



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DE PICKING APLICADA A ARMAZÉM DE EMPRESAS DE AUTOPEÇAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO DISCRETA

GERSON QUEIROZ DA SILVA
gerson.sjk@hotmail.com
FATEC SJC

FERNANDO RODRIGUES FREITAS
nimbusfrf@gmail.com
FATEC SJC

LUIZ ANTONIO TOZI
luizantoniozi@gmail.com
FATEC SJC

MARCUS VINICIUS DO NASCIMENTO
nascimento.mv@fatec.sp.gov.br
FATEC SJC

Resumo: Este trabalho apresenta uma análise do sistema de picking de produtos de uma empresa do setor de autopeças. O objetivo proposto consiste em estabelecer uma comparação das estratégias de picking discreto e picking por zona utilizando-se da técnica de simulação computacional por eventos discretos para avaliar os cenários alternativos identificando potenciais vantagens competitivas para a empresa. Os dados para elaboração da simulação foram coletados por meio de observação de um caso real, e o modelo foi implementado no software ARENA. A produtividade da atividade foi mensurada pela quantidade de pedidos separados e pelos tempos para separação, utilizando os funcionários designados para execução da atividade. Os resultados apontam que a estratégia mais adequada seria o picking por zona, apresentando ganhos de até 53% em alguns casos em relação à estratégia de picking discreto, que atualmente é utilizado pela empresa.

Palavras Chave: Picking - Autopeças - Logística - Armazenagem - Simulação



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPOSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TERÇA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



1. INTRODUÇÃO

A elevação dos requisitos de eficiência dos processos logísticos é um importante instrumento de ganho de competitividade no atual ambiente globalizado. Alves (2014), em seu estudo de decisões que impactam níveis de serviço na estratégia logística para alocação de produtos, defende que as atuais demandas estão relacionadas às questões de efetividade, agilidade, qualidade no atendimento dos pedidos, aumento da produtividade e redução dos custos, sendo que esses fatores passaram a assumir um papel cada vez mais importante na competitividade das empresas.

1.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA EM ESTUDO

Na tentativa de manter a posição de mercado e buscar novos clientes, há clara tendência das empresas reavaliarem suas estratégias e buscarem técnicas mais adequadas para aumento de sua produtividade. Nas últimas décadas o ambiente mercadológico congrega clientes cada vez mais exigentes e para atendê-los melhor, as empresas estão passando por transformações para que possam se tornar mais competitivas (FAWCETT e COOPER, 1998 *apud* CHIN, 2005).

No setor automotivo, foco deste estudo, o cenário também é este. Um dos elementos que se tornou chave para obter ganhos competitivos é a busca em reduzir os custos de atendimento das necessidades e expectativas dos clientes, o que exige muito mais agilidade e flexibilidade por parte das empresas (TEIXEIRA, 2008).

Dentre os componentes do custo logístico que perceptivelmente impactam o setor automotivo, destaca-se o custo de armazenagem, sendo esta uma atividade que passa a ter uma participação importante na percepção de serviço pelos clientes (AGUILAR, 2005). Tudo isto tem levado as empresas a um contínuo processo de modernização, tanto tecnológico, quanto gerencial. Para Novaes (2007) não basta adotar soluções tecnicamente corretas, é necessário buscar soluções eficientes em termos de custo e que sejam eficazes em relação aos objetivos pretendidos.

Um dos processos que deve ser melhorado na área de armazenagem de uma empresa é o processo de *picking* (AGUILAR, 2005). *Picking* refere-se à separação e preparação de pedidos dentro de um estabelecimento. Medeiros (1999) diz ainda que o *picking* é um processo muito importante na empresa, pois permite melhorar os tempos de carregamento, separação e fabricação dos produtos, permitindo que as empresas atendam as exigências dos clientes com flexibilidade de produção. Vale ressaltar que todo esse processo está intimamente ligado ao conceito de otimização. No ambiente empresarial Sakaguti (2007) define otimização como o processo de seleção de ações cujos resultados serão os melhores possíveis, então, a otimização do processo de *picking* é feita por meio da escolha da melhor alternativa possível para execução deste processo.

Dependendo das características do armazém, onde a atividade de *picking* é manual, o custo de mão de obra relacionado a esta atividade é expressivo. Aliado ao custo, o tempo para execução dessa atividade afeta de maneira significativa o tempo de ciclo de pedido, ou seja, o tempo entre o recebimento de um pedido e a entrega dos produtos. O aumento do tempo nessa atividade faz com que a produtividade do sistema seja impactada, ocasionando o aumento do *lead time* de entrega, o que pode afetar o nível de serviço da empresa (GONTIJO, 2012).

1.2. RELEVÂNCIA DO ASSUNTO

A armazenagem é considerada como uma das questões mais relevantes dentre os processos que compõe os sistemas logísticos, devido à alta complexidade de execução e significativa contribuição nos custos de um sistema logístico (ALVES, 2014).



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPOSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Dentre os processos de armazenagem a melhoria na atividade de *picking* pode representar menores tempos de separação dos pedidos, aumentando a produtividade do armazém e melhorando o tempo no atendimento dos pedidos, com a variedade e agilidade que os clientes desejam, criando vantagem competitiva para empresa frente aos seus concorrentes (GONTIJO, 2012).

Segundo Tompkins *et al.*, (1998 *apud* Sakaguti, 2007) a separação de pedidos (*picking*) é a atividade mais prioritária do armazém para a melhoria da sua produtividade. O processo de separação de pedidos é geralmente o mais trabalhoso e desta forma tem um elevado impacto no custo do armazém, de 30% a 40% dos custos com mão-de-obra na armazenagem estão associados a essa atividade (SOUZA, 2008; MEDEIROS, 1999).

Uma vez que a melhoria em processos logísticos é considerada como uma vantagem competitiva nas organizações modernas, todo estudo que permita aumentar o conhecimento para essa área deve ser considerado relevante (TEIXEIRA, 2008). Portanto esse trabalho pode ser considerado como relevante.

1.3. OBJETIVO

O objetivo geral desse artigo consiste em estabelecer uma comparação das estratégias de *picking* discreto e por zona aplicada a empresas de autopeças, identificando potenciais vantagens competitivas, através da modelagem por simulação. Para atender esse objetivo, foram estabelecidos alguns objetivos específicos:

- Realizar pesquisa bibliográfica dos temas armazenagem e *picking*, que forneça bases para o desenvolvimento do artigo;
- Desenvolver um estudo de caso do processo de separação no armazém de uma empresa do setor de autopeças, onde por meio de visitas técnicas será feita a coleta dos dados;
- Criar modelos de simulação no software ARENA, com foco em estabelecer rotinas que melhorem a produtividade do sistema e o nível de serviço oferecido ao cliente, sem aumentar os custos operacionais.

1.4. DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho procura apresentar uma visão bem delimitada quanto a sua abordagem. O primeiro limite colocado é sobre o estudo ser direcionado a atividade de *picking* no armazém de empresas de autopeças, um segundo limite se refere ao estudo ser baseado no estudo de caso de uma empresa do setor de autopeças, um terceiro limite se refere aos modelos se limitarem ao uso do software ARENA para tratamento dos dados.

1.5. METODOLOGIA

Shapiro (2001 *apud* TOZI *et al.*, 2011) chama a atenção para a modelagem computacional como elemento essencial para apoiar o entendimento e a análise de sistemas complexos, sobretudo quando se pretende analisar cadeias logísticas desde uma perspectiva tática e/ou estratégica. Nesse sentido, a fim de cumprir os objetivos propostos, a metodologia empregada nesta pesquisa possui três fases, que são descritas a seguir:

1. Prospecção Dirigida: Esta etapa tem início com a busca por referencial teórico que corrobore com a linha de pesquisa adotada, em conjunto com um estudo de caso que permitirá analisar o cenário real do problema apresentado.
2. Aplicação do Ferramental Específico: Esta etapa deve descrever o modelo de simulação em questão e os critérios usados na sua elaboração e execução. A coleta dos dados para elaboração dos modelos foi realizada por meio de uma pesquisa que



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPOSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2013
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



envolveu visitas técnicas ao armazém de uma empresa de autopeças.

3. Análise Crítica: Na fase de análise, realiza-se a avaliação dos resultados da simulação e o diagnóstico das oportunidades de melhoria que permeiam os cenários descritos, assim apresentando as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica do trabalho, abordando assuntos como: a armazenagem, a atividade de *picking* e as estratégias para organização da atividade de *picking*. Alguns indicadores de desempenho serão obtidos por meio da simulação tornando-se necessário buscar por bibliografia que referencie o procedimento metodológico adotado.

2.1. ARMAZENAGEM

A armazenagem é uma das áreas mais tradicionais da logística e tem passado por profundas transformações nos últimos anos. Essas mudanças refletem-se na adoção de novos sistemas de informação aplicados à gestão da armazenagem, em sistemas automáticos de movimentação e separação de produtos e até mesmo na revisão do conceito do armazém como uma instalação com a principal finalidade de estocar produtos (FLEURY *et al.*, 2000).

Segundo Moura (1997), armazenagem é a denominação genérica e ampla, que inclui atividades referentes à obtenção temporária de produtos até a sua distribuição. Para gerir as operações de armazenagem de forma profissional e eficiente, o ponto de partida consiste em compreender as motivações, procedimentos e necessidades de seus clientes: como se dão os seus processos industriais, de que tipo de armazenagem necessita e em que circunstâncias essa operação se entrelaça com os demais elementos da cadeia de transporte e distribuição física (RODRIGUES, 2003).

Segundo Fernandes e Correia (2012), o principal objetivo da armazenagem é a guarda e movimentação de produtos contemplando dessa forma a estocagem. A estocagem é o processo pelo qual os produtos são separados e direcionados ao seu devido local de guarda. A administração de pedidos é responsável pelo processamento de pedidos e pela separação de pedidos.

Para Banzato *et al.*, (2003), a armazenagem influi diretamente no nível de serviço prestado aos clientes, na produtividade da empresa, além de ser importantíssima na obtenção da qualidade de produtos e serviços, características essas que são fundamentais para o sucesso de toda a organização.

Segundo Bergue (2000), a armazenagem compreende em suas operações três atividades básicas: recebimento, armazenamento e expedição. As duas primeiras integram o processo de entrada de um produto na instalação de armazenagem, enquanto a outra compõe o processo de saída dos produtos.

2.2. ATIVIDADE DE PICKING

Picking é a atividade na qual os produtos são retirados de locais específicos no armazém, para Medeiros (1999), a atividade de *picking* refere-se à coleta do mix de produtos em suas quantidades corretas da área de armazenagem, tendo como objetivo satisfazer as necessidades dos clientes, sendo considerada como uma das atividades mais críticas dentro do armazém.

Uma pesquisa realizada por profissionais da armazenagem no Reino Unido identificou o processo de *picking* como à atividade mais prioritária do armazém para a melhoria da produtividade, (TOMPKINS *et al.*, 1998 *apud* SAKAGUTI, 2007).



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPOSIUM DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2013
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Uma organização mais eficiente no processo de *picking* torna possível obter uma redução considerável no tempo de manuseio dos pedidos e simultaneamente reduzir os custos dessa atividade (AGUILAR, 2005). O tempo total de *picking* pode ser dividido em tempo de percurso e localização, tempo de coleta dos itens e tempo restante das atividades. Segundo Tompkins *et al.*, (1996 *apud* CHIN, 2005) os elementos de trabalho envolvidos na atividade de *picking* podem incluir: deslocar-se entre os locais de separação; extrair itens de locais de estocagem; esticar-se e curvar-se para acessar locais de separação; documentar transações de separação; separar itens em pedidos; embalar itens; e procurar os locais de separação.

2.3. ESTRATÉGIAS PARA ORGANIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PICKING

Com o objetivo de melhorar a produtividade do *picking* foram desenvolvidos alguns métodos de organização da atividade com a função de minimizar os tempos perdidos, gastos com os deslocamentos dos separadores com a busca dos produtos. Segundo Medeiros (1999), as estratégias de *picking* (separação e preparação) das requisições de materiais empregadas nas atividades de armazenagem estão relacionadas principalmente com o número de operadores designados para a execução da operação, o número de produtos coletados e a frequência de coletas. A seguir são apresentados os três métodos mais utilizados, conforme (SAKAGUTI, 2007; MEDEIROS, 1999).

Picking discreto: é aquele no qual cada operador separa um pedido por vez. Esta forma de organização é bastante utilizada pela sua simplicidade. Sua principal vantagem é que a integridade do pedido nunca é prejudicada reduzindo a propensão a erros por se manusear um pedido por vez. A sua grande desvantagem é a baixa produtividade, decorrente do tempo excessivo gasto com o deslocamento do operador para separar o pedido.

Picking por zona: no *picking* por zonas, um separador de pedidos dedica-se a separar os itens individuais em sua zona atribuída, um pedido de cada vez ou em lotes. Assim, cada operador coleta os itens do pedido que façam parte de sua seção, deixando-os em uma área de consolidação, onde os itens coletados em diferentes zonas são agrupados, compondo o pedido original. A principal vantagem do *picking* por zonas é a economia de tempo de deslocamento. Como a área de alcance de cada separador se reduziu do armazém inteiro para um espaço menor, o tempo de deslocamento por item individual deve-se reduzir em relação ao *picking*. Os benefícios adicionais da separação por zonas incluem a familiaridade do separador com os produtos de sua zona, menos interferência com outros separadores de pedidos e mais responsabilidade pela produtividade e manutenção dentro da zona. A desvantagem desse método concentra-se nos riscos de erros na separação e ordenação dos pedidos.

Picking por lote: neste método cada operador coleta um grupo de pedidos de maneira conjunta, ao invés de coletar apenas um pedido por vez. Assim, ao dirigir-se ao local de estocagem de um determinado produto, o operador coleta o número de itens que satisfaça o seu conjunto de pedidos. Este método possibilita uma alta produtividade, quando os pedidos possuem pouca variedade de itens (até quatro itens) e são pequenos em termos de volume. A principal vantagem do *picking* por lotes é a redução do tempo de deslocamento por item individual. As desvantagens na utilização desse método concentram-se nos riscos de erros na separação e ordenação dos pedidos.

2.4. MODELOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Segundo Prado (2009), simulação é a técnica de solução de um problema pela análise de um método que descreve o comportamento do sistema usando a computação.

É fato que o desenvolvimento de novas técnicas, em especial, a tecnologia da informação contribuem para o avanço da logística. Esta evolução tecnológica proporcionou vantagens para as operações logísticas que passaram a serem mais rápidas, confiáveis, de



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPOSIUM DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



menor custo e mais eficientes. Da mesma forma, proporcionou maior disponibilidade de informações sobre os processos e a possibilidade de se analisar tais informações utilizando ferramentas quantitativas mais sofisticadas (SALIBY, 1998).

Os sistemas logísticos são sistemas dinâmicos que envolvem a interação de diversos componentes influenciados por efeitos de natureza aleatória. Em termos de recursos, os sistemas logísticos e de transportes utilizam-se de muitos, que são classificados em: (1) recursos diretos, usados no transporte físico da carga de uma posição geográfica para outra, e (2) recursos indiretos envolvidos nas atividades de separação, consolidação, estocagem, manuseio e movimentação nos vários locais de trânsito conhecidos como centros de distribuição, armazéns, terminais de carga ou *hubs* (TOZI e CORREIA, 2007).

A literatura especializada aponta que a simulação é a ferramenta que melhor se ajusta a muitos problemas relativos a sistemas logísticos e de transportes. O uso de simulação é altamente aconselhável, para avaliar alternativas de estratégias de operação de terminais de cargas e armazéns (KOH *et al.*, 1994; MANIVANNAM, 1996; BANKS, 1998; SHAPIRO, 2001 *apud* TOZI *et al.*, 2011).

Segundo Prado (2010), a logística é uma área com crescente uso da simulação por possuir características aplicáveis aos mecanismos disponíveis na simulação computacional.

Resumidamente, as questões de sistemas logísticos mais apropriados para estudos através de simulação são de três categorias: Desenvolver novos sistemas logísticos (*designs*); Avaliação de alternativas de *designs*; Refinar e redesenhar sistemas logísticos que já existem a fim de melhorar sua eficiência e eficácia (BANKS, 1998 *apud* TOZI *et al.*, 2011).

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado no armazém de uma empresa de autopeças situada na cidade de São José dos Campos-SP entre os meses de Fevereiro e Março de 2015, onde por meio de visitas técnicas, foram realizadas observações do processo de separação de pedidos, e a coleta dos dados utilizados para desenvolvimento dos modelos de simulação.

O armazém tinha a disposição, uma equipe de treze colaboradores, em um espaço total de 900 m², suficiente para desenvolver suas operações e um bom sistema de WMS. O armazém possuía um total aproximado de 5000 SKUs, dispostos em um sistema de estocagem composto por 22 estantes, armazenando cerca de 4000 SKUs, (itens mecânicos) e 04 estruturas porta paletes, onde eram armazenados os outros 1000 SKUs, (itens estampados, latarias, para choques, entre outros). A movimentação dos itens era realizada de forma manual, com o auxílio de cinco carrinhos e duas paleteiras manuais. A equipe de separação era composta por três colaboradores ao qual eram responsáveis por realizar o processo de *picking* no armazém.

Na revisão de literatura, foram vistas as principais estratégias utilizadas na separação, coleta e movimentação de materiais dentro de armazéns onde as estratégias de *picking* mais conhecidas classificam-se em: *picking* discreto, *picking* por lote, e *picking* por zona.

Foram utilizadas duas estratégias de *picking* para formular a simulação: (1) *picking* discreto, modelo que é utilizado pela empresa onde cada operador separa um pedido por vez se movimentando por todo o armazém e o (2) *picking* por zona, modelo proposto pelos autores de acordo com a revisão bibliográfica e as visitas técnicas, nesse modelo cada separador dedica-se a separar os itens individuais em sua zona atribuída.

No processo atual as ordens são enviadas pelo departamento de vendas a um dos três responsáveis pela separação dos itens, por meio de uma impressora localizada no centro da área de armazenagem denominada como escritório operacional. O separador que retirar a



ordem deve efetuar a separação do pedido seguindo uma sequência pré-estabelecida, primeiro deve-se separar todos os itens da área de estantes e encaminhar para a estação de embalagem, se o pedido tiver itens da área de porta paletes deve-se efetuar a separação e conferência do material quanto a sua qualidade e consolidar o pedido na estação de embalagem para que o pedido possa ser embalado e despachado.

Faz-se possível um melhor entendimento do processo de separação no armazém por meio da Figura 1, onde é possível visualizar o *layout* da área de armazenagem da empresa, onde ocorre a movimentação dos separadores.

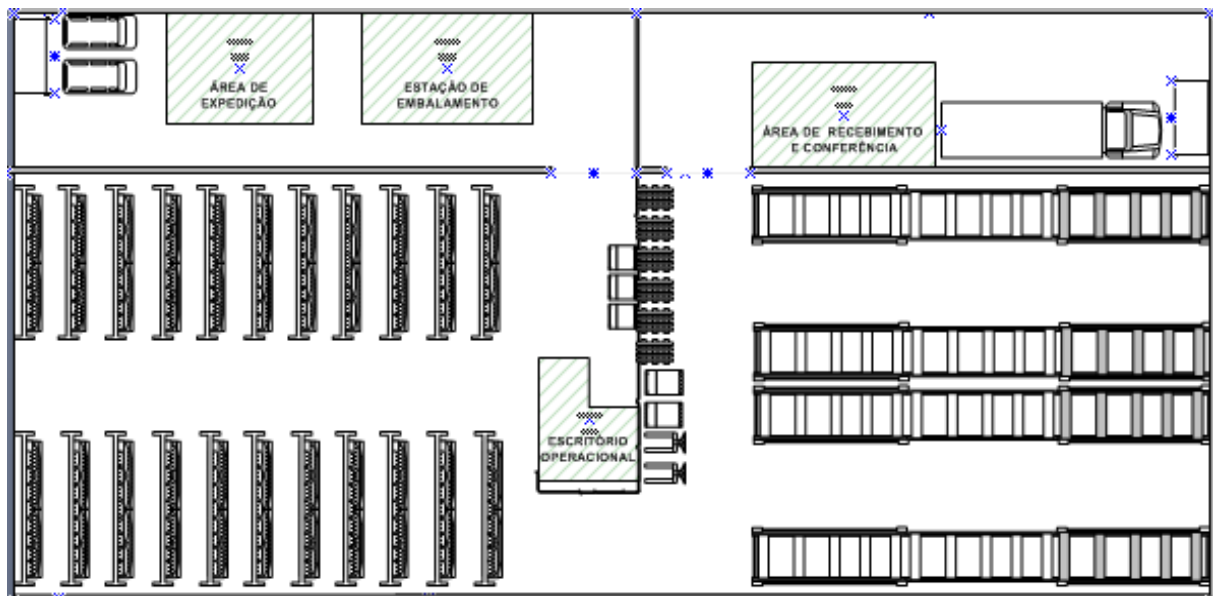


Figura 1 – *Layout* da Área de Armazenagem da Empresa de Autopeças.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

4. ANÁLISE DO FERRAMENTAL ESPECÍFICO

O sistema estudado foi estruturado conforme os modelos típicos de *picking* de autopeças, representando as condições de separação desde o recebimento da ordem até o final da separação. Foram criados dois modelos de trabalho no sistema. Uma para as atividades de coleta que os separadores realizavam antes da pesquisa, e a segunda para o modelo proposto com o desenvolvimento da pesquisa no armazém.

4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO ATUAL

O modelo atual, ou primeiro cenário, foi criado de acordo com o processo de *picking* discreto que era o modelo utilizado pela empresa antes aos trabalhos da pesquisa. A Figura 2 apresenta de forma esquemática a modelagem do sistema no ARENA, com o cenário do primeiro modelo.

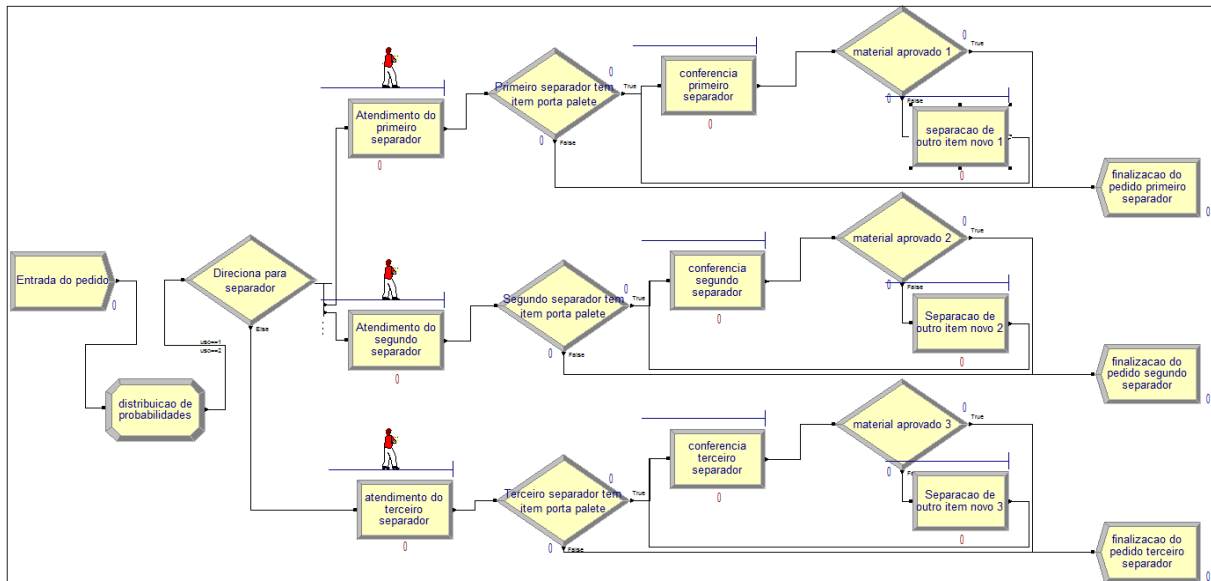


Figura 2 – Esquema do Cenário Atual - Primeiro Modelo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

No primeiro cenário as ordens são enviadas pelo departamento de vendas a um dos três responsáveis pela separação dos itens, por meio de uma impressora localizada no centro da área do armazém denominada como escritório operacional. O separador que retirar a ordem deve efetuar a separação do pedido por completo e encaminhar para a estação de embalagem para que o pedido possa ser embalado e despachado.

Para a construção do modelo foram coletadas 100 amostras de todas as atividades que compõem o modelo de simulação, os dados foram tratados por meio da ferramenta *input analyzer* do ARENA que forneceu as distribuições de probabilidade utilizadas no modelo. As distribuições de probabilidade nos módulos *Assing*, *Decide* e *Process* foram as mesmas utilizadas para os três separadores em todos os módulos de mesma função, visto a possibilidade de gerar algum desbalanceamento no modelo ao colocar as distribuições separadas.

A modelagem do primeiro cenário, utilizando a configuração de módulos do ARENA é comentada a seguir:

O módulo *Create* é responsável pela entrada dos pedidos, seguindo uma distribuição Exponencial de média 4.5 minutos.

O módulo *Assing* é utilizado para efetuar a distribuição de maneira uniforme entre os separadores sendo utilizada em conjunto com o módulo *Decide*, sendo representada por uma distribuição Discreta de 33,33% para cada separador.

O primeiro módulo *Process* tem a função de representar a separação dos pedidos, seguindo uma distribuição Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 13 minutos e máximo 24 minutos.

O segundo módulo *Decide* tem a função de representar uma ramificação no fluxo do processo, onde se o pedido tiver apenas itens armazenados na estante, após o término da separação o processo pode ser encerrado. O percentual total de pedidos com item na zona de porta paletes foi estimado em 30%, sendo utilizada no modelo a porcentagem de 10% por operador.

O segundo módulo *Process* inicia-se quando o pedido tem itens do porta paletes e tem a função de representar a conferência quanto à qualidade dos itens, sendo representada por



uma distribuição Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 3.5 minutos e máximo 7 minutos.

O terceiro módulo *Decide* tem a função de representar a decisão no processo referente à conferência do item, se o item for aprovado encerra-se o processo, se for constatado algum defeito é necessário a separação de um novo item, foi estabelecido a porcentagem de 1,67% de itens rejeitados, visto que o total estimado é de 5%.

Caso o item seja recusado o terceiro *Process* representa a separação de um novo item, que deve passar novamente pelo processo de conferência, seguindo uma distribuição Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 2 minutos e máximo 5 minutos.

O módulo *Dispose* serve para demonstrar o encerramento do processo.

4.2. DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO

O modelo proposto, ou segundo cenário, foi criado de acordo com a proposta dos autores que consiste em utilizar a estratégia de *picking* por zona, onde nesse modelo cada separador dedica-se a separar os itens individuais em sua zona atribuída. A Figura 3 apresenta de forma esquemática a modelagem do sistema no ARENA, com o cenário do segundo modelo.

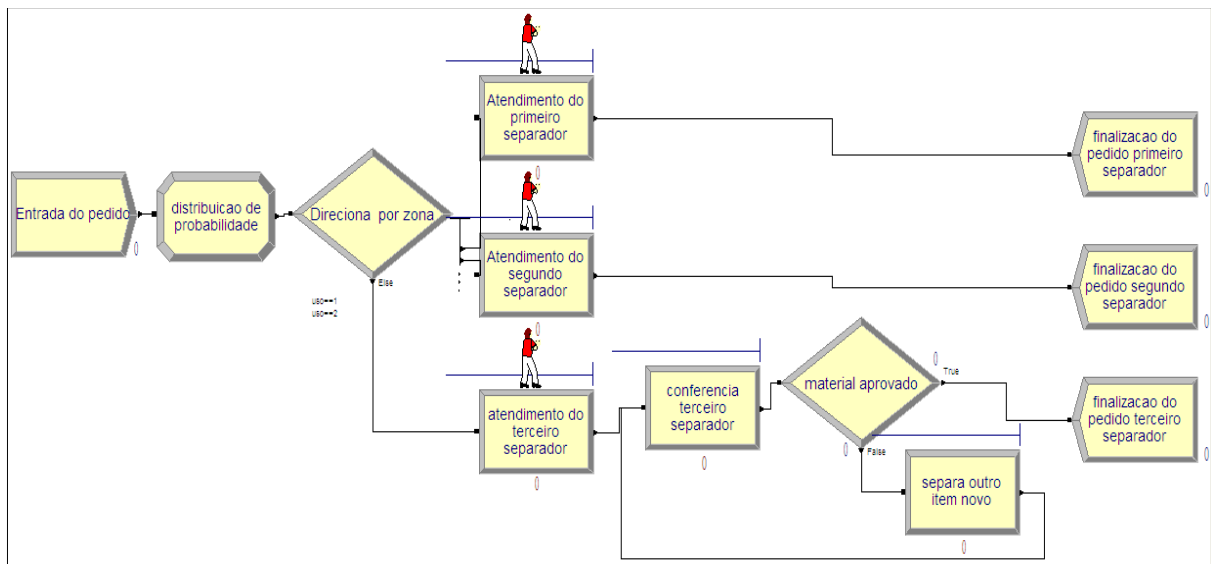


Figura 3 – Esquema do Cenário Proposto - Segundo Modelo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

No segundo cenário as ordens que serão enviadas aos separadores serão divididas por zonas, sendo uma zona para as prateleiras e a outra zona para o porta paletes. Foi proposto devido à maior rotatividade cerca de 70% dos pedidos que dois separadores atendam a zona de prateleiras e o outro separador atenda a zona de porta paletes. Nesse cenário o separador será responsável apenas pela sua zona, ficando a cargo da área de embalagem a consolidação do pedido para despacho.

Para a construção desse novo modelo foram coletadas amostras apenas para os processos em que ocorreram mudanças, ou seja, a separação dos pedidos. O total coletado também obedeceu a quantidade de 100 amostras, os dados foram tratados por meio da ferramenta *input analyzer* do ARENA que forneceu as distribuições de probabilidade utilizadas no modelo.

A modelagem do segundo cenário, utilizando a configuração de módulos do ARENA é comentada a seguir:



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPOSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TERÇA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



O módulo *Create* é responsável pela entrada dos pedidos, e segue a mesma distribuição do modelo anterior, Exponencial de média 4.5 minutos.

O módulo *Assing* é utilizado para efetuar a distribuição por zonas, conforme comentado anteriormente 70% dos pedidos para os separadores um e dois responsáveis pela zona de prateleiras, e 30% para o separador três responsável pela separação no porta paletes, a ferramenta é utilizada em conjunto com o módulo *Decide*, obedecendo uma distribuição Discreta de 35% para o separador um, 35% para o separador dois e os outros 30% para o separador três.

O primeiro módulo *Process* tem a função de representar a separação dos pedidos, no caso dos separadores um e dois segue uma distribuição Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 10 minutos e máximo 17 minutos. No caso do separador três uma distribuição Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 8 minutos e máximo 13 minutos.

No novo modelo os separadores um e dois por separarem apenas a área de estantes tem seu processo encerrado após a separação do pedido, sendo liberados para a separação de outro pedido.

O segundo módulo *Process* nesse modelo é utilizado apenas pelo terceiro separador e tem a função de representar a conferência quanto à qualidade dos itens, sendo representada por a mesma distribuição do modelo anterior, uma Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 3.5 minutos e máximo 7 minutos.

O segundo módulo *Decide* tem a função de representar a decisão no processo referente à conferência do item, se o item for aprovado encerra-se o processo, se for constatado algum defeito é necessário a separação de um novo item, foi estabelecido a porcentagem de 5% de itens rejeitados.

Caso o item seja recusado o terceiro *Process* representa a separação de um novo item, que deve passar novamente pelo processo de conferência, seguindo a mesma distribuição do modelo anterior, uma Triangular de mínimo 1 minuto, mais provável 2 minutos e máximo 5 minutos.

O módulo *Dispose* serve para demonstrar o encerramento do processo.

4.3. EXECUÇÃO DO MODELO

Concluído o projeto do modelo em ARENA, introduzem-se os valores e distribuições de probabilidade dos parâmetros provenientes dos dados do sistema físico, conforme descrito acima. Segundo Morabito e Ianone (2004, *apud TOZI et al.*, 2011) o principal propósito do processo de validação é garantir que as simplificações do sistema real, adotadas durante a construção do modelo, sejam razoáveis e corretamente implementadas. O processo de validação do modelo elaborado nessa pesquisa se deu por consulta aos coordenadores do armazém, os quais consideraram os resultados obtidos na simulação consistentes, tendo em vista as simplificações adotadas.

4.3.1. TEMPO TOTAL DE SIMULAÇÃO

O tempo total de simulação é definido no parâmetro *Length of Replication*. Neste estudo foram utilizadas oito horas e quarenta e oito minutos que correspondem a um dia de trabalho na empresa.

4.3.2. RÉPLICAS

Réplicas designam o número de simulações seguidas que serão executadas. Os geradores de números randômicos utilizados em pacotes de simulação, na verdade, são fórmulas que dependem de uma semente para dar partida à geração de números. Utilizando a



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPOSIÓ DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



mesma semente obtém-se sempre a mesma sequência de números. Por esta razão, ao executar várias vezes o simulador, surge sempre os mesmos resultados. Isto não acontece quando se utiliza o argumento *réplica*, ou *replication*, pois o próprio simulador se encarrega de escolher uma semente diferente em cada replicação (TOZI *et al.*, 2011). No caso em tela as replicações não serão executadas para testes estatísticos, e sim para introduzir aleatoriedade aos modelos testados. Foi definido que vinte replicações seguidas da simulação seriam suficientes para atingir esse objetivo.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio do modelo de simulação foram baseados em alguns critérios estabelecidos pela empresa foco do estudo. Para verificar a viabilidade da modificação do processo de *picking* foram comparados os seguintes indicadores:

Quantidade de pedidos separados: Número de pedidos atendidos por dia de trabalho;

Tempo de permanência na fila: Tempo médio que o pedido fica aguardando para ser separado;

Tempo para separação: Tempo médio gasto pelos operadores para separação dos pedidos;

Taxa de ocupação dos separadores: Percentual de tempo médio em que os separadores são solicitados.

A Tabela 1 seguinte apresenta os resultados que foram comparados nos cenários.

Tabela 1 – Comparação entre os Cenários

Indicadores	Cenário 1 (Atual)	Cenário 2 (Proposto)
Quantidade de pedidos atendidos	100	108
Tempo de permanência na fila (em minutos)	Média (30.95)	Média (14.49)
Tempo total para separação do pedido (em minutos)	Média (43.75)	Média (24.26)
Taxa de ocupação do Separador 1	Média (85,97 %)	Média (69,16 %)
Taxa de ocupação do Separador 2	Média (83,10 %)	Média (69,55 %)
Taxa de ocupação do Separador 3	Média (89,26 %)	Média (73,93 %)

Fonte: Elaborado pelos autores (2015)

O primeiro indicador comparado na Tabela 1 acima se refere à quantidade de pedidos atendidos ao qual mostrou um aumento de 7% no cenário de *picking* por zona em relação ao *picking* discreto, demonstrando aumento da capacidade do sistema referente à quantidade de pedidos atendidos.

A segunda comparação realizada é em relação ao tempo médio que um pedido permanece na fila para ser separado, onde o segundo cenário simulado de *picking* por zona apresentou uma significativa melhora no desempenho sobre o cenário de *picking* discreto, com uma redução de 53%, ou seja, apresentou redução de mais da metade do tempo.

Outra análise relevante foi referente ao tempo para separação dos pedidos, que apresentou outra melhora importante no cenário de *picking* por zona em relação ao *picking* discreto, apresentando uma redução de 45%, quase metade do tempo para separação. Esse indicador pode ser considerado como mais relevante visto que a melhoria desse tempo tem impacto sobre todos os outros indicadores.

Por ultimo foi realizada a comparação em relação à taxa de ocupação dos separadores que demonstrou na estratégia de *picking* por zona mais uma melhora em relação ao *picking* discreto, demonstrando uma redução média de 18% no tempo de ocupação dos separadores.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPOSIUM DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



Com essa redução aumentasse a capacidade do sistema visto que os separadores estão sendo solicitados por menos tempo.

6. CONCLUSÕES

Com a crise econômica atual no setor automotivo e o aumento constante da concorrência entre as empresas do setor faz com que estudos que visem à identificação de possíveis vantagens competitivas para essas empresas sejam fundamentais. Nesse cenário o presente artigo buscou estabelecer uma comparação entre estratégias de *picking* para empresas de autopeças, a fim de identificar possíveis caminhos para melhorar essa atividade.

A primeira consideração final refere-se ao modelo de simulação, o qual se mostra adequado para testar cenários relacionados à atividade logística de *picking*. A simulação adotada, neste trabalho, se deu por meio do software ARENA que demonstrou facilidade na adequação para a análise dos resultados.

A avaliação da estratégia de *picking* discreto se mostrou menos adequado ao processo de separação de autopeças, devido às características das áreas de armazenagem, ocasionando grandes deslocamentos para separação dos materiais, aumentando o tempo para realização da atividade e conseqüentemente reduzindo a produtividade do armazém.

Por outro lado, a estratégia de *picking* por zona se mostrou muito adequada ao caso de separação de autopeças. A estratégia por zona apresentou resultados muito satisfatórios, tendo em vista que a análise dos cenários demonstrou que o modelo proposto obteve uma melhora na ordem de 45% em relação aos tempos do processo de separação dos materiais do modelo utilizado pela empresa. Esta melhora ocasiona o aumento do número de pedidos separados, o aumento da produtividade dos separadores, e a redução nos tempos totais de separação de forma a proporcionar aumento da satisfação de clientes e da competitividade da empresa, tendo em vista que a maior agilidade na separação de pedidos poderá resultar em um prazo menor de entregas. Pode-se dizer, portanto, que a metodologia empregada permitiu atingir o objetivo proposto no início do artigo.

Todavia não se pode afirmar definitivamente que a estratégia de *picking* por zona é a melhor para o processo de separação em todas as empresas de autopeças, sendo necessário um estudo sobre as características específicas de cada armazém. Sendo que a estratégia de *picking* por zona se mostrou adequada ao processo de trabalho da empresa foco do estudo, pois foram analisadas suas características específicas. Embora os cenários simulados tenham sido desenvolvidos por meio dos dados da empresa estudada, a metodologia utilizada pode ser facilmente ajustada e implantada em armazéns de outras empresas de autopeças onde o processo de separação dos pedidos é realizado de forma manual.

Pelas razões apresentadas, conclui-se que estudos sobre as estratégias de *picking* são relevantes e devem ser desenvolvidos com mais frequência. Sugere-se o desenvolvimento de trabalhos futuros em outras situações da atividade de *picking*, visto que esta atividade é responsável por significativa parcela dos custos logísticos de uma empresa.

7. REFERÊNCIAS

AGUILAR, R. S. Adequação de um Sistema de Picking no Armazém de Produtos Acabados de Uma Empresa de Produtos Elétricos. In: Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2005.

ALVES, E. O. Modelo Multicritério para Alocação de Produtos Focado em Níveis de Serviço. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

BANZATO, J. M.; CARILLO, J. E.; RAGO, S. F. T.; BANZATO, E.; MOURA, R. A. Atualidades na Armazenagem. São Paulo: IMAM, 2003.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



- BERGUE, L. X.** Análise das Potencialidades do Uso da Ferramenta de Simulação Computacional em Operações Logísticas: Estudo de Caso em um Armazém Geral. 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- CHIN, Y. S.** Simulação da Retirada de Itens em um CDP: Um Estudo de Caso em Empresa do Ramo Automotivo. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- FERNANDES, A. P. L. M.; CORREIA, J. D.** Processo de Armazenagem e Distribuição Física dos Produtos do Gênero Alimentício. In: Anais do VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Niterói, 2012.
- FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F.** Logística Empresarial: A Perspectiva Brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.
- GONTIJO, L. B. L. M.** Procedimento de Picking em um Centro de Distribuição Utilizando Princípios Lean. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- MEDEIROS, A.** Estratégias de Picking na Armazenagem. 1999. Disponível em http://www.prologbr.com.br/arquivos/documentos/estrategias_de_picking_na_armazenagem.pdf. Acesso em 13/03/2015.
- MOURA, R.** Armazenagem: do Recebimento à Expedição. Vol. 2. Manual de Logística. São Paulo: IMAM, 1997.
- NOVAES, A. G.** Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- PRADO, D. S.** Teoria das Filas e da Simulação. Vol. 2. 4ª ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2009.
- PRADO, D. S.** Usando o Arena em Simulação. 4ª ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2010.
- RODRIGUES, P. R. A.** Gestão Estratégica da Armazenagem. São Paulo: Aduaneiras, 2003.
- SAKAGUTI, F. Y.** Otimização do Processo de Picking de um Centro de Distribuição Através da Programação Dinâmica. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Área de Concentração em Programação Matemática, Setores de Tecnologia e de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- SALIBY, E.** Repensando a Simulação – A Amostra Descritiva. São Paulo: Editora Atlas, 1998.
- SOUZA, L. L.** Posicionamento Logístico para Redes de Franquias do Segmento Alimentício no Brasil. 2008. 160 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial) - Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Empresarial, Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2008.
- TEIXEIRA, E. C.** Mapeamento da Logística Interna em uma Empresa do Setor de Autopeças. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração - Área de Concentração Cadeias Produtivas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- TOZI, L. A.; CORREIA, A. R.** Aplicação do Ferramental de Simulação por Evento Discreto na Prospecção de um Terminal de Carga Aérea Internacional. In: Anais do XXI Congresso ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro, 2007.
- TOZI, L. A.; SALAZAR, M. S.; CRISTOVÃO, E. S.** Análise do Congestionamento de Caminhões no Sistema de Docas de um Terminal de Carga Aéreo Brasileiro. In: Anais do X Simpósio de Pesquisa em Transporte Aéreo, Ouro Preto, 2011.