

# SIMULAÇÃO DOS PROCESSOS DE MOVIMENTAÇÃO NA EMPRESA BETA\*

Letícia Silva<sup>1</sup>

Débora Antonia Silva de Carvalho<sup>2</sup>

Celso Jacubavicius<sup>3</sup>

## RESUMO

A simulação permite reproduzir cenários com diferentes demandas, quantidades de recursos, layouts e sistemas, visando obter a máxima produtividade. Podendo avaliar áreas como movimentação, estocagem e expedição, convergindo em ganhos e melhorias sustentáveis às operações. Com auxílio do software Arena, buscamos melhorar as filas e tempos de trabalho dos funcionários da empresa Beta, Foram coletados dados e tempos de execução de tarefas. E após análise dos resultados uma proposta de reorganização de trabalho foi feita para melhoria dos tempos e processos.

**Palavras-Chave:** Simulação; Software Arena; Armazenagem; Otimização.

## ABSTRACT: SIMULATION OF THE PROCESSES IN THE COMPANY BETA

The simulation allows you to play scenarios with different demands, amounts of features, layouts and systems, in order to obtain the maximum productivity. Being able to assess areas such as handling, storage and dispatch, converging in winnings and sustainable improvements to operations. With help of the software Arena, we seek to improve the queues and working times of employees Beta, data was collected and task execution times. And after analysis of results a proposal for reorganization of work was done to improve the time and processes.

**Key-Words:** Simulation, Software Arena, Storage; Optimization.

## INTRODUÇÃO

A produção e a venda de mais produtos não significam mais lucros se você não conseguir uma boa eficiência de produção de suas operações. Produzir ou possuir operações com capacidades ineficientes pode prejudicar o resultado da empresa. Vários fatores diferentes afetam a eficiência operacional e o rendimento das operações, e eles são muitas vezes difíceis de serem tratados. Esses fatores incluem determinar a configuração ideal os sistemas de produção, estabelecer níveis apropriados de inventário, definir cronogramas de produção adequados, estabelecer a proporção correta de utilização de

---

\* Nome dado a empresa para fins deste estudo.

\*\* Name given to the company for the purposes of this study.

1 Fatec Zona Leste. Graduando em tecnologia em Logística.

2 Fatec Zona Leste. Graduando em tecnologia em Logística. E-mail: deboraantonio\_1@hotmail.com

3 Fatec Zona Leste. Doutorando em Administração.

recursos em relação ao rendimento de produção, definir mão de obra adequada e a alocar no local correto.

A simulação e seus softwares, são estudos e tecnologias que permitem reproduzir os processos logísticos num modelo dinâmico. Neste modelo são testados cenários com diferentes demandas, quantidades de recursos, layouts e sistemáticas, visando obter a máxima produtividade. Esse tipo de estudo permite avaliar, planejar e projetar as situações e estratégias na logística, podendo avaliar áreas como movimentação, estocagem e expedição, convergindo em ganhos e melhorias sustentáveis às operações.

Com base nos estudos da área e no uso do software Arena, buscamos melhorar as filas e tempos de trabalho dos funcionários da empresa Beta, uma distribuidora de produtos para sorvete. Foram coletados dados e tempos de execução de tarefas para que o software fosse alimentado. E após análise dos resultados uma proposta de reorganização de tarefas foi feita para melhoria dos tempos e processos.

A metodologia utilizada para a construção do artigo foi exploratória descritiva, por ser um assunto inovador o uso da simulação para processos de armazenagem, sendo também quantitativa, pois foram descritos dados numéricos estatísticos, comparados relatórios de tempos e quantidade de itens em fila, entre outras coisas pertinentes às análises dos cenários.

## GESTÃO DE PROCESSOS

A armazenagem cuida da alocação dos recursos, ela não influencia no valor do produto, mas sim em seus custos. Então uma boa gestão é necessária para que tudo gere o menor custo possível, mas mantendo a qualidade.

Segundo Fernandes (2012), “A importância da armazenagem é fundamental para o bom desenvolvimento das cadeias de suprimentos que atuam cada vez mais de forma enxuta, com estoques baixos, e em busca constante da aplicação da técnica do Just-in-time (JIT)”.

O sistema JIT, significa produto certo, na hora certa, no lugar certo e com a qualidade desejada. Para que isso aconteça é preciso que a gestão de armazenagem cuide do produto, o deixe nas condições adequadas para as próximas etapas ocorrerem.

## ARMAZENAGEM E SUA IMPORTÂNCIA NA LOGÍSTICA

O processo de armazenagem tem grande importância na logística, devido a sua ampla abrangência nas atividades logísticas e as possibilidades resultantes de tal processo.

Moura (1997) define a armazenagem como uma denominação genérica e ampla da junção de todas as atividades realizadas desde o ponto da guarda temporária

a distribuição de materiais. Podem existir, dentro de um armazém, vários pontos de estocagem.

Segundo Guarnieri *et al* (2006) as atividades empresarias que estão diretamente envolvidas ao processo de armazenagem são: recebimento, inspeção, endereçamento, estocagem, separação, carregamento, embalagem, emissão de documentos, expedição e inventários, que atendem as necessidades logísticas, possibilitando a maximização de lucros e evitando falhas.

## A IMPORTÂNCIA DO LAYOUT NA ARMAZENAGEM

Na armazenagem nota-se que o papel do layout aumentou com o passar dos anos, com os estudos atuais na área então, se viu a importância estratégica, e todos os benefícios de um layout adequado.

Para Bowersox e Closs (2001), o layout de um armazém reúne todas as características referentes a produtos e serviços (como volume, peso e acondicionamento para estocagem), instalações físicas ( andares e altura do pé direito) e movimentação.

Segundo SILVA (2012), a correção de um Layout que já existe ou a implantação de um novo, beneficia a empresa com relação a economia de diversas formas, e ajuda a produção devido à disposição dos instrumentos de trabalho, departamentos, pontos de armazenagem e do fator humano que participa no processo.

## SIMULAÇÃO

O autor Prado (2009) define simulação como uma técnica que imita o sistema em um ambiente virtual, de forma a possibilitar uma visão geral do mesmo antes que se faça uma mudança no cenário atual. Ou seja, é a representação gráfica visual de uma cadeia logística.

Segundo Freitas (2008) a simulação vai muito além da representação do sistema, chamado modelagem, sendo um processo muito amplo capaz de descrever comportamentos, além de criar teorias e hipóteses e prever comportamentos futuros usando modelos computacionais.

A simulação é feita a partir de softwares como ProModel, Vis Sim, Simul 8, Stella, VenSim, Ventana Systems e o mais conhecido deles Arena.

### O SOFTWARE ARENA

O software Arena, desenvolvido pela SIMAN (Systems Modeling Corporation), é uma ferramenta que possibilita a simulação de situações de modo gráfico visual, não sendo necessária a utilização da linguagem codificada.

O software possibilita a criação de modelagens de processos, desenho e animação, além de análise estatística e análise de resultados.

Para fazer uma simulação, primeiro é preciso criar um modelo lógico-matemático que represente o sistema em estudo, o qual normalmente incorpora valores para distâncias, tempos e recursos disponíveis.

No Arena são utilizadas distribuições estatísticas geradas a partir de dados de parâmetros obtidos a partir do sistema, e a partir da soma dos dados e do modelo teremos uma representação gráfica do sistema.

## TEORIA DAS FILAS

As filas podem ocorrer em todo e qualquer desenvolvimento de atividade humana, nos deparamos com elas em bancos, supermercados, locais de cultura e lazer (cinema, teatro, museu), lojas de conveniência, lojas de roupa, etc. E com produtos, serviços e processos não é diferente.

Segundo Prado (2009) o sistema de filas consiste basicamente em usuários e tamanho da população, na chegada dos usuários no sistema, o processo de atendimento dos mesmos, o número de atendentes, a disciplina com que é processada a fila, o seu tamanho médio e máximo, e o tempo de espera até que ocorra o atendimento e o usuário possa sair do sistema.

A ocorrência das filas é um sintoma de que há uma falha no sistema que esta ligada diretamente ao comportamento da fila, ou seja, quanto maior a fila, maior a possibilidade de deficiência do sistema. O software nos permite observar o comportamento da mesma e, se desejável, modificar e observar como ficará após a mudança.

## METODOLOGIA

### CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa pesquisada, denominada para fins deste estudo Beta, de médio porte atua no segmento de destruição de produtos para sorveterias e confeitarias, fundada em meados da década de 1990. Atualmente, com 25 anos no mercado, a empresa disponibiliza mais de 4.000 itens aos seus consumidos com o modelo de autoatendimento, contando com uma equipe treinada e especializada para ajudar em qualquer situação seja ela aconselhar iniciantes no ramo, ou até mesmo atacadistas, varejistas e profissionais mais experientes.

A empresa Beta possui duas lojas na capital onde atua tanto como atacadista como varejista, sendo elas uma voltada para cada setor. O estudo a seguir é focado no setor atacadista.

Trata-se de um armazém cuja logística funciona da seguinte maneira, os produtos recebidos são conferidos, armazenados, ao receber os pedidos por parte dos consumidores estes são separados e encaminhados para entrega, a qual é realizada pela própria empresa.

Com funcionários formados em técnico em vendas, a empresa realiza suas vendas por telefone e pessoalmente. Dispõe de um sistema informatizado onde as notas fiscais são geradas e a partir das notas é feito o controle das saídas. O inventário é feito uma vez por semana e manualmente, e os dados não computadorizados.

Ao chegarem os pedidos, os produtos são conferidos, depois são separados com etiquetas servirão para identificar o produto, sua marca e sabor. Mercadorias leves são armazenadas na parte superior do estoque e as mais pesadas são alocadas em prateleiras na parte inferior do estoque. Os funcionários que estocam são os que separam o pedido para ser colocado no caminhão.

Os pedidos são separados de acordo com a região do dia (cada dia uma região). Cada região fica por conta de determinado motorista, as mercadorias destinadas a cada motorista é identificada com o nome do mesmo para que não ocorram erros, as mercadorias são separadas por tipo e por marca. Há um número máximo de entregas a serem feitas por cada motorista diariamente, de modo que não ocasione o desgaste do funcionário. O número de saídas varia de acordo com a localidade dos consumidores, ou seja, se este estiver localizado muito distante da empresa o número de saídas pode diminuir.

Os pedidos de compra são feitos em quinzenas. As mercadorias com maior fluxo de saídas são compradas de acordo com a necessidade, para que não haja falta no estoque, e impossibilite a venda. Os produtos são armazenados de acordo com o modo FIFO (*first in first out*, ou primeiro que entra primeiro que sai), onde os produtos mais novos são colocados atrás dos antigos, de modo que os mais antigos saiam primeiro.

Ponto fraco: A empresa sofre com períodos sazonal devido o ramo em que atua, ou seja, por se tratar de uma distribuidora de produtos para sorveterias os produtos são maior demandados no verão, ou de acordo com a temperatura.

Analisando os processos logísticos realizados no estoque da empresa, foram levantados os seguintes dados:

O descarregamento dos caminhões no recebimento é feito por dois funcionários, sendo eles o motorista e um funcionário interno, denominados no estudo como Pedro e João (motoristas), Marcos e Felipe (funcionários internos).

Enquanto os produtos são descarregados, Marcos ou Felipe (o que estiver disponível) fica responsável por conferir se as mercadorias estão de acordo com o solicitado, se contem avarias, com prazo de validade correta, etc. Produtos com avarias são separados e enviados de volta ao fornecedor. Normalmente 98% dos produtos estão dentro dos conformes.

Conferidos, os produtos são armazenados por Marcos e Felipe, que etiquetam e separam de acordo com tipo, marca e sabor e assim os armazenam.

Após armazenados, os produtos que estão nas notas fiscais de pedido são separados pelos funcionários, e colocados nos caminhões, para serem entregues ao cliente.

Seguem abaixo as tabelas com os tempos de cada processo, todos em minutos, tabelas essas que serão transformadas pelo imput analyser para uso no software Arena.

**Tabela 1**

Tempo de chegada (caminhões) 50 tempos (a cada 15 dias 25 recebimentos). Minutos

11	15	25	11	16
34	20	16	30	24
18	10	20	18	12
30	30	10	30	25
15	10	20	14	11
20	19	13	20	19
40	12	19	40	30
40	22	13	41	21
45	18	19	10	18
35	12	18	32	12

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

**Tabela 2**

Tempo de descarregamento (50 tempos referentes aos dois recebimentos nos 30 dias). Minutos

7.49	1.73	0.29	4.06	3.28
6.97	7.54	0.02	3.23	3.03
2.42	6.03	8.21	2.37	2.12
5.23	9.15	12.95	5.56	7.29
7.33	4.30	14.16	3.00	1.10
3.41	2.87	6.17	9.62	6.18
2.33	7.83	4.80	4.05	4.80
4.01	8.07	8.13	1.31	5.77
3.93	8.49	8.22	2.96	1.00
4.31	7.59	1.34	9.41	3.14

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

**Tabela 3**

Tempos de conferência (minutos).

2.55	1.89	4.47	2.15	5.60
2.93	2.00	1.15	1.30	7.22
5.28	3.68	2.04	1.55	2.60
3.61	7.55	1.10	3.78	2.02
5.52	7.22	1.92	5.87	8.12
1.90	8.92	2.62	6.80	4.71
3.53	2.02	8.21	3.50	3.28
2.66	3.35	3.34	5.30	3.92
2.28	1.09	4.32	3.87	2.09
1.81	2.41	2.01	7.78	4.88

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

**Tabela 4**

Tempos de etiquetagem (minutos)

3.13	3.25	3.28	3.10	1.18
3.20	1.14	4.22	1.11	3.16
2.15	3.14	2.21	3.11	1.15
3.25	2.11	1.21	3.10	3.10
3.18	3.22	3.16	2.13	3.18
2.13	1.25	3.28	3.10	2.18
4.20	3.14	3.22	3.11	3.16
3.15	2.14	2.21	2.11	3.15
2.25	3.11	3.21	3.10	2.10
2.18	2.22	3.16	1.13	3.18

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

**Tabela 5**

Tempos de armazenagem (minutos).

15.00	12.07	6.72	10.03	9.75
10.81	7.11	13.50	11.22	7.94
13.23	12.97	17.76	10.18	6.34
7.01	7.14	16.10	12.78	9.51
14.63	13.98	6.59	8.66	5.38
17.94	4.18	6.48	11.24	6.94

12.27	6.99	12.76	11.45	8.11
7.17	12.58	12.64	6.71	7.74
11.65	13.59	10.64	10.23	17.98
6.16	15.07	11.57	11.82	6.63

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

### Tabela 6

Tempo de separação (40 pedidos por semana) (200 tempos coletados durante um mês).

5.01	8.77	7.55	8.90	9.20	8.96	9.90	4.55	8.28	9.12
6.77	6.17	7.62	4.03	6.71	9.83	6.30	4.80	5.82	6.15
8.39	6.24	8.86	2.26	5.90	5.07	9.55	4.92	6.48	7.34
8.47	1.88	9.67	5.59	4.49	3.68	5.04	1.74	6.29	4.18
9.30	2.82	5.00	9.26	5.44	6.01	7.26	7.51	3.79	8.67
5.52	8.81	6.58	8.96	9.42	5.50	9.88	9.90	6.21	1.86
9.26	9.99	8.66	4.56	9.40	4.60	6.26	1.00	6.45	4.53
8.37	2.77	9.31	7.05	2.85	7.92	2.11	6.71	9.79	2.21
2.85	9.99	6.04	9.99	2.87	6.88	1.68	5.10	6.96	3.84
4.41	4.03	7.58	9.18	2.29	9.57	5.40	6.18	7.95	9.88
8.19	3.76	8.16	9.00	5.56	8.11	7.23	7.00	8.92	6.22
8.19	3.76	3.16	9.00	5.56	8.11	7.23	7.00	8.92	6.22
7.88	4.91	6.97	9.79	4.88	5.52	8.97	9.16	7.40	6.62
7.25	2.66	4.23	5.32	3.91	7.13	4.20	8.82	3.01	6.26
5.92	2.91	5.18	6.91	3.63	8.66	9.39	9.13	1.15	4.30
2.11	3.33	2.46	4.66	3.79	3.54	5.23	6.79	5.87	9.96
3.11	5.30	6.79	9.92	3.11	5.53	9.81	9.21	6.53	5.48
6.75	7.87	5.28	3.53	3.01	3.42	1.97	5.21	9.45	5.49
5.40	7.90	9.99	8.57	6.51	8.18	3.98	8.04	5.51	9.15
5.70	3.29	4.78	7.73	5.70	4.44	7.39	4.95	7.05	7.20

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

### Tabela 7

Tempo de carregamento (200 tempos referentes aos 40 pedidos feitos por semana durante um mês).

5.80	3.90	5.17	10.96	11.08	15.54	15.95	13.85	9.73	14.51
4.56	4.01	6.90	9.69	12.06	12.05	11.99	14.15	5.98	7.17
5.97	5.13	9.00	5.02	4.90	5.53	5.42	13.88	11.97	12.98
6.96	6.78	4.94	6.88	7.92	11.73	16.08	5.89	5.18	8.98
5.78	7.72	4.48	8.53	11.58	9.22	8.18	9.28	13.18	7.68
7.63	8.52	5.44	7.58	5.31	7.78	5.25	9.95	5.60	6.90
5.37	8.87	5.22	5.69	5.27	8.57	5.06	4.38	5.19	9.28



5.12	8.68	4.03	4.68	5.08	7.44	14.19	8.52	5.18	8.08
7.91	3.98	5.18	4.98	5.18	7.98	5.18	14.98	5.18	7.98
5.18	3.54	5.63	4.42	5.18	5.21	15.09	14.06	14.18	11.11
10.28	11.09	4.32	13.87	7.09	4.01	4.06	3.29	14.03	3.95
10.81	5.41	7.01	7.78	5.88	3.93	4.31	10.31	12.90	10.04
9.68	7.01	13.79	5.09	6.53	7.41	7.07	3.51	10.70	5.65
10.82	9.70	6.24	5.51	5.71	2.41	3.88	3.18	5.09	9.00
6.31	6.82	10.45	8.30	7.67	12.37	10.12	7.55	10.69	4.07
6.99	3.04	10.36	8.62	11.40	9.88	10.99	9.95	13.20	5.66
7.01	5.71	11.33	6.43	10.01	8.42	10.95	4.14	2.32	13.87
8.35	9.64	12.03	7.28	13.14	9.57	10.13	9.67	6.48	10.60
11.62	7.15	11.45	8.13	13.51	6.03	7.66	4.20	4.48	8.21
3.13	13.33	11.10	11.23	12.04	4.81	4.26	6.70	3.00	0.50

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

## APLICAÇÃO AO PROGRAMA ARENA

Para que o programa Arena proporcione um relatório sobre a situação inicial da empresa, os valores das tabelas foram colocados em um módulo chamado “*input analyzer*”. O qual transforma os valores em uma expressão, que pode ser utilizada nos itens do modelo.

**Tabela 8**

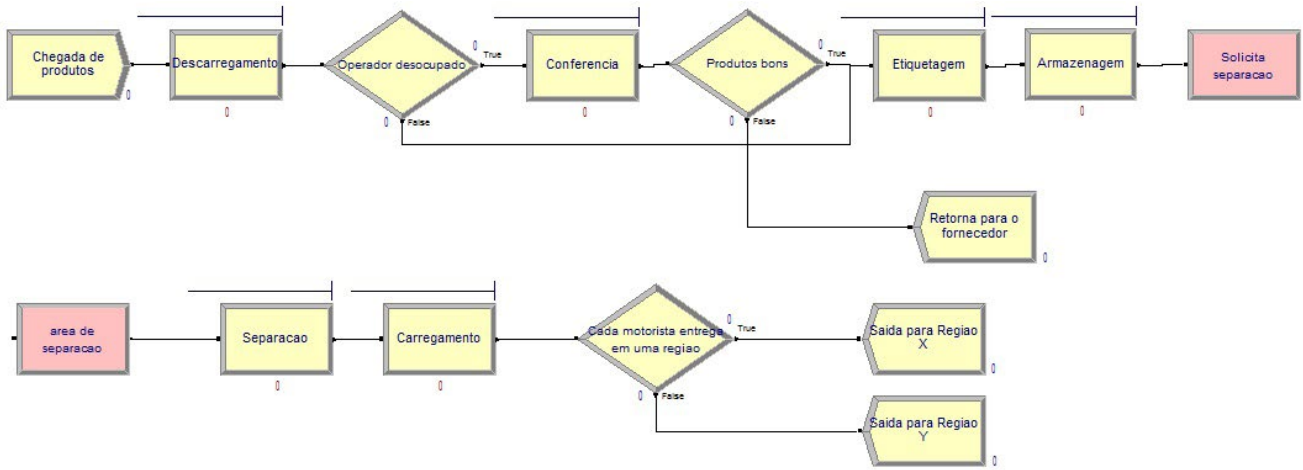
Expressões geradas pelo *input analyzer*.

Processo	Expressão referente ao tempo (em minutos)
Chegada de produtos	$9.5 + 36 * \text{BETA}(0.789, 1.51)$
Descarregamento	WEIB(5.7, 1.59)
Conferência	$1 + 8 * \text{BETA}(0.757, 1.41)$
Etiquetagem	TRIA(1, 3.28, 4.54)
Armazenagem	TRIA(4, 7, 18)
Separação	$0.999 + 9 * \text{BETA}(1.49, 1.04)$
Carregamento	LOGN(8.07, 3.96)

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

O modelo é a descrição de todas as etapas citadas acima seguindo os ícones do programa. Em cada ícone se descreve detalhadamente as informações.

Para análise foram feitas 5 replicações com 12 horas.



**Figura 1** - Modelo inicial. Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

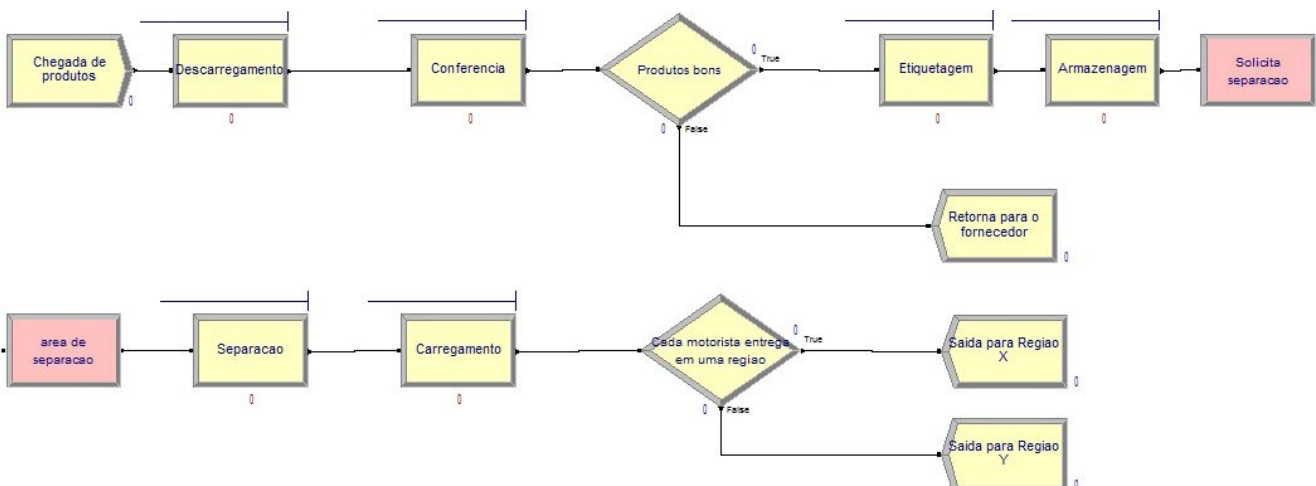
Após todos os dados inseridos corretamente no programa, o mesmo faz uma verificação e disponibiliza um relatório da situação, para que o processo possa ser melhorado.

No caso da empresa Beta, obtivemos o seguinte relatório.

Notou-se que alguns funcionários estavam trabalhando mais do que outros, e até mesmo estavam sendo sobrecarregados, e com isso ocorriam filas de produtos em etapas do processo.

Para que esse processo fosse melhorado, seria preciso que os funcionários trabalhassem sem desgaste e que as filas diminuíssem, para isso o modelo foi modificado reorganizando os colaboradores.

Em alguns momentos um mesmo funcionário fazia mais de uma tarefa, enquanto outro fazia apenas uma, no modelo novo isso foi modificado. Os colaboradores foram colocados para trabalhar igualmente.



**Figura 2** - Modelo melhorado. Elabora pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

Foi feita a readequação das tarefas realizadas pelos funcionários de forma que diminuísse o gargalo e evitasse funcionários ociosos. Essa mudança possibilitaria o aumento no número de entradas e saídas como também a produtividade em geral, além de diminuir a fila de produtos como aponta o relatório.

**Tabela 9**

Relatório obtido através do software Arena

	Atual	Proposta
Número de entradas	33,00	32,6
Número de Saídas	4,00	21,00
<b>PROCESSOS</b>		
<b>Tempo de espera</b>		
Armazenagem	19,2304 min.	4,5253 min.
Carregamento	8,1393 min.	20,9074 min.
Conferência	20,6937 min.	5,5755 min.
Descarregamento	18,8461 min.	11,5010 min.
Etiquetagem	20,3983 min.	7,1162 min.
Separação	19,3718 min.	53,9601 min.
<b>Tempo total de processamento</b>		
Armazenagem	19,2304 min.	4,5253 min.
Carregamento	8,1393 min.	20,9074 min.
Conferência	20,6937 min.	5,5755 min.
Descarregamento	18,8461 min.	11,5010 min.
Etiquetagem	20,3983 min.	7,1162 min.
Separação	19,3718 min.	53,9601 min.
<b>FILA DE PRODUTOS</b>		
<b>Tempo de espera</b>		
Armazenagem	19,2422 min.	4,5760 min.
Carregamento	8,1393 min.	26,7784 min.
Conferência	20,6937 min.	5,5539 min.
Descarregamento	18,9867 min.	11,5010 min.
Etiquetagem	20,3983 min.	7,1162 min.
Separação	19,4380 min.	54,3567 min.
<b>Tamanho da fila</b>		
Armazenagem	0,7340 unid.	0,1937 unid.
Carregamento	8,2660 unid.	0,9980 unid.
Conferência	0,4360 unid.	0,2499 unid.

	Atual	Proposta
Descarregamento	0,8778 unid.	0,5958 unid.
Etiquetagem	0,8317 unid.	0,3138 unid.
Separação	0,6923 unid.	2,4919 unid.
<b>RECURSOS</b>		
<b>Tempo de ocupação</b>		
Felipe	99,15%	
João	23,07%	
Marcos	99,15%	
Pedro	23,07%	

Fonte: Elaborado pelos autores. Fatec Zona Leste. 2016.

## COSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo compreender melhor a influencia da teoria das filas e da simulação em si quando aplicada em um ambiente empresarial. Seu estudo e aplicação são de grande importância quando se deseja analisar processos e optar por mudanças.

Quando bem aplicada, essa técnica pode gerar grandes benefícios para a empresa, pois permite analisar resultados antes de realizar mudanças, como também possibilita uma visão geral do sistema logístico da mesma apontando as falhas que nele ocorrem.

Visto a importância disso, buscamos aplicar tal técnica aos processos da empresa Beta, e com a análise de seus resultados antes e depois da proposta vimos de maneira geral o grande impacto que uma mudança pode causar, tanto para benéfica quanto maléfica, de forma que se pode evitar erros.

A aplicação da mudança proposta implica na redução das filas em cada processo como também dos tempos de realização, aumento da produtividade, além de evitar que haja funcionários sobrecarregados ou ociosos.

## REFERÊNCIAS

ABRANGE. **Simulação de cenários**. (Disponível em <<http://www.abrange.com.br/Tecnologias/Simulador-de-Cenarios/>>. Acesso em 31 Mai. 2016. 21h15).

BELGE. Consultoria. **Indústria logística**. (Disponível em <<http://www.belge.com.br/indlog.php>>. Acesso em 29 Mai. 2016. 22h).

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

FERNANDES, K.S. **Logística fundamentos e processos**. 1.ed.rev. Curitiba. 2012.

FREITAS FILHO, P. J.. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena**. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GUARNIERI, P.; CHRUSCIAK, D.; OLIVEIRA, I. L.; HATAKEYAMA, K. ; SCANDELARI, L.; BELMONTE, D. L. **WMS - Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa**. In: Produção, v. 16, n. 01, p. 126-139, 2006.

MOURA, R.A. **Manual de Logística: Armazenagem e Distribuição Física**. São Paulo: IMAN, 1997.

NOVAES.A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição - estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro. 4.ed. Elsevier. 2015.

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

SIEMENS. **Simulação de logística e fluxo de material**. (Disponível em <[https://www.plm.automation.siemens.com/pt\\_br/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/material-flow/](https://www.plm.automation.siemens.com/pt_br/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/material-flow/)>. Acesso em 31 Mai. 2016. 21h42).

SILVA, Maria Laura Viana. **A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade**, 2012. (Disponível em <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1661](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1661)>. Acesso em 27 Mai. 2016. 21h10).

UERJ. Faculdade de engenharia e departamento de engenharia eletrônica e telecomunicações. **Teoria de filas e sistemas de comunicação**. Pdf Professor Gil Pinheiro. Out. 2013. p 164. Rio de Janeiro. (Disponível em <<http://www.lee.eng.uerj.br/~gil/filas/Filas.pdf>>. Acesso em 31 Mai. 2016. 22h29).

UNESP. **Pesquisa operacional - livro: introdução a pesquisa operacional, capítulo 6 teoria das filas**. Pdf Fernando Marins. Departamento de produção. p 61. Guaratinguetá SP. sd. (Disponível em <<http://www.feg.unesp.br/~fmarins/po/slides/1o%20s/filas.pdf>>. Acesso em 22 Mai. 2016. 22h44).

**Recebido em: 10/11/2016**

**Aceito para publicação em: 24/06/2017**