

## Análise do estoque de um equipamento em uma concessionária de distribuição de energia elétrica

Fernando C. Mendonça (UniAraras) fernandomendonca@uniararas.br  
Ivana Salvagni Rotta (UniAraras) ivanarotta@yahoo.com.br  
William D. Paes Coelho (UniAraras) prof\_williamdouglas@yahoo.com.br

### Resumo:

Este trabalho foi realizado com o objetivo de elaborar um projeto de controle de estoque para peças do equipamento Digger Derrick, que serve para instalação de postes, da empresa Elektro, de modo a melhorar a disponibilidade das peças de grande importância para eventuais trocas, além de possibilitar a redução de custos com peças de menor demanda e aumentar a confiabilidade do processo. Anteriormente não havia um controle de estoque, então foi elaborado um modelo para controle de estoque. Para isso, serão empregadas ferramentas que auxiliarão no controle de estoque, afim de, proporcionar o momento ideal de realizar novos pedidos, a quantidade ideal de itens e um estoque de segurança para atender certa quantidade de equipamentos durante o *lead time*.

**Palavras chave:** controle de estoque, estoque de segurança, tempo de resposta.

## Inventory analysis of an equipment in an electric distribution dealership

### Abstract

This study was made with the aim to develop an inventory project control for parts of Digger Derrick which Works for installation of light poles of Elektro to improve the availability of parts for any major changes, reduce the costs of low-demand parts and increase process reliability. There was no current inventory control, so was designed a model for inventory control. For this, tools will be employed to assist in inventory control in order to provide the ideal time to perform the purchases, the ideal amount of items and a safety stock to ensure the equipment availability during the lead time.

**Key-words:** inventory control, safety stock, response time

### 1. Introdução

Em consequência da sua grandiosidade, várias questões que anteriormente não faziam parte dos projetos da Elektro, uma das principais concessionárias de distribuição de energia elétrica do Estado de São Paulo, surgiram e uma delas se refere à criação e gestão de estoques para um determinado tipo de equipamento em particular, o *Digger Derrick*, utilizado em alguns caminhões da empresa. Para início de pesquisa, foi analisada esta lacuna no controle de estoque na empresa. Com base no levantamento da real necessidade de se estudar o processo, será elaborado um plano de ações que buscar a melhor eficiência e menores gastos para a empresa.

O estudo foi baseado em literaturas conhecidas como, Slack (2002), Corrêa (2007), Tubino

(2009), além de trabalhos realizados na área. Conhecendo o problema em questão e quais as ações que devem ser tomadas, o levantamento do material necessário se tornou mais fácil e direto, utilizando ferramentas como Curva ABC, Estoque de Segurança e Ponto de Pedido como principais tópicos.

O *Digger Derrick*, como o próprio nome diz, é uma máquina que age como um "guindaste de escavação" e tem como finalidade cavar buracos onde posteriormente serão instalados os postes da rede de distribuição elétrica.

Além de cavar, este instrumento também é equipado com uma garra para realizar a movimentação do poste até seu devido local de instalação. O equipamento é composto por um cesto aéreo para realizar manutenções e instalações na rede elétrica. O *Digger* é importado e suas peças levam certo tempo até chegarem às mãos da Elektro. Sendo assim, surge a necessidade da criação de estoques. Mais informações acerca do equipamento podem ser vistas em Dantas (2012)

O *Digger Derrick* não é uma peça única, mas sim formado por várias peças menores, cada uma com sua importância, tanto na parte operacional, quanto para a segurança de seus operadores. As peças danificadas devem ser substituídas rapidamente, evitando que o equipamento permaneça inativo por longos períodos, comprometendo as metas da empresa. Nenhuma peça de reposição do *Digger Derrick* possui controle adequado, o que pode acarretar em faltas de itens vitais para a utilização do equipamento. Se existissem no mercado nacional empresas que suprissem a falta de peças, não haveria a necessidade da criação de estoque, evitando custos com importação, manutenção de estoque, pessoal especializado para este serviço e o mais importante, o equipamento não permaneceria parado, o que em grande escala pode atrasar todas as metas devido à falta do equipamento, que realiza sua função com extrema competência.

Além de não existir um sistema de estoque administrado para as peças do equipamento *Digger Derrick*, existem muitos itens de menor utilização em grande quantidade, gerando uma estagnação de capital. Por exemplo, existem válvulas que foram compradas, mas sua utilização é muito rara, gerando assim um aumento significativo desses itens sem necessidade.

O objetivo geral deste estudo foi elaborar um sistema que encontre a melhor adequação de estoque de peças do equipamento *Digger Derrick*, no sentido de conciliar custos de estocagem e tempo de equipamentos parados por falta de peças, gerando maior confiança no sistema, além de verificar quais partes do equipamento são mais relevantes no que tange a importância ao funcionamento e tempo de recomeço das operações, visto a grande importância do produto distribuído pela Elektro. A classificação de peças será feita a partir de uma classificação ABC (ou Diagrama de Pareto).

O desafio é manter disponível um sistema de controle de estoque para atender a necessidade de substituição das peças, evitando paradas inesperadas dos equipamentos por longos períodos de tempo e reduzir custos com compras de peças em grandes quantidades desnecessariamente, buscando o momento ideal de se fazer novos pedidos, sua quantidade e claro, qual item tem maior importância de compra.

## 2. Controle de estoque

### 2.1 Estoques

Desde a Antiguidade, os habitantes viviam em sociedade, comunidades relacionadas ao comércio, já existiam fatores indispensáveis para o sucesso do negócio. Segundo Slack (2002), não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado

na operação, ele sempre existirá porque há uma diferença de ritmo (ou taxa) entre fornecimento e demanda.

Administrar estoques é, fazendo uma analogia à física, maximizar o efeito lubrificante que busca diminuir o atrito entre superfícies, no caso da administração de estoques, busca o equilíbrio entre estoque e mercado - no *feedback* de vendas e o ajuste do planejamento da produção (Aurélio, 2005).

Empresas que não mantêm um controle adequado de estoque, estão sujeitas ao aumento de matérias-primas ou a falta das mesmas. Logo, um bom controle de estoque, garante a empresa poder "prever" o futuro e se preparar para variações no mercado.

Dentro da empresa, o bom controle de estoque deve interagir com todas as partes, havendo fluxo de informações adequado e documentado, de maneira ordenada para que não haja um "distanciamento" entre procura e oferta, podendo a empresa através de um bom *feedback*, manter o equilíbrio entre as ações programadas e realizadas.

Segundo Pozo (2009), a mais importante função de controle de estoque e dos materiais está relacionada com a administração dos níveis de estoque. Logo se devem utilizar métodos analíticos na introdução de custos importantes na formação dos estoques.

## 2. 2 Ponto de ressuprimento e lote econômico

Quando os níveis de estoque começam a baixar, novos pedidos devem ser feitos para ressuprir os itens que saíram e manter um nível adequado de estoque. No entanto, podemos ter duas situações possíveis; pedir em excesso, aumentando os custos com estoque, ou pedir o necessário para o momento, mantendo o estoque praticamente em nível zero, necessitando realizar mais pedido.

Para atingir o ponto ótimo do pedido, segundo Slack (2002), os gerentes de produção tentam identificar os custos que serão afetados por sua decisão. Alguns pontos são relevantes para essa análise como, custos de colocação de pedido, custos de desconto de preços, custos de falta de estoque, custos de capital de giro, custos de armazenagem, custos de obsolescência e custos de ineficiência de produção, os quais podem ser divididos em categorias que incluem custos que geralmente decrescem com o aumento do pedido e custos que crescem à medida que o tamanho do pedido aumenta.

Quando a demanda se dá de forma mais ou menos estável, podemos através de modelagem matemática, aproximar os valores que podem variar, para valores constantes da demanda. Para isso é necessário definir seus parâmetros.

De forma comum, a quantidade a ser pedida e quando será necessário realizar esse pedido, dá-se o nome de lote econômico de compra. Para determinar os parâmetros do sistema, pode-se adotar uma abordagem de custos (Corrêa, 2007). Os custos são:

Cf – custos fixos de fazer um pedido de ressuprimento. Considera-se fixo, pois, não varia com a quantidade pedida.

Ce – custo unitária anual de estocagem. Inclui todos os custos para manter o item em estoque.

Entretanto, devem-se calcular todos os custos envolvidos para gerenciar um sistema de estoque, para que se possa descobrir qual modelo de compra minimiza os custos totais de estocagem dos itens.

Assim, podem-se calcular os custos para adotar diferentes planos de pedido, ou seja, existirão situações em que o custo de estoque será baixo, porém os custos de pedidos são altos devido a sua frequência. Assim podemos estimar qual o melhor plano de compra segundo variadas quantidades de itens.

De acordo com Corrêa (2007), o parâmetro ponto de ressuprimento (PR), segundo Corrêa (2007), pode ser calculado multiplicando a taxa de demanda por unidade de tempo, D, pelo tempo de ressuprimento LT, na mesma unidade de tempo da demanda:

$$PR=D*LT+ E_{seg}$$

$E_{seg}$  é o estoque de segurança.

## 2.2 Curva ABC

No final do século XIX, o economista italiano Vilfredo Pareto lançou o princípio 80/20, que dizia que cerca de 20% de agentes provoca cerca de 80% de ocorrências. Com base nesse princípio, pode-se gerenciar uma determinada situação identificando quais causas devem ser “atacadas” primeiramente ou que surtirão melhores resultados, e podem ser verificadas através da construção de um diagrama. Com base neste princípio, foi desenvolvido o diagrama de Pareto, que também pode ser chamada de curva ABC, e consiste em classificar os diferentes itens de acordo com a sua relevância.

As aplicações desta ferramenta são vastas, e sua maior utilidade é permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos, servindo para análises em Gestão de Estoques (20% dos itens consomem 80% do custo ou da importância), projetos de Controle de Qualidade (20% das atividades são responsáveis por 80 das falhas) ou para projetos de *Marketing* (20% dos clientes são responsáveis por mais de 80% dos lucros de uma determinada empresa).

Para informações mais completas sobre a Curva ABC, consulte Slack (2002) ou Corrêa (2009).

## 2.3 Estoque de segurança

Também chamado de estoque isolador (Slack, 2002), seu principal propósito é compensar as incertezas inerentes à demanda e fornecimento. No caso de a demanda vir a ser maior em determinado período durante o tempo de ressuprimento, ele manterá um nível mínimo de estoque para suprir esse aumento da demanda.

Para determinação do estoque de segurança duas frentes podem ser seguidas, uma abordagem probabilística e outra numérica.

## 3. Caracterização da empresa

Construída por meio da Assembleia Geral Extraordinária da CESP, em janeiro de 1998, a Elektro inicialmente era uma sociedade por ações de capital fechado. Posteriormente houve aprovação estatutária da Elektro, elevando seu capital por meio de ativos relativos à distribuição de energia elétrica, iniciado em julho de 1998.

Por meio de leilões realizados na Bovespa, entidade sem fins lucrativos responsável pela intermediação e negociação de empresas brasileiras, a Enron (empresa americana de distribuição de energia, gás natural e comunicações) passou a deter indiretamente, 99,62% do capital total da Elektro.

Em 2001, a *Enron* e algumas de suas filiais iniciaram um processo de proteção falimentar. No final de 2004, quando o processo foi finalizado, a Enron transferiu sua participação

acionária na Elektro para a *Prisma Energy International Inc.*, passando a ser 100% controlada pela Enron.

Em 2006, a *Ashmore Energy International Limited* (AEI) adquiriu 100% das ações da Prisma Energy, ocorrendo a fusão entre as empresas posteriormente. A partir de 2007 a Elektro passou a ser controlada pelas empresas *holdings* EPC (Empresa Paranaense Controladora), ETB (Energia Total do Brasil), AEI Investimentos Energéticos e *AEI Brazil Finance*.

Atenta à gestão da qualidade, a Elektro foi certificada na ISO 9001, NBR ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007, tornando-se em 2010 segundo a ABT, o primeiro *Call Center* do Brasil a ser qualificado nas três normas.

A partir de 2009, iniciaram-se fortes investimentos nos temas Segurança, Produtividade, Qualidade e Inovação. Neste último, a empresa adquiriu novas tecnologias que mudou o dia-a-dia dos colaboradores e revolucionou a prestação de serviço. Um exemplo disso é o *Digger Derrick*, que em conjunto com a cesta aérea, permite a troca de postes e a substituição de cruzetas sem a interrupção da energia elétrica.



FIGURA 1: Aplicação *Digger Derrick*. FONTE: Site da Elektro (Acesso em 23 de Junho de 2012)

Em abril de 2011 a empresa foi vendida para a Iberdrola, dessa forma passando a fazer parte do maior grupo de energia elétrica da Espanha, presente em mais de 40 países e figura entre as cinco maiores empresas do setor elétrico do mundo.

Sabe-se que o controle e gerenciamento de estoque multi-itens é bastante complexo devido à diversidade (Partovi, Anandarajan, 2002). Para isso, no caso do *Digger Derrick*, a quantidade de itens de reposição é grande e torna o estudo muito difícil.

A seleção dos itens para a amostra tomará como base os histórico de saídas das peças desde agosto de 2011. Com base nesses históricos, serão escolhidos itens que devido a sua grande quantidade de saídas e importância para o equipamento, serão considerados prioridades de estoque, seguidos de seu valor unitário.

Nenhuma peça de reposição do *Digger Derrick* possui controle adequado, o que acarreta em faltas de itens que são vitais para a utilização do equipamento.

Os pedidos são feitos de acordo com a necessidade, ou seja, quando a peça está em falta e o equipamento já está quebrado. Junto com isso, tem-se o lead time que aumenta o tempo do equipamento parado para manutenção. O lead time de entrega varia muito de acordo com o tipo de peça e toda parte burocrática para emissão de um pedido de compra, chegando a dois meses de espera.

Todos os itens que foram escolhidos para o estudo são de alta e/ou média alta importância tanto para o equipamento quanto para a segurança do operador, que é um dos principais

valores da empresa. Para isso, será utilizado fator de segurança de 3,620, que, de acordo com Tubino (2009), esse fator de segurança esta atrelado a um nível de serviço de 99,99%, ou seja, a probabilidade de se ter falta de itens no estoque é de 0,01%. As demandas reais também estão ligadas a esse fator.

#### 4. Resultados e discussões

Com o propósito de criar um sistema de estoque de segurança que permitisse maior confiabilidade e segurança no processo das peças de reposição do *Digger Derrick*, será realizado o cálculo do estoque de segurança para uma determinada amostra que exemplifica algumas peças de grande importância para o equipamento.

Com os itens definidos, se faz necessário calcular a quantidade de itens que devem ser mantidos em estoque para que seja atingido certo grau de atendimento da demanda.

A tabela abaixo contém uma amostra do total de itens e foi obtida através da Curva ABC, a qual mostra os itens classificados como "A".

Descritivo do Item	Grau de Importância
Módulo superior	ALTO
Módulo inferior	ALTO
Módulo outrigger	ALTO
Filtro hidráulico	ALTO
Senso de patola	ALTO
Transdutor	MÉDIO ALTO
Chito do módulo outrigger	MÉDIO ALTO
Corda de recolhimento da broca	MÉDIO ALTO
Vídea para terrenos acidentados	MÉDIO ALTO

Fonte: Dantas (2012)

Tabela 1. – Amostra de itens do Digger Derrick

Como fator de maior importância na determinação dos itens, o grau de importância do item para o equipamento foi o de maior ênfase. Ou seja, itens que podem ocasionar parada parcial ou total do equipamento caso estejam em falta e até mesmo prejuízo em termos financeiros devido à propagação de quebras que podem ocorrer. Outros dois fatores que também foram considerados foram a demanda do item em questão e seu valor unitário.

Logo, os valores de estoque de segurança foram calculados considerando alguns parâmetros para efeito de estudo. São eles:

- Demanda constante;
- Nível de serviço de 99,99% (3,620);
- Lead time aproximado em dois (meses).

Tomados esses parâmetros como base, chegamos aos seguintes valores de estoque de segurança para cada item:

Descritivo do Item	Demanda média (Dmed)	Devio-padrão ( $\sigma$ )	Estoque de Segurança (Eseg)	Estoque de Segurança (Eseg) Inteiro
Módulo Superior	0,10	0,37	1,32	2,00
Módulo Inferior	0,21	0,30	1,10	2,00
Módulo Outrigger	0,14	0,36	1,31	2,00
Filtro Hidráulico	1,57	2,38	8,61	9,00
Sensor de Patola	0,14	0,36	1,31	2,00
Transdutor	0,10	0,27	0,97	1,00
Chicote do Módulo Outrigger	0,14	0,36	1,31	2,00
Corda de Recolhimento da Broca	3,86	4,63	16,77	17,00
Vídea para Terrenos Acidentados	0,71	0,80	2,88	3,00

Adaptado de Dantas (2012)

Tabela 2. – Quantidade de itens em estoque de segurança

Por razões óbvias, não se pode manter em estoque “meio item”, portanto os valores obtidos foram arredondados para cima, uma vez que, se considerarmos um valor abaixo pode haver falta desse item caso a demanda naquele mês seja maior.

Os valores encontrados são apenas valores que indicam a quantia mínima de itens que devem ser mantidos em estoque para evitar falta de peças para os equipamentos, de acordo com a demanda média.

No entanto, os valores de estoque de segurança não são suficientes e para isso, foram obtidos valores para ponto de pedido (PP) para cada item. Os valores de ponto de pedido levam em consideração as quantias de cada item em particular disponíveis em estoque, os quais, quando abaixo do valor pré-definido, indicarão qual o momento que deve ser feito um novo pedido evitando ao máximo que o estoque de segurança chegue ao nível zero. A tabela abaixo nos mostra o momento de realizar um novo pedido, de acordo com os níveis de estoque para cada item.

Descritivo do Item	Ponto de Pedido
Módulo Superior	3,00
Módulo Inferior	3,00
Módulo Outrigger	3,00
Filtro Hidráulico	12,00
Sensor de Patola	3,00
Transdutor	2,00
Chicote do Módulo Outrigger	3,00
Corda de Recolhimento da Broca	25,00
Vídea para Terrenos Acidentados	5,00

Fonte: Dantas (2012)

Tabela 3. – Ponto de pedido

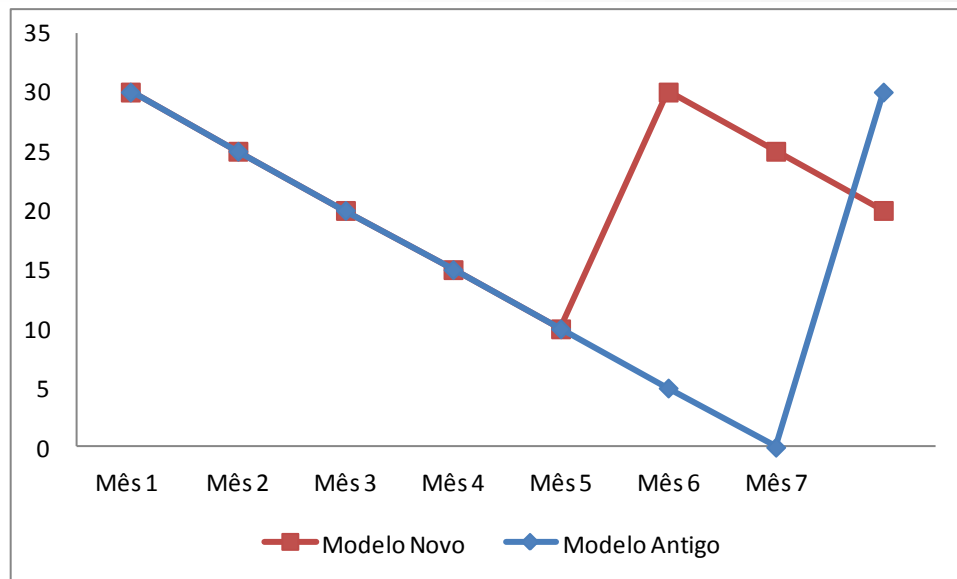


Figura 2. – Comparativo entre estoques.

A figura 2 representa um comparativo entre os modelos de estoque. O eixo vertical nos mostra a quantidade do item em estoque e o eixo horizontal os meses considerados para o estudo. O novo modelo propõe que o nível de estoque da peça nunca chegue ao nível zero, enquanto o modelo atual permite que o item em questão fique em falta. O maior problema está no momento que o nível em estoque do item chega à zero, pois, a partir desse ponto o equipamento está sujeito a parar por falta de peças de reposição.

## 5. Considerações finais

Apesar de considerado um nível de serviço de 99,99%, ou seja, apenas 0,01% da demanda têm chance de ficarem em falta, as quantidades obtidas para os itens são baixas, com exceção de um item que obteve uma quantidade relativamente alta em estoque. Entretanto, isso não significa que não seja necessário manter os itens em estoque já que todos são importados e de importância vital para o equipamento.

Sabe-se que o *lead time* do fornecedor é um grande problema, pois se trata de uma transação internacional, na qual outros fatores e áreas da empresa estão inclusos, o que pode gerar maior atraso na entrega do pedido, desde seu lançamento. Com os valores de PP calculados, sabe-se que pode haver desencontros no momento de realizar novos pedidos e nesse ponto de vista, não seria viável realizar pedidos todas as semanas, pois os custos com importação e taxas serão muito maiores do que o sistema atual. Nesse caso é aconselhável realizar os pedidos quinzenalmente ou mensalmente de acordo com a demanda.

Uma vez que, foram considerados históricos anteriores de utilização dos itens, é possível inferir sobre o controle e eficiência do estoque criado para peças do *Digger Derrick*, considerando o gráfico comparativo entre estoques. Isso nos mostra que em nenhum momento o nível de estoque chegará à zero, fato que não ocorre no modelo atual.

Os cálculos de ponto de ressuprimento e estoque de segurança são fundamentais no estudo, pois, irão proporcionar maior confiabilidade e agilidade no processo de expansão e preservação de rede, pois garantirão não faltar peças e interromper processos.

## Referências

**BEZERRA, C. A.** *Técnicas de planejamento, programação e controle da produção: aplicações em planilhas eletrônicas*. 1. Ed. Curitiba: Ibplex, 2011. 205p.



**CASTRO, R. L.** *Planejamento e Controle da Produção e Estoques: Um Survey com Fornecedores da Cadeia Automobilística Brasileira*. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2005, 111p.

**CHIAVENATO, I.** *Planejamento e controle da produção*. 2. Ed. Barueri: Manole, 2008. 138p.

**CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.** *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 690p.

**CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. ; CAON, M.** *Planejamento, programação e controle da produção MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2007. xx, 434p.

**DANTAS, R. B.** *Sistema de planejamento e controle de estoque de um equipamento em uma concessionária de distribuição elétrica*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Fundação Hermínio Ometto - Uniararas. 2013

**DAVIS, M. M.; AQUILIANO, N. J.; CHASE, R. B.** *Fundamentos da administração da produção*. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598p.

**ELEKTRO (São Paulo).** *Relatório de Sustentabilidade*. Disponível em: <[www.elektro.com.br](http://www.elektro.com.br)>. Acesso em: 23 jun. 2012.

**KNUGAMI, F. J.** *Gestão no Controle de Estoque: Estudo de Caso em Montadora Automobilística*. Artigo apresentado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa: 2009, 19 p.

**KRAJEWSKI, L. J RITZMAN, L. P.;** *Administração da produção e operações*. 1. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 431p.

**POZO, H.** *Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística*. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.210P.

**SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R.** *Administração da produção*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747p.

**SZAJUBOK, N. K.** *Uso do Método Multicritério Electre Tri para Classificação de Estoques na Construção Civil*. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Pernambuco. Recife: 2006, 24 p.

**TUBINO, D. F.** *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. xii, 190p

**VOLLMAN, E. T.; BERRY, L. W.; WHYBARK, C. D.; JACOBS, F. R..** *Sistemas de planejamento & controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos*. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 648p.