

Simulação Aplicada à Análise dos Processos de Empresa Distribuidora do Setor de Insumos para Animais

Vitor Henrique Correia de Carvalho¹

vitor.carvalho10@fatec.sp.gov.br

Rafael Cavalcanti Bizerra¹

rafael.bizerra@fatec.sp.gov.br

Simulation Applied to the Analysis of the Processes of a Distribution Company in the Animal Inputs Sector

Simulación aplicada al análisis de los procesos de una empresa de distribución en el sector de insumos animales

Palavras-chave:

Sistema.
Análise.
Simulação.
Dados.

Keywords:

System.
Analysis.
Simulation.
Data.

Palabras clave:

Sistema.
Análisis.
Simulación.
Datos.

Enviado em:

18 novembro, 2023

Apresentado em:

05 dezembro, 2023

Publicado em:

29 setembro, 2024

Evento:

6º EnGeTec

Local do evento:

Fatec Zona Leste

Avaliadores:

Ronaldo de Barros Órfão
Antônio Carlos de
Alcantara Thimóteo



Resumo:

O gerenciamento de empresas depende de um bom sistema de administração, a forma de utilizar e organizar informações pode ser até um fator competitivo no mercado consumidor, considerando os impactos que causa na gestão dos recursos da empresa, podendo evitar desperdícios e despesas desnecessárias. Porém, para pequenos empresários, o tratamento de dados pode ser uma tarefa complicada, muitos deixam passar informações que seriam cruciais para o funcionamento otimizado de seus processos e isso acarreta prejuízos que podem não ser percebidos. Através de métodos de análise e simulação gerada pelo uso do software ARENA, é possível analisar os processos presentes na empresa e identificar problemas como gargalo, déficit e outras possibilidades. Com o devido tratamento das informações adquiridas, foi possível analisar que há um déficit no estoque, já que houve uma discrepância entre a quantidade analisada e a quantidade adquirida na simulação. Assim, métodos como otimização de lead time, maior estoque de segurança e similares se tornam uma possível opção de solução.

Abstract:

Business management relies on an effective administration system; the way information is used and organized can even become a competitive factor in the consumer market, considering the impacts it has on resource management within the company, potentially preventing waste and unnecessary expenses. However, for small business owners, data handling can be a daunting task; many overlook crucial information that could optimize their processes, resulting in often unnoticed losses. Through methods of analysis and simulation generated by the use of the ARENA software, it's possible to examine the processes within the company and identify issues such as bottlenecks, deficits, and other possibilities. With proper treatment of the acquired information, it was discerned that there might be a deficit in the inventory, as there was a discrepancy between the analyzed quantity and the quantity obtained in the simulation. Thus, methods such as lead time optimization, increased safety stock, and the like become a potential solution.

Resumen:

La gestión empresarial depende de un buen sistema de administración, la forma de utilizar y organizar la información puede ser incluso un factor competitivo en el mercado de consumo, considerando los impactos que provoca en la gestión de los recursos de la empresa, pudiendo evitar desperdicios y gastos innecesarios. Sin embargo, para los propietarios de pequeñas empresas, el procesamiento de datos puede ser una tarea complicada, muchos pasan por alto información que sería crucial para el funcionamiento optimizado de sus procesos y esto conlleva a pérdidas que pueden pasar desapercibidas. A través de métodos de análisis y simulación generados por el uso del software ARENA, es posible analizar los procesos presentes en la empresa e identificar problemas como cuellos de botella, déficits y otras posibilidades. Con el adecuado tratamiento de la información adquirida, se pudo analizar que existe un déficit en el inventario, ya que existió una discrepancia entre la cantidad analizada y la cantidad adquirida en la simulación. Por lo tanto, métodos como la optimización del tiempo de entrega, un mayor stock de seguridad y similares se convierten en una posible opción de solución.

¹ Fatec Zona Leste

1. Introdução

Nos últimos anos, tem havido um crescente interesse em serviços logísticos como base empresarial, desenvolvimento econômico e outras vertentes. Principalmente devido ao desenvolvimento forçado que o setor foi submetido pela pandemia, as novas variedades abordadas são diversas.

De pequenas a grandes empresas, sempre há o uso da logística como fator diferencial, competitivo e inovador, além dos processos padrões utilizados como base para o negócio criado. Conforme observou Porter (1980), para atender as exigências de mercado impostas pela competitividade empresarial, diversos tipos de métodos e sistemas são utilizados com objetivo de obter uma cadeia de valor otimizada, indo dos mais simples aos mais complexos. Uma ferramenta com grande influência no meio em que é utilizada é o sistema "Arena", que simula processos logísticos de fluxo constante, analisando seus potenciais problemas, pontos fortes e fracos. Nele é possível modelar, fielmente, toda a cadeia de processos de uma empresa, garantindo que esteja o mais próximo possível da realidade para garantir que os dados sejam confiáveis de se utilizar em uma modificação real.

O seguinte trabalho tem como objetivo a análise e descrição dos processos de movimentação interna de uma distribuidora do ramo de pet shop, se utilizando da coleta de dados e por meio do sistema de simulação Arena. Como base, serão utilizados dados de entrada e saída de 4 dias diferentes, além dos tempos utilizados nos processos da empresa. Por meio disso, serão analisadas informações, tais como: entradas e saídas por ciclo (diárias) do sistema, possíveis gargalos, tempo gasto etc.

2. Fundamentação Teórica

Neste trabalho, será abordada uma empresa distribuidora de produtos voltados para o consumo animal, dando ênfase na movimentação interna da empresa.

O armazenamento, manuseio, recebimento, distribuição e estocagem são atividades que compõem os processos da logística interna, de acordo com (SOUSA, 2012). Estes conceitos se tornam necessários na base da análise de uma distribuidora, pois a movimentação de materiais é a matriz dos processos e serviços agregados à empresa. Assim, em complemento a este conceito, Favarin (2008) diz que a movimentação interna abrange o transporte de matérias-primas, produtos acabados e armazenamento, tudo isso na parte interna da empresa.

Bowersox e Closs (2001) também definem a movimentação de materiais como um elemento primordial para a produtividade dos armazéns, pois demanda de muitos recursos e tecnologia. Um destes recursos é a mão-de-obra utilizada, que tem um grande impacto no custo do sistema logístico e, para reduzir essa influência, novas tecnologias, com sistemas de gestão e gerenciamento especializados, se faz necessário. Bowersox e Closs (2001, p. 18) acrescentam que recebimento, manuseio interno e expedição são as principais atividades que atuam como objetivo na movimentação de materiais.

Já segundo Ballou (1993), a distribuição, em atuação física, trata da movimentação, estocagem e processamento de pedidos, sendo considerada de extrema importância, pois tem contido em si aproximadamente dois terços dos custos logísticos. Novaes (2001) diz ainda que a distribuição tem como meta ideal levar produtos para onde devem estar, no momento certo e com padrões agradáveis ao público-alvo, sendo realizada com participação de componentes como instalações, estoques, veículos, informações, software e pessoal.

Assim, cabe-se a análise e descrição de tais processos por meio de sistema especializado para que haja a possibilidade de que um cenário ideal seja alcançado e, seguindo a definição de Novaes, esteja devidamente integrado na movimentação feita pela empresa.

No presente trabalho, o software utilizado foi o ARENA, programa que utiliza de dados reais para gerar simulações computacionais com precisão e fidelidade, buscando apresentar resultados o mais próximos possível da realidade. Segundo Pidd (1998), a simulação computacional envolve a utilização de um modelo computacional com o propósito de adquirir conhecimento e realizar experimentações

fiéis à realidade. Através da simulação, é possível analisar cenários de alterações abruptas nas operações, modifica-se um ou vários parâmetros do modelo e observa-se as consequências em um ou mais resultados.

Ballou (2006) considera a simulação uma ferramenta viável para a avaliação dos fluxos presentes nas operações logísticas, onde tem-se a oportunidade de visualizar alternativas de modificações com baixíssimo custo e rapidez em comparação com experimentos reais. Em concordância, Law & Kelton (1991) mencionam as seguintes vantagens associadas à utilização da simulação computacional:

1. Em geral, a simulação é uma opção mais econômica em comparação com testes no ambiente real, evitando despesas desnecessárias com a aquisição de equipamentos não essenciais;
2. A simulação oferece um maior controle sobre as condições experimentais em comparação com o ambiente real, permitindo a realização de várias replicações do modelo, com a capacidade de atribuir valores específicos a todos os parâmetros de interesse;
3. A precisão da replicação de experimentos é possível, possibilitando a avaliação de diferentes alternativas para o sistema em questão;
4. A simulação permite a análise de longos períodos em um curto espaço de tempo;
5. Sistemas complexos que envolvem elementos estocásticos cujo comportamento não pode ser precisamente descrito por modelos matemáticos resolvidos analiticamente podem ser explorados por meio da simulação;

Modelando a operação da empresa dentro do software escolhido, é possível buscar os benefícios apresentados por Law e Kelton. Neste caso, as instalações fixas são representadas pelo armazém, espaços destinados a abrigar mercadorias até que sejam transferidas, onde está localizado seu estoque; ainda no processo, a movimentação por meio de veículos é integrada no sistema da empresa, as informações externas são adquiridas e tratadas para análise de demanda e custos, porém o software utilizado é simples, o que limita à algumas utilizações.

De acordo com Ballou (2001), ter estoques em mãos é um custo alto que necessita de gerenciamento cuidadoso. Para uma empresa em desenvolvimento, estoque parado pode gerar um problema sério na cadeia, pois trará custos desnecessários.

Bowersox e Closs (2001, p. 255) apresentam o conceito de que o gerenciamento de estoques seria o processo integrado que torna explícitas as políticas da empresa e da cadeia de valor, sem um estoque adequado, haverá perdas.

Segundo Ballou (2001), o estoque pode melhorar serviços e tornar os custos diminutos. A redução pode vir a ser feita indiretamente pelos custos operacionais e de forma compensativa pelo custo de sua manutenção.

3. Materiais e Métodos

Os métodos de análise utilizados no trabalho serão, principalmente, variações da simulação que, de acordo com Harrell e Price (2000), trata-se de uma técnica analítica que permite visualizar mudanças nos atuais cenários das empresas sem que exista a necessidade de modificar os reais processos. Em adição, de acordo com Shannon (1998), o modelo tem como função descrever o funcionamento do sistema utilizando uma quantidade menor de variáveis.

Já se baseando na definição de Boeira (2008) e Oliveira (2010), a simulação permite que os processos sejam aprimorados, além de adquirir compreensão de como possíveis alterações influenciam o sistema e os resultados, sendo assim possível fazer implementações e atualizações reais com um baixo custo.

Portanto, será possível desenvolver análise descritiva dos processos internos da empresa sem alterações diretas, tendo noções de lead time que, seguindo conceito de Ericksen e Stoflet (2007), é a quantidade de tempo desde o recebimento do pedido até que algum dos itens do pedido esteja à disposição do cliente, e de Estoque de segurança, que é para Pozo (2007), absorver a flutuação da

demanda, e variações do sistema de reposição é o objetivo deste, mantendo uma quantidade determinada de produtos no estoque.

Utilizando uma empresa distribuidora, com seu ambiente de atuação em ampliação, como base de dados para o desenvolvimento da pesquisa, é encontrada uma movimentação diminuta, onde o sistema nem sempre está recebendo ou enviando itens, apesar de ter movimento diário.

O início do estudo foi feito por meio da coleta de dados em visita à empresa. Segundo Gil (1994), a coleta de dados é feita mediante diversos procedimentos como observação, a análise de documentos e a entrevista. Após minuciosa busca, entrevista e comparação, foram selecionados 4 dias de amostra, que tinham a particularidade de ter mais de um recebimento no dia.

3.1. Tratamento de Dados

Com base nas informações de recebimento (entrada, saída, tempo aproximado utilizado nos processos de conferência, ordenação, separação e carregamento) e o tempo gasto em espera no estoque, foi obtido uma amostra passível de utilização. Os dados obtidos, considerando média e desvio padrão, foram:

- Entrada – aproximadamente 1500 itens no período dos 4 dias;
- Conferência – aproximadamente 400 minutos;
- Ordenação – de 30 a 40 minutos;
- Separação – de 15 a 30 minutos;
- Carregamento – de 40 a 60 minutos;
- Tempo de espera no estoque – 35 a 45 minutos.

Com estas informações, foi possível dar início à modelagem.

Começando pelo tratamento dos dados, foi definido que, para ter uma média geral para os 4 dias, seguindo as devidas conversões, alguns valores seriam divididos por 4, para atingir a média diária; por 8, para ter a quantidade por hora dentro do limite de horas de trabalho; e por 60, para termos a quantidade por minuto.

Seguindo essa ideia, a Equação 1 representaria o tempo de entrada por unidade, que é representada pela seguinte fórmula:

$$\text{Equação 1 – Média de entrada de itens por minuto} \\ \left[\left(\frac{1500}{4} \right) / 8 \right] / 60 = 0,7812$$

Na Equação 1, o total de 1500 produtos, que entraram nos 4 dias analisados, foram divididos por 4, por 8 e por 60 para chegar a um valor de produtos / produtos por minutos. Este valor indica que 1 minuto não é tempo o bastante para entrar 1 produto. Seguindo uma regra de 3 simples, chega-se ao resultado de que entra 1 produto a cada, aproximadamente, 1 minuto e 17 segundos.

Para o cálculo da conferência, a Equação 2 utiliza uma fórmula representada da seguinte maneira:

$$\text{Equação 2 – Média de tempo de conferência por produto} \\ \frac{400}{1500} = 0,267 * 60 \cong 16 \text{ segundos}$$

Neste caso, o resultado da divisão inicial é multiplicado por 60, pois a divisão resultou em um decimal de minuto, então 0,267 minutos é o mesmo que, aproximadamente, 16 segundos. Em outras palavras, é conferido 1 produto a cada 16 segundos, ou, aproximadamente, 3 produtos por minuto.

Os demais processos já estão na unidade apropriada, portanto não necessitam de conversão.

3.2. Conversão dos Valores em Tabela

Para analisar uma amostra mais considerável, todos os processos utilizam 50 valores referentes ao tempo de tratamento individual, porém, diferentemente dos processos, a entrada dos produtos foi feita com análise paralela não sendo feita com tabela. Para fins de utilização prática, representamos os números decimais como números inteiros dentro do sistema. Assim, 0,1 se converte para 10; 0,25, 25; 0,37, 37; e assim se segue.

Começando pelo processo de conferência, foi analisado tempo entre 0,2 e 0,3 minutos, com um espaço entre o valor observado na fórmula para alcançar a medida de dispersão relativa. A Tabela 1 apresenta a amostra de dados com o desvio padrão dos valores utilizados.

Tabela 1 – Amostra de tempo de conferência por item

Amostra de tempo de conferência por item				
30	24	23	28	20
20	23	24	30	21
21	20	26	23	26
28	28	30	26	29
25	28	26	20	21
23	28	23	27	21
20	24	25	21	24
30	25	24	26	30
30	28	26	29	24
25	21	28	21	26

Fonte: o autor. Dados retirados de operação real.

Os valores que estão fora do padrão são retirados da tabela para que não haja erro numérico no momento em que são geradas as expressões, podendo assim alcançar um valor mais próximo do real no modelo. Neste caso, não há um desvio dentre os analisados (valor que excede o limite mínimo ou máximo), portanto não há lacunas na Tabela 1.

Para os processos em sequência foi encontrado um empecilho na conversão: o tempo seria por pedido e a conversão feita igual aos anteriores, por item, o que acabaria em um valor não tão próximo como nos processos já feitos. Portanto, foram feitas considerações durante a conversão, as quais serão explicadas nas apresentações de cada processo.

Dando sequência com o processo de ordenação, que apresenta tempo entre 30 e 40 minutos, foi considerado que cada item, individualmente, tenha um tratamento que leve de 18 a 24 segundos, o que é representado por 0,3 e 0,4 minutos, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Amostra de tempo de ordenação por item

Amostra de tempo de ordenação dos produtos (em minutos)				
37	37	32	31	34
32	32	32	31	33
33	30	34	35	30
32	30	40	37	35
37	40	30		32
	37	40	39	40
37	31	33	40	40
32	33	39	33	38
39	31	33	34	30
32	36	36	26	35

Fonte: o autor.

Com o tempo de espera em estoque, que dura entre 35 e 45 minutos, analisamos que em uma conversão aproximada, seria gasto entre 0,37 e 0,43 minutos (22,2 e 25,8 segundos, respectivamente) por produto em espera no estoque.

Na separação do pedido, com duração entre 15 e 30 minutos, foi analisada variação entre 9 e 18 segundos por produto (0,15 e 0,30 minutos).

Por fim, o processo de carregamento, com tempo entre 40 e 60 minutos, obteve tempo entre 24 e 36 segundos por produto (0,40 e 0,60 minutos).

4. Resultados e Discussões

4.1. Gerando Expressões

A base do software Arena funciona com expressões que irão gerir os processos individualmente, gerando o tempo, quantidade, e outras métricas utilizadas pelo sistema.

Para gerar tais expressões, é necessário usar tabelas, como a Tabela 1 e a Tabela 2 apresentadas anteriormente, numa ferramenta chamada “input analyzer”, ou analisador de entrada. Nele, é possível obter dados como sumário da distribuição, dos dados e do histograma.

Conforme apresentado na Tabela 3, as expressões geradas, em segundos, foram:

Tabela 3 – Expressões geradas em cada processo

Processo	Expressão
Conferência	$0.19 + 0.12 * \text{BETA}(1.2, 1.2)$
Ordenação	$0.24 + \text{LOGN}(0.105, 0.0423)$
Espera em estoque	$0.36 + \text{WEIB}(0.0396, 2.06)$
Separação	$0.08 + \text{WEIB}(0.163, 3.11)$
Carregamento	$0.33 + \text{ERLA}(0.0248, 6)$

Fonte: o autor.

Os termos utilizados nas expressões são modelos de distribuição de probabilidades, os quais são definidos por meio de teste de aderência. A distribuição beta é a mais flexível; a erla (Erlang) representa sistema com uma série de postos; logn (Lognormal) representa tempos de atividades com distribuição não simétrica, ou assimétrica; e weib (Weibull) é utilizada em cálculos de expectativa de vida.

Lembrando que os modelos de distribuição atribuídos às expressões são feitos automaticamente e pela ferramenta e seus critérios próprios.

Esta ferramenta também utiliza a medida de evidência “p-value”, onde, para este sistema, uma fórmula ideal, que atenda aos requisitos mínimos de proximidade, tenha o p-value > (maior que) 0,05.

O sistema analisado tem a particularidade de que todas as expressões tiveram p-value igual a 0,15. A similaridade de seus valores, em segundos, tornou essa particularidade existente e, assim, todas elas como fórmulas ideais.

4.2. Modelando o Sistema

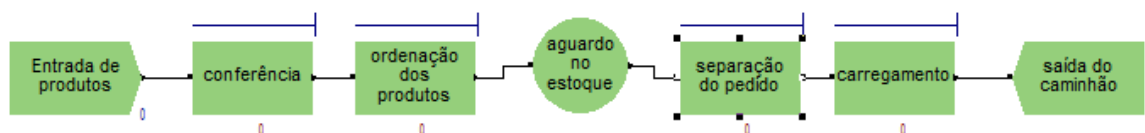
O processo da empresa XZ, que atua como distribuidora, é caracterizado por:

- Entrada – onde é recebido o pedido de produtos dos fornecedores;
- Conferência – onde, após o descarregamento dos produtos, o funcionário 1 confere validade, tipo e outras especificações dos produtos;
- Ordenação – onde o funcionário 2 separa no estoque os produtos, item a item, de acordo com tipo e outras características;

- Espera – período em que o produto fica ocioso no estoque, aguardando entrada de pedidos para ser retirado;
- Separação – após recebimento de pedido, o funcionário 3 separa a determinada quantidade de produtos para que seja carregado e enviado para o cliente; e
- Carregamento – momento final do processo, em que o pedido, já separado, é carregado no caminhão.

Considerando essa ordem, a Figura 1 mostra como foi estabelecido o modelo final.

Figura 1 – Sistema modelado no software Arena.



Fonte: o autor.

Conforme a Figura 1 apresentada, foram usados módulos que representam, respectivamente, a Entrada, processo (2), atraso, processo (2) e saída. A saída não foi citada anteriormente pois não utiliza expressão, é apenas uma representação para que haja o registro de saída da entidade (produto) do sistema.

4.3. Resultados Alcançados

Finalizando o processo, foi possível rodar o programa a 4 ciclos de 8 horas cada, representando 4 dias de trabalho. Com o relatório desta simulação, é possível identificar tempos de espera, gargalo, previsões etc.

A efetiva análise descritiva do sistema abordado, objetivo primordial do presente trabalho, tornou possível identificar pontos fortes e fracos na movimentação, como os citados anteriormente.

Primeiro de tudo, entrada e saída tiveram o mesmo valor, sendo ambas de $393 \pm 185,38$ (\pm desvio padrão). Por esse valor ser a média aproximada dos 4 ciclos (dias), pode-se dizer que houve a saída de 1572 itens no período.

Do tempo médio de espera na fila, o maior valor é de $1,3968 \pm 0,0589$ segundos, para a fila de conferência, o que mostra que espera não é um problema neste sistema. A utilização também não há empecilhos, o que elimina a possibilidade de gargalos. Também é perceptível uma movimentação muito ágil, pois o tempo médio de atravessamento das peças é de $4,38 \pm 0,17$ minutos.

5. Conclusão

Após a análise do sistema em questão, destacam-se várias observações cruciais que afetam diretamente a eficiência operacional. O sistema revelou uma entrada/saída consistente de produtos, totalizando aproximadamente 1572 itens ao longo do período analisado. Pontos positivos incluem tempos de espera mínimos e uma movimentação ágil das peças, evidenciando a ausência de gargalos ou obstáculos significativos de utilização.

Entretanto, um problema considerável se refere à gestão do estoque. A análise indicou que o sistema utilizado pela empresa é eficiente e não possui gargalos ou empecilhos no decorrer dos processos presentes, porém, um déficit no armazenamento dos produtos é visível, resultando na utilização do estoque de segurança, o qual não considerado na modelagem inicial, ou em compras de emergência. Este déficit pode ser atribuído a um possível atraso no lead time de compra da empresa, incapaz de prever com precisão a demanda e a saída de produtos. Uma solução viável para otimizar o lead time de compra seria basear-se na variação de 393 itens analisada, levando em consideração o fornecedor

e seu tempo de entrega. Aumentar o estoque de segurança em conjunto com essa abordagem poderia oferecer uma reserva adicional, mitigando o impacto dos atrasos no fornecimento.

Portanto, além de atingir o objetivo principal desta análise, foi possível identificar lacunas críticas no sistema e propor soluções práticas para melhorar a eficiência operacional. Estas sugestões, fundamentadas na análise detalhada, visam aprimorar a gestão de estoque e a previsão de demanda, oferecendo um caminho para resolver os problemas identificados.

Referências

BALLOU, R. H. (1993) Logística Empresarial. Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física. São Paulo: Atlas.

BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BALLOU, R. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. P. Alegre: Bookman, 2006

BOEIRA, Leandro do Amaral. Simulação computacional: um estudo de caso em uma empresa fabricante de câmaras de ar pneumáticas. 2008.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. (2001) Logística Empresarial. O Processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ERICKSEN, P. D.; STOFLET, N. J.; Manufacturing Critical-path Time (MCT): the QRM metric for lead time. Wisconsin-Madison: Technical Report, Center for QRM, 2007.

Favarin, Vanessa. Sistemática para movimentação interna de materiais como suporte às células de montagem. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), UFSC – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2008.

Gil, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Rio de Janeiro: Hucitec: Abrasco, 1994.

HARRELL, Charles R.; PRICE, Rochelle N. Simulation modeling and optimization using ProModel. In: 2000 Winter Simulation Conference Proceedings (Cat. No. 00CH37165). IEEE, 2000. p. 197-202.

LAW, A. M. & KELTON, W. D. Simulation Modelling & Analysis. McGraw-Hill Books, NY, Second Edition, 1991.

NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, operações e planejamento. Rio de Janeiro: Campos, 2001.

OLIVEIRA, Mona Liza Moura de. Análise da aplicabilidade da técnica de modelagem IDEF-sim nas etapas de um projeto de simulação a eventos discretos. 2010. 168 f. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG.

PIDD, M.: Computer simulation in management science. Chichester: John Wiley & Sons, 1998

POZO, Hamilton. Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2007.

RAMOS, P.; RAMOS, M. M.; BUSNELLO, S. J. Manual prático de metodologia da pesquisa: artigo, resenha, projeto, TCC, monografia, dissertação e tese. 2005.

Sousa, Paulo T. Logística interna: o princípio da logística organizacional está na administração dos recursos materiais e patrimoniais (ARMP). Revista Científica FacMais, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 126-139, 2º. sem. 2012.

SHANNON, Robert E. Introduction to the art and science of simulation. In: 1998 winter simulation conference. proceedings (cat. no. 98ch36274). IEEE, 1998.