modelo de trabalho anterior a pesquisa.

Outra análise realizada foi o tempo em que uma ordem permanece na fila por apanhador como apresentado na TAB. 4.1, estes dados demonstram um ganho de redução de 45% no tempo médio de permanência na fila por modelos.

A tabela 4.2 seguinte apresenta as estatísticas do tempo de coleta dos apanhadores por modelo. Nota-se que o tempo médio de coleta de uma ordem dos apanhadores no sistema no modelo 2 implantado pelo pesquisador com a estratégia adotada de picking obteve um ganho de 18% em relação ao modelo 1. Considerando que o salário médio de um operador é de R\$ 830,00 por mês, verifica-se no final de um ano com o ganho de 18% na mão de obra de três operadores uma economia direta de R\$ 5400,00 excluindo encargos sociais.

| Tempo em horas de coleta de uma ordem por apanhador | Média | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|---|---------|--------------|--------------|
| Apanhador 1 - Modelo 1 | 0,04623 | 0,015 | 0,347 |
| Apanhador 2 - Modelo 1 | 0,04712 | 0,015 | 0,356 |
| Apanhador 3 - Modelo 1 | 0,04906 | 0,015 | 0,371 |
| Apanhador 1 e 2 - Modelo 2 | 0,04068 | 0,017 | 0,236 |
| Apanhador 3 - Modelo 2 | 0,03706 | 0,011 | 0,284 |

Tabela 4.2 – Tempo médio de coleta de ordens por apanhador

A tabela 4.3 abaixo apresenta as estatísticas do número de ordens que entram e saem do sistema por modelo de sistema.

O modelo 2 adotado através do trabalho do pesquisador em conjunto com a equipe da empresa demonstra que houve uma redução de 45% no número de ordens entregues em atraso.

| Número de ordens que entram no sistema | Média | Média do valor Mínimo | Média do valor Máximo |
|--|--------|-----------------------|-----------------------|
| Modelo1 | 211793 | 210955 | 212845 |
| Modelo 2 | 211935 | 211474 | 212394 |
| Número de ordens que saem do sistema | Média | Média do valor Mínimo | Média do valor Máximo |
| Modelo1 | 211169 | 210331 | 212219 |
| Modelo 2 | 211593 | 211133 | 212050 |

Tabela 4.3 – Número de ordens que entram e saem do sistema

5- Conclusão

Conclui-se deste trabalho que o armazém de produtos acabados da empresa por não se preocupar com a implantação de um método de trabalho e não conhecer a performance dos seus funcionários desperdiçou muitas oportunidades de melhoria. A atual estratégia de picking pesquisada e implantada em conjunto com algumas ações da equipe do projeto demonstrou-se adequadas para obter ganhos de produtividade dos funcionários e desta forma reduzir o atraso nas entregas dos produtos. O resultado foi baseado em uma metodologia de construção e avaliação de matrizes de direcionadores da

estratégia de picking e, ao longo desta dissertação, foram apontadas características relacionadas ao tipo de produto, demandas de cada produto e aspectos internos relacionados ao trabalho no armazém.

Entretanto, não se pode afirmar definitivamente que a estratégia de picking adotada é melhor estratégia para a coleta de ordens em geral. É claro que uma estratégia de picking pode se mostrar compatível com processo de trabalho estudado quando se analisam algumas características específicas e, disto, pode se concluir apenas que tal estratégia pode se adequar bem ao cenário que foi objeto da pesquisa-ação. Isto quer dizer que as conclusões desta dissertação são específicas para os processos de coleta de itens de uma empresa particular do setor elétrico. Apesar das estratégias e da simulação terem sido desenvolvidas com base no cenário específico da empresa pesquisada, este método pode ser facilmente ajustado e implementado em todas empresas que trabalham com armazéns onde o serviço de coleta manual é predominante.

Através da simulação é possível analisar os gargalos do sistema, podendo ser implementado novas metodologias e tecnologias que venham a melhorar a qualidade da coleta de produto e garantir uma maior ou melhor produtividade dos profissionais envolvidos.

Enfim, essa pesquisa de adequação das estratégias de picking e de simulação do processo demonstra que é possível melhorar a produtividade dos funcionários e obter outros ganhos relacionados a este sem investir alto em novas tecnologias.

6- Referências Bibliográficas

Bozer Y. A. (1985), "Optimizing throughput performance in designing order picking systems", Unpublished Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.

Koster, R., Poort E. V. D.- Routing Order Pickers in a Warehouse: A Comparison Between Optimal and Heuristic Solutions", *IIE Transactions*, May 1998 v.30, pp 469-480.

Liu, C. M. – Clustering Techniques for Stock Location and Orderpicking in a Distribution Center – *Computers & Operations Research*, 26, (1999), 989-1002.

Mellema, P. M., and C. A. Smith. 1988. Simulation Analysis of Narrow-Aisle Order Selection Systems. Proc. of the 1988 Winter Simulation Conference, 597-602.

Petersen II, C. G., - How to Improve Order Picking Efficiency with Routing and Storage Policies – College of Business, Northern Illinois University, Dekalb, (1999), 1-17.

Shirk, W. T. 1989. Material Flow Controls in a JIT Environment. Presented at the Material Handling Focus '89, Material Handling Research Center, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.

Spink, P. Pesquisa-ação e a análise de problemas sociais e organizacionais complexos. *Psicologia*, São Paulo, PUC, v.5, n.1, 1979.

Weber, H. 1989. The Humanistic Approach to Optimize Logistic Concepts. Proc. of the 10th International Conference on Automation in Warehousing, 319-325.