

# ANÁLISE E SIMULAÇÃO DO SISTEMA DE ESTOCAGEM DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA: UM ESTUDO DE CASO

José Airton Azevedo dos Santos<sup>1</sup>  
Gustavo Grandier<sup>2</sup>

### Resumo:

Este artigo propõe a análise do sistema de estocagem, de produtos acabados, de uma indústria moveleira, com o objetivo de melhorar a produtividade do sistema e o nível dos serviços oferecidos aos clientes. O sistema atual de estocagem dos produtos, nas prateleiras, é feita de forma aleatória. O artigo propõe a utilização da curva ABC e do critério de minimização das distâncias para identificar um novo modelo de organização, dos produtos de maior rotatividade, nas prateleiras. Utilizou-se o software ARENA® para comparar as performances dos sistemas atual e proposto. Os resultados de simulação mostraram que o sistema proposto apresenta um melhor desempenho que o sistema atual de estocagem.

**Palavras-chave:** Estocagem; ARENA®; Indústria moveleira.

### Abstract:

This paper proposes an analysis system of finished products storage in a furniture industry, in order to improve the productivity of the system and level of services offered to customers. The current system of storage of products, on the shelves, is made randomly. The paper proposes the use of the curve ABC and the criterion of minimizing the distances to identify a new model of organization, the largest turnover products, on the shelves. We used the software ARENA® to compare the performances of current and proposed systems. The simulation results showed that the proposed system presents a better performance than the current system of storage.

**Keywords:** Storage; ARENA®; Furniture industry.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma crescente ênfase na melhora do tempo de entrega e na acurácia de entrega. Na área de manufatura, trabalha-se cada vez mais com lotes pequenos e ciclos de

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Elétrica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira. E-mail: airton@utfpr.edu.br.

<sup>2</sup> Engenheiro de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira. E-mail: gustavograndier@yahoo.com.br.

tempos mais reduzidos. Segundo Shirk (1989), um processo eficiente na coleta de materiais é extremamente crucial para enfrentar um mercado competitivo.

Armazéns formam uma importante ligação na cadeia de suprimentos, em que produtos podem ser armazenados temporariamente e os pedidos dos clientes podem ser atendidos com maior rapidez. Diminuir o tempo de movimentação com os pedidos em um armazém é extremamente crucial para reduzir o tempo de atendimento aos clientes (WEBER, 1989).

Um dos campos de aplicação da simulação é a logística de armazéns, fábricas e sistemas de distribuição. Nestes locais podem ser modeladas características como o *layout*, o fluxo de pessoas e materiais, métodos de trabalho, meios de transportes e alocação de recursos.

Este artigo propõe a análise do sistema de estocagem, de produtos acabados, de uma indústria moveleira, com o objetivo de melhorar a produtividade do sistema e o nível dos serviços oferecidos aos clientes.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a indústria moveleira é fragmentada, intensiva em mão-de-obra, com pouca participação no valor agregado e verticalizada. Está localizada com mais intensidade nas regiões Sul e Sudeste do país e teve um avanço expressivo durante a década de 1990, após um grande investimento na aquisição de máquinas e equipamentos importados que proporcionaram um aumento expressivo na produção e uma padronização do produto em nível internacional (COELHO; BERGER, 2004).

Segundo Santos (2008), as regiões Sul e Sudeste representam 90% da produção nacional de móveis. No Brasil, este setor vem crescendo muito nos últimos anos, sendo assim passivo de investimentos dos diversos segmentos do setor governamental, devido ao aquecimento da economia, aumento de empregos diretos e indiretos, como também pela capacidade de gerar divisas.

Estoque é qualquer quantidade de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo. Estoque também é a quantidade necessária de produtos para atender à demanda dos clientes. Ele existe somente porque o fornecimento e a demanda não estão em harmonia um com o outro (PAOLESCHI, 2009).

Ballou (2001, p. 271), define estoque como “acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas”. O mesmo autor ainda

complementa que os custos envolvidos na manutenção de estoques nas indústrias, podem representar de 20 a 40% do seu valor por ano. Em vista disso é correto ter um cuidado especial com o nível de estoque produzido.

O bom planejamento do estoque é de grande importância para as indústrias, independente do ramo que atuem, devido ao fato de estarem presentes nos mais variados pontos da cadeia de suprimentos (GU; MCGINIS, 2007).

O diagrama de Pareto (ou curva ABC) segundo Dias (2008), é um importante instrumento, devido ao fato de permitir identificar aqueles itens que justificam atenção e tratamento adequados quanto à sua administração. Através da curva ABC pode-se definir políticas e estabelecer prioridades para a programação da produção, entre outros problemas dentro das empresas.

No caso dos estoques, a curva ABC visa identificar e definir locais de estocagem para os produtos com maior rotatividade (razão entre o volume de vendas e o estoque médio) de modo que o número de movimentações dos produtos seja o menor possível, com base em sua permanência no armazém (STEL; LEITE; KOVALESKI, 2005).

Segundo Freitas Filho (2008), 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 avaliar estratégias para sua operação.

Modelos de simulação podem ser considerados como uma descrição do sistema real. A execução de modelos de simulação em computador tem potencial para fornecer resultados mais precisos, sem que seja necessário interferir no sistema real. Tais resultados, quando analisados estatisticamente, produzem informações que podem contribuir consideravelmente nas tomadas de decisões, que visam a solução de problemas (BANKS; NELSON, 1996).

O software utilizado na simulação foi o ARENA® lançado em 1993 pela empresa americana Systems Modeling, sendo o sucessor do SIMAN e CINEMA, produtos da mesma empresa. O SIMAN foi desenvolvido em 1982, sendo o primeiro software de simulação para PC. O SIMAN era uma evolução do GPSS que foi lançado pela IBM em 1961 e por muito tempo foi o líder de mercado. Em 1984 o SIMAN ganhou um complemento chamado CINEMA que foi o primeiro software de animação para PC. Em 1993, os dois softwares se uniram e formaram o ARENA®. Em 1998 a Systems Modeling foi vendida pela Rockwell Software (PRADO, 2010).

O ARENA® é um ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenho e animação bidimensional, análise estatística e análise de resultados. O ARENA® foi considerado por renomados especialistas em simulação como "O mais inovador software de simulação", por unir os recursos de uma linguagem de simulação à facilidade de uso de um simulador, em um ambiente gráfico integrado. A linguagem incorporada ao ARENA® é o SIMAN. Não é necessário escrever nenhuma linha de código no ARENA®, pois todo o processo de criação do modelo de simulação é gráfico e visual (FREITAS FILHO, 2008).

Além de permitir a construção de modelos de simulação o ARENA possui ainda as seguintes ferramentas:

- Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*);
- Analisador de resultados (*Output Analyzer*);
- Analisador de processos (*Process Analyzer*).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia utilizada neste estudo pode ser classificada quanto ao tipo de pesquisa, a população amostra, a coleta e a análise dos dados. Desta forma serão apresentados os passos seguidos para realização do trabalho.

A classificação, quanto ao tipo de pesquisa, pode ser subdividida de acordo com a natureza, sendo esta aplicada, quanto aos objetivos sendo descritiva, quanto à forma de abordar o problema, pode ser considerada quantitativa, pois os dados obtidos (cronometrados) no sistema real foram, em seguida, tratados estatisticamente.

Como estratégia de pesquisa, foi utilizado o estudo de caso que, conforme Yin (2001), é ideal em situações organizacionais reais em que o pesquisador não tem controle dos fenômenos.

O projeto, proposto neste trabalho, segue uma ordem de execução dividida em etapas:

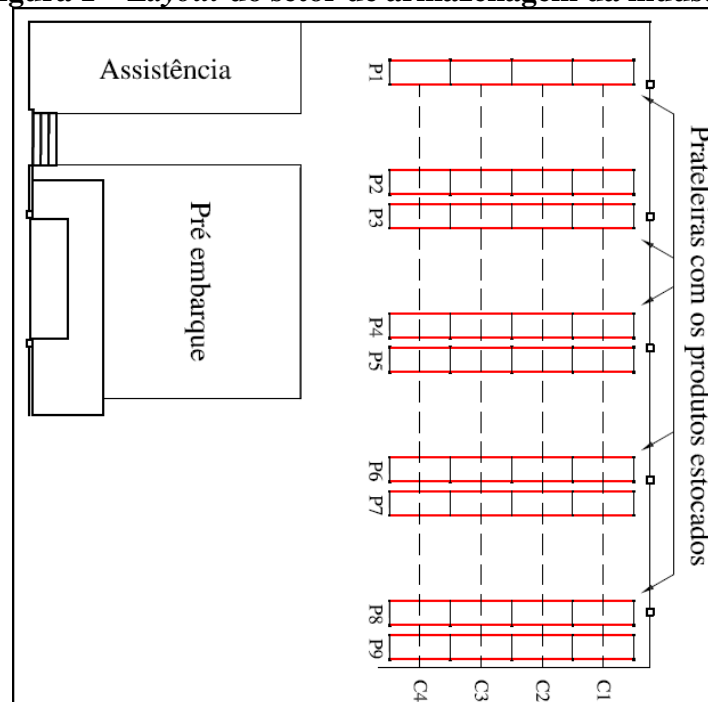
1. Identificação do fluxo atual do processo de coleta de produtos;
2. Construção da Curva ABC;
3. Coleta de dados;
4. Determinação dos dados de entrada;
5. Construção e validação do modelo de simulação;

## 6. Análise de resultados.

### 3.1. Descrição do Sistema

Os produtos, fabricados em madeira MDF (*Medium Density Fiberboard*), após passarem pelo setor de embalagem são transportados, pelo operador da empilhadeira, para o setor de estoque. O setor de estoque é constituído por 9 prateleiras de 5 andares (Figura 1). Na expedição, o operador da empilhadeira recebe o pedido de produtos com vários itens. Vai até as prateleiras e retira os páletes dos produtos e os descarrega no setor de pré-embarque. Depois que os produtos são descarregados retorna os páletes ao seu lugar de origem nas prateleiras.

Figura 1 – *Layout do setor de armazenagem da indústria*



### 3.2. Curva ABC

Uma técnica simples e bastante utilizada na administração de estoques, principalmente quando existe uma variedade grande de produtos, que auxilia a visualização e a análise do que é relevante ou não é o Diagrama de Pareto, também conhecido como Curva ABC. Esta técnica é uma ferramenta auxiliar de produtividade, pois uma vez que

selecionados e classificados os elementos em análise, pode-se dedicar mais recursos ao que é mais relevante e de maior impacto sob quaisquer aspectos (BERNARDI, 2008).

O princípio do Diagrama de Pareto foi observado por Vilfredo Pareto, na Itália no final do século XX, após um estudo da distribuição da riqueza em uma população, onde observou-se que a maior parte da riqueza era concentrada em uma parcela pequena de pessoas, em uma relação de 80 para 20. Atualmente, são muito comuns sistemas que tenham essa mesma característica, ou seja, um número pequeno de itens possui uma representatividade grande em relação a alguma característica (GOEBEL, 1996).

Segundo Dias (2008), uma análise ABC consiste da separação dos itens de estoque em três grupos de acordo com o valor de demanda:

- Classe A: Grupo de itens mais importantes que devem ser tratados com uma atenção bem especial pela administração.
- Classe B: Grupo de itens em situação intermediária entre as classes A e C.
- Classe C: Grupo de itens menos importante que justificam pouca atenção da administração.

Assim, a utilização do Diagrama de Pareto em ambientes fabris possibilita uma visualização mais crítica de quais produtos devem ter um cuidado especial e quais não precisam ser tratados de tal maneira, e neste ambiente atual de busca por melhorias contínuas, essa ferramenta mostra-se importante (SHIRK, 1989).

Segundo Carvalho (2002), a construção da curva ABC é um processo simples e que exige poucas informações: o código do material ou item, a demanda em unidade de cada item durante o período de estudo – com estas informações faz-se o cálculo da demanda em relação aos produtos expedidos e finalmente a ordenação decrescente dos itens e a construção da curva.

### **3.3. Minimização das distâncias**

Segundo o critério da minimização das distâncias, em armazéns, os produtos de maior giro devem ficar nas posições de mais fácil acesso para os operadores (DIAS, 2008). Essa ideia orienta fortemente a disposição física dos produtos no armazém. Portanto, neste trabalho, o objetivo é priorizar a minimização das distâncias entre a zona de pré-embarque e

as prateleiras. Desta forma os produtos de maior giro devem ser colocados na região mais próxima do pré-embarque.

### 3.4. Coleta de dados

A coleta de dados é uma parte fundamental do processo de simulação, pois um insucesso nessa etapa compromete todo o trabalho. Por isso, neste trabalho, foi dada atenção especial nessa etapa.

A coleta de dados foi realizada de forma direta por observação das atividades que compõem o processo de coleta da indústria.

As variáveis obtidas, na coleta de dados, foram as seguintes:

1. Tempos da coleta dos páletes nas prateleiras;
2. Tempos da descarga dos páletes no pré-embarque;
3. Distâncias entre as prateleiras e o setor de pré-embarque;
4. Velocidade da empilhadeira.

Os arquivos criados com os tempos obtidos, na coleta de dados, foram submetidos a ferramenta *Input Analyser* do ARENA®. Esta ferramenta proporciona a visualização dos dados de forma gráfica e fornece uma expressão que representa a distribuição de probabilidades destes dados (Tabela 1).

**Tabela 1 – Distribuições de Probabilidades**

Produto	Tipo	Distribuição de Probabilidades (s)
Base de Mesa de Jantar	Coleta	$29.5 + 27 * \text{BETA}(1.12, 0.711)$
	Descarga	$\text{TRIA}(1.5, 8.75, 12.5)$
Mesa de Apoio	Coleta	$29.5 + 29 * \text{BETA}(0.811, 0.956)$
	Descarga	$3.5 + 9 * \text{BETA}(1.31, 1.14)$
Mesa de Centro	Coleta	$31.5 + \text{LOGN}(14.5, 16.1)$
	Descarga	$2.5 + 9 * \text{BETA}(1.46, 1.85)$

Considerou-se, neste trabalho, que os tempos de colocação dos páletes, dos produtos, nas prateleiras são iguais aos tempos de retiradas destes das prateleiras.

### 3.5. Verificação e Validação

Uma das etapas mais importantes da simulação é a verificação e validação. Se o modelo não refletir o sistema real, as saídas do modelo vão influenciar negativamente na

qualidade da decisão. A ideia principal da verificação é assegurar que o modelo não contenha erros de implementação das lógicas de funcionamento do sistema, tais como: rotinas de decisão, fluxo de entidades, atribuição de variáveis, etc. A validação tem como objetivo garantir que o modelo inicial está representando com acuracidade o sistema real (SARGENT, 1998).

A verificação e a validação do modelo foram realizadas em diversas etapas, envolvendo pessoas familiarizadas com o processo, no caso o modelador, o operador da empilhadeira e a gerência do setor de estoque da indústria. Ao final do desenvolvimento, com todos os fatores considerados, obteve-se um modelo, do sistema de coleta da indústria moveleira, muito próximo do sistema real.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1. Curva ABC

O volume da produção da indústria moveleira traz a necessidade da manutenção de estoque de produtos acabados, como uma estratégia mercadológica, para melhorar o atendimento a seus clientes.

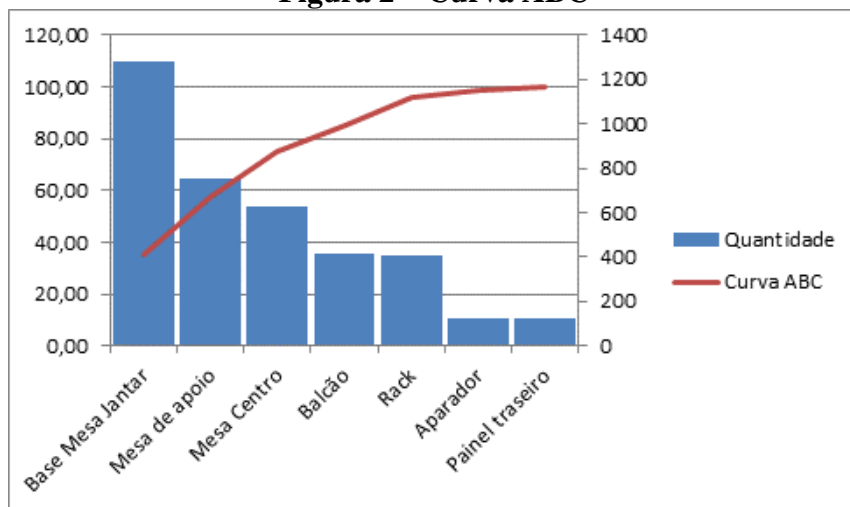
Dentro desse contexto, foram coletados dados de produtos expedidos pela indústria no primeiro semestre de 2011 (Tabela 2), objetivando assim uma reorganização dos estoques dos produtos, de maior giro, dentro do armazém.

**Tabela 2 – Dados coletados para construção da curva ABC**

Índice	Produto	Percentual de Produto Expedido	Percentual acumulado	Ordenador	Quantidade
1	Base Mesa Jantar	35,08	35,08	1278,00	1278
2	Mesa de apoio	22,69	57,77	751,00	751
3	Mesa Centro	17,01	74,78	625,00	625
4	Balcão	10,63	85,41	415,00	415
5	Rack	10,59	96,00	408,00	408
6	Aparador	2,86	98,86	125,00	125
7	Painel traseiro	1,14	100,00	125,00	125
				<b>Total</b>	<b>3727</b>

Com os dados obtidos da Tabela 2 construiu-se a Curva ABC apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Curva ABC



Observa-se, através da Figura 2, que os produtos Base da Mesa de Jantar, Mesa de Apoio e Mesa de Centro são os produtos de maior giro da indústria moveleira. Formando 74.78% dos produtos, fabricados em MDF, expedidos pela empresa no primeiro semestre de 2011.

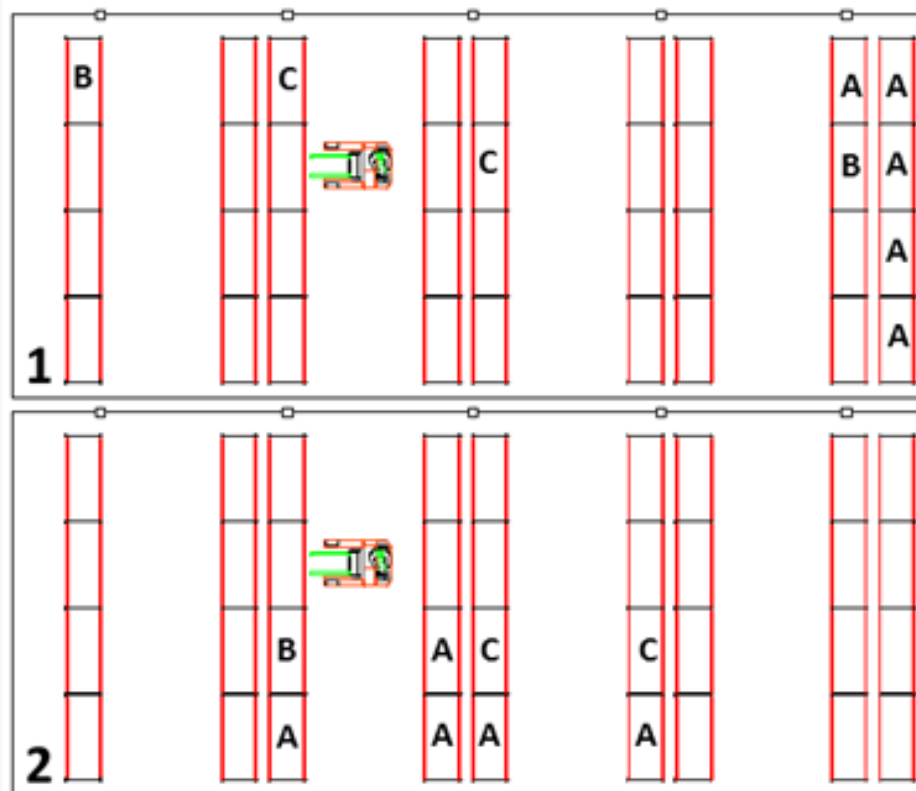
### 4.2. Simulação

Para simular a distribuição dos páletes, dos produtos de maior giro (A- Base de Mesa do Jantar, B – Mesa de Apoio, C- Mesa de Centro) nas prateleiras, implementou-se dois cenários (Figura 3):

Cenário 1 – disposição aleatória dos páletes, dos produtos, nas prateleiras (Cenário Atual);

Cenário 2 – disposição dos páletes, dos produtos nas prateleiras, pelo critério da minimização das distâncias.

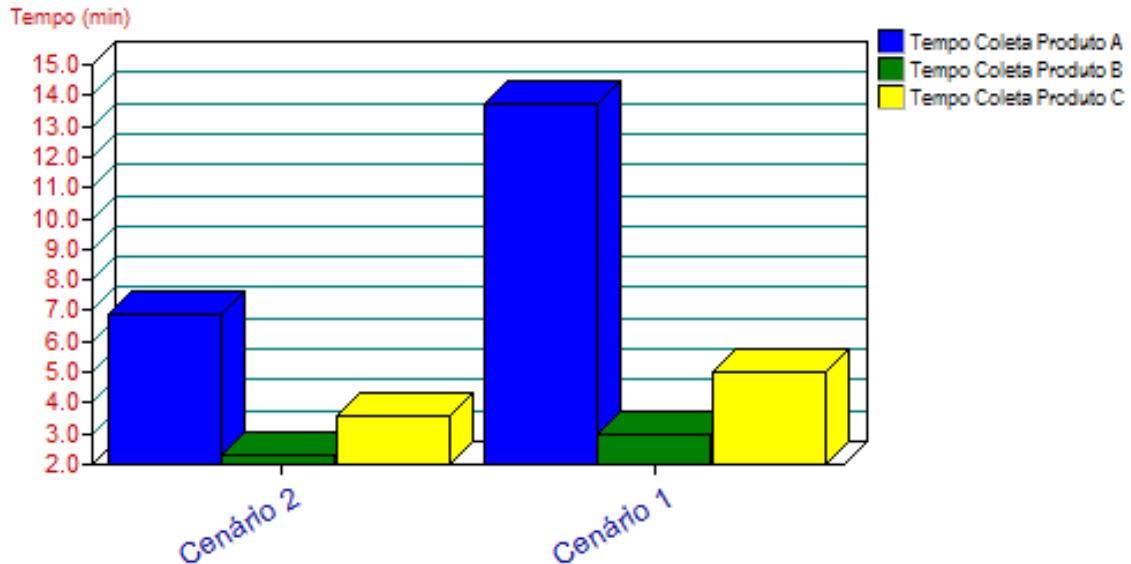
Figura 3 – Distribuição dos produtos nas prateleiras (Cenários 1 e 2)



Observa-se que, para os dois cenários simulados, a empilhadeira coletou e retornou os páletes, em todas as prateleiras, contendo os produtos com maior rotatividade.

A Figura 4 apresenta os tempos médios de coleta, para os três produtos, por cenário, durante 15 replicações.

**Figura 4 – Tempos de coleta por cenário**



Na Tabela 3 apresenta-se a redução de tempo de coleta ( $\Delta t$ ) por produto entre os cenários.

**Tabela 3 – Diferença de tempos de coleta entre cenários**

Item	Cenário 1 (minutos)	Cenário 2 (minutos)	$\Delta t$
Coleta Produto A	13,7	6,88	6,82
Coleta Produto B	2,98	2,31	0,67
Coleta Produto C	4,99	3,56	1,43
<b>Total</b>			<b>8,92</b>

Observou-se, através dos resultados, apresentados na Tabela 3 uma diferença de 8,92 minutos entre os dois cenários, comprovando que, através do critério de minimização de distâncias, consegue-se diminuir os tempos de coleta dos produtos, de maior giro, do estoque.

## 5. CONCLUSÕES

Utilizou-se, neste trabalho, a curva ABC para obter a classificação dos produtos acabados em uma indústria moveleira em função do histórico de giro do primeiro semestre de 2011. De acordo com os dados obtidos foi proposto um novo modelo de organização dos produtos, de maior rotatividade, no interior do armazém, utilizando o software ARENA® para efetuar a simulação da reorganização dos produtos. Comprovou-se, através da simulação, que a reorganização dos produtos

de maior rotatividade, nas prateleiras do armazém, resultou na redução dos tempos de coleta.

A aplicação da simulação computacional gerou um conhecimento adicional sobre o processo produtivo para todos os envolvidos e possibilitou a identificação de oportunidades de redução de custos operacionais para a empresa estudada.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BANKS, J.; NELSON B. L. **Discrete event system simulation**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

BERNARDI, L. A. **Manual de empreendedorismo e gestão: fundamentos, estratégias e dinâmicas**. São Paulo: Atlas, 2008.

CARVALHO, J. M. C. **Logística**. 3. ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.

COELHO, M. R. F.; BERGER, R. (2004). Competitividade das exportações brasileiras de móveis no mercado internacional: uma análise segundo a visão desempenho. Curitiba: **Revista da FAE**, 2004. P. 51-65.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2008.

FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em ARENA®**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GOEBEL, D. **Logística – Otimização do transporte e estoques na empresa**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

GU, J. & MCGINIS, L. F. Research on warehouse operation: a comprehensive review. **European Journal of Operational Research**, 2007.

PAOLESCHI, B. **Logística Industrial Integrada – Do Planejamento, Produção, Custo e Qualidade à Satisfação do Cliente**. São Paulo: Érica, 2009.

PRADO, D. **Usando o ARENA® em simulação**. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2010.

WEBER, H. **The humanistic approach to optimize logistic concepts**. In: Proc. Of the 10th International Conference on Automation in Warehousing, 1989.

SANTOS, S. M. P. G. **Modelagem do Problema Integrado de Dimensionamento de Lotes e Corte de Estoque numa Indústria Moveleira.** São José do Rio Preto: Dissertação (Matemática) - Universidade Estadual Paulista, 2008.

SARGENT, R. G. **Verification and validation of simulation models.** In: Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

SHIRK, W. T. **Material flow controls in a JIT environment.** Georgia: Georgia Institute of Technology, 1989.

STELA, E. & LEITE, M. L. G. & KOVALESKI, J. L. **Análise da estrutura logística de estocagem e manuseio: estudo de caso.** In: XXV ENEGEP, Porto Alegre, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001.