

Aplicação da programação dinâmica na análise do estoque de uma indústria moveleira

Everton Ortiz Rocha (UTFPR) evertonrochas@gmail.com
Michell Eduardo Dallabrida (UTFPR) dallabridam@hotmail.com
Vitor Vieira Silva (UTFPR) vitorvs8@hotmail.com

Resumo:

O controle dos recursos produtivos vem sendo tratado com muita ênfase atualmente. Apesar de os recursos materiais mantidos em estoques proporcionam segurança em um ambiente incerto e de grande complexidade, entretanto acarretam em custos, imobilizam o capital financeiro da empresa, ocupam espaço físico que poderia ser destinado à produção, deterioram-se e tornam-se obsoletos. Há na bibliografia diversos estudos, referentes aos sistemas de manutenção de estoques, estes estudos visam projetar, implementar e gerenciar um sistema de manutenção de estoques considerando suas diversas características como: demanda, prazo de planejamento, restrições do sistema e os custos relativos ao estoque. Neste trabalho pretende-se construir um modelo que considere a capacidade de uma empresa ajustar seu processo produtivo com a demanda. Para a solução do problema é recorrida a uma técnica de otimização que podem ser modelado em uma sequência de estados (Programação Dinâmica).

Palavras chave: Pesquisa Operacional. Industria Moveleira. Programação Dinâmica

Application of dynamic programming in inventory analysis of a furniture industry

Abstract

The control of the productive resources comes currently being deal with much emphasis. Although the kept material resources in supplies provide security in an uncertain environment and of great complexity, however causes costs, immobilizes the financial capital of the company, occupies physical space that could be destined to the production, deteriorates and becomes obsolete. It has in the bibliography diverse studies, referring to the systems of maintenance of supplies, these studies aim at to project, to implement and to manage a system of maintenance of supplies considering its diverse characteristics as: demand, deadline of planning, the relative restrictions of the system and costs to the supply. In this work it is intended to construct a model that considers the capacity of a company to adjust its productive process with the demand. For the solution of the problem it is appealed to one technique of optimization that can be shape in a sequence of states (Dynamic Programming).

Key-words: Operational Research. Furniture Industry. Dynamic Programming.

1. Introdução

O setor moveleiro brasileiro vem crescendo nos últimos anos, alavancando empresas de pequeno porte nesse segmento. Segundo a Abimóvel (2007), a indústria brasileira de móveis é formada por mais de 16 mil micros, pequenas e médias empresas que geram mais de 206 mil empregos.

Essas organizações por mais simples que pareçam no processo produtivo, lidam com o gerenciamento de materiais entre suas diversas operações e estes devem ser adequadamente equacionados. O produto deve estar disponível para comercialização, com a qualidade exigida pelo cliente, dentro do prazo previsto, entretanto não pode perder a competitividade, o capital investido deve ser rentável para empresa.

Já Moreira (1993), por sua vez, entende por estoque “quaisquer quantidade de bens que sejam conservados, de forma improdutivo, por algum intervalo de tempo”.

Na realização de suas atividades as empresas necessitam administrar diversos tipos de materiais. Os estoques podem ser classificados em 3 categorias: estoques de matérias-primas, estoques de produtos em processo e estoques de produtos acabados. A manutenção desses estoques depende intrinsecamente da natureza dos estoques.

As justificativas para administração de estoques de matérias primas são a facilidade de planejamento do processo produtivo, manutenção do melhor preço do produto e a prevenção de uma eventual falta de materiais e a obtenção de descontos de compra para grandes volumes (NAPIERALA, 2009).

Entretanto a manutenção e gerenciamento dos estoques também geram custos, risco de obsolescência do produto, tal como imobilização do capital financeiro. As suas operações dependendo do nível da empresa e de sua relação na cadeia de suprimentos, apresentam dificuldades de operação, isso devido a encontrar quais níveis manter os níveis de estoque, e a frequência de transporte e como deve ser o planejamento e controle da produção, de forma a minimizar os custos globais.

De forma que a gestão de grandes volumes seja questionada nos dias de hoje, técnicas alternativas vêm surgindo como o conceito de *supplychain management*, ele ajuda reduzir custo, representando alternativas para falta de materiais. Adicionalmente através de contratos futuros para se proteger das oscilações nos preços dos insumos.

Aliada a isso as técnicas de Pesquisa Operacional como a Programação Dinâmica (PD) se mostram úteis para encontrar opções para a tomada de decisão, quanto ao as ordens de compra, níveis de estoque, a fim de se obter o menor custo. A programação Dinâmica pode tratar de variáveis determinísticas ou estocásticas, dependendo da sazonalidade da demanda, o nosso caso é determinístico. O caso estudado em questão nesse trabalho visa encontrar alternativas para o gerenciamento dos estoques em uma indústria moveleira do oeste do Paraná.

2. Fundamentação teórica

2.1 Processos de fabricação do MDF

A sigla MDF vem do inglês (Medium Density Fiberboard), e significa Fibra de Média densidade. Usada em diversas partes do mundo, em várias áreas, essa fibra tem sido adotada com maior frequência por empresas, dado que o MDF minimiza o desmatamento de árvores, principalmente na indústria de móveis. (INDUSTRIA HOJE, 2015).

Além de uma excelente opção para indústrias que desejam utilizar materiais ecologicamente corretos, essa fibra é vantajosa porque tem uma superfície completamente igual e lisa, mesmo

que sua composição inclua fibras soltas. Os processos de fabricação do MDF consistem nas seguintes etapas:

Primeiramente para fabricar o MDF é necessário cortar madeira de árvores como eucalipto ou pinus, que são cultivadas em regiões de reflorestamento. Ao atingirem aproximadamente 28 metros de altura, as árvores são cortadas e levadas às fabricas, na forma de toras de cerca de 6 metros. Então, é realizado o procedimento das toras em uma máquina, que as pica com o propósito de transformá-las em lascas de madeiras, também conhecidas como cavacos.

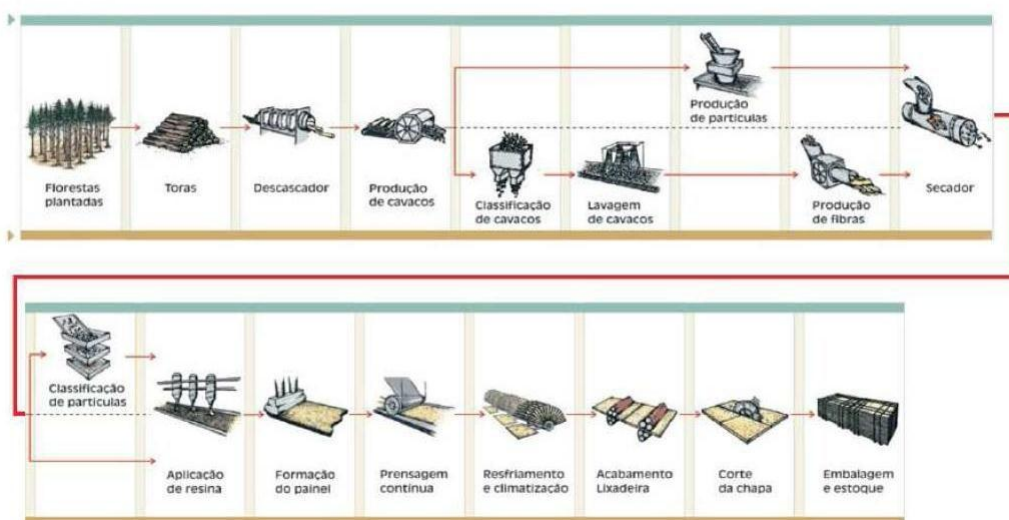
O próximo passo é o cozimento dos cavacos, que são enviadas para a desfibração, onde uma máquina separa as fibras de madeira por meio de discos, após o amolecimento da lignina durante a etapa de cozimento. Lignina é a cola natural da madeira. Em seguida, as fibras são devidamente separadas e colocadas junto de uma resina sintética. Depois disso, elas são secadas a partir de uma tubulação com ar aquecido.

A nova etapa é a moldagem das fibras, que ocorre na máquina formadora. As fibras são moldadas com colchões homogêneos. Em uma pré-prensa, as fibras passam por um processo em que o ar acumulado entre elas é removido. Além disso, a altura final dos colchões acaba reduzindo e, relação à altura inicial, podendo diminuir de sete a dez vezes.

Outra fase é a prensagem dos colchões, que ficam submetidos a elevadas temperaturas e pressões durante um determinado tempo, o que faz a resina colar as fibras, consequentemente gerando a chapa de MDF. Ao sair da presa, a chapa é resfriada e encaminhada para a lixadeira.

Quando está na lixadeira, a chapa de MDF passa por um polimento, que serve para equilibrar a espessura de vários pontos do painel. O máximo de diferença de espessura entre um ponto e outro do item deve ser 1/10 de milímetros.

E finalmente, passando para o último processo, a chapa é cortada no tamanho desejado, conforme a necessidade do mercado. Logo então, o produto é embalado e entregue aos distribuidores. Além da possibilidade de que as chapas de MDF crus recebam revestimentos após a finalização da produção. Na figura 1, pode-se observar de forma mais clara as etapas do processo.



Fonte: Santos (2012).

Figura 1. Processos de fabricação do MDF

2.2 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional surgiu durante a segunda guerra mundial, quando equipes de pesquisadores britânicos decidiram tomar decisões amparadas em bases científicas, sobre como melhor utilizar os recursos materiais na guerra para resolver determinados problemas de operações militares. As técnicas se mostraram bem apresentaram grande efetividade, tanto que findada a guerra, diversas operações militares foram aproveitadas na área civil (TAHA, 2008).

As técnicas da Pesquisa Operacional lidam com problemas e como resolve-los em certas operações em uma organização e tem sido aplicadas nas áreas mais diversas tais como: Indústria, transportes, telecomunicações, finanças, serviços públicos, operações militares etc (MOREIRA, 2010).

Para resolução dos problemas a PO utiliza métodos analíticos para ajudar os tomadores de decisões sobre quais são as melhores alternativas a qual escolher. Diversas técnicas são utilizadas na resolução dos problemas como a modelagem matemática, por exemplo, através do qual os executivos tem o poder tomar decisões baseados em dados mais completos e considerando a todas ou senão a maioria das soluções possíveis.

Segundo TAHA (2008), a Programação Dinâmica (PD), gera uma solução ótima de um problema de multivariáveis decompondo o problema em estágios, no qual são subproblemas de uma variável. O que se torna uma vantagem o método, pois realiza o processo de otimização em apenas uma variável de cada vez, facilitando os cálculos.

Fávero (2013) cita que um problema de Programação Dinâmica tem as seguintes conceituações:

- a) Estágios: o problema é dividido em diversos estagios e um plano de decisão é estabelecido para cada estagio.
- b) Estados: cada estágio está associado a um determinado numero de estados. Os estados representam as diversas condições possiveis que um sistema pode apresentar em um determinado estágio. São as informações contidas em cada estágio, necessárias para a tomada de decisões.
- c) Decisões: em cada estágio, a partir das informações contidas inicialmente, escolhem-se as melhores decisões. As decisões buscam transformar o estado atual em outro estado associado ao estágio seguinte.
- d) Principio de otimalidade de Bellman: dado um estado atual, a decisão ótima para cada estágio remanescente não depende das decisões tomadas em estágios anteriores. Assim, a decisão ótima do estágio seguinte depende somente do estado atual, não importando o que aconteceu anteriormente. Por exemplo, supondo que o caminho mais curto entre São Paulo e Ubatuba seja conhecido e esse caminho passa necessariamente por São José dos Campos. Consequentemente, o caminho mais curto entre São Paulo e Ubatuba deve incluir o caminho mais curto entre São José dos Campos e Ubatuba.
- e) Processo de solução do tipo *backward* ou *forward*: para encontrar a solução ótima de um modelo de programação dinâmica pelo processo *backward*, determina-se a solução ótima de cada estado, iniciando pelo último estado até encontrar a solução ótima do estado inicial. A solução também pode ser do tipo *forward* se o processo se inicia pelo primeiro estado e continua até encontrar a solução ótima do último estado. Apesar dos dois últimos procedimentos chegarem à mesma solução e o do tipo *forward* parecer mais lógico, o procedimento *backward* tem sido mais utilizado na literatura por mais eficiente computacionalmente. Método escolhido a ser aplicado na resolução do problema abordara nos proximos capítulos.

- f) Recursividade: reescrevendo-se sob o coneito de estado, a recursividade utiliza uma equação recursiva ou de recorrência que identifica a solução ótima para cada estado de um estágio t qualquer, dada a solução ótima para cada estado do estágio seguinte $t + 1$ (solução para trás – *backward*), ou dada a solução ótima para cada estado do estágio anterior, $t - 1$ (solução para frente – *forward*). Essa função varia de acordo com o problema estudado. Assim, diferentemente dos problemas de otimização estudados até aqui, a formulação e a solução de problemas de programação dinâmica são bastantes particulares e não triviais. Desta forma para facilitar o aprendizado, é necessária a resolução de diversos problemas de PD.

Para resolver os problemas de PD, utilizaremos a seguinte notação:

T – número de estagios

t – rótulo do estágio atual ($t=1,...,T$)

s_t – estado do estágio t

x_t – variável de decisão no estagio t

$x'_t(s_t)$ – valor ótimo de x_t dado s_t

$f_t(s_t, x_t)$ – função objetivo acumulado na forma recursiva dos estagios $t, t + 1, ..., T$ (processo backward), se o sistema parte de um estado s_t , no estagio t toma a decisão x_t . Essa função varia para cada problema. Como segue na equação (1)

$$f'_t(s_t) = \min\{f_t(s_t, x_t)\} = f_t(s_t, x'_t) \quad (1)$$

2.3 Gestão de Estoque

Coordenar o fluxo de bens e serviços entre instalações físicas é um dos principais focos na gestão da cadeia de suprimentos. Decidir quanto e como movimentar os produtos é preocupação constante e também onde comprar a matéria prima, e quanto produzir, em quais níveis manter os estoques para manter os custos nos menores níveis possíveis (BALLOU, 2006).

A gestão de estoques é uma área essencial para uma boa administração de qualquer empresa voltada para a produção ou para vendas, onde o desempenho dessa área se reflete em toda a organização afetando imediatamente os resultados comerciais e financeiros (FRACISCHINI et al, 2002).

Para Dias (1995), o principal objetivo do controle de estoque é otimizar o controle do inventário, utilizando os recursos internos da maneira mais eficiente, minimizando o capital investido em estoque.

Os estoques são recursos ociosos que possuem valor econômico, os quais representam um investimento destinado a incrementar as atividades de produção e servir aos clientes. Entretanto, a formação de estoques consome capital de giro, que pode não estar tendo nenhum retorno do investimento efetuado e, por outro lado, pode ser necessário com urgência em outro segmento da empresa, motivo pelo qual o gerenciamento deve projetar níveis adequados, objetivando manter o equilíbrio entre estoque e consumo.

Uma das primeiras medidas práticas, válidas ate hoje, para equacionar a problemática do quanto e quando ressuprir foi à adoção de procedimentos como grau de controle, tamanho do estoque e quantidade de reposição, norteados pelos critérios da classificação ABC, conforme demonstra a Figura 1 (VIANA, 2002).

Classe	Média registrada nas empresas		Grau de Controle	Tamanho do Estoque	Procedimentos e constância de reposição
	Quantidade (% de itens)	Valor (% de R\$)			
A	10-20%	70-80%	Rígido	Baixo	Frequentes, revisões constantes e rigorosas.
B	30-40%	15-20%	Normal	Moderado	Pedidos normais, algum acompanhamento
C	40-50%	5-10%	Simples	Grande	Pedidos espaçados, suprimento para 1 a 2 anos.

Fonte: Viana (2002).

Figura 1. Ressuprimento em função da classificação ABC

Já Peinado (2007) descreve de uma forma simplificada que, onde existe necessidade de materiais vão existir estoques. Os materiais são formadores naturais de estoques, que muitas vezes representam valor de capital e precisam ser administrados de forma correta, sob pena de afetarem negativamente o desempenho da empresa, provocando comprometimento à sua lucratividade. Ele separa os tipos de estoques em três categorias:

- Estoques cíclicos existem somente, e tão somente, porque a produção ou compra de material se dá em lotes, ou bateladas, que proporcionam economias que compensam os custos associados à manutenção deste tipo de estoque. Geralmente, não é compensador ligar uma grande máquina para produzir apenas uma ou algumas peças. Os estoques cíclicos costumam ser classificados como sendo as naturezas determinísticas por considerarem que suprimento e a demanda vão se manterem constantes e invariáveis ao longo do tempo.
- Estoques de segurança visam a proporcionar certo nível de atendimento exigido neutralizando os riscos impostos pela possível flutuação do suprimento ou da demanda. Em outras palavras, a organização conta com estoque adicional para compensar um eventual atraso na produção, na entrega, ou mesmo um aumento inesperado na demanda. Os estoques de segurança levam em consideração a probabilidade de as incertezas acontecerem, por esta razão, são classificados como de natureza probabilística.
- Estoques sazonais podem ser necessários para atender a períodos de sazonalidade, tanto da demanda pelo produto acabado como da oferta de matéria-prima. Em muitas ocasiões, a demanda anual não ocorre de forma linear ao longo dos meses. Por outro lado, as indústrias têm a tendência de produzir uma quantidade relativamente constante de produtos por mês. Assim, nos meses de baixa demanda. Esses estoques são denominados de estoques sazonais.

2.4 Demanda

Viana (2002) define que o procedimento básico de qualquer previsão é reduzir a incerteza. A decisão correta a ser tornada hoje depende de se conhecer, tanto quanto possível, as condições que prevalecerão no futuro. Infelizmente, não se pode eliminar a incerteza. Não obstante, as previsões necessitam ser elaboradas.

Podem-se distinguir três tipos de demanda relacionados a seguir:

- Demanda perfeitamente conhecida: é o caso normal em montagens, obras e similares. Ainda nesta categoria, podemos ter demandas constantes no tempo, portanto com comportamento regular de consumo; por exemplo, em linhas de montagem;
- Demanda aleatória: é o caso em que o material foi estocado durante um tempo suficiente para acumular registros de consumo. Ainda, a demanda é aleatória, porém a

distribuição de probabilidade pode ser conhecida, por meio do comportamento irregular, em que os consumos, ainda que perfeitamente identificados, são irregulares com relação ao tempo;

c) Demanda sob incerteza: existe ignorância completa com relação às probabilidades dos vários níveis de demanda futura. Pode-se também denominar esta situação com demanda sob risco.

3. Materiais e Métodos

O estudo aqui apresentado foi realizado recentemente, em uma indústria moveleira, de pequeno porte, localizada em Foz do Iguaçu. A empresa trabalha com chapas de MDF em seu processo produtivo, ela compra essas chapas para produzir móveis sobre encomenda, em meses de grande demanda é necessário muitas vezes manter essas chapas MDF estocadas, para se proteger do perigo atraso na produção, isso acarreta invariavelmente em maiores custos de manutenção de estoques em relação aos custos de transporte, esse equilíbrio deve ser encontrado, nesse contexto a Programação Dinâmica (PD) se mostra útil para encontrar alternativas para o controle dos estoques.

Para realização deste estudo utilizando a (PD), foi realizado um levantamento de dados, onde foram encontrados dados como: Custo de estocagem, custo de transporte, níveis de estoque, demanda para se ajustar os dados para o modelo.

Modelo:

O método de resolução que melhor se adequa ao problema é o BACKWARD recursão progressiva, onde são obtidos dados em um momento presente, então faz uma conjuntura sobre as variáveis de modo a prever seu comportamento futuro, e obter uma previsão do seu estado.

Equação de Equilíbrio de Massa, equação (2):

$$S_t = s_{t-1} + x_t - d_t \leq 180 \quad (2)$$

Onde:

s: Quantidade de estoque no momento t;

x: Quantidade de MDF comprada no momento t;

d: Produção de peças no momento t;

Equação (3)

$$F(S_t) = \text{Min}\{F(S_{t-1}) + C_{cp} + C_{ms}\} \quad (3)$$

Onde:

$F(S_t)$: Custo total no momento t;

$F(S_{t-1})$: Custo do estágio anterior, no momento (t-1);

C_{cp} : Custo de transporte da chapa MDF, no caso como um custo fixo de pedido é de 2.000,00, mais 170,00 por peça comprada, como pode ser visualizada na equação (4) abaixo:

$$C_{cp} = 2.000,00 + 170 * x_t \quad (4)$$

C_{ms} : Custo de manutenção do estoque, que é aproximadamente 3% da quantidade estocada. Como vista na equação:

No seguinte problema foi analisado o período de 3 meses de funcionamento do estoque, nos meses de Julho à Setembro, a demanda para produção de móveis pode ser visualizada na tabela 1.

Meses	Quantidade
Julho	80
Agosto	110
Setembro	60

Fonte: Adaptado ao Autor (2014)

Tabela 1 – Demanda de chapas MDF em uma indústria moveleira nos meses de Julho a Setembro

O estoque inicial considerado para análise é $S(0)$, estoque inicial é de 80 unidades. E ao final dos 3 meses um $S(3)$, estoque final, de 60 unidades. O pedido mínimo é 10 unidades para ser viável o transporte de mercadorias, bem como os lotes de fabricação também são de 10 chapas, os pedidos são incrementados em 10 unidades por pedido, o estoque suporta 180 chapas, sendo o limite do espaço físico disponível. Custo de estoque é de aproximadamente R\$ 0,03/chapa.

4. Resultados e Discussões

Depois de realizados os cálculos utilizando planilhas no software Excel foi obtido, os níveis de estoque para os 3 meses considerados nessa análise, tal como a quantidade a ser comparada para cada período, resultando em um menor custo acumulado no período, esses resultados podem ser observados na Tabela 2.

Estágio	Estoque inicial	Estoque final	Compra	Custo total acumulado
S1	80	20	20	R\$ 5.403,00
S2	20	120	210	R\$ 43.106,60
S3	120	60	0	R\$ 43.108,40

Fonte: Adaptado ao Autor (2014)

Tabela 2 – Resultado do planejamento nos 3 estágios

Observamos que e estágio inicial o modelo recomenda a utilização de todo estoque absorvido pela demanda e a compra de 20 unidades para o segundo mês, tendo um custo de R\$ 5.403,00, no estágio 2 o modelo recomenda comprar 210 chapas, mantendo 120 no estoque gerando um custo de acumulado de R\$ 43.106,60. Já no estágio 3 o modelo recomenda não comprar mantendo um estoque final de 60, que era desejado manter no final da programação, acarretando em um custo total acumulado de R\$ 43.108,40.

O caminho ótimo encontrado pelo método da Programação Dinâmica em relação ao pior caminho gerou uma economia de aproximadamente R\$ 2.000,00, isso evidencia que em apenas 3 meses de Planejamento utilizando esta técnica gerou uma economia razoável, para trabalhos futuros no qual o prazo de planejamento for maior, a economia gerada pode ser mais significativa.

5. Conclusões

O gerenciamento viável e eficiente dos sistemas de estoque tem demandado diversas pesquisas e discussões relacionadas aos níveis de estoque ao serem mantidos em relação ao tamanho dos lotes, a frequência de compra de matérias-primas de forma a manter o produtivo, mantendo abastecido o mercado.

Nas últimas décadas tem sido desenvolvidos diversos sistemas de controle. Há uma gama grande de trabalhos na área, referentes a sistemas de controle para demanda dependente que

propõe sistemas interligados, baseados na tecnologia da informação. Existem também modelos clássicos baseados no lote econômico de compra e produção, estes modelos levam em consideração o caráter cíclico de estoque, e o caráter determinístico, ou probabilístico da demanda.

O presente estudo tratou de um modelo de estoque de caráter determinístico, quando a demanda é conhecida. O mérito do modelo é proporcionar um plano ótimo de produção que minimize os custos de compra e manutenção de estoques. Para cada estágio foi tomada uma decisão acerca da compra. A gerência deve determinar os lotes de produção de forma a satisfazer a demanda do período. Uma vez em que a demanda seja variável, existe uma tendência de o modelo recomendar a produção de maiores níveis de produção para estoque de forma a compensar essa variabilidade, uma vez que os custos de transporte são bem altos.

Uma das vantagens da PD é que as funções de retorno não precisam ser lineares, isso permite uma aplicação mais verossímil. A programação dinâmica pode ser resolvida pelo auxílio de computadores, entretanto o aumento dos níveis de estoques e do horizonte de planejamento, o número de combinações possíveis tornam-se extremamente grandes, tornando impossível uma análise detalhada do sistema. Com o aumento do número de estados, chega-se logo a valores intratáveis, mesmo com toda a capacidade computacional disponível.

Referências

ABIMÓVEL 2007. *Panorama do setor moveleiro no Brasil: informações gerais.* São Paulo, v.2. Disponível em: <<http://www.abimovel.com/download/Panorama%20Agosto%202006%20%20Reduzido.doc>>. Acesso em 12 de Junho de 2014.

BALLOU Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos.* 5 ed. Porto Alegre: Bookman. 2006.

DIAS, M. A. *Administração de Materiais.* 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1995.

FÁVERO, Luiz P; BELFIORE, Patricia. *Pesquisa operacional para cursos de engenharia.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FRANCISCHINI, P. G.; GURGEL, F. A. *Administração de materiais edo patrimônio.* São Paulo: Thomson Pioneira, 2002.

INDUSTRIA HOJE. *Como é feito o mdf.* Disponível em: < <http://www.industriahoje.com.br/como-e-feito-o-mdf>>. Acesso em 14 de Maio de 2016.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Pesquisa Operacional: Curso Introdutório.* 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

NAPIERALA, Hieroin. *Planejamento da produção e gerenciamento de materiais através da programação dinâmica.* Revista Faz Ciência, v.10 n.1 Jul. /Dez. 2009 p. 175 – 194.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R.. *Administração da produção: operações industriais e de serviços.* Curitiba: Unicenp, 2007.

SANTOS, Kellyane. *Afinal, qual é o melhor, MDF ou MDP?* Disponível em: <<https://kellyanesantos.wordpress.com/>>. Acesso em 12 de Maio de 2016.

TAHA, Hamdy A. *Pesquisa Operacional: uma visão geral.* São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

VIANA, João José. *Administração de materiais.* São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.