



Diagnóstico da Política de Inventário e a sua importância para a administração estratégica da manufatura

**José Luis Gomes da Silva¹
Aurimar José Pinto²**

Resumo

A constante necessidade de redução de custos operacionais das empresas tem transformado o Inventário em fonte preferencial, para este fim, pela alta administração. O alto valor de investimento que ele representa para as organizações, além da contribuição imediata no fluxo de caixa, quando da sua redução, faz com que o inventário seja uma fonte de vantagem competitiva. O objetivo deste trabalho é compreender o comportamento das variáveis independentes, como o ciclo da produção ou *lead-time*, taxa diária de demanda do item de produto acabado e tempo de intervalo entre ordens de produção, e os seus efeitos no cálculo de uma política de inventário. O estudo é realizado em uma empresa de manufatura de produção intermitente repetitiva em lotes de pequenas quantidades e grande variedade de produtos. Técnicas de fluxo de valor são aplicadas para detalhamento dos processo de produção e do seu respectivo planejamento. Com os dados obtidos desenvolvem-se os cálculos de estoque de segurança, estoque médio e máximo, sob a óptica das abordagens de gerenciamento por Ponto de Reposição e Revisão Periódica.

Palavras Chave: Política de Inventário. Lead Time. Demanda.

¹ Doutor pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, Professor Assistente Doutor do Curso de Graduação em Administração do Departamento de Economia, Contabilidade, Administração, da Universidade de Taubaté - Professor Assistente Doutor do Curso de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional do Departamento de Economia, Contabilidade, Administração, da Universidade de Taubaté. E-mail: jluisilva@universiabrasil.com.br.

² Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Taubaté Executivo da Johnson & Johnson Professional Products Manufacturing Company - Brazil

Inventory Policy Diagnosis and its importance for the strategic administration of manufacturing

Abstract

The constant needs for the reduction of companies' operational costs has transformed inventory into a targeted source for this end by upper management. The high investment value that represents for organizations, aside from the immediate contribution to cash flow, when it is reduced, allows inventory to be a source of strategic advantage. The objective of this work is to understand the behavior of independent variables such as production cycle-time or lead time, daily demand rate of finished product and the interval between production orders and their effects on the determination of an inventory policy. The study is performed in a manufacturing company that produces intermittent, repetitive small batches and a large variety of products. Cash flow techniques are applied to detail the production processes and respective planning. The data are used to develop the calculations of safety stock and average and maximum stock from the viewpoint of the management approach in Replenishment Point and Periodically Review.

Key Words: Inventory Policy. Lead Time. Demand.

Introdução

As empresas reconhecem que o inventário consiste em um investimento significativo, e também que ele é um dos recursos fundamentais para a eficiência da produção e a excelência do serviço aos clientes. No entanto, estas mesmas empresas não parecem investir adequadamente em recursos humanos e de tecnologia de informações, para a tarefa de calcular e dimensioná-lo tecnicamente. Geralmente, não conhecem o motivo ou a função de cada parcela de seu inventário. Pressionadas pela necessidade de reduzir os seus custos recorrem à redução do inventário, como uma das maiores fontes de oportunidades, e estabelecem objetivos, que passam a ser perseguidos de forma obstinada pelas funções operacionais. Com isto, negociações com fornecedores tornam-se fundamentadas em expectativas de resultados de curto prazo. Eficiência e baixa produtividade na produção são observadas, além de grande variação de qualidade dos materiais, e insatisfação dos clientes com o nível de serviço.

Quanto ao aspecto estratégico, pouca atenção se tem dispensado ao inventário. Não é comum que empresas se preocupem em compreender os seus fatores causais. Por isto perdem excelentes oportunidades de melhorias nos seus processos, que constituem a cadeia produtiva e de suprimento de seus negócios.

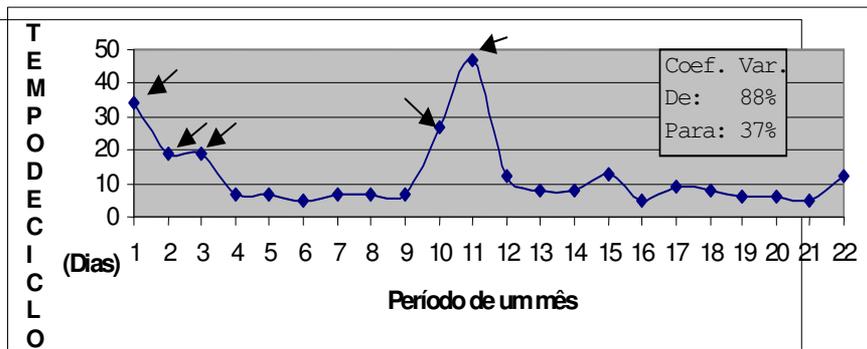
Este estudo leva a uma reflexão sobre os fundamentos do inventário, seus efeitos na produtividade e na eficiência de uma empresa. Também analisa a contribuição estratégica que uma política de inventário bem definida, poderá proporcionar a empresa.

Análise dos dados

Ao analisar os Fluxos de Valor dos Processos de Produção de um item e do seu respectivo Planejamento, encontra-se que a empresa adota os seguintes parâmetros para planejar a reposição do inventário: Tempo de Ciclo de Produção igual a 5 dias; Estoque de Segurança igual a 25000 unidades; Intervalo entre ordens de produção igual a 22 dias. Encontra-se também que a empresa planeja a sua reposição de inventário numa frequência semanal. Este fato caracteriza a abordagem de Revisão Periódica para gerenciamento do inventário, segundo Ballou (1992). Identifica-se que as ordens de produção são necessariamente realizadas seguindo uma lista seqüencial de 25 produtos que são produzidos na mesma célula de produção. Esta seqüência, segundo a empresa, lhe proporciona uma otimização da célula.

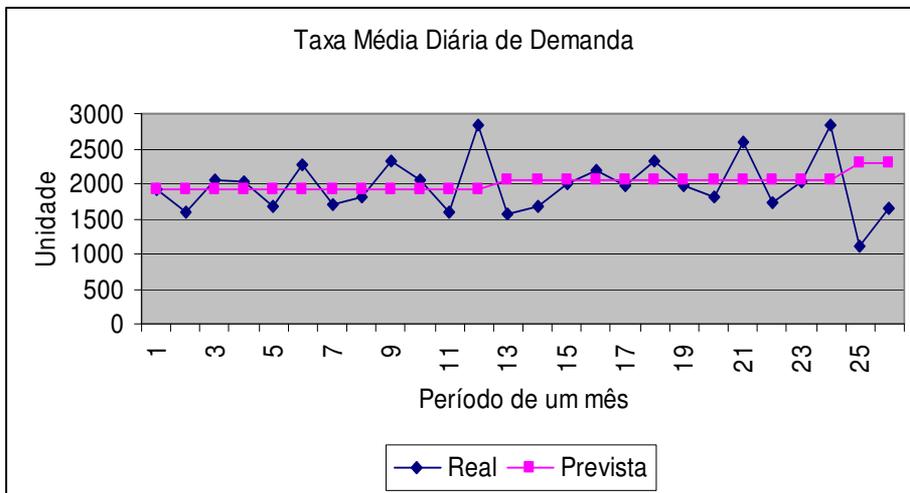
Foram estudados os Tempos de Ciclo de 425 ordens de produção concluídas num período de 473 dias úteis entre janeiro de 2000 a fevereiro de 2002. Cada ordem de produção guarda a sua data de início e fim da produção, de onde os dias são então individualmente calculados e totalizados em médias aritméticas mensais, conforme Figura 1. É tomado o cuidado de excluir deste levantamento todas as ordens de produção reprovadas integralmente no processo, ou que permaneceram paradas durante períodos de férias coletivas. Essas ordens geram um efeito de prolongamento irreal do *lead-time* indicado nos 5 pontos do gráfico. Analisando estatisticamente estes dados, tem-se uma média de 12,2 dias e um coeficiente de variação igual a 88%. Após ajustá-los a média reduz para 8,2 dias e o coeficiente de variação passa a 37%, com desvio-padrão igual a 3,1 dias.

Figura 1: Tempo de Ciclo de Produção



Fonte: Dados da empresa em estudo

A figura 2 representa as taxas médias diárias da demanda real e prevista que foram igualmente estudadas para o período de janeiro de 2000 a fevereiro de 2002. A análise estatística destes dados mostra médias de 1973 e 2017 unidades com coeficiente de variação de 20% e 5% e desvios-padrão iguais a 398 e 105 unidades para as demandas real e prevista respectivamente.

Figura 2: Taxa Média Diária de Demanda

Fonte: Dados da empresa em estudo

Partindo do pressuposto de normalidade das duas populações, conforme D.M.Levine (2000), faz-se os testes de igualdade das variâncias e das médias, com nível de significância de 0,05. Encontra-se que há fortes evidências de que a população de demanda prevista apresenta variâncias menores em relação a demanda real, porém as médias são estatisticamente iguais.

A Tabela 1, representa os dados de tempo de intervalo entre as ordens de produção. Este dado é necessário para o cálculo do desvio-padrão da demanda durante o *lead-time* de produção, quando se adota a abordagem de gerenciamento de Revisão Periódica.

Tabela 1: Dias Corridos entre Ordens de Reposição

ano	1999					2000					
mês	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	set	nov	dez
dia	21	31	23	20	20	10	1	12	28	20	15
dias											
corridos		41	23	26	31	20	22	41	78	53	25

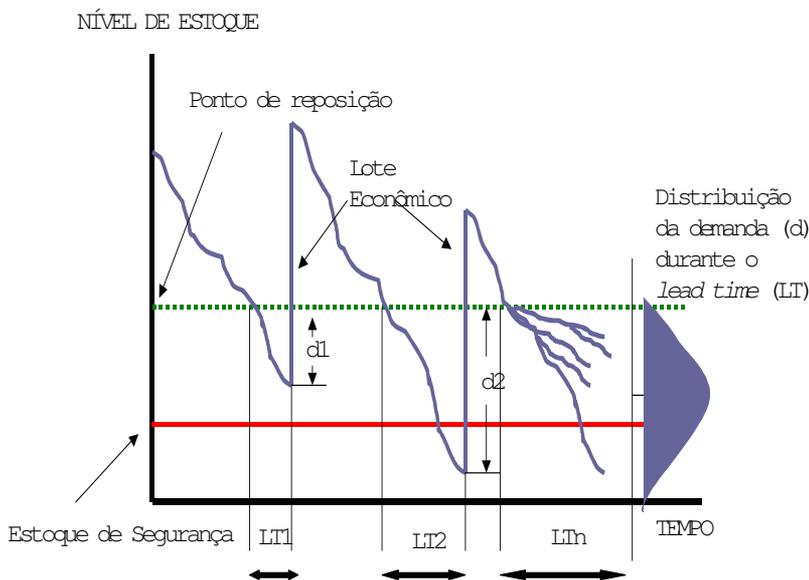
ano	2001					2002			
mês	mar	abr	abr	mai	jun	set	out	jan	fev
dia	2	6	25	18	22	13	15	9	8
dias									
corridos	77	35	19	23	35	83	32	78	30

Fonte: Dados da empresa em estudo

A análise estatística destes dados indica média de 41 dias com coeficiente de variação de 53,7% e desvio-padrão de 22 dias. A dispersão é grande, pois os valores mínimo e máximo encontrados na amostra são 19 e 83 dias.

Discussão dos Resultados

Os dados levantados no item anterior possibilitam uma discussão quantitativa do ponto de vista de duas abordagens : Ponto de Reposição e Revisão Periódica, ilustradas respectivamente nas Figuras 3 e 4.

Figura 3: Abordagem Ponto de Reposição

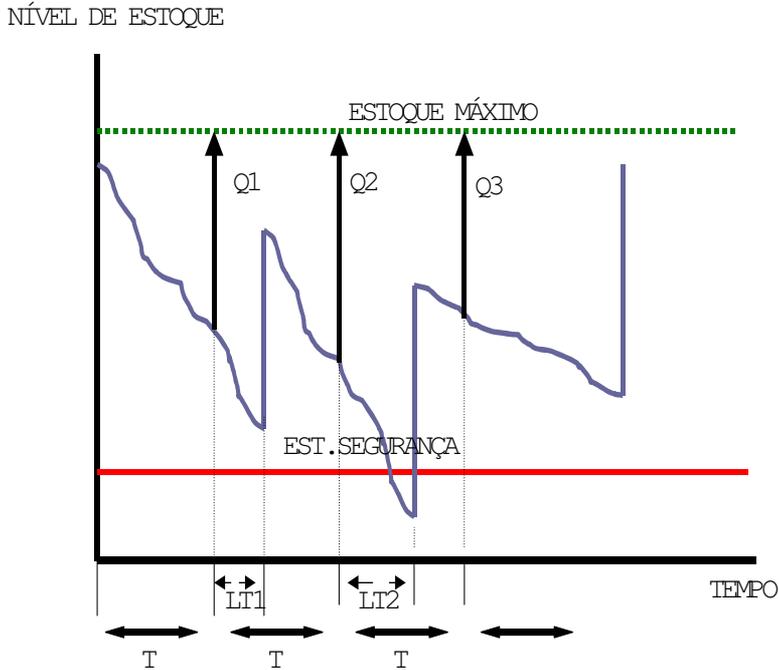
Fonte: Adaptado com modificações de SLACK, N; CHAMBERS,S; ARLAND,C; HARRISON, A,;

No primeiro caso o lote econômico é fixo. Esta abordagem sugere monitoramento constante do inventário e proporciona maior precisão na sua reposição. Entretanto, não é viável para os itens de menor valor dado o alto custo do seu monitoramento e planejamento de reposição, segundo Ballou (1992). Neste caso opta-se pela abordagem da *Revisão Periódica* – que pode resultar num inventário ligeiramente maior, mas com custos menores de administração.

A abordagem de *Revisão Periódica*, tem a característica de quantidade de reposição(Q) variável em função de um estoque máximo desejado, e o intervalo entre ordens(T) é sempre fixa.

A importância em estudar as duas abordagens é que o resultado da política de inventário pode indicar vantagens competitivas e/ou de custos diferentes em ambos os casos. Isto permite decisões gerenciais e estratégicas mais bem sustentadas.

Figura 4: Abordagem Revisão Periódica



Fonte: Adaptado com modificações de SLACK, N; CHAMBERS,S; HARLAND,C; HARRISON, A

Christopher (1997) afirma que produtividade e valor são as duas vantagens competitivas das companhias bem sucedidas. Enquanto a primeira proporciona um perfil de custo mais baixo, a segunda proporciona ao produto ou à oferta um diferencial extra sobre os concorrentes. O fato é que o inventário, quando bem dimensionado e gerenciado, contribui tanto para a vantagem de produtividade, ao assegurar a sua disponibilidade ao cliente, como para a vantagem de valor, na medida que tem reflexos no nível de serviço ao cliente.

Se a escolha da abordagem de gerenciamento do um item for a de ponto de reposição, e este item apresentar tanto demanda quanto *lead-time* incertos, Ballou (1992) sugere que seja calculado o desvio-padrão da distribuição da demanda durante o *lead-time*, por meio da equação (1):

$$s'_d = \sqrt{LT \cdot s_d^2 + d^2 \cdot s_{LT}^2}, \quad (1)$$

onde:

$LT = lead-time$ médio;

$S_d =$ desvio-padrão da demanda;

$d =$ demanda média; e

$S_{LT} =$ desvio-padrão do $lead-time$.

Alternativamente e com menor precisão, o autor sugere o cálculo do desvio padrão da demanda durante o $lead-time$, tomando por base o maior $lead-time$, conforme a equação (2):

$$s'_d = s_d \cdot \sqrt{LT_{\text{máximo}}} \quad , \quad (2)$$

onde:

$S_d =$ desvio-padrão da demanda ; e

$LT_{\text{máximo}} = lead-time$ máximo.

Uma vez conhecido o desvio-padrão da distribuição da demanda durante o $lead-time$, pode-se calcular o estoque de segurança e o ponto de reposição, respectivamente com as equações (4) e (5):

$$STK = z \cdot s'_d ; \text{ e} \quad (4)$$

$$PR = d \cdot LT + z \cdot s'_d ; \quad (5)$$

onde:

$d =$ demanda média;

$LT = lead-time$ médio;

$z =$ número de desvios-padrão da média da distribuição da demanda durante o $lead-time$, que assegura a probabilidade desejada de que não faltará estoque durante o $lead-time$ (a tabela de distribuição normal fornece $z=2,06$ e $2,33$ para a probabilidade de 96% e 98% respectivamente); e

$s'_d =$ desvio padrão da distribuição da demanda durante o $lead-time$.

O inventário médio, segundo o autor, é o total do estoque regular mais o estoque de segurança, como segue:

$$IM = \frac{LE}{2} + z \cdot s'_d , \quad (6)$$

onde:

$LE =$ lote econômico de reposição do item;

$z =$ definição na equação (5); e

s'_d = definição na equação (5)

Se a abordagem de gestão do item for de revisão periódica, Ballou (1992 cap 12.p432-433) afirma que a principal função do estoque de segurança é proteger o item contra a variação da demanda durante o intervalo entre as ordens de reposição mais o *lead-time*. Na abordagem anterior, o estoque de segurança protege o item contra a variação da demanda apenas durante o *lead-time*. Esta é a principal diferença entre as duas abordagens. Neste caso o desvio-padrão da distribuição da demanda durante o intervalo de reposição mais o *lead-time* é calculado com a equação (7):

$$s'_d = s_d \cdot \sqrt{T + LT} \quad , \quad (7)$$

onde:

s_d = desvio-padrão da demanda;

T = intervalo de ordem de reposição; e

LT = *lead-time* médio.

Nesta abordagem, o autor define que a quantidade de cada ordem de reposição é função do inventário máximo, calculado pela equação (8):

$$M = d \cdot (T + LT) + z \cdot s'_d \quad ; \quad (8)$$

onde:

d = demanda média;

s'_d = desvio padrão da distribuição da demanda durante o intervalo de reposição mais o *lead-time*;

T = intervalo de ordem de reposição;

LT = *lead-time* médio; e

z = número de desvios-padrão da média da distribuição da demanda durante o intervalo de reposição adicionado do *lead-time*, que assegura a probabilidade desejada de que não faltará estoque durante este período.

O inventário médio neste caso é calculado pela equação (9):

$$IM = \frac{1}{2} \cdot d \cdot T + z \cdot s'_d \quad . \quad (9)$$

Os resultados desse estudo estão representados na Tabela 2. No seu topo (I) estão indicadas as condições estatísticas para as quais os resultados do estudo são válidos.

Pode-se interpretar esta tabela como uma matriz de decisão gerencial, por permitir analisar os valores tecnicamente necessários de estoque de segurança, estoque médio e estoque máximo, do ponto de vista das abordagens de gerenciamento do inventário por Ponto de Reposição ou por Revisão Periódica. Pode-se, ainda, dentro de cada abordagem, analisar o investimento adicional para alterar o nível de serviço ao cliente de 96% para 98%. Para cada nível de serviço, é possível ainda analisar os valores dos inventários calculados pelo método das variâncias combinadas (equação 1) ou pelo método simplificado (equação 2), se a abordagem for a de Ponto de Reposição. Pode-se também analisar os incrementos de inventário, causados pela irregularidade do intervalo entre ordens de reposição, se a abordagem de gerenciamento for Revisão Periódica.

Tabela 2: Matriz de Decisão Gerencial

Resultado do Diagnóstico da Política do Inventário enquanto: Média Tempo Ciclo de Produção = 8,2 dias e Coef.Var. = 36% Média Taxa Diária de Demanda = 1973 unidades e Coef.Var. = 20% Média Intervalo entre ordens reposição = 41 dias e Coef.Var.= 54% Lote Econômico = 105670 unidades						
Abordagem	Ponto de Reposição			Revisão Periódica		
Nível de Serviço		96%	98%		96%	98%
	Método			Intervalo entre ordens (dias)		
Estoque de Segurança	Variâncias combinadas	12734	14402	mín=19	4278	4839
	simplificado	3279	3709	med=41	5752	6506
				máx=83	7831	8857
Ponto de Reposição	Variâncias combinadas	28959	30628			
	simplificado	34847	35277			
Inventário Médio	Variâncias combinadas	65569	67238	mín=19	23025	23586
	simplificado	56114	56544	med=41	46207	46961
				máx=83	89726	90753
Inventário Máximo				mín=19	57998	58559
				med=41	102887	103641
				máx=83	187848	188874

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que, para a abordagem de Ponto de Reposição e nível de serviço de 98%, o inventário médio cresce no máximo 2,5%. Esta é uma informação gerencial importante, que uma vez combinada com os custos de investimento e manutenção do inventário poderá viabilizar uma decisão a favor de um melhor nível de serviço, sem prejuízo para o negócio.

O modelo de variâncias combinadas para o cálculo do desvio-padrão da demanda durante o *lead-time* (equação 1), elevou em 3,8 vezes o estoque de segurança, se comparado com a forma simplificada sugerida pela equação (2). Mas, o inventário médio cresce no máximo 18%. Portanto, o modelo simplificado é uma alternativa de aplicação, quando não se dispõe dos dados de demanda e ciclo de produção e a empresa julgar necessário o monitoramento do item pela abordagem de Ponto de Reposição.

Observa-se que, na abordagem de Revisão Periódica, o coeficiente de variação obtido para o intervalo de ordens de reposição é de 54%, sugerindo assim um nível de inventário médio mínimo de aproximadamente 23000 e máximo de 90000 unidades. Portanto, enquanto não se identificarem e corrigirem no processo as causas de tamanha dispersão, o melhor será optar, como estratégia, a abordagem de Ponto de Reposição para este item.

Neste caso, pode-se seguir estudando o papel estratégico da política de inventário para a empresa. Como discutido anteriormente, o

inventário médio é resultado da equação (6), $IM = \frac{LE}{2} + z \cdot s'_d$ e a

parcela $z \cdot s'_d$ corresponde ao estoque de segurança igual a 14402 unidades. Neste caso, o estoque de segurança representa 21% do investimento necessário em inventário médio.

Portanto, conclui-se que é estrategicamente importante investir esforços para reduzir as variações do tempo de ciclo e as variações da demanda, que são as duas variáveis geradoras deste tipo de estoque na abordagem escolhida, ou seja, ponto de reposição.

Conclusões

Analisando o efeito dos desvios-padrão das duas variáveis, conclui-se que a primeira proporciona uma redução do estoque de segurança de 81%, equivalente a 11743 unidades, enquanto que a segunda contribui com redução de apenas 1,7%, equivalente a 248 unidades, mostrado na Tabela 3. Assim sendo, para a redução efetiva

do inventário, esforços devem ser estrategicamente concentrados para eliminar os desvios do processo, e em seguida melhorá-lo.

Tabela 3: Redução do Estoque de Segurança por meio da Redução dos Desvios-Padrão

Desvio-Padrão Tempo de Ciclo (Dias)	Estoque de Segurança	Desvio-Padrão Demanda (unidades)	Estoque de Segurança
3,1	14402	398,0	14402
2,5	11798	296,0	14293
2,1	10015	197,3	14215
1,6	7822	98,7	14170
1,2	6124	0,0	14154
0,8	4538		
0,4	3233		
0,0	2659		
Oportunidade de redução de inventário	11743	Oportunidade de redução de inventário	248

Fonte: Elaborado pelo autor

A tarefa de estabelecer a política de inventário de um item é fundamentada no conhecimento das incertezas presentes nos processos logísticos e de produção. Os sistemas aplicativos de planejamento de produção, tais como MRP, MRPII e atualmente ERP's, não desempenham este papel.

A empresa mede o tempo de ciclo de produção e taxa diária de demanda e tempo de intervalo entre ordens de produção, mas não as usa de forma efetiva, sistemática e dinâmica para cálculo da política de inventário. Os parâmetros utilizados para o Planejamento da Produção não são adequados se comparados com os resultados estatísticos encontrados.

A redução de inventário somente será eficaz e sustentável se os seus gestores planejarem ações que efetivamente reduzam as variações e os valores das variáveis aqui estudadas.

A abordagem de gerenciamento de inventário do item estudado que a empresa adota não é clara pois: (i) A demanda tem característica perpétua, própria dos itens gerenciados por Ponto de Reposição, no entanto, o estoque não é monitorado diariamente. (ii) O sistema de planejamento de produção utilizado pela empresa propõe reposição do estoque a cada sete dias, caracterizando a abordagem de Revisão

Periódica. No entanto, as ordens de produção não se iniciam na mesma frequência. (iii) A quantidade da ordem de produção é calculada com vistas a um inventário máximo e dinâmico, equivalente a 22 dias de demanda futura, acrescido de 5 dias de *lead-time* de produção, deduzido o estoque disponível, caracterizando assim uma abordagem de Revisão Periódica.

Há forte evidência de que os outros 24 produtos que são produzidos no mesmo equipamento interferem no atendimento do item em questão e portanto devem ser igualmente estudados.

Os desvios de tempo de ciclo de produção respondem por 81% do estoque de segurança, enquanto os desvios da taxa de demanda respondem por apenas 1,7%.

A importância estratégica do inventário como vantagem competitiva para as empresas, associado ao alto investimento que ele representa, além do alto custo para sua manutenção é que justifica este estudo, aprofundando-se nos seus fundamentos e nos seus fatores causais.

Referências Bibliográficas

BALLOU, R. H. **Business Logistic Management**. 3.ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc, 1992.688p.

BALLOU, R.H. :**Logística Empresarial**. 1.ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 1993.392p.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 1.ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1997.240p.

LEVINE, D.M; BERENSON, M.L; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos S.A., 2000.811p.

ROTHER, M. SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.99p.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S/A, 1997.726p.

VERGARA, S.C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 2000. 92p.