

**Sistemas Produtivos e Desenvolvimento Profissional: Desafios e Perspectivas**

**Simulação Aplicada no Processo de Pedidos: Estudo de Caso na Empresa “XYZ”**

Sidnei Teixeira da Silva Filho

Fatec da Zona Leste – São Paulo – Brasil

sidnei.filho@fatec.sp.gov.br

Roberto Ramos de Moraes

Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo – Brasil

rrmoraes@uol.com.br

**Resumo** - O objetivo geral deste artigo é estudar a simulação, por meio de um modelo de simulação no *software* Arena a fim de maximizar os recursos usados no processamento de pedidos. Como o objetivo específico tem o estudo de cenários, a fim de verificar a mudança na utilização dos recursos. Para tanto, estudou-se o processo de separação e despacho de pedidos em uma empresa. O resultado da mudança proposta mostra que houve uma melhor utilização dos recursos, pois com a alteração do cenário o nível de pedidos separados permaneceu o mesmo, apesar da diminuição dos recursos utilizados. Assim, mostra a grande importância da simulação e o estudo de cenários para a melhoria dos processos produtivos.

**Palavras-chave:** Teoria das Filas, Simulação, Processo de Pedidos.

**Abstract** - The aim of this article is to study the simulation by means of a simulation model in the Arena software in order to maximize the resources used in order processing. As the specific aim has to study scenarios in order to verify the change in use of resources. Therefore, we studied the process of separation and dispatch applications in an enterprise. The result of the proposed change shows that there was a better use of resources, because with the change of scenery the separate orders level remained the same, despite the reduction of resources used. Thus shows the great importance of simulation and the study of scenarios for improving production processes.

**Keywords:** Theory of Queues, Simulation, Order Processes.

## 1. Introdução

Dentre esses métodos para a tomada de decisão, encontra-se a teoria das filas e a simulação, umas das técnicas para soluções e melhorias para um sistema, em que se analisa um modelo e seu comportamento no decorrer do tempo.

A simulação é muito empregada para a reprodução de cenários para sistemas produtivos, assim buscando o entendimento das características do referido sistema, propiciando a melhor utilização de seus recursos.

Neste contexto, será voltado o objetivo geral é estudar a simulação, por meio de um modelo no *software* Arena, a fim de maximizar os recursos usados no processamento de pedidos. Como o objetivo específico tem o estudo de cenários, a fim de verificar a mudança na utilização dos recursos.

Justifica-se este trabalho pela necessidade de ampliação dos conhecimentos e a sua relação aos conceitos, métodos e aplicações da simulação computacional e os seus benefícios com sua utilização.

Além de propiciar estímulo a comunidade acadêmica e corporativa na utilização de ferramentas de simulação, a fim de disseminar o know-how de empreendedores através de bons exemplos de aplicação de técnicas de auxílio na tomada de decisão.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Filas

Todos de certa forma já tiveram de algum dia esperar em uma fila, desde um engarrafamento no trânsito, no supermercado para pagar suas compras, ou no banco. Nas organizações não são diferentes em seus processos produtivos, em que acabam criando filas, devido a restrições que podem ocorrer. De acordo com Corrêa e Corrêa (2011, p.298) “Todas as organizações que processam fluxos e que estão sujeitas a alguma restrição de capacidade de recursos encaram, de uma forma ou de outra, o problema de filas de espera”. Costa (2015, p.2) descreve que as filas são:

As formações de filas ocorrem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. A razão pelo qual os gerentes dos estabelecimentos e o poder público não aumentam suas capacidades de atendimento pode ser resumida basicamente por dois motivos: inviabilidade econômica e limitação de espaço.

O estudo das filas propicia uma maior análise dos processos organizacionais, assim podendo contribuir para a melhor visualização de gargalos existentes, e assim podendo modificar, a modo que ocasione o menor custo operacional e maior flexibilidade no desenvolvimento das atividades da organização. Já para Carrión (2007, p.11) “Em geral todo sistema de filas tem diferentes características, mas suas formas de funcionamento são similares. Ou seja, existem formas de chegada e formas de atendimento”. Com isso demonstra a importância do gerenciamento das filas nas atividades desempenhadas.

Das diversas técnicas de modelagem de sistemas produtivos de algum produto ou serviço tem-se a Teorias das Filas, em que é um conceito baseado em métodos matemáticos, que busca melhoria contínua do desempenho do sistema. Existe também a simulação, sendo o método mais utilizado, desta metodologia a

computacional, como ferramenta para imitar o funcionamento de um sistema real. (PRADO, 2010 apud BERNARDI 2013, p.33).

## 2.2 Simulação

A palavra simulação remete ao ato de simular, fingir ou aparentar uma determinada situação. Usando este conceito simulação de sistemas é uma técnica desenvolvida para analistas e pesquisadores. Conforme Schriber, (1974 apud FREITAS FILHO, 2008, p. 21) “simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal forma que o modelo imite as respostas do sistema real numa sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo”. Apesar de Schriber ter desenvolvido a primeira linguagem de computadores, na época ainda era comum à utilização de modelos analógicos e físicos para estudar os sistemas.

Um modelo é uma forma de reproduzir e/ou representar um processo que já esteja acontecendo com total semelhança. O modelo torna-se crucial no funcionamento e desenvolvimento de um determinado sistema, pois ele vai pretender traçar tudo o que acontece como giro de matéria prima, tempo gasto em cada setor, gargalo em algum ponto do andamento de processo, entre outros.

Com o passar do tempo os estudos na área de simulação e a tecnologia se desenvolveram rapidamente, atualmente a simulação é considerada quase toda computacional. Abrangendo melhor todo o sistema de simulação conforme Pegden (1991 apud FREITAS FILHO 2008, p. 22) “simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação”. Está é a definição atual de simulação.

A importância da simulação está na visualização ampla de um processo em que o analista pode mudar determinado ponto para avaliar as influências antes de realizar a aplicação direta, também é possível aprimorar tempo, custo e evitar gargalos, assim gerando melhorias.

## 2.3 Ciclo do Pedido

Para Almeida e Schlüter (2012), o ciclo de pedidos designa e aloca o estoque disponível para dar prosseguimento às atividades relativas aos pedidos de clientes e aos pedidos de ressuprimento. Nos lotes, os pedidos são agrupados para processamento periódico (por dia ou por turno). O objetivo do ciclo do pedido é orientar as atividades do centro de distribuição, que incluem recebimento de produtos, movimentação de materiais e armazenagem, e separação das mercadorias e dos pedidos.

As etapas do ciclo de pedidos são definidas por Figueiredo, Fleury e Wanke (2009) como sendo:

- Primeira etapa, preparação do pedido: é a necessidade de aquisição de produtos ou serviços.
- Segunda etapa, transmissão do pedido: é quando o pedido já foi preparado e o cliente passa as informações do seu pedido para o fornecedor, podendo ser realizado manualmente ou eletronicamente.
- Terceira etapa, recebimento do pedido: é a entrada do pedido no sistema de processamento.

- Quarta etapa, expedição do pedido: é a etapa em que o produto será enviado ao cliente, porém para que isso ocorra são necessárias algumas verificações antes de expedir:
  - Disponibilidade de estoque;
  - Confirmação do crédito do cliente;
  - Preparação da documentação dos pedidos em carteira;
  - Transcrever as informações do pedido à medida das necessidades;
  - Fazer o faturamento.
- Quinta etapa, relatório da situação do pedido: é a atividade final do processamento, a qual mantém o cliente informado de qualquer atraso ou entrega do pedido. Tem duas funções:
  - Acompanhar e localizar o pedido ao longo de todo o seu ciclo;
  - Comunicar ao cliente a localização exata do pedido no ciclo e a previsão de entrega.

A quarta e quinta etapas são realizadas atividades físicas de separação e embalagem do pedido. O sistema de gerenciamento de armazéns gera uma lista de separação indicando as quantidades de cada item incluídas no pedido. De acordo com Taylor (2005) essa é uma otimização importante. “A separação é responsável por metade dos custos de mão de obra em um armazém e os separadores chegam a gastar 70% de seu tempo movimentando-se de um local a outro”, ou seja, mesmo pequenas melhorias no processo de separação podem render economia significativa.

### 3. Método

Gil (2002, p.162) determina que os tipos de pesquisa utilizada na metodologia são: Pesquisa Experimental, Estudo de Caso, Pesquisa Bibliográfica, entre outros métodos.

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 231), “etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos. É tarefa cansativa e toma, quase sempre, mais tempo do que se espera”.

A análise desses dados é a maneira que esses dados vão ser trabalhados Marconi e Lakatos (2003, p. 231) “Os dados serão apresentados de acordo com sua análise estatística, incorporando no texto apenas as tabelas, os quadros, os gráficos e outras ilustrações estritamente necessárias à compreensão do desenrolar do raciocínio; os demais deverão vir em apêndice”.

A metodologia utilizada neste artigo foi por meio de visita técnica na organização, coleta de dados do processo de pedidos, em que foi analisado para a criação de um modelo *software* Arena.

### 4. Apresentação dos dados e Resultados

#### 4.1 Processo e Modelo

No processo e modelo será mostrada a aplicação dos conceitos na empresa “XYZ” no seu processo de pedidos, hoje a mesma atua no segmento da construção civil com a distribuição de materiais desse setor e está localizada na região da zona leste de São Paulo.

Atualmente a organização trabalha com seguintes atividades, para fazer a distribuição dos seus pedidos:

- Entrada de pedidos de acordo com suas regiões;
- Ocorre a divisão dos pedidos, de acordo com a dimensão e peso dos itens;
- Separação de pedidos em dois tipos de lotes. Sendo o critério adotado pela mesma que 70% dos lotes são de 8 pedidos e os 30% restantes são dos lotes de 4 pedidos;
- Cada lote tem um separador em que busca os itens para consolidação do mesmo;
- Após a separação, é feita a conferência por uma equipe de duas pessoas em cada lote faz a para verificar se não a erros;
- Depois da conferência 20% dos lotes de 4 pedidos, é destinados a operação de *stretch*, em que será paletizados, o restante dos lotes vão direto para o carregamento.
- No carregamento é feita a consolidação da carga, com 4 lotes. Em que se utilizam os lotes que chegam primeiro não importando do tipo do lote.

#### 4.2 Resultados

Os resultados do relatório apresentaram os seguintes dados, durante um processo de 8 horas de trabalho e replicado 4 vezes:

- Saíram cerca de 19 caminhões;
- Entraram 622,25 pedidos, Saíram 565,25 pedidos e ficaram 49,15 pedidos em processo;
- Na tabela 1 e 2 mostra os tempos médios e as quantidades médias, que formaram as filas em tempo e número de entidades que esperam para serem processadas em cada etapa.

**Tabela 1** - Tempo médio de espera em cada etapa do processo

Etapa	Tempo médio (Min)	Intervalo de confiança (Min)
Carregamento	0,00	0,00
Conferência lote 4	0,40	0,57
Conferência lote 8	0,00	0,00
Operação de <i>Stretch</i>	0,00	0,00
Separação Lote 4	0,32	0,3
Separação Lote 8	0,52	0,54

Fonte: Autores (2015)

Sendo assim, as etapas de Carregamento, Conferência lote 8 e Operação de *Stech* apresentaram que não tem tempo de espera, quando a entidade chega à mesma já é processada. Já as outras etapas tiveram tempos relativamente menores que 1 minuto, assim as entidades quase não esperam para ser atendida, como se pode ver também na tabela 2 a quantidade de unidades que esperam para serem atendidas.

**Tabela 2** – Quantidade média em espera cada etapa do processo

<b>Etapa</b>	<b>Numero médio (Un)</b>	<b>Intervalo de confiança (Un)</b>
Carregamento	0,00	0,00
Conferência lote 4	0,03	0,05
Conferência lote 8	0,00	0,00
Operação de <i>Stretch</i>	0,00	0,00
Separação Lote 4	0,03	0,03
Separação Lote 8	0,04	0,05

**Fonte:** Autores (2015)

As etapas do processo de pedidos não apresentam filas maiores que 0,04 entidades em cada uma. Na tabela 3, têm-se as utilizações de todos os recursos do processo.

**Tabela 3** – Utilização dos recursos

<b>Recurso</b>	<b>Percentual médio (%)</b>	<b>Intervalo de confiança (%)</b>
Equipe de conferência lote 4	51,19	13
Equipe de conferência lote 8	19,98	1
Empilhadeira	54,22	5
Operador do <i>Stretch</i>	11,10	3
Separador lote 4	45,04	6
Separador lote 8	55,91	5

**Fonte:** Autores (2015)

Com base nos resultados do relatório emitido pelo *software* Arena, pode-se ver que a Equipe de Conferência do lote 8 e o Operador do *Stech* tem a utilização menor que 20%, logo maior parte do tempo os mesmos estão ociosos. Já os outros recursos operação com a capacidade média de utilização.

**Tabela 4** – Contagem de lotes para o carregamento

Etapa	Quantidade média (un)	Intervalo de confiança (un)
Lote que não para o <i>stretch</i>	27,5	1,59
Lotes que saíram do <i>stretch</i>	10,25	2,72
Lotes 8	42,75	1,52

Fonte: Autores (2015)

Foram carregados nos caminhões 27,5 lotes que não precisaram ser paletizados e não foram para o *stretch*, 10,25 lotes que tiveram que passar na operação de *stretch* e 42,75 lotes do lote 8.

### 4.3 Mudanças propostas e resultados

Para um melhor estudo da simulação de processos através de *software*, foram propostas algumas mudanças a seguir no cenário atual da organização:

- 1- Retirada do operador de *stretch* e colocar o separador do lote 4 para exercer as duas funções, separação e paletização;
- 2- Retirada de um membro da equipe de conferência do lote 8, pois apresentou alta ociosidade em seu processo;

Com essas mudanças podem-se obter os seguintes resultados:

- Saíram cerca de 19 caminhões;
- Entraram 621,25 pedidos, Saíram 565,25 pedidos e ficaram 49,91 pedidos em processo;
- Na tabela 5 e 6 veremos as alterações nas filas de cada etapa do processo.

**Tabela 5** - Tempo médio de espera em cada etapa do processo após alterações

Etapa	Tempo médio (Min)	Intervalo de confiança (Min)
Carregamento	0,00	0,00
Conferência lote 4	0,74	0,74
Conferência lote 8	0,07	0,09
Operação de <i>Stretch</i>	1,89	0,92
Separação Lote 4	0,54	0,53
Separação Lote 8	0,82	1,18

Fonte: Autores (2015)

Houve uma pequena variação na Operação de *stretch* de 0,00 para 1,89 minutos, devido o separador do lote 4, ter que sair de sua primeira função e ir para fazer a paletização. A separação do lote 8 o tempo também subiu de 0,52 para 0,82 minutos.

**Tabela 6** – Quantidade média em espera cada etapa do processo com alterações

Etapa	Numero médio (Un)	Intervalo de confiança (Un)
Carregamento	0,00	0,00
Conferência lote 4	0,08	0,08
Conferência lote 8	0,01	0,01
Operação de <i>Stretch</i>	0,03	0,03
Separação Lote 4	0,05	0,05
Separação Lote 8	0,07	0,11

Fonte: Autores (2015)

Na quantidade média de entidade esperando, para iniciar cada etapa permaneceram praticamente as mesmas, pois não apresentarem grande variação e ficam por volta de 0,08 entidades esperando.

Tabela 7 – Nova utilização dos recursos

Recurso	Percentual médio (%)	Intervalo de confiança (%)
Equipe de conferência lote 4	57,30	11
Equipe de conferência lote 8	39,39	2
Empilhadeira	51,46	1
Separador lote 4	51,29	12
Separador lote 8	58,78	9

Fonte: Autores (2015)

Com as alterações propostas no cenário, percebe-se que as utilizações dos recursos tiveram um aumento, o Separador lote 4 de 45,04% foi para 51,29%, a equipe de conferência agora com apenas um operador foi de 19,98% para 39,39% e os outros recursos permaneceram semelhante com uma variação pequena em relação ao relatório anterior.

TABELA 8 – Nova Contagem de lotes para o carregamento

Etapa	Quantidade média (un)	Intervalo de confiança (un)
Lote que não para o <i>Stretch</i>	29	7,9
Lotes que saem do <i>Stretch</i>	9,25	6,92
Lotes 8	42,5	2,05

Fonte: Autores (2015)

Foram carregados no total 29 lotes que não foram paletizados, 9,25 lotes que foram paletizados e 42,5 lotes do lote 8.



## 5. Considerações Finais

Conforme toda a tecnologia e inovação se alteram com o passar do tempo, o conhecimento se torna cada vez mais amplo, em todos os setores empresariais, inclusive dentro de seus processos. As empresas buscam cada vez mais se atualizarem para que possa atender suas demandas e ofertas que ditam seu sucesso e a busca por melhorias.

Um dos setores que mais com maior influência da oferta e demanda é o de distribuição, pois é o último processo antes da mercadoria chegar ao cliente final. Nele é onde acontece avaliação dos produtos, separação dos produtos, conferência, embalagem, unitização do produto, paletização da carga, etc., ou seja, é a finalização do produto para que possa ser enviado ao cliente.

Visando isso, o presente artigo estudou quais seriam as melhores ferramentas para aprimorar o setor distributivo, com o foco nos pedidos e a utilização de recursos, logo os resultados foram baseados na área de Teoria das Filas, Simulação e Ciclo de Pedido.

Logo com o estudo de caso realizado na empresa “XYZ”, através do *software* Arena que depois de aplicado o modelo e ter gerado o relatório interpretou-se que o processo se encontra idêntico à operação da organização, e que havia grande ociosidade em duas etapas do processo, na equipe de conferência do lote 8 com 19,98% e o operador de *stretch* com 11,10%, logo ficavam maior parte do tempo sem fazerem nada.

Sendo como as sugestões de mudanças do cenário atual, exibido pelo programa no relatório em que como proposta de melhoria retirou-se o operador de *stretch* do sistema e colocou o separador do lote 4 para fazer as duas funções, e também a saída de um dos membros da equipe de conferência do lote 8, ocasionou uma melhoria no processo, pois sem os dois funcionários continuaram gerando os mesmos resultados para a saída de carga.

Com esta observação chegou-se a conclusão da importância que se tem das análises e simulações para a melhoria dos diversos processos. Esta atitude além de influenciar numa melhor decisão em relação ao processo proporciona ganho em tempo e em recursos, e o torna mais eficiente, ainda determina o que deve ser feito e quão a operação fica enxuta na melhoria empresarial. Podendo assim garantir melhoria da organização de maneira interna e externa.

## Referências

ALMEIDA, Celio Mauro Placer Rodrigues de; SCHLÜTER, Mauro Roberto. *Estratégia Logística*. Curitiba: Iesde, 2012. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=yBd2efdJf4MC&pg=PA157&dq=ciclo+de+pedidos+logistica&hl=en&sa=X&ei=kp45Ve\\_DKYHZtQWgzYHoBw&ved=0CDQQ6AEwAw#v=onepage&q=ciclo de pedidos logistica&f=false](https://books.google.com.br/books?id=yBd2efdJf4MC&pg=PA157&dq=ciclo+de+pedidos+logistica&hl=en&sa=X&ei=kp45Ve_DKYHZtQWgzYHoBw&ved=0CDQQ6AEwAw#v=onepage&q=ciclo%20de%20pedidos%20logistica&f=false)>. Acesso em: 23/04/2015.

BERNARDI, Michel Avan. *Simulação da Dinâmica Operacional do Processo de Embalagem e Paletização de Steaks Empanados de Frango*. 2013. 60 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

CARRIÓN, Edwin. *Teoria das Filas Como Ferramenta para Análise de Desempenho de Sistemas de Atendimento: Estudo do Caso de um Servidor da Uece*. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada-uece/cefet), Universidade Estadual do Ceará, Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação, Fortaleza, 2007.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. *Administração de Produção e de Operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2011.

COSTA, Luciano Cajado. *Teoria das Filas*. Disponível em: <[http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas\\_Cajado.pdf](http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2015

FIGUEIREDO, Kleber Fossati; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter. *Logística e Gerenciamento da cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos*. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

TAYLOR, David A. *Logística na Cadeia de Suprimentos: Uma Perspectiva Gerencial*. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005.