

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CEPPAD – CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MBA EM GERÊNCIA DE SISTEMAS LOGÍSTICOS

RICARDO MOREIRA DA SILVA

**GESTÃO DE ARMAZENAGEM E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS: UM
ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE OPERADOR
LOGÍSTICO.**

CURITIBA

2016

RICARDO MOREIRA DA SILVA

GESTÃO DE ARMAZENAGEM E MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS: UM ESTUDO DE CASO EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE OPERADOR LOGÍSTICO.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação, MBA em Gerência de Sistemas Logísticos do Centro de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração da UFPR (CEPPAD), como requisito à obtenção do título de especialista em Gerência de Sistemas Logísticos.

Orientação: Prof. Cassius Tadeu Scarpin

CURITIBA

2016

RESUMO

Ser referência em mercados globalizados é uma das motivações para que as empresas busquem a excelência operacional. Nesse contexto a melhoria continua dos processos se torna a chave para a constante identificação de desperdícios e otimização dos recursos, principalmente em cenários de racionamento de custo. Neste artigo apresenta-se um estudo da combinação da aplicação da curva ABC e da simulação computacional em um armazém de um centro de distribuição logístico. O estudo apresenta propostas para organização do depósito considerando o giro dos produtos como parâmetro para estabelecer a melhor posição do armazém para cada classe de produto. Com o objetivo de aumento da produtividade no abastecimento de linha de separação, além de melhorias nos processos de armazenagem, movimentação e separação de materiais. Podem-se observar os impactos ocorridos em cada processo nos cenários experimentados, algo que seria difícil realizar no ambiente real sem incorrer em impactos significativos, sendo relativamente positivo realizar em ambiente virtual. Este estudo além de proporcionar melhorias qualitativas nos processos do centro de distribuição, estimasse um ganho de produtividade no abastecimento de linha de separação em 11%, representando mais de 240 caixas abastecidas por dia, o que equivale a mais de 50% da carga de trabalho atual de um auxiliar operacional.

Palavras-chave: Simulação computacional, Armazenagem, Curva ABC.

1 INTRODUÇÃO

A globalização tem desafiado cada vez mais as organizações a serem inovadoras e eficientes, devido à disputa acirrada com empresas transnacionais por maior fatia do mercado, exigindo respostas rápidas às necessidades dos clientes e as oscilações dos diversos ambientes. Assim a sobrevivência no mercado depende dentre outros fatores quão eficientes e inovadoras as empresas podem ser.

Nesse contexto a área de logística tem ganhado cada vez mais espaço na agenda dos executivos da maioria das empresas (CORRÊA, 2014), sendo uma poderosa arma competitiva, além de absorver um montante alto de recursos financeiros para fazer com que os produtos e serviços cheguem ao cliente no tempo certo, na quantidade certa, íntegros e a um preço justo.

Dentre os processos da área logística as atividades de armazenagem e manuseio de materiais respondem por 25% das despesas, excluindo os custos de manutenção de estoques. Vale destacar ainda que essas atividades além de absorverem custos, causam impacto sobre o tempo de ciclo do pedido e conseqüentemente sobre o nível de serviço ao cliente (BALLOU, 2006), sendo temas merecedores de cuidadosa análise e consideração.

Logo, o desafio para a gestão de armazéns diz respeito a como desenvolver a armazenagem de modo a facilitar o manuseio eficiente de materiais (BOWERSOX, 2006), evitando o desperdício de recursos.

Um armazém é normalmente visto como um lugar para se guardar ou armazenar produtos ou materiais, já armazenagem é a atividade de estocagem e movimentação de produtos acabados, dentro da própria fábrica ou em locais externos, pelos fabricantes ou através de um processo de distribuição (MOURA, 1983).

De acordo com Bowersox (2001) o manuseio de materiais é a chave da produtividade dos depósitos por varias razões importantes.

Primeiramente a quantidade relativamente grande de mão-de-obra, necessário ao manuseio de materiais, faz com que a produtividade geral do depósito seja vulnerável a qualquer queda de desempenho da mão-de-obra.

Em segundo lugar, a natureza das atividades de manuseio de materiais apresentam limitações ao uso de avançadas tecnologias de informação. Mesmo considerando que o uso de

computadores propiciou a introdução de novas tecnologias e capacidades, o manuseio de materiais ainda é uma atividade preponderantemente manual.

Em terceiro lugar há o fato de que, até recentemente, o manuseio de materiais nunca havia sido administrado de maneira integrada com outras atividades logísticas.

Na visão de Koch (2008) a armazenagem aparece atualmente como uma das funções que se agrega ao sistema logístico e que sua importância leva soluções para os problemas de estocagem de materiais que possibilitam uma melhor integração entre as cadeias de suprimento, produção e distribuição. Dessa forma o setor de armazenagem deixou de ser vista como uma área geradora de custos e passou a ser vista com potencial para aumentar a vantagem competitiva das empresas.

Para a manutenção dessa vantagem competitiva as empresas que se destacam pela excelência em logística vêm adotando mais frequentemente modernas tecnologias de informação, principalmente sistemas de apoio à tomada de decisão, dentre as quais se destacam a modelagem e a simulação computacional (CARVALHO, 2006).

A escassez da disponibilidade de recursos para investimento em melhoria de processos faz com que as empresas busquem essas ferramentas que auxiliem no direcionamento de suas tomadas de decisão e reduzam os riscos atrelados (SOARES et al., 2011).

Assim pode-se constatar que a utilização da tecnologia da informação e das ferramentas computacionais para auxiliar nas atividades logísticas de armazenagem e suportar as decisões gerenciais, compõe uma combinação interessante quando o objetivo é melhorar um processo que auxiliará na manutenção da competitividade empresarial.

Contudo, o objetivo deste artigo é utilizar a simulação para análise de cenários, sugerindo mudanças no processo de armazenagem e movimentação de materiais de um centro de distribuição, aplicando no depósito o conceito de curva ABC, buscando concluir a existência de ganhos de produtividade no setor de abastecimento de linha de separação.

Para atingir o objetivo deste trabalho, pretende-se analisar o processo atual de armazenagem e movimentação de materiais da empresa objeto desse estudo, propor alterações nos processos, realizar a comparação de resultados entre estado atual e os cenários experimentados. Assim a principal contribuição deste trabalho está na proposta de um processo estruturado baseado na aplicação de conceito da curva ABC como método de

organização e a utilização de ferramentas de simulação computacional para testar cenários e propor mudanças de processos antes da efetiva implantação no sistema real.

Na seção 2 deste presente trabalho é apresentado o referencial teórico, serão abordados os conceitos de simulação computacional, a metodologia da simulação utilizada para desenvolvimento deste trabalho e os softwares comerciais disponíveis no mercado. Na seção 3 é a apresentado o conceito da curva ABC. Na seção 4 é apresentado simplificada em forma de tabela os trabalhos correlatos. Na seção 5 é apresentado o estudo de caso, detalhando os processos e atividades atuais, assim como as medições e aplicação da sistemática proposta, e na seção 6 são descritos os passos da implementação no modelo computacional, na seção 7 são demonstrados os experimentos e analisados os resultados obtidos na simulação computacional apresentado pelo software Simul8. Na seção 8 são apresentadas as considerações finais sobre o estudo realizado e por fim na seção 9 são descritos as referências bibliográficas.

2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

De acordo com Prado (2003) simulação é uma técnica que permite imitar o funcionamento de um sistema real em um computador. A simulação se mostra como uma ferramenta estratégica para estudos de reengenharia, mudanças de layout, ampliação, logística, etc. Sendo sua grande vantagem o fato de permitir a análise de diversas alterações no cenário virtual sem o custo e o risco de atuar no cenário real.

Kelton (1998) acrescenta dizendo que a simulação é uma gama variada de métodos e aplicações que reproduzem o comportamento de sistemas reais, usualmente utilizando-se de ferramentas computacionais.

2.1 METODOLOGIA DA SIMULAÇÃO

Segundo Chwif e Medina (2010) para que o estudo da simulação seja bem sucedido devem-se seguir certos passos que são conhecidos na literatura como “metodologias de simulação”. Os autores ainda complementam que basicamente, o desenvolvimento de um modelo de simulação compõe-se de três grandes etapas:

- Concepção ou formulação do modelo;
- Implementação do modelo;
- Análise dos resultados do modelo.

Na primeira etapa, “concepção”, deve-se ter o entendimento claro do sistema a ser simulado e seus objetivos, definição do escopo com suas hipóteses e níveis de detalhamento, bem como a coleta inicial dos dados de entrada.

Na segunda etapa, “implementação”, o modelo conceitual é convertido em um modelo computacional através da utilização de alguma linguagem de simulação ou de um simulador comercial, sendo este último o mais utilizado.

Na terceira etapa, “análise”, o modelo computacional está pronto para realização dos experimentos. Nesta etapa são efetuadas varias “rodadas” do modelo, e os resultados gerados são analisados e documentados. Se o resultado não for satisfatório, o modelo pode ser modificado e o ciclo é reiniciado.

2.2 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

Para Prado (2003) cada software de simulação possui uma característica básica que o diferencia dos outros: a “visão de mundo”. Este termo significa a forma como que o software foi concebido, ou como ele vê um sistema a ser simulado. Isto tem como consequência a maneira como os dados serão fornecidos, cada software é diferente e os relatórios gerados também têm características peculiares.

Chwif e Medina (2010) descrevem que a etapa de escolha do software de simulação nem sempre é fácil e direta, pois irá depender dos conhecimentos do profissional responsável em relação ao software de simulação utilizado. Os autores acrescentam que o software de simulação é um ponto importante em um estudo de simulação, porém, não fundamental, porque o fator mais importante e crítico para o sucesso de um estudo de simulação é o profissional que está realizando o estudo. No entanto, não se pode negar que a seleção adequada do software influencia principalmente o tempo total de um estudo de simulação.

Uma excelente fonte de informação sobre os softwares de simulação disponíveis é a revista eletrônica *OR/MS Today* (<http://www.orms-today.org/surveys/Simulation/Simulation.html>), que apresenta uma *survey* com os principais softwares de simulação, relacionando: seus principais usos, áreas de aplicação, vendedores/distribuidores, etc.

Um dos softwares comerciais de simulação com o maior quantidade de licenças vendidas no mundo é o SIMUL8, seu desenvolvimento teve inicio na década de 90, sua

escolha como ferramenta de suporte para este artigo está diretamente relacionada com a área de aplicação do software, o sistema roda perfeitamente em sistema operacional Windows, possui interface com Microsoft Excel, além de ser de fácil acesso a apostilas e tutoriais, contudo outro fator relevante é o prévio conhecimento do software pelo autor deste artigo.

3 CURVA ABC

Um conceito especialmente valioso em termos de planejamento logístico é a curva ABC.

O método foi observado pela primeira vez por Vilfredo Pareto em 1987 durante um estudo de distribuição da renda e da riqueza na Itália. Ele chegou à conclusão de que uma grande percentagem da renda total estava concentrada nas mãos de uma pequena percentagem da população, na proporção de quase 80% a 20%, respectivamente. Esse conceito encontrou generalizada aplicação nos negócios. (BALLOU, 2006).

Mediante essa teoria, a General Electric realizou uma adaptação do princípio de Pareto à administração de materiais, que foi denominada curva ABC. Esta representa uma ferramenta que permite identificar itens que justificam atenção e tratamento adequados em seu gerenciamento (VAGO, et al, 2013).

Geralmente uma análise de curva ABC consiste da separação dos itens de estoque em três grupos de acordo com o seu consumo se tratando de produtos acabados. O valor de consumo é determinado pela divisão da quantidade de consumo do produto pelo total de produtos consumidos no período.

Segundo Martins e Campos (2009), os percentuais do total de itens que pertencem à determinada classe não são uma razão exata: os da classe A estão entre 35% e 70% do valor movimentado no estoque, os da classe B, entre 10% a 45% e os da classe C, entre 20% e 55%.

Para composição desta pesquisa foi determinado os valores correspondentes para cada classe, sendo os pertencentes à classe A igual a 15% dos itens, os da classe B, 30% e os da classe C, 55% dos itens.

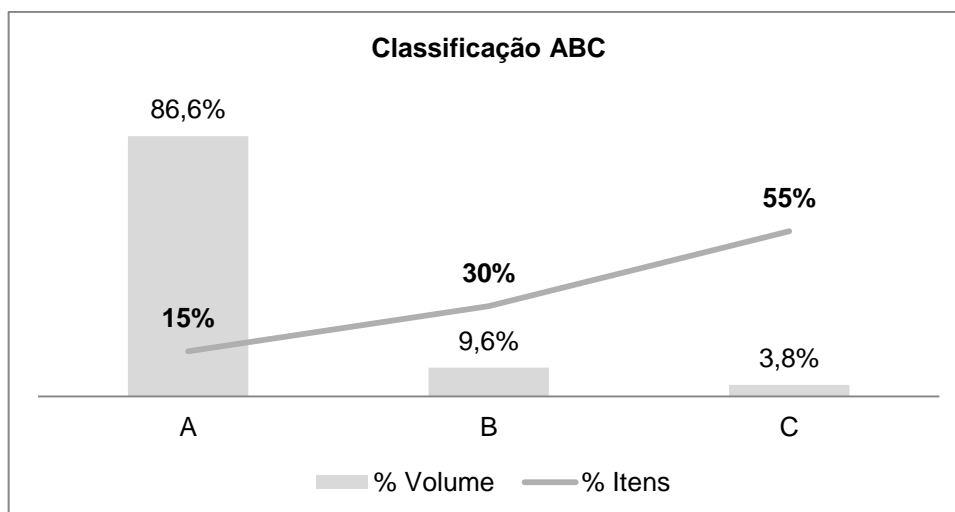


Gráfico 1 – Demonstração gráfica da classificação ABC.

Fonte: Elaborado pelo autor

4 TRABALHOS CORRELATOS

Referência	Descrição
Carvalho (2006).	Propôs analisar as potencialidades e vantagens do uso da modelagem e simulação computacional em operações logísticas complexas como ferramenta de auxílio a tomada de decisões, realizando estudo de caso em uma organização Baiana, focando nas operações logísticas de carregamento e expedição de caminhões com produtos a granel e embalados (sacaria ou tambores).
Cassel, Carmo, Campana, Ritter e Silva (2002).	Buscaram apresentar as dificuldades e os benefícios da utilização da técnica de simulação computacional no planejamento de uma nova unidade fabril e na melhoria dos processos de separação da área de logística interna de uma empresa do setor moveleiro.
Filgueiras, Azevedo, Carmo e Winkler (2015).	Abordaram a aplicação de conceitos de produção enxuta em um armazém do centro de distribuição de uma empresa atacadista.
Junior, Santos e Bertoluci (2015).	Realizaram uma simulação computacional num contexto de produção, correlacionando tempo e qualidade, com o intuito de identificar os gargalos que geram grandes números de perdas durante

a produção de uma empresa de calçados.

Maia, Luche, Marins e Ribeiro (2014).

Propuseram um projeto de ampliação de um armazém de uma fábrica do setor alimentício, revisando a política de estoque, analisando a curva ABC dos produtos para melhor alocação no armazém, sugerindo alteração no layout do depósito e verificando a viabilidade do investimento.

Silva, Freitas, Tozi e Nascimento (2015).

Apresentaram uma comparação entre as estratégias de separação discreta e separação por zona utilizando-se de técnicas de simulação computacional por eventos discretos aplicados no Software Arena, avaliaram alguns cenários alternativos e identificaram potenciais vantagens competitivas para armazém de empresa de autopeças.

Soares, Lemos, Araújo e Hansen (2011).

Apresentaram um estudo de simulação computacional em uma empresa do ramo automotivo, com um ambiente organizacional focado em princípios do Sistema Toyota de Produção. O estudo apresentou uma proposta de simulação computacional de reestruturação de um *layout* celular, avaliaram a redução de estoques em processo, o aumento da produtividade, a redução do lead time e a adequação da mão-de-obra na célula de produção.

Tinelli (2013).

Estabeleceu uma ferramenta/técnica que garante um posicionamento de produto otimizado baseado na classificação ABC e alocação por meio da priorização dos produtos estabelecida pela hierarquia do AHP.

Torga, Montevechi e Pinho (2006).

Exploraram a simulação computacional na manufatura diferenciando os tipos de sistema de produção e descreveram sua aplicação em uma linha de produção puxada associando os conceitos de simulação e otimização para minimizar o número de *kanbans* de uma linha produtiva.

Vago, Souza, Melo, Utilizaram a ferramenta curva ABC para contribuir na gestão de Lara, Fagundes e almoxarifado de um Centro de Pesquisa Federal, bem como o Sampaio (2013). gerenciamento de necessidade de estoque.

5 ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa se classifica como estudo de caso num centro de distribuição (CD) de uma empresa de grande porte do segmento de perfumaria e cosméticos, localizado em São José dos pinhais, região metropolitana de Curitiba/PR, tendo como foco principal a aplicação da simulação computacional como ferramenta de suporte para identificação de desperdícios, bem como testes de cenários e mudanças no processo que permitam maior produtividade nas atividades de armazenagem, movimentação de materiais e abastecimento de linha de produção, juntamente com a aplicação do conceito de curva ABC, para melhor organização do depósito do centro de distribuição objeto desta pesquisa.

5.1 CONCEPÇÃO DO MODELO

A estrutura de armazenagem do CD compreende a uma área de aproximadamente 5.000m² e é composta por uma estrutura porta-pallet com capacidade para armazenar 4.500 pallets, contém seis corredores de acesso e dois tuneis de circulação no sentido oposto aos corredores que facilitam o acesso e o tráfego no centro do depósito. A estrutura é verticalizada com pé direito de 10m sendo seis níveis de altura.

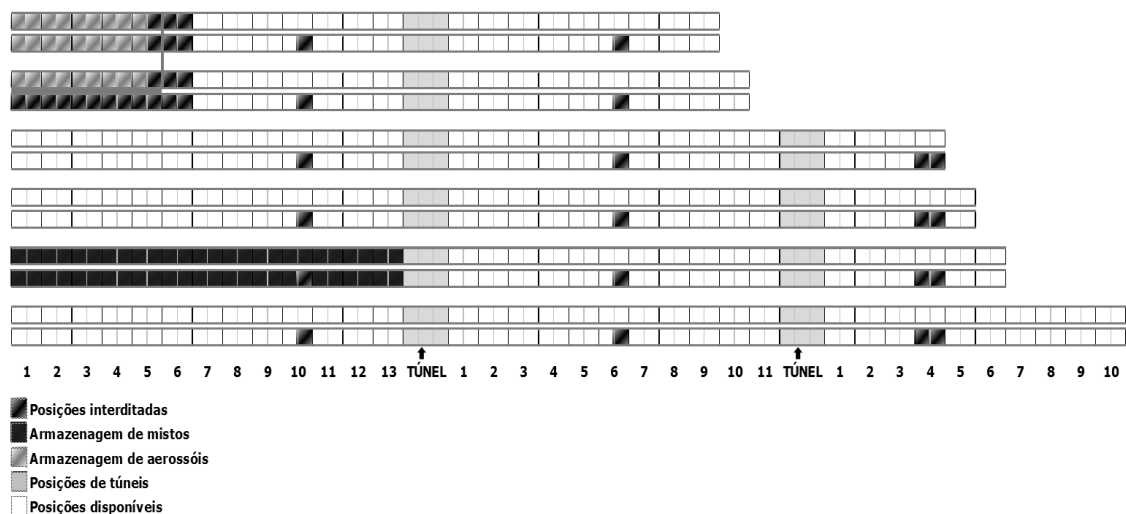


Figura 1 – Layout do depósito

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

As posições do armazém são codificadas, identificadas com etiquetas código de barras e cadastradas no sistema ERP gerenciador de depósito. Isso permite além da utilização de radio frequência (RF), o rastreamento das movimentações realizadas no armazém, mantendo assim a acurácia e organização do estoque.

Os produtos são unitizados e armazenados em pallets, para atender a essa condição toda carga de materiais recebida no CD deve necessariamente ser palletizada.



Figura 2 - Fluxo atual do macro processo do *inbound* da empresa

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

O macro processo do *inbound* é subdividido em cinco micros processos, sendo descarga de caminhão, conferência da carga, armazenagem, movimentação de materiais e separação para abastecimento de linha de produção.

O processo de descarga de caminhão consiste nas atividades de avaliação de segurança, a descarga propriamente dita, segregação de materiais e palletização. Após a conclusão dessas atividades, é liberada a realização do processo de conferência que compreende nas atividades de conferência física, colagem de etiqueta de unidade de depósito (UD), também conhecida como LPN (*Licence Plate Number*), avaliação do estado da carga em termos de danos.

A atividade de conferência é realizada mediante a entrada da nota fiscal no sistema da empresa. Para garantir a confiabilidade da conferência, essa atividade é realizada “às cegas” uma vez que o conferente responsável não detêm as informações dos produtos, quantidade de peças, quantidade de caixas, etc.

A conferência só é permitida com equipamento RF porque todas as caixas de produtos possuem uma etiqueta de identificação com código de barras que contém os dados do produto (código do material, lote, data de fabricação, data de validade, quantidade de unidades, etc) nomeada de etiqueta lote. Essa etiqueta é registrada no sistema a partir de sua leitura pelo RF, o pallet referente ao material em conferência recebe a etiqueta UD onde estão gravadas as informações consolidadas dos materiais, se tornando uma espécie de identidade do pallet.

Para conclusão dessa atividade, são necessárias duas conferências, caso ocorra alguma divergência entre a quantidade conferida e a quantidade da nota fiscal, uma terceira contagem é requisitada, sendo esta a definitiva.

Assim que concluído o processo de conferência, os materiais estão prontos para serem armazenados no depósito.

O processo de armazenagem e movimentação de materiais é realizado por operadores de empilhadeira, que através do RF efetuam a vinculação entre a etiqueta UD e a posição a ser armazenada, vale destacar que o sistema não sugere qualquer posição, ficando a critério do operador a escolha de um local disponível para guardar o material, usualmente selecionado de forma visual.

Em um dado momento esses pallets serão requisitados para a área de separação de caixas sendo movimentados posteriormente por auxiliares operacionais denominados compradores de abastecimento de linha de produção. Os responsáveis por essa atividade de movimentação de pallets para a área de separação são os próprios operadores de empilhadeira que mediante solicitação da área de abastecimento de linha, movimentarão o pallet para a área de separação, que compreende o primeiro nível da estrutura porta-pallet.

Da mesma maneira que a armazenagem do recebimento, a movimentação não segue um critério de melhor posição no depósito para o tipo de material, aqui se encontra o problema estudado neste artigo. No modelo de processo atual um produto de alto giro de estoque pode ser alocado no nível mais alto do armazém e depois ser movimentado para a área de separação mais distante do abastecimento de linha de produção, por exemplo. Isso ocorre porque o processo atual não presa pela otimização da movimentação de materiais.

A atividade de separação é realizada pelos compradores de abastecimento de linha, cada qual responsável por ruas do depósito, que iniciam a atividade quando é gerada pela linha de produção a necessidade de abastecimento de um determinado produto. Esta solicitação entra numa fila de prioridade no sistema, ficando disponível até a conclusão da atividade via RF pelos separadores.

Pretende-se testar cenários e mudanças no processo que traduzam em ganho de produtividade para ambas as atividades, mais especificamente na quantidade de caixas abastecidas na linha de produção.

Hipóteses a serem comprovadas:

- Com uma melhor organização do depósito através da classe ABC obtêm-se redução de tempo na movimentação de materiais;
- Produtos de maior giro de estoque em áreas próximo ao abastecimento da linha de produção reduz o tempo na atividade de separação;
- Mesmo havendo aumento no tempo no processo de armazenagem, há uma redução de tempo significativo na atividade de separação e abastecimento de linha.

5.2 MEDIÇÕES

As medições apresentadas nessa seção foram realizadas em um mesmo período, compreendendo um mês completo nas atividades delimitadas anteriormente e como base em minutos.

O gráfico 2 abaixo apresenta as medições realizadas na área de armazenagem em relação ao tempo de execução entre uma tarefa de armazenagem de pallet e outra. Observando que aproximadamente 91% dos pallets são armazenados em um intervalo de 0 a 4 minutos.

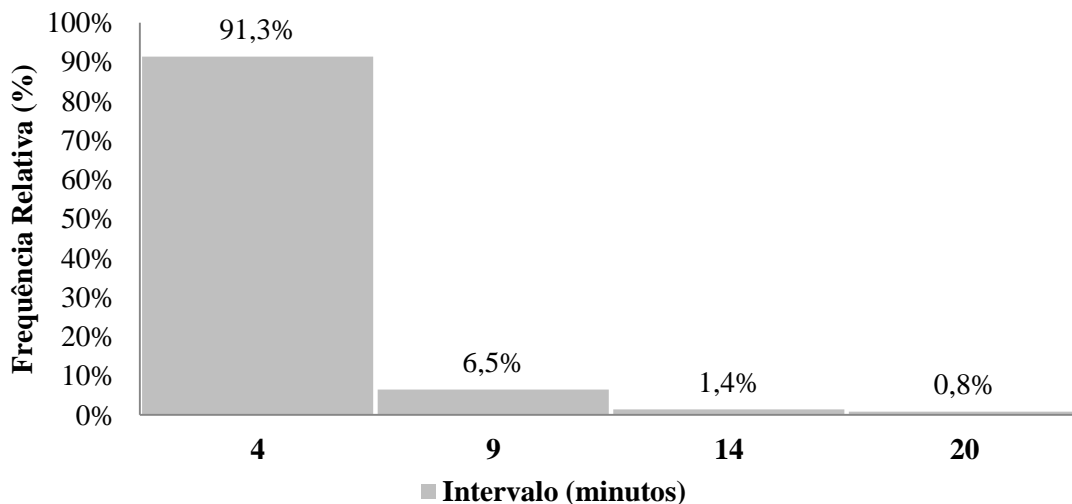


Gráfico 2 – Histograma de frequências do intervalo de tempo de armazenagem por pallet

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

O gráfico 3 a seguir apresenta o intervalo de tempo de movimentação (pallet) de materiais para a área de separação e abastecimento direto para linha de produção. Atualmente o tempo de movimentação de pallet da estrutura para o piso está no intervalo de 0 a 4 minutos em 71% das tarefas.

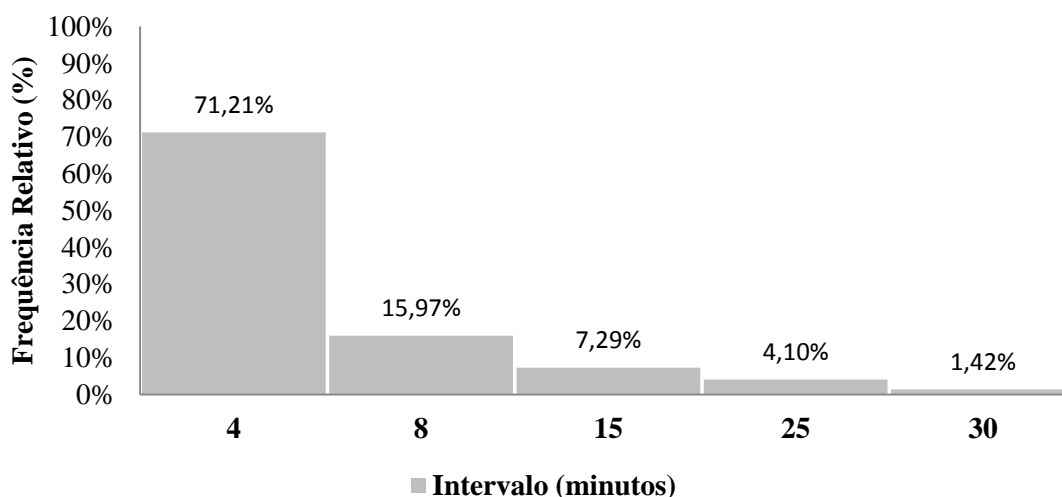


Gráfico 3 – Histograma de frequências de intervalo de tempo de movimentação

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

O seguinte gráfico 4 demonstra que 78% das tarefas de separação para abastecimento de linha de produção gira em torno de 0 a 2 minutos, porém pode-se observar que mais de 10% acontecem no intervalo de tempo de 3 a 6 minutos o que é razoavelmente alto dado às dimensões do depósito.

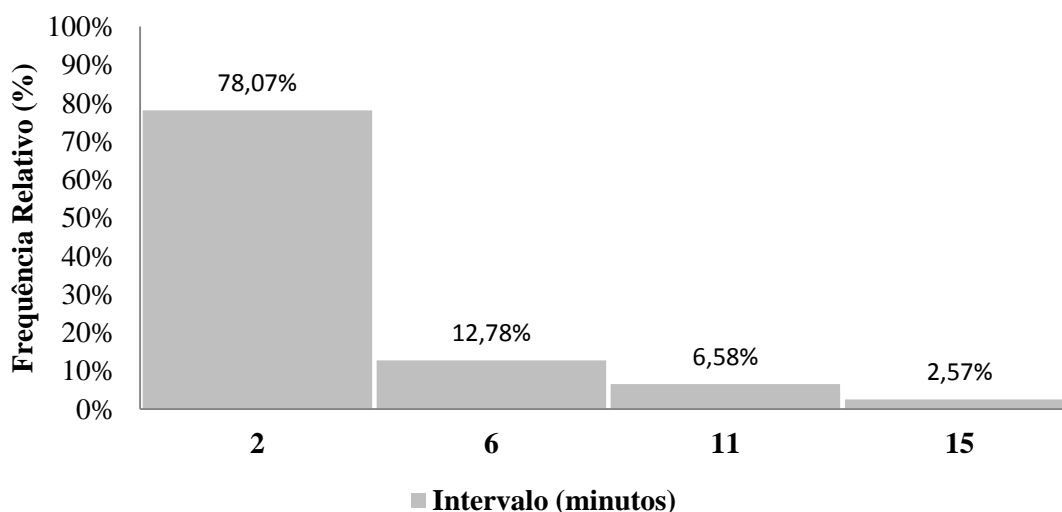


Gráfico 4 – Histograma de frequências para o intervalo de tempo da atividade de Separação

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

O gráfico 5 abaixo apresenta os tempos relacionados a atividade de abastecimento da linha de produção realizado após a separação no depósito, vale destacar que o abastecimento de linha acontece após a realização de várias separações de ordem de transporte (OT's) para otimizar o processo, uma vez que em sua maioria a quantidade média de cada OT é de 3,3

caixas por separação realizada, logo não faz sentido abastecer a linha a cada separação (vai e volta), se isso ocorresse haveria um excesso de deslocamento no depósito.

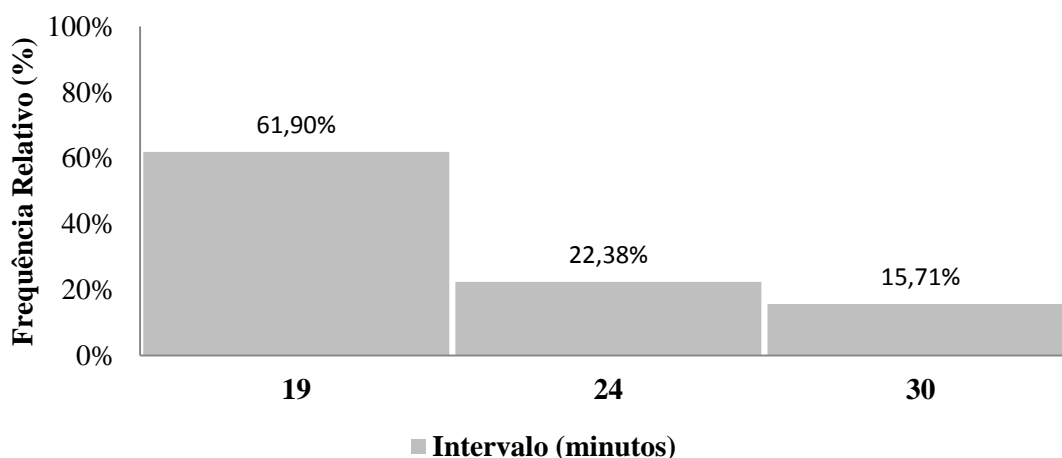


Gráfico 5 – Histograma de frequências para o intervalo de tempo de abastecimento de linha.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa.

A seguinte tabela 1 apresenta a quantidade de posições disponíveis segundo a curva ABC adotada nesta pesquisa, aplicada no depósito e o percentual representativo de cada classe na estrutura.

Posições pallets disponíveis por classe		
Classe	Quantidade	Percentual
A	1.732	55%
B	996	32%
C	399	13%
Total	3.127	100%

Tabela 1 – Posições pallets disponíveis por classe e representatividade

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

A tabela 2 demonstra a aplicação da curva ABC aplicada na previsão de demanda, ajustada de acordo com os critérios do autor deste artigo. A curva A compreende 15% dos itens que corresponde a aproximadamente 86% do volume previsto para o período analisado, a curva B possui 30% dos itens que correspondem a 9,6% e a curva C detêm 55% dos itens com correspondente de 3,8% do volume.

Previsão de Demanda				
Classificação	Skus*	% Itens	Caixas	% Volume
A	204	15%	48.514	86,6%
B	408	30%	5.350	9,6%
C	749	55%	2.127	3,8%
Total	1.361	100%	55.990	100%

* Stock Keeping Unit ou Unidade de Manutenção de Estoque.

Tabela 2 – Aplicação da curva ABC na previsão de demanda

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

Após a determinação das posições por classe de giro de produto e empregado a curva ABC na previsão de demanda, foi aplicada no cenário atual do depósito, obtendo uma fotografia do estado atual do armazém. Constatou-se que o depósito possui mais de 50% da ocupação ociosa, dado a sazonalidade do período, assunto irrelevante para o objetivo da pesquisa. Ainda nesse levantamento pôde se observar que mais de 40% dos produtos alocados em todas as classes não corresponde a curva proporcional.

Classe de Posição	Posições disponíveis por classe	Ocupação atual	Armazenagem		
			% de ocupação	Adequada*	Inadequada*
A	1.732	756	44%	53%	47%
B	996	221	22%	15%	85%
C	399	378	95%	29%	71%
Total	3.127	1.355			

* Conforme classificação ABC determinada anteriormente.

Tabela 4 – Dados atuais do depósito

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

Na figura 3 abaixo é apresentado à fotografia do estado atual da armazenagem em comparação com a classificação ABC das posições determinadas.

A Tabela 5 demonstra como os itens estão armazenados no depósito, sendo possível observar que muitos itens de alto giro (A) estão alocados em área B e C sendo menos privilegiadas do *layout* do armazém, impactando posteriormente no tempo de movimentação de materiais.

Distribuição de itens no depósito (demanda x posições)				
Classificação de itens (Demanda)	Classe de Posições			
	A	B	C	Total de Produtos
A	484	236	36	756
B	160	56	5	221
C	272	89	17	378
Total de Posições	916	381	58	1.355

Tabela 5 – Dados atuais da armazenagem.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da empresa

6 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

A construção do modelo computacional objetivou-se a simplicidade, uma vez que modelar um processo considerando todas as variáveis e detalhes, torna o processo de construção extremamente complexo, dessa forma foram definidas as condições normais de operação em um período normal, ou seja, sem sazonalidade e eliminando as variações atípicas.

O modelo computacional foi modelado no software Simul8, onde foram utilizados os seguintes elementos disponíveis na ferramenta: (a) Start Point: chegada de pallets; (b) Queue: pallets aguardando armazenagem, movimentação, separação e abastecimento de linha; (c) Activity: atividades de armazenagem, movimentação, separação e abastecimento; (d) End: entrada de abastecimento. Também foram parametrizadas em cada elemento as variáveis de tempo, quantidade de processamentos, restrições e distribuições de probabilidades. Foram geradas 20 rodadas de simulação para extração dos resultados e comparação com o processo real validando o modelo.

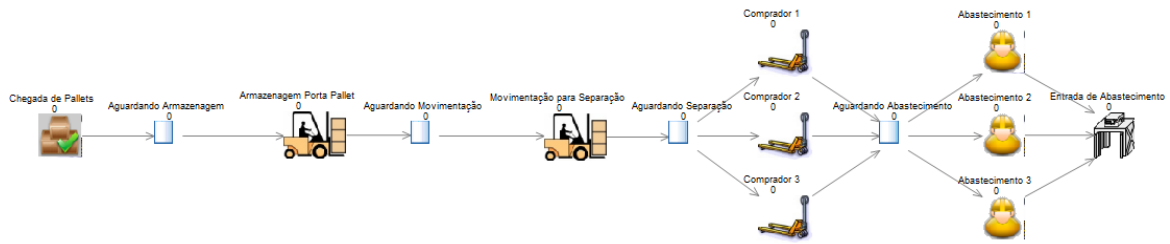


Figura 4 – Modelo computacional do processo atual

Fonte: Elaborado pelo autor

7 ANALISE DE RESULTADOS

Com o intuito de atingir os objetivos iniciais desse estudo, foram realizados alguns experimentos com base no modelo computacional do processo atual validado. Basicamente as mudanças propostas incluem a armazenagem de produtos pela classificação ABC, com critérios de maior demanda e giro de estoque, além de alterações propostas na atividade de separação.

Nesta seção são demonstrados também os resultados gerados nas simulações e suas comparações.

7.1 CENÁRIO 1

Neste primeiro cenário simulado foi analisada a proposta de disposição de produtos no armazém pela classificação ABC, dessa forma os produtos de alto giro (A) ficam mais próximos da entrada de abastecimento, dando agilidade na separação e conseqüentemente no abastecimento de linha, e a separação permanece com os mesmos recursos atuais acessando qualquer área de separação.

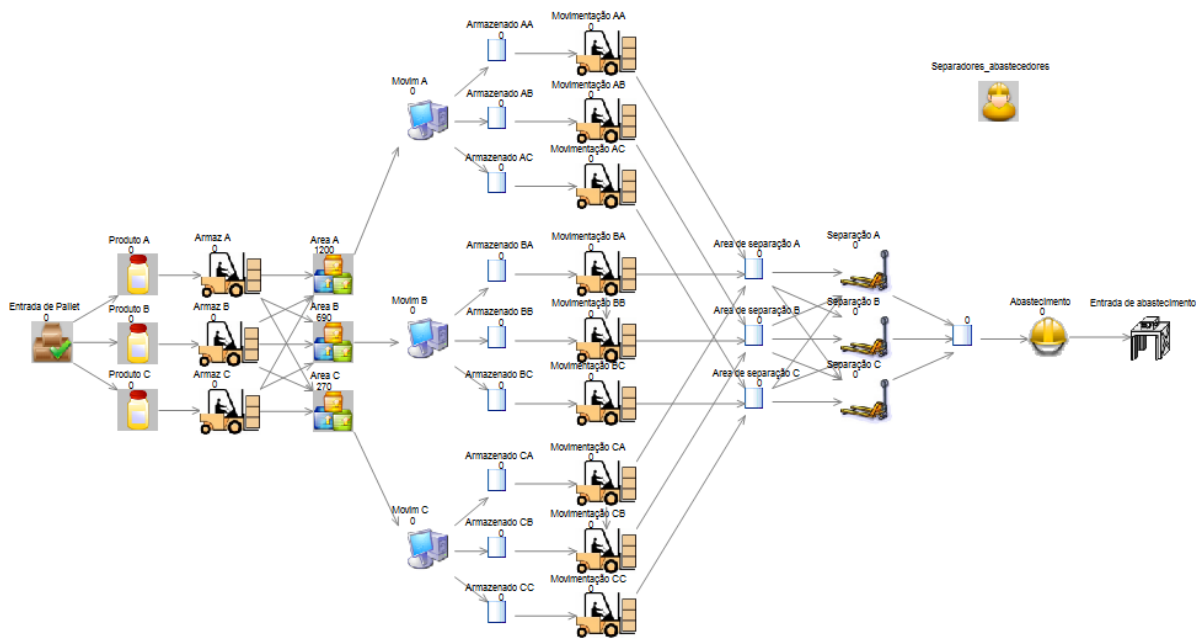


Figura 5 – Modelo computacional do Cenário 1

Fonte: Elaborado pelo autor

7.2 CENÁRIO 2

No segundo cenário experimentalado, propõe-se que os separadores realizem a atividade cada qual em sua área de separação, de modo a ficarem dedicados para uma classe de produto especifica.

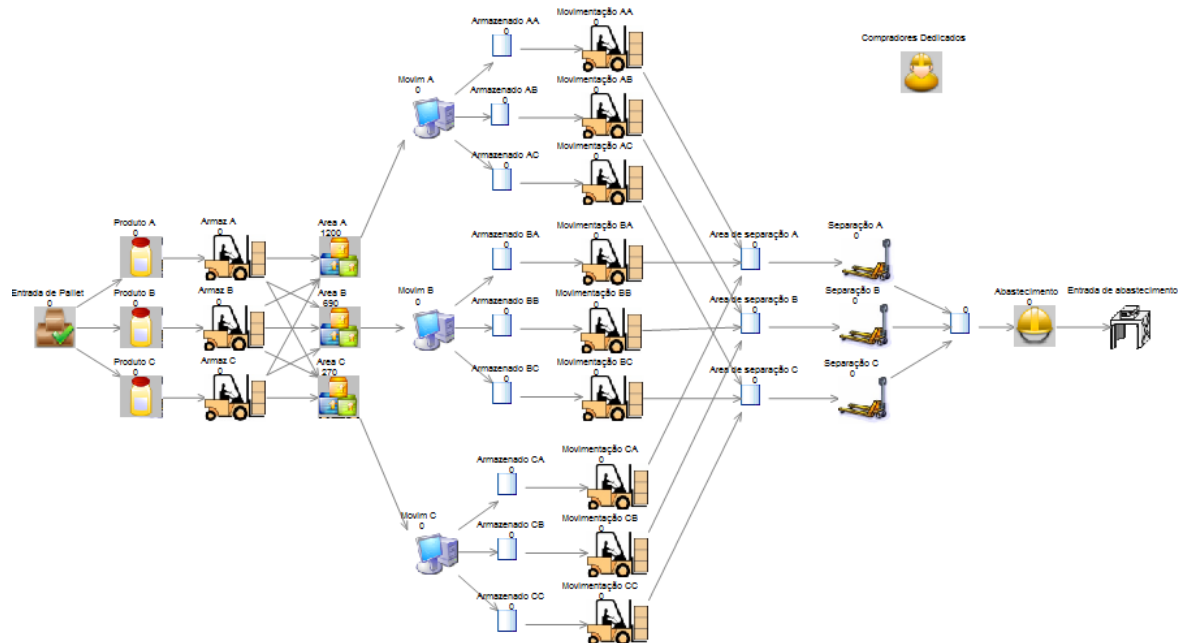


Figura 6 – Modelo computacional do Cenário 2

Fonte: Elaborado pelo autor

7.3 CENÁRIO 3

No cenário 3 foi experimentado o deslocamento de um recurso de separação para exclusivamente realizar a atividade de abastecimento de linha.

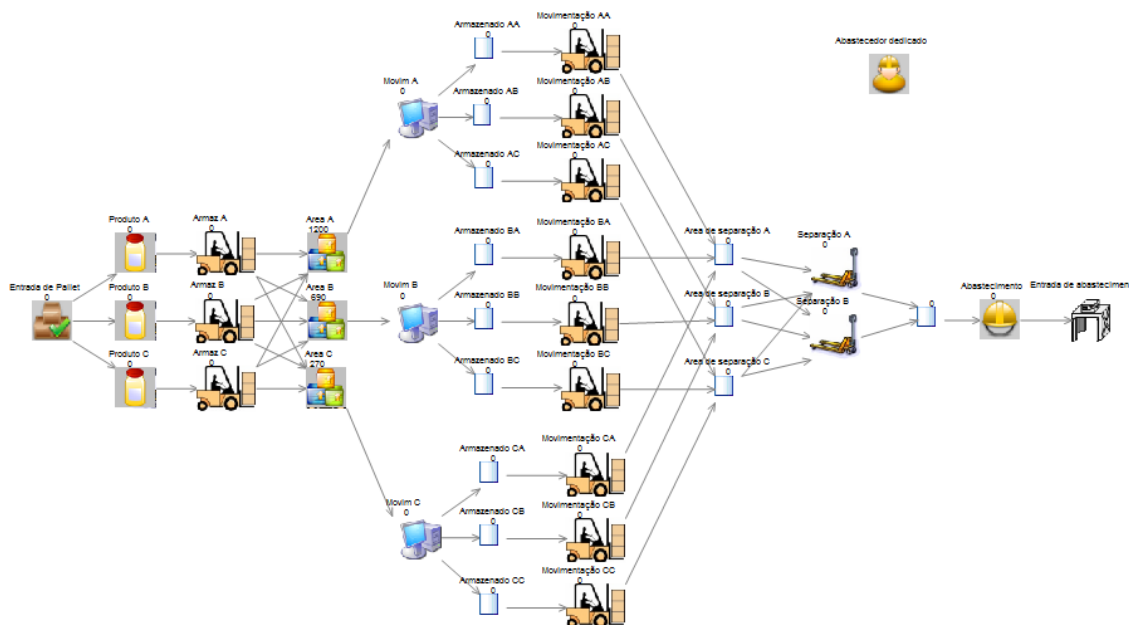


Figura 7 – Modelo computacional do Cenário 3

Fonte: Elaborado pelo autor

7.4 RESULTADOS

A tabela 5 apresenta um comparativo entre os indicadores estabelecidos para análise e tomada de decisão.

De modo geral ambos os cenários atendem a demanda da operação em termos de armazenagem e movimentação de materiais, inclusive o processo atual, porém o cenário 3 é descartado, uma vez que não atinge o objetivo desse estudo de aumento da quantidade de caixas abastecidas na linha de produção, sendo ineficaz para atender a demanda atual do centro de distribuição.

Entre os experimentos realizados o cenário 2 alcançou os objetivos estabelecidos com um aumento de 11% de caixas abastecidas em relação ao processo atual, sendo 245 caixas, que representam aproximadamente 50% da produtividade de um recurso, e as alterações propostas no processo impactaram positivamente também na performance de armazenagem com ganhos acima de 50% e a queda na quantidade de pallets movimentado não são ofensores para a separação, dado que as movimentações são direcionadas para produtos que serão utilizados no processo seguinte e não ficarão parados em estoque gerando desperdícios de espaço, movimentação e excesso de estoque.

Comparativo dos resultados das simulações				
KPI	Processo atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Tempo de operação (min)	840	840	840	840
Pallets armazenados	180	274	274	274
Pallets movimentados	113	221	65	58
Quantidade de separadores	6	6	6	4
Quantidade de OT's	692	715	765	479
Quantidade de caixas abastecidas	2325	2404	2570	1611

Tabela 5 – Comparação dos resultados dos cenários simulados

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados gerados pelo Simul8

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo se relaciona com a aplicação da simulação computacional e a utilização dos conceitos de curva ABC aplicada em depósitos de centros de distribuição, de modo a melhorar significativamente a organização do depósito desde o processo de armazenagem, passando pelas atividades de movimentação de materiais e separação, objetivando o aumento de produtividade no abastecimento de linha de produção.

Analisando o processo como um todo, identificou-se que havia uma ociosidade na atividade de armazenagem, devido ao processo realizado de forma aleatória, ou seja, não havia distinção do tipo de produto, tampouco era verificado o giro do material. Logo, as áreas nobres do depósito continha produtos de baixíssimo giro, havendo possibilidade de ganhos no abastecimento de linha, uma vez que os itens de alto giro estivessem mais próximos da área de abastecimento. Entretanto a organização do armazém por si só já traria um ganho qualitativo de organização.

As mudanças sugeridas se baseiam nos conceitos da curva ABC aplicada à logística de armazenagem e simulação de mudanças no processo através da simulação computacional, dado a relevância e criticidade do impacto que se pode gerar em simular cenários no processo real implantado.

Foi utilizado nesse estudo o software Simul8, que possui uma usabilidade incrível e que atendeu de forma satisfatória a modelagem do processo atual e suas complexidades, este

caso pode corroborar para a comprovação de que é possível modelar sistemas complexos da área logística. Uma vez que o modelo do processo atual foi validado devido à proximidade dos dados de saída gerados pela ferramenta com os reais, trazendo mais confiabilidade para a tomada de decisão.

Os resultados apresentados pelos experimentos realizados demonstraram que é possível ganho de produtividade como os mesmos recursos, realizando alterações nos processos que a princípio se mostravam estarem no ponto ótimo.

Dentre os ganhos que se julga relevante é o aumento da quantidade de caixas abastecidas na linha de produção, representando 11%, sendo, aproximadamente 50% da capacidade produtiva de um operador. É extremamente pertinente citar também a redução obtida do trajeto percorrido pelos separadores, devido à concentração dos itens de alto giro próximos da linha de separação, algo que não ocorre no processo atual devido à pulverização no depósito dos produtos.

Pontos que não foram considerados neste estudo estão relacionados ao tempo de ociosidade por baixa demanda, a falta de recursos, paradas de sistemas e ausências. Uma vez que esses eventos são esporádicos e não comprometem o estudo.

Para estudos futuros sugere-se a criação de um modelo que simule um cenário com a capacidade de armazenagem acima de 95%, para análise do comportamento da armazenagem e movimentação de materiais nesse contexto, a fim de comprovar e suportar a organização do armazém pela curva ABC em depósito abarrotado e manter a capacidade produtiva de abastecimento de linha com os mesmos recursos, considerando também os pontos não abordados nesse estudo a exemplo da falta de recursos e paradas inesperadas de sistemas.

9 REFERÊNCIAS

JUNIOR, J. P. L.; SANTOS, C. W. A.; BERTOLUCI, E. A. **Aplicação do software Arena numa linha de produção de calçado para melhoria do tempo e produtividade.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2015, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPEP, 2015.

TORGA, B. L. M.; MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPEP, 2006.

MAIA, F. G. M.; LUCHE, J. R. D.; MARINS, F. A. S.; RIBEIRO, N. S. **Análise do projeto de expansão de um armazém por meio da elaboração de um layout e análise de investimento:** Estudo de caso em uma fábrica do setor alimentício. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPEP, 2014.

OLIVEIRA, A. S.; BARROS, M. D.; SOUZA, R. S.; PEDRO, J. S. **Gestão de estoque e análise da armazenagem:** Um estudo de caso em uma loja de material de construção. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPEP, 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J. **Gestão logística da cadeia de suprimentos.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial:** O processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais.** 3.ed. São Paulo: IMAM, 1983.

CORREA, H. L. **Gestão de redes de suprimentos: Integrando cadeias de suprimentos no mundo globalizado.** São Paulo: Atlas, 2010.

TINELLI, L. M. **Otimização do posicionamento de produtos acabados em armazéns inteligentes.** 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de engenharia mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

PRADO, D. S. **Teoria das filas e da simulação.** 4.ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009.

PRADO, D. S. **Usando o Arena em simulação.** 3.ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2003.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos:** Teoria e aplicações. 3.ed. São Paulo: Edição do Autor, 2010.

CARVALHO, L. S. **Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas como ferramenta de auxílio à tomada de decisões:** Estudo de caso em uma organização industrial. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

FILGUEIRAS, G. M.; AZEVEDO, T. C. C. S.; CARMO, L. F. R. R. S.; WINKLER, H. **Lean Warehousing:** Um caso de um centro de distribuição atacadista. In: ENEGEP, Fortaleza, CE, 2015.

SILVA, G. Q.; FREITAS, F. R.; TOZI, L. A.; NASCIMENTO, M. V. **Análise de estratégias de separação aplicada a armazém de empresa de autopeças por meio de simulação discreta.** Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 12., 2015, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SEGET, 2015.

CASSEL, R. A.; CARMO, F. D. C. F.; CAMPANA, F. L.; RITTER, F. J.; SILVA, M. H. C. M. **Simulação da logística interna da área de armazenagem de uma empresa do setor moveleiro.** In: ENEGEP, Curitiba, PR, 2002.

KOCH, A. **Logística de armazenagem, distribuição e gestão de estoques.** Artigonal.com, Rio de Janeiro, dez. 2008. Disponível em <http://www.webartigos.com/artigos/logistica-de-armazenagem-distribuicao-e-gestao-de-estoques/11778/>. Acesso em: 01 de agosto de 2016.

SOARES, J. P. M.; LEMOS, F. O.; ARAÚJO, C. L. K.; HANSEN, P. B. **A contribuição da simulação computacional para a análise sistêmica da reestruturação de layout e otimização de recursos na manufatura celular:** estudo de caso em uma célula de uma empresa do ramo automotivo. Produto & Produção, vol. 12, n. 3, p. 49-68, out. 2011.

VAGO, F. R. M.; SOUZA, C. V.; MELO, J. M. C.; LARA, J. E.; FAGUNDES, A. F. A.; SAMPAIO, D. O. **A importância do gerenciamento de estoque por meio da ferramenta curva ABC.** Revista Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, RS, v. 26, n. 03, set/dez 2013, p. 638 – 655.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de materiais e recursos patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2009.