

Desenvolvimento de software dedicado à gestão de estoques em indústrias de polpa de fruta

Software development dedicated to inventory management in fruit pulp industry

C. P. S. Rocha¹; P. C. C. Araújo²; E. Jesus³

¹Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, 491000-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Química Industrial, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, 491000-000, São Cristóvão-SE, Brasil

³Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, 491000-000, São Cristóvão-SE, Brasil
pheliperocha16@hotmail.com

(Recebido em 30 de setembro de 2012; aceito em 15 de maio de 2013)

O trabalho versa sobre o desenvolvimento de *software* dedicado à gestão de estoques em indústrias de polpa de fruta, utilizando-se da linguagem de programação *object-pascal* (*Delphi*) e sistema de banco de dados *Firebird*. O uso de sistemas computacionais que controlem a entrada e saída de materiais nas cadeias produtivas é de fundamental importância para a redução de custos de produção. Foram utilizadas políticas de gestão de estoques e da ferramenta MRP (*Materials Requirements Planning*) na implementação do *software*, em especial no cálculo do ponto de pedido.

Palavras-chave: Controle de estoques; Polpa de fruta; MRP. *Software*

This study focuses on the development of software dedicated to the inventory management in the fruit pulp industry by using the Object Pascal (Delphi) programming language and a Firebird database system. The use of computer systems that control the entry and exit of materials in the supply chains is crucial to reduce the production costs. The Policy of inventory management and MRP (Material Requirements Planning) were used in the software implementation, particularly in the reorder point calculation.

Keywords: Inventory management; Fruit pulp; MRP; Software

1. INTRODUÇÃO

A produção de polpa de frutas constitui importante atividade da indústria no nordeste. No estado de Sergipe existem diversas empresas de produção de polpa que atuam utilizando métodos arcaicos de controle de estoque, o que diminui sua rentabilidade.

A gestão de estoques é essencial para manter ou aumentar a lucratividade de qualquer empresa. Sendo realizada de forma eficiente, a prática da gestão de estoques significa determinar algumas variáveis como estoque mínimo, ponto de pedido de matérias-primas e custos referentes à manutenção de estoques de matérias-primas e produtos. A gestão de estoques direciona os esforços da organização no sentido de maximizar a utilização de recursos e melhorar seu desempenho [1].

Atualmente, o uso de sistemas computacionais possibilita o gerenciamento e distribuição melhor das informações para todos os setores da empresa, assim como melhora a eficiência dos sistemas produtivos. Nota-se que a tecnologia da informação é fonte de competitividade para qualquer empresa, especialmente indústrias de serviços, transportadoras e companhias aéreas [2].

Desde a década de 90, que a tendência das empresas é a informatização de seus setores, visando melhor gerenciamento do uso dos recursos da empresa [3,4]. A tecnologia da informação é um dos principais componentes do ambiente empresarial, tanto em nível estratégico como operacional [5]. Entretanto, esta realidade ainda não chegou a muitas microempresas da região Nordeste do Brasil, sendo necessário o incentivo dos governos para estas empresas acessem novas tecnologias.

Neste trabalho, o *software* (GPolps) foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Object-Pascal*, conhecida comercialmente como *Delphi*, e sistema de banco de dados *Firebird*.

O trabalho está organizado da seguinte forma: A seção 2 apresenta a fundamentação teórica, baseada na pesquisa bibliográfica realizada, a seção 3 apresenta a formulação do modelo de estoques utilizado pelo programa, também baseado na pesquisa bibliográfica realizada, a seção 4 apresenta alguns detalhes da implementação do *software*, a seção 5 exhibe os resultados obtidos, a seção 6 apresenta a discussão do resultado obtido e na seção 7 é apresentada a conclusão do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O gerenciamento de estoques

Estoques são componentes, materiais ou produtos acabados que estão disponíveis, esperando para serem usados ou vendidos [6]. Os estoques existem por causa das incertezas da demanda e do *lead time* (tempo de entrega) do fornecimento. A visão tradicional é de que os produtos devem ser mantidos em estoque por diversas razões, como para não perder vendas, devido ao interrompimento da produção. Entretanto, isso gera riscos, como o inventário tornar-se obsoleto [4,6,7,8].

Assim, a gestão de estoques surgiu para diminuir os estoques ao máximo, como afirma Dias “A administração deve reduzir os investimentos em estoques, aumentando a eficiência dos meios internos da empresa, sem, no entanto, comprometer a sobrevivência da mesma” [3].

A importância dos estoques, comparada com outros atributos, tem crescido consideravelmente. O controle de estoque não garante o sucesso, mas direciona os esforços da organização, no sentido de maximizar a utilização de recursos e melhorar o desempenho total [9,10].

Os objetivos da gestão de estoques podem ser assim resumidos: fazer o cálculo do estoque mínimo, do ponto de pedido e do custo de armazenamento, além de possibilitar o replanejamento de dados, quando houver razões para modificações e atualizar as quantidades de estoques sempre que houver movimentação de material [4].

2.2 O planejamento da necessidade de materiais

O planejamento da necessidade de materiais MRP (do inglês: *Material Requirements Planning*) é uma ferramenta baseada em computador, que surgiu na década de 1960, desenvolvida para organizar o calendário e a ordenação dos produtos de demanda dependente. A demanda por matérias-primas e componentes do produto final é calculada usando a demanda pelo produto final [2, 3].

Através do planejamento e controle da produção consegue-se aumentar a eficiência no uso dos recursos, principalmente na questão do tempo de execução das tarefas, que é fundamental na estratégia de qualquer empresa [11,12].

3. FORMULAÇÃO DO MODELO DE ESTOQUE

No cálculo do estoque mínimo, que é a quantidade mínima que se deve manter em estoque para que não haja falta de material, foi utilizada na implementação do *software* a Equação 1 [3,4,13].

$$E_{\min} = (C_{\text{máximo}} - C_{\text{médio}}) \cdot T_{\text{reposição}} \quad (1)$$

onde: E_{min} é o estoque mínimo em kg; C_{maximo} é o consumo máximo no período analisado em kg/dia; C_{medio} é o consumo médio no período analisado em kg/dia; $T_{reposição}$ é o tempo necessário para a reposição do produto, *lead time*, em dias.

No cálculo do ponto de pedido ou ponto de reposição, que é o momento que se deve fazer a reposição do estoque para que não haja falta de material, foi utilizada na implementação do *software* a Equação 2 [3,4,13].

$$P_p = C_{medio} \cdot T_{reposição} + E_{min} \quad (2)$$

onde: P_p é o ponto de pedido em kg; C_{medio} é o consumo médio no período analisado em kg/dia; $T_{reposição}$ é o tempo de reposição, *lead time*, em dias; E_{min} é o estoque mínimo em kg.

No cálculo do custo de armazenamento, foi utilizada na implementação do *software* a Equação 3 [14].

$$CAM_i = EM_i \cdot PMu_i \cdot T \cdot CAMu \quad (3)$$

onde: CAM_i é o custo de armazenamento do item i , em R\$; EM_i é o estoque médio diário do item i , em kg/dia; PMu_i é o preço médio ponderado unitário do item i , em R\$/kg; T é o tempo ou período de análise, em dias; $CAMu$ é o custo de armazenamento unitário, adimensional.

O estoque médio, EM_i , é calculado a partir da Equação 4.

$$EM_i = \frac{\sum_{t=1}^T E_{it}}{T} \quad (4)$$

onde: E_{it} é o estoque do item i no período t , em kg; T é o tempo de armazenamento em dias.

O preço médio ponderado unitário do item i é calculado a partir da Equação 5.

$$PMu_i = \left(\frac{\sum_{l=1}^n Pu_{li} \cdot Q_{li}}{\sum_{l=1}^n Q_{li}} \right) \quad (5)$$

onde: PMu_i é o preço médio ponderado unitário do item i , em R\$/kg; n é a quantidade de lotes de compra do item i no período de análise; Pu_{li} é o preço unitário do lote l do item i em R\$/kg; Q_{li} é a quantidade do lote l do item i em kg.

O custo de armazenamento unitário, $CAMu$ que é adimensional, é calculado a partir da Equação 6.

$$CAMu = \left(\frac{Cts_{gt}}{\sum_{i=1}^m EM_i \cdot PMu_i} \right) \quad (6)$$

onde: Cts_{gt} são os custos gerais no tempo considerado, em R\$; m é a quantidade de itens no estoque; EM_i é o estoque médio diário do item i , em kg; PMu_i é o preço médio unitário do item i em R\$/kg.

Os custos gerais (Cts_{gt}) são os custos envolvidos no processo de armazenamento das polpas, tais como, custo da energia elétrica e o custo de higienização e manutenção das câmaras

frigoríficas. O produto no denominador da Equação 6 é conhecido também como valor médio em estoque.

No cálculo do consumo elétrico mensal, foi utilizada na implementação do *software* a Equação 7 [15].

$$E = P \cdot \Delta t \quad (7)$$

onde: E é o consumo de energia em kWh; P é a potência elétrica em kW; e Δt é o tempo de uso em horas.

A unidade utilizada para designar a medição da energia elétrica é o Joule [J] ou *Watt · segundos (Ws)*. Portanto, se a ordem de grandeza de consumo de energia elétrica for bastante elevada, como é o caso de residências e indústrias, a unidade de medida utilizada é o *kilowatt · horas (kWh)*. A partir do consumo elétrico pode-se estimar o custo mensal gerado pelo uso de energia elétrica, tendo o valor cobrado, pela fornecedora, por um *kilowatt · hora*. O cálculo é feito através da Equação 8 [15]:

$$C_e = P_{kWh} \cdot E \quad (8)$$

Onde: C_e é o custo da energia elétrica em R\$; P_{kWh} é o preço do kWh em R\$/kWh; E é o consumo de energia em kWh.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE

O *software* foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Object – Pascal*, que é uma linguagem de alto nível orientada a objetos, mais conhecida como *Delphi*, através do ambiente de desenvolvimento, IDE (*Integrated Development Enviroment*), *Embarcadero® Delphi®* 2010 14.0.3513.2421 com o apoio das bibliotecas visuais *Alpha Skins 7.34*, *JEDI 2.2 Build 3845* e a *RxLib 2.7.7.5* [16].

O sistema de banco de dados utilizado foi o *Firebird 2.5*. O ambiente de desenvolvimento utilizado foi o *IBExpert 2066.12.13* [17].

A implementação foi realizada considerando módulos operacionais. Todos os módulos serão explicados na próxima seção.

Alguns cálculos são feitos com funções agregadas da linguagem SQL. Vale ressaltar que os dados utilizados pelo programa nos cálculos podem ser estimados ou inseridos pelo usuário. A estimativa só ocorre se existirem dados suficientes no histórico do programa.

O consumo máximo, médio e os somatórios são calculados, respectivamente, com as funções agregadas da SQL $\max()$, $\text{avg}()$ e $\text{sum}()$, que retornam, respectivamente, o valor máximo, o valor médio e a soma de um dado campo de uma tabela SQL. O tempo de reposição e os custos gerais não são estimados, e devem ser informados pelo usuário.

No banco de dados do programa, há uma tabela chamada histórico, onde é armazenada grande parte das informações inseridas, é a partir dela que são estimados os consumos máximo, médio e as funções com somatórios, citadas anteriormente. Após o cálculo ou entrada das informações, o programa calcula o valor de interesse.

No cálculo do consumo elétrico, a potência, o tempo de uso diário e a quantidade de dias que o equipamento é usado num mês, devem ser informados pelo usuário, o cálculo é feito de maneira simples, já que de uma forma geral, é apenas uma multiplicação, não necessitando de funções especiais ou algoritmos complexos.

5. RESULTADOS

O *software* proposto possibilita o cálculo do estoque mínimo, ponto de pedido e do custo de armazenagem de cada matéria-prima cadastrada, assim como o cálculo do custo da energia elétrica. Mostrando ainda o total de entradas e saídas, tanto de massa como de capital relacionados com a movimentação de matérias-primas e produtos.

Orientações do funcionamento de cada função são exibidas em todo o *software*, bastando o usuário deixar o cursor do *mouse* posicionado sobre o componente de interesse. A Figura 1 exibe a janela principal do programa. A seguir, cada um destes componentes será explicado.



Figura 1: Janela principal do software.

O módulo Matérias-primas é onde pode ser feito o cadastro, a atualização, remoção ou o registro de compras de matérias-primas (frutas), a Figura 2 mostra a janela de cadastro de matérias-primas. O módulo Produtos é onde pode ser feita a inserção, a atualização dos registros dos produtos (polpas), assim como o registro da produção e o de vendas. O módulo Clientes e Fornecedores é responsável pelo gerenciamento do cadastro de clientes e fornecedores, onde é possível inserir, atualizar ou apagar registros. No módulo Controle existem três *submenus* são eles: Cálculos; Gráficos e Histórico de operações, suas funções serão explicadas a seguir.

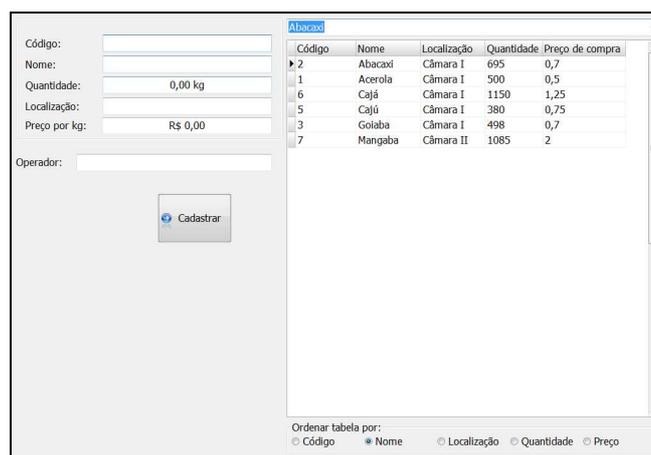


Figura 2: Janela de cadastro de matérias-primas.

No *submenu* Cálculos podem ser acessadas as opções; Balanços, que realiza o balanço de entradas de matérias-primas e saídas de produtos, exibindo o saldo de estoque de material, com relação às movimentações do estoque, no período selecionado; Custo de armazenagem, onde pode ser calculado o custo de armazenagem para cada matéria-prima; Ponto de pedido, onde pode ser calculado o ponto de pedido de cada matéria-prima; Consumo elétrico, que realiza a estimativa do consumo elétrico mensal da empresa.

O *submenu* Gráficos dá acesso aos gráficos feitos pelo programa, são eles; Matérias-primas, onde é exibido o gráfico do estoque de matérias-primas, a Figura 3 mostra a janela com o gráfico do estoque de matérias-primas gerado pelo *software*; Produtos, onde é exibido o gráfico do estoque de produtos; Níveis, onde é exibido o gráfico da variação dos níveis de estoque de determinada matéria-prima, no período selecionado; Compras, onde é exibido o gráfico das compras de determinada matéria-prima, no período selecionado; Consumo, onde é exibido o gráfico do consumo de determinada matéria-prima, em decorrência da produção, no período selecionado; Produção, onde é exibido o gráfico da produção de determinado produto, no período selecionado; Vendas, onde é exibido o gráfico das vendas de determinado produto, no período selecionado. É possível salvar qualquer gráfico gerado, para eventuais comparações.

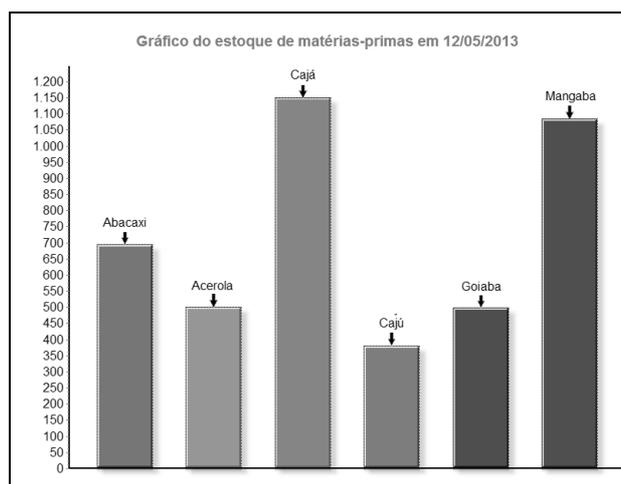


Figura 3: Gráfico do estoque de matérias-primas.

O *submenu* Histórico de operações dá acesso ao registro de todas as ações importantes realizadas no programa, como ação importante entende-se toda e qualquer ação que envolva alteração dos lucros da empresa. Assim, o administrador pode ver quem e quando realizou determinada ação, facilitando uma possível investigação administrativa.

O módulo Opções permite decidir se o programa usará ou não *skins*, que é o visual gráfico do programa, marcando ou desmarcando a caixa “Habilitar efeitos visuais”; Decidir se o programa deve usar o *skin* completamente ou se apenas parcialmente, marcando ou desmarcando a caixa “Habilitar em todas as janelas”; Decidir se o programa usará a recurso de transparência de janelas, marcando ou desmarcando a caixa “Habilitar transparência”, e qual seu nível, configurando a barra de rolagem próxima a caixa citada, onde 0% quer dizer totalmente transparente; Decidir o tamanho e o tipo de fonte usada em todo programa; Decidir qual *skin* será usado pelo programa, assim como alterar o esquema de cores de cada um; Criar ou apagar usuários do programa, pois somente usuários cadastrados, com suas respectivas senhas, podem realizar ações importantes.

Os botões são atalhos de funções dos módulos, são eles; Matérias-Primas, que exhibe as matérias-primas cadastradas; Produtos, que exhibe a tabela com os produtos cadastrados; Cálculos, que acessa a janela onde são feitos os cálculos do ponto de pedido, consumo elétrico e custo de armazenamento; Histórico de operações, que leva para o registro de ações importantes; Balanços, que acessa a janela onde são feitos os balanços comerciais; Gráficos, que acessa a janela onde são feitos os gráficos, já citados anteriormente; Fornecedores, que exhibe os fornecedores cadastrados; Clientes, que exhibe os clientes cadastrados.

O programa apresenta seis opções de *skin*. Baseado no fato de que um monitor usa mais energia para exibir cores claras do que tons escuros, para tornar o *software* ecologicamente correto, existem três *skins* escuros. É possível ainda desabilitar parcial ou totalmente o uso de *skins*, para diminuir a demanda por processamento do programa, opção útil em computadores antigos.

Visando a aplicação do *software*, dados de uma indústria de polpa de fruta da região foram coletados, para serem utilizados no *software*. As informações são referentes ao produto polpa de cajá e de mangaba, que são as frutas com maior consumo na região.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos cálculos do estoque mínimo e do ponto de pedido para o cajá e a mangaba, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Tabela 1: Apresentação dos resultados dos cálculos do estoque mínimo e do ponto de pedido, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Matéria-prima	Consumo máximo diário (kg)	Consumo médio diário (kg)	Tempo de reposição (dias)	Estoque mínimo (kg)	Ponto de pedido (kg)
Cajá	2525	2520	30	150	75750
Mangaba	3500	3000	30	15000	105000

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos, a partir do cálculo do custo da energia elétrica de alguns equipamentos da empresa.

Tabela 2: Apresentação dos resultados do cálculo do custo da energia elétrica, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Equipamento	Potência (W)	Tempo de uso diário (horas)	Consumo mensal (kWh)	Preço do kWh (R\$)	Valor gasto (R\$)
Compressor	736	6	132,48		15,90
Envasadora	736	5	110,40	0,12	13,25
Pasteurizador	15000	6	2700		324

A Tabela 3 exibe os resultados dos cálculos do custo de armazenamento unitário do cajá e da mangaba, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Tabela 3: Apresentação dos resultados do cálculo do custo de armazenamento unitário, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Matéria-prima	Estoque médio diário (kg)	Preço médio (R\$/kg)	Custos (R\$)	Custo de armazenamento unitário
Cajá	1000	1,26	2200	1,75
Mangaba	3600	2,05	2200	0,30

A Tabela 4 mostra os resultados dos cálculos do custo de armazenamento do cajá e da mangaba, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Tabela 4: Apresentação dos resultados do cálculo do custo de armazenamento, de acordo com os dados fornecidos pela empresa.

Matéria-prima	Estoque médio diário (kg/dia)	Preço médio unitário (R\$/kg)	Tempo (dias)	Custo de armazenamento unitário	Custo de armazenamento (R\$)
Cajá	1000	1,26	30	1,75	66000
Mangaba	3600	2,05	30	0,30	66000

6. DISCUSSÃO

O programa permite ao administrador ter uma ampla visão dos estoques, através dos gráficos gerados. A segurança das informações inseridas é garantida pelo histórico de operações realizadas. O programa salva quando e quem realizou a entrada de determinada informação. Além disso, há um cadastro de usuários, sendo que cada um possui uma senha, portanto somente pessoas autorizadas podem inserir informações.

Existem diversos *softwares* de gerenciamento de estoques, entretanto ainda não há no mercado brasileiro nenhum *software* dedicado ao controle de estoques na indústria de polpa de frutas que seja disponibilizado para uso, isto porque apenas algumas empresas possuem tal recurso, que geralmente é encomendado e não disponível para utilização por outras empresas.

A Equação utilizada pelo programa para calcular o estoque mínimo proposta por Dias [3], Hong [4] e por Chopra e Meindl [13] é usada quando o tempo de reposição não for variável, o que ocorre no mercado de polpas, levando em consideração que os períodos de safra são bem definidos. Assim, o GPOLPS mostra-se adequado para uso em seu mercado específico.

7. CONCLUSÃO

O controle de estoques vem sendo otimizado pelo uso da informática, que tem sido aprimorada a cada dia, usar seus recursos é obrigatório para qualquer empresa que queira se desenvolver. Existem diversos *softwares* de gerenciamento de estoques, entretanto ainda não há no mercado brasileiro nenhum *software* dedicado ao controle de estoques na indústria de polpa de frutas que seja disponibilizado para uso. Além disso, o modo como cada programa calcula o estoque mínimo pode não ser adequado para o mercado de polpas, já que existem diversas formulações sobre o tema estoque mínimo.

Foi desenvolvido o *software* proposto. Os cálculos do gerenciamento de estoque podem ser realizados rapidamente, podendo ser refeitos com a periodicidade que o operador determinar, oferecendo ao usuário um valor ótimo, possibilitando, assim, a diminuição e o controle dos custos de estocagem.

8. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe (UFS), através da Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, como também ao CINTEC pelo apoio concedido.

À FAPITEC pela concessão da bolsa de iniciação tecnológica do PIBIT.

-
1. PEIXOTO, E. C.; PINTO, L. R. Gerenciamento de estoques via previsão de vendas agregadas utilizando simulação. *Produção*, v. 16, n. 3, p. 569-581, Set/Dez. 2006.
 2. SAGBANŞUA, L.; ALABAY, M. Nurettin. An MRP Model for Supply Chains. *International Business Research*. v. 3, n. 4; Out, 2010.
 3. DIAS, M. A. *Administração de materiais: edição compacta*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1997.
 4. HONG, Y. C. *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supplychain*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
 5. ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN, R. M. M. Benefícios do uso de tecnologia de informação para o desempenho empresarial. *Revista de Administração Pública*. v.42, n.2, p. 275-302, Mar./Apr. 2008.
 6. VIANA, J. J. *Administração de materiais: um enfoque prático*. São Paulo: Atlas, 2002.
 7. SANTOS, A. M.; RODRIGUES, I. A. Controle de Estoque de Materiais com Diferentes Padrões de Demanda: Estudo de Caso em uma Indústria Química. *GESTÃO & PRODUÇÃO*, v.13, n.2, p.223-231, mai.-ago. 2006.
 8. NARMADHA, S; SELLADURAI, Dr. V; SATHISH, G. Multi-Product Inventory Optimization using Uniform Crossover Genetic Algorithm. *International Journal of Computer Science and Information Security IJCSIS*. v. 7, n. 1, p. 170-179, Jan. 2010.
 9. PEIXOTO, E. C.; PINTO, L. R. Gerenciamento de estoques via previsão de vendas agregadas utilizando simulação. *Produção*, v. 16, n. 3, p. 569-581, Set/Dez. 2006.
 10. GALLMANN, F.; BELVEDERE, V. Linking service level, inventory management and warehousing practices: A case-based managerial analysis. *Operations Management Research*. v. 4, n. 1-2, p. 28-38, 2010.
 11. ARYANTO, R.; SARJONO, H.; WIDYASARI, I. *Material requirement planning (mrp) to increase the tire manufacture rentability*. Faculty of Economics and Business, BINUS University. Kobe, Indonesia. 2010.
 12. DEMARTINI, C.; MELLA, P. Time Competition. The New Strategic Frontier. *iBusiness*. v 3, p. 136-146, Abr, 2011.
 13. CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações*. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
 14. FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. *Administração de materiais e patrimônio*. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

15. MARKUS, O. *Circuitos elétricos: corrente contínua e corrente alternada: teoria e exercícios*. 1.ed. São Paulo: Érica, 2001.
16. JENSEN, C. *Delphi in depth*. Berkeley, Estados Unidos: Osborne McGraw-Hill, 1996.
17. FIREBIRD. *About Firebird*. Disponível em <<http://www.firebirdsql.org/en/about-firebird>>. Acesso em: 02 set. 2012.