



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

LUÍS FERNANDO BORGES

**POLÍTICAS DE ESTOQUE E PREVISÃO DE DEMANDA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CAMPINAS
2012**

LUÍS FERNANDO IGNÁCIO BORGES

POLÍTICAS DE ESTOQUE E PREVISÃO DE DEMANDA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Relatório Final do Projeto Integrado de Graduação apresentado à Universidade Estadual de Campinas como requisito à obtenção do título em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.

CAMPINAS
2012

RESUMO

BORGES, Luís Fernando. **Políticas de estoque e previsão de demanda na construção civil**. Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes. Departamento de Geotecnia e Transportes. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2012. 47p. Trabalho de Final de Curso (graduação).

A teoria relacionada à política de estoques permite o cálculo de variáveis que otimizam todo o processo de aquisição de materiais de maneira geral, além de ajudar na análise da cadeia logística para cada tipo de material estudado quanto aos seguintes aspectos: custo total, quantidade de pedido ótima, tempo entre pedidos, número de vezes ao ano para se colocar pedidos, cálculo de estoques de segurança e níveis de serviço. Com vistas ao aprimoramento e verificabilidade da funcionalidade dos diferentes tipos de métodos para previsão de demanda e das políticas de estoque, o presente trabalho tem por objetivo revisar e aplicar toda base teórica relacionada a esses temas em dois ambientes distintos: Indústria e Construção Civil. Com base na teoria de políticas de estoque e demanda realizou-se um estudo em três diferentes tipos de produtos de dois setores diferentes da economia. O desenvolvimento desse trabalho foi realizado em quatro etapas: 1. Análise teórica na indústria (tipos de estoque, ponto de pedido, estoques de segurança, quantidade ótima de pedidos, previsão de demanda); 2. Intervenção prática na indústria (aplicação da teoria para se obter redução em níveis de estoques de matéria prima); 3. Análise teórica na construção civil (tipos de estoque, ponto de pedido, estoques de segurança, quantidade ótima de pedidos, previsão de demanda); 4. Intervenção prática na construção civil envolvendo consumo de cimento em obra (análise e aplicação da teoria para se obter quantidades ótimas de pedido). Após a análise dos casos práticos, será feita uma comparação de forma a se entender e aplicar adequadamente a teoria logística em diferentes setores da economia, além de buscar soluções logísticas inovadoras para a construção civil.

Palavras-Chave: Estoque. Demanda. Logística.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Políticas de estoques	9
2.1.1 Vantagens.....	10
2.1.2 Desvantagens.....	11
2.1.3 Tipos de estoque.....	11
2.1.4 Formulação Matemática.....	12
2.2 Demanda.....	14
2.2.1 Métodos de previsão.....	15
2.2.2 Métodos qualitativos.....	15
2.2.3 Métodos de projeção histórica.....	16
2.2.4 Métodos Causais.....	16
2.2.5 Formulação matemática.....	17
2.2.5.1 Ponderação exponencial.....	17
2.2.5.2 Decomposição Clássica da série do tempo	20
2.2.5.3 Análise de regressão múltipla.....	22
2.3 Gerenciamento da cadeia de suprimentos na construção civil.....	23
3. MÉTODO	24
4. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDO DE CASO	25
4.1 Indústria.....	25
4.1.1 Características da empresa analisada.....	25
4.1.2 Características do produto analisado	26
4.1.3 Dados do estudo	30
4.2 Estudo de caso - Construção Civil.....	32
5. INTERVENÇÃO PRÁTICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
5.1 Intervenção prática – Indústria – redução de inventário	38
5.2 Intervenção prática – Construção civil	42
6. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ponto ótimo de pedido.....	13
FIGURA 2 – Fluxograma – previsão de demanda.....	31
FIGURA 3 – Plano de produção.....	32

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

1.1 Gráfico 1.....	27
1.2 Gráfico 2.....	28
1.3 Tabela 1.....	33
1.4 Tabela 2.....	34
1.5 Tabela 3.....	35
1.6 Tabela 4.....	36
1.7 Tabela 5.....	36
1.8 Tabela 6.....	37

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por logística todo o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

A missão da logística é dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa. As atividades logísticas fornecem a ponte entre o local de produção e os mercados que estão separados pelo tempo e distância. (BALLOU, R., 2002, p.21)

Um sistema logístico bem desenvolvido permite que regiões se especializem nas mercadorias que produzem e escoem essa produção para demais fontes de consumo, uma vez que o transporte pode ser realizado com mais facilidade. Além disso, um bom sistema logístico permite também a troca de mercadorias entre regiões, favorecendo o desenvolvimento do comércio.

Na antiguidade um sistema logístico pouco desenvolvido, ou até mesmo a sua ausência, acarretava consumos localizados, disponibilidade sazonal dos produtos de acordo com sua produção e também sistemas de transporte e armazenagem muito limitados; um indivíduo transportava somente o que era capaz de carregar e a armazenagem dos produtos era feita por pouco tempo. Ballou evidencia que “atualmente a limitação logística de algumas regiões força pessoas a viverem próximas das fontes de produção e a consumir uma estreita gama de mercadorias”. (2002, p.20)

Para Ballou, investir em melhorias na logística é uma das formas mais rápidas de obtenção de resultados na atividade empresarial. Com isso torna-se possível a redução de custos de estocagem que podem ser repassados aos clientes representando um aumento da competitividade para a empresa. O excesso de estoque gera custo, mas baixo estoque gera insatisfação de clientes: o ponto de equilíbrio estaria no centro desses dois extremos que é o principal objetivo de gestores de estoque. Os estoques são fundamentais na atividade empresarial, pois garantem elevados níveis de serviço aos clientes. Porém, se forem demasiados, podem se tornar maléficos à saúde financeira das empresas (BALLOU, 2002).

O objetivo fundamental da Administração de Materiais em uma organização é determinar quando e quanto adquirir, para repor o estoque, o que determina que a estratégia do abastecimento seja sempre acionada pelo usuário.

Atingir o equilíbrio ideal entre estoque e consumo é a meta primordial e, para tanto, a gestão se inter-relaciona com outras atividades afins, no intuito de que as empresas e os profissionais envolvidos estejam contemplados com uma série de técnicas e rotinas, fazendo com que todo o gerenciamento de materiais, incluindo-se gestão, compras e armazenagem, seja considerado como atividade integrante do sistema de abastecimento.

Gerir estoques é um grande desafio para as empresas atualmente, podendo ser um diferencial competitivo e até decisivo para o sucesso, sobrevivência ou extinção de uma organização. Conhecer os métodos para se fazer este controle e ajustes no estoque de uma organização com custo baixo e níveis mínimos de materiais estocados, mantendo a qualidade dos serviços e garantindo o abastecimento do produto no mercado onde a organização atua, é um grande diferencial para uma empresa nos dias de hoje.

Os estoques são muito importantes em toda a cadeia logística; segundo Ballou (2002, p.249), “ter estoques em mãos pode custar de 20 a 40% dos custos totais de uma empresa, e é nesse contexto que as atividades logísticas de planejamento e controle exigem estimativas acuradas dos volumes de produtos e serviços a ser manipulados pela cadeia de suprimentos.” Uma vez que a previsão de demanda é uma necessidade geral ao longo desse processo, no presente trabalho serão analisadas as técnicas de previsão mais prováveis a ser usadas diretamente para o planejamento e controle logísticos.

Prever níveis de demanda é vital à empresa como um todo, porque fornece as entradas básicas para planejamento e controle de todas as áreas funcionais como a logística, o marketing, a produção e as finanças. Os níveis de demanda e seu sincronismo afetam profundamente os níveis da capacidade, as necessidades financeiras e a estrutura geral dos negócios. Cada área funcional tem seus problemas de previsão. “A previsão logística diz respeito à natureza temporal, bem como espacial da demanda, à extensão de sua variabilidade e ao seu grau de aleatoriedade”. (BALLOU, R., 2002, p.223)

Com a internacionalização da produção, novas metas vêm surgindo nos sistemas produtivos. Observa-se que a globalização da economia é uma realidade cada vez mais freqüente. Assim, a competitividade entre as empresas tende a aumentar cada vez mais. Empresas precisam ser competitivas e, para tanto, buscam gerar novos produtos com altos padrões de qualidade, que atendam às necessidades dos seus clientes. Para controle destes sistemas de produção, as organizações desafiam suas limitações de capacidade produtiva e financeira buscando soluções em softwares de gestão como alternativa para seu desenvolvimento. Além disso, estes sistemas de produção devem ser flexíveis, com

capacidade para se adaptar rapidamente às mudanças impostas pelas necessidades do mercado.

As variações da demanda apresentam-se como um dos principais fatores que determinam esta competitividade e provocam mudanças no planejamento das indústrias em geral. A demanda de produtos industrializados e de serviços especializados cresce à medida que expande a informação. No intuito de antever a essas variações da demanda as empresas buscam alternativas, como estudos do comportamento do consumidor, aumento da capacidade de produção, locais adequados para instalações, processos de produção enxuta, previsões de demanda, e outros.

Conforme Slack (2008), o MRP é uma ferramenta que permite às empresas calcularem suas reais necessidades de materiais em determinados momentos. Para isso, utilizam-se os pedidos em carteira, assim como previsões de pedidos que a empresa julga receber. O MRP verifica as necessidades de materiais para garantir que estejam disponíveis a tempo. Já o MRP II, ajuda as empresas a planejarem essas decisões com antecedência. O planejamento de necessidades de materiais continua a ser o coração de qualquer sistema MRP.

Os sistemas MRP II apresentam-se como soluções para o desenvolvimento dessas empresas, auxiliando na gestão de estoques, compras, financeira, produção, logística e sua flexibilidade e robustez dependem diretamente da manutenção contínua das informações imputadas e requeridas por esses sistemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Políticas de Estoques

O estoque existe devido ao desequilíbrio entre a demanda e o fornecimento (BERTAGLIA, 2003), ele deve funcionar como elemento regulador do fluxo de materiais da empresa, isto é, como a velocidade com que chega à empresa é diferente da que sai, há necessidade de que uma certa quantidade de materiais, que hora aumenta e hora diminui amortecia as variações. A gestão de estoques tem importância no papel operacional e financeiro das empresas e merecem um grande cuidado na sua gestão. Sob o ponto de vista operacional, o estoque serve para amortecer as diferenças entre os fluxos da empresa de entrada e saída de materiais. Sob o ponto de vista financeiro, o estoque é investimento e tem custos para mantê-lo na empresa, tais como perdas, manutenção, armazenagem, estoque ainda deve proporcionar retorno de capital. Sabe-se que a manutenção dos estoques custa dinheiro, as empresas devem reduzir os estoques ao máximo sem prejudicar o nível de serviço, (NOVAES; ALVARENGA, 2000).

Os estoques são grandes quantidades armazenadas de matérias-primas, insumos, componentes, produtos em processo e produtos acabados que aparecem em numerosos pontos por todos os canais logísticos e de produção da empresa, estoques são freqüentemente encontrados em locais como armazéns, chão de fábrica, veículos de transporte e prateleiras de lojas de varejo, ele tem como objetivo garantir a disponibilidade do produto (BALLOU, R., 2002, p.249).

Há numerosos motivos pelos quais os estoques estão presentes em um canal de suprimentos; contudo, nos últimos anos, a manutenção de estoques tem sido muito criticada como desnecessária e um desperdício, requerendo assim uma análise mais criteriosa das razões a favor e contra os estoques.

2.1.1. Vantagens

“As razões para manter estoques relacionam-se com o serviço ao cliente ou com as economias de custo derivadas indiretamente dele” (Ballou, R., 2002, p.249) Por exemplo:

Melhorar o serviço ao cliente: Estoques fornecem um nível de disponibilidade de produtos e serviços, os quais, quando localizados nas proximidades dos clientes, podem satisfazer uma exigência elevada de serviço ao cliente, evitando perdas com vendas perdidas e pedidos em aberto. Os estoques também podem manter o nível das vendas e às vezes até mesmo aumentá-las;

Redução de custos: Uma produção mais longa aliada ao estoque, desvincula a demanda da produção, além de atender melhor as variações nas exigências de demanda. Os estoques ainda podem proporcionar economias em compras e transporte, uma compra ou transporte em grandes quantidades, permitem um maior poder de negociação e uma redução nos custos de transporte, com certeza justificam os custos com armazenamento de mais produtos. Além disso, quando há expectativa em relação ao aumento de preços de um produto, o estoque também é justificado se a compra prévia a um preço menor, compensar o custo de estocagem.

2.1.2. Desvantagens

“Existem diversas linhas contra a manutenção de estoques, uma delas diz que os estoques são considerados desperdícios, uma vez que absorvem capital que poderia ser destinado a usos melhores, como para melhor produtividade e competitividade, além de não contribuir com valores diretos aos produtos da empresa, embora estoquem valor”(Ballou, 2002, p.251).

Por último, os estoques promovem uma atitude insular sobre a gestão do canal logístico como um todo. Com estoques, muitas vezes é possível isolar um estágio do canal de outro. As oportunidades que surgem das tomadas de decisões integradas que consideram o canal inteiro não são incentivadas. Sem estoques, é difícil evitar o planejamento e a coordenação pelos diversos elos do canal ao mesmo tempo.

2.1.3. Tipos de estoques

“Há duas filosofias básicas em torno das quais o gerenciamento de estoques é envolvido. Primeira, há a abordagem de “puxar”, a qual prevê que cada ponto de estocagem como dependente de todos os outros do canal” (Ballou, R, 2002, p.253). Nela a previsão da demanda e a determinação das quantidades de reabastecimento é feita considerando somente

circunstâncias locais e, nenhuma consideração direta é dada ao efeito que as quantidades de reposição, cada uma com seu seus níveis de sincronismo diferentes, terão na economia da planta de fornecimento. Entretanto, a abordagem de puxar, dá um controle mais preciso sobre os níveis de estoques em cada localização e essa abordagem é mais comum no nível de varejo.

A outra abordagem, a de “empurrar”, propõe que “as decisões sobre cada estoque são feitas independentemente, o sincronismo e os tamanhos de pedidos do reabastecimento não estão necessariamente bem coordenados com os tamanhos de lote de produção, as quantidades econômicas de compra ou tamanho de pedidos mínimos” (Ballou, R, 2002, p.254).

Conseqüentemente, muitas empresas escolhem alocar quantidades de reabastecimento aos estoques baseada em necessidades projetadas para estoques de cada localização, espaço disponível ou algum outro critério. Os níveis de estoque são ajustados coletivamente através do sistema de armazenagem.

Tipicamente, o método de empurrar é usado quando as compras ou a produção em economia de escala compensam os benefícios de níveis coletivos mínimos de estoque como alcançados pelo método de puxar.

Também, os estoques podem ser administrados centralmente para melhor controle geral, as economias de produção e a compra podem ser usadas para ditar níveis de estoque para custos mais baixos e a previsão pode ser feita na demanda agregada e, então, apropriada a cada ponto de estocagem com maior acurácia.

De um modo geral, tem-se que:

- Puxado: reabastece estoque de acordo com a necessidade de produção; Trabalha com estoques em níveis mínimos; demanda e quantidades de abastecimento levam em conta apenas circunstâncias locais; Possui um controle preciso sobre os níveis de estoque; Cada ponto de estocagem depende de todos os outros do canal.

- Empurrado: aloca o fornecimento de acordo com a capacidade do armazém; Utilizado quando as quantidades da compra ou produção, excedem as necessidades dos estoques a curto prazo; As decisões sobre cada estoque são feitas independentemente; O tamanho dos pedidos não está coordenado com a produção; Não mantém estoques mínimos, compras compensam os benefícios de e estoque mínimo; Necessidade / capacidade de armazenar determinam o abastecimento.

2.1.4 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

Quando a demanda é contínua e a uma taxa essencialmente constante, o controle de níveis de estoque é acompanhado pela especificação da quantidade que será usada para reabastecer o estoque em uma base periódica e também da frequência com a qual o estoque será reabastecido. Esse é um problema de equilíbrio entre padrões de custos conflitantes. No caso mais simples, requer o equilíbrio dos custos de obtenção contra os custos de manutenção de estoques. Ford Harris reconheceu esse problema em 1913, e as fórmulas a seguir são parte do modelo que desenvolveu para encontrar a quantidade de pedido ótima e sua frequência de compra, o modelo também é conhecido como fórmula básica lote econômico de compra (EOQ – Economic Order Quantity).

$$\text{Custo total} = TC = D/Q * S + I * C * Q/2 \text{ (I)}$$

Onde:

Q – Tamanho de cada pedido de reabastecimento de reabastecimento em estoque, unidades;

D – demanda anual por item em estoque, em unidades;

S – Custo de obtenção, em dólares por pedido;

C – Valor do item mantido em estoque, por unidade;

I – Custo de manutenção como uma porcentagem do valor do item, % ano.

Q* - Quantidade de pedido ótima

$$Q^* = \sqrt{(2D * S) / (I * C)} \text{ (II)}$$

T* - Tempo ótimo entre pedidos

$$T^* = 365 / \left(\frac{D}{Q^*}\right) \text{ (III)}$$

N* - Número de vezes por ano para colocar um pedido

$$N^* = \frac{D}{Q^*} \text{ (IV)}$$

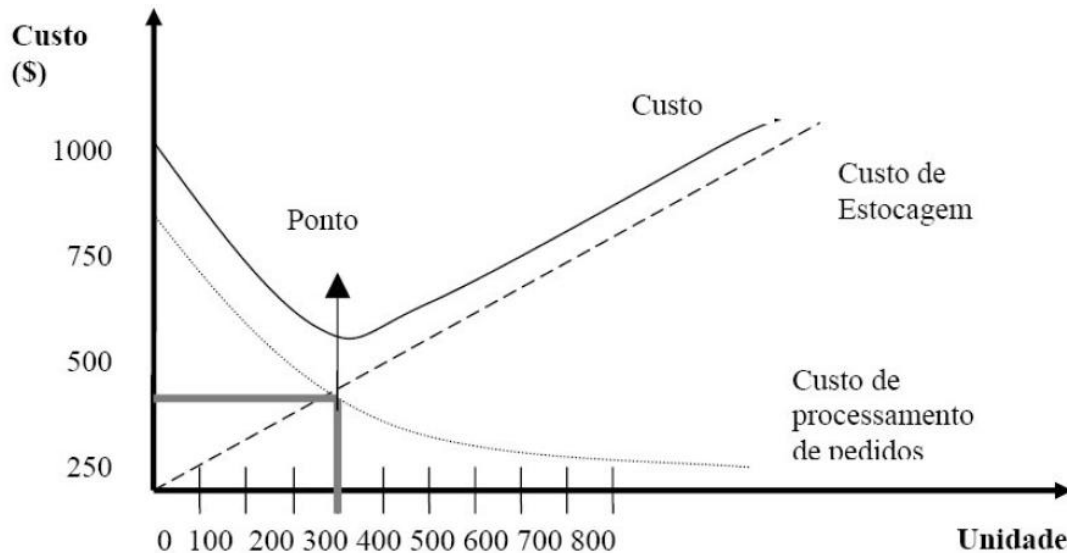
ROP- Quantidade do ponto de pedido, em unidades (Quantidade que o estoque deve ter, para que então deve-se colocar o pedido)

$ROP = d * LT (V)$, onde:

d – Taxa de demanda, em unidades de tempo;

LT – Tempo de abastecimento médio, em unidades de tempo.

Figura1. Ponto Ótimo de pedido



Estoque de segurança é o estoque mantido como forma de precaução no caso da demanda real exceder a prevista. Para Bertaglia (2003), o estoque de segurança visa proteger rupturas de estoque, enquanto se espera o recebimento do pedido. Estoques de segurança nunca garantirão 100% de chances de não haver falta de produto (FLEURY; WANKE; FIGUEREDO, 2009) e pode ser calculado a partir da equação VI (GARCIA; PEREIRA; OSÓRIO, 2009).

$$ES = fs \times \sigma \text{ (VI)}$$

na qual:

fs = fator de segurança (definido como função do nível de serviço estabelecido pela empresa)

σ = desvio-padrão da demanda durante o tempo de ressuprimento típico do item.

2.2 DEMANDA

A logística tem ambas as dimensões, espaço e tempo, ou seja, deve-se se conhecer onde e quando o volume de demanda ocorrerá. A demanda em função do tempo indica um

crescimento ou declínio em taxas de vendas, sazonalidade na demanda e flutuações gerais causadas por uma infinidade de fatores. Segundo Ballou (2002, p.224) A localização espacial da demanda é necessária para planejar localizações do armazém, equilíbrio dos níveis de estoque através da rede logística e alocação geográfica dos recursos de transporte. Técnicas de previsão devem ser selecionadas para refletir as diferenças geográficas que podem afetar os padrões de demanda.

A demanda também pode ser classificada como regular e irregular. No primeiro caso, ela obedecerá a padrões que podem ser decompostos em tendências (crescimento ou decrescimento), variações sazonais na demanda, como por exemplo, no caso de antigripais que têm sua venda elevada no inverno, e até mesmo valores de demanda constantes. Para casos de demandas regulares, torna bem mais fácil a utilização dos métodos tradicionais de previsão, o que não ocorrerá quando a demanda for irregular, sendo intermitente, por causa do baixo volume total e do elevado grau de incerteza a respeito de quando e de que nível de demanda ocorrerá. Este padrão irregular é encontrado freqüentemente nos produtos incluídos ou retirados da linha de produtos, demandados por relativamente poucos clientes, divididos entre muitas localizações de estocagem de forma que a demanda de cada localização é baixa ou derivada da demanda de outros itens. Esses padrões de demanda são particularmente difíceis de prever usando as técnicas comuns, entretanto tais itens podem representar cerca de 50% dos produtos que uma empresa manuseia, representando um problema especial de previsão de demanda para o profissional de logística.

A natureza da demanda pode diferir grandemente, dependendo da operação da empresa para a qual o profissional de logística deve planejar. No caso da demanda ser gerada de muitos clientes, a maioria dos quais comprando individualmente apenas uma fração do volume total distribuído pela empresa, a demanda é denominada independente. No caso de a demanda ser derivada das exigências especificadas em uma programação de produção, denomina-se dependente. Por exemplo, o número de pneus novos a ser requisitado de um fornecedor é um múltiplo do número de carros a serem construídos por um fabricante de automóveis. Esta diferença fundamental aumenta as maneiras de previsão de necessidades. (Ballou, R., 2002, p.224)

Quando a demanda é independente, os procedimentos estatísticos de previsão funcionam bem. A maioria dos modelos de previsão de curto prazo é baseada em condições de independência e de aleatoriedade na demanda. Em contraste, os padrões de demanda derivadas são altamente inclinados e não-aleatórios.

As exigências de previsão através dos procedimentos de demanda derivada resultam em previsões perfeitas até o ponto no qual a demanda do produto final é conhecida com certeza. Esse tipo de procedimento é um bom exemplo de como a previsão é melhorada pelo

reconhecimento dos vieses sistemáticos, das regularidades e dos padrões que ocorrem na demanda ao longo do tempo. Quando as causas para a variação da demanda são desconhecidas e resultam de muitos fatores, a aleatoriedade existe. Os procedimentos de previsão com embasamento estatístico lidam de maneira eficiente com esse último caso e serão o foco deste trabalho.

2.2.1 Métodos de previsão

Vários métodos de previsão estão disponíveis, eles foram divididos em três grupos: qualitativo, projeção histórica e causal. Cada grupo difere em termos de acurácia relativa na previsão de longo prazo versus curto prazo, nível de sofisticação quantitativa usado e base lógica (dados históricos, opinião de especialistas ou pesquisas) da qual deriva a previsão.

2.2.2 Métodos qualitativos

Os métodos qualitativos são aqueles que usam o julgamento, a intuição, as pesquisas ou as técnicas comparativas para produzir estimativas quantitativas a respeito do futuro. A informação relacionada aos fatores que afetam a previsão é tipicamente não quantitativa, suave e objetiva. Os dados históricos podem não estar disponíveis ou podem ser pouco relevantes para a previsão. “A natureza não científica dos métodos torna-os difíceis de padronizar e validar em termos de precisão. Entretanto, esses métodos podem ser tudo que está disponível ao tentar prever o sucesso de produtos novos, as mudanças na política de governo ou impacto de uma nova tecnologia. São métodos prováveis de escolha de previsões de médio para longo alcance.” (Ballou, R., 2002, p.225)

2.2.3 Métodos de projeção histórica

“Quando uma quantidade razoável de dados históricos está disponível e a tendência e as variações sazonais na série de tempo são estáveis e bem definidas, projetar esses dados no futuro pode ser uma maneira eficaz de prever para o curto prazo. A premissa básica é que o padrão do futuro será uma reprodução do passado, ao menos em grande parte. A natureza quantitativa da série de tempo incentiva o uso de modelos matemáticos e estatísticos como ferramentas básicas de previsão. A acurácia que pode ser alcançada para períodos de tempo

previstos de menos de seis meses geralmente é muito boa. Esses modelos funcionam bem simplesmente por causa da estabilidade inerente da série de tempo no curto prazo.” (Ballou, R., 2002, p.226)

2.2.4 Métodos causais

Segundo Ballou (2002), os modelos causais para previsão são construídos sobre a premissa básica de que o nível da variável de previsão origina-se do nível de outras variáveis relacionadas. Por exemplo, se o serviço ao cliente é conhecido como tendo um efeito positivo nas vendas, então, sabendo o nível de serviço ao cliente fornecido, o nível das vendas pode ser projetado. Podemos dizer que o serviço causa as vendas. Até o ponto em que os bons relacionamentos de causa e efeito podem ser descritos, os modelos causais podem ser muito bons em antecipar mudanças principais na série de tempo e em prevê-las precisamente em períodos de médio e longo alcance.

Os modelos causais vêm em uma variedade de formas: estatístico, no caso da regressão e modelos econométricos, e descritivo, como no caso dos modelos de entrada e saída, ciclo de vida e simulação por computador. Cada modelo deriva sua validade dos padrões de dados históricos que estabelecem a associação entre as variáveis preditoras e a variável a ser prevista.

O maior problema com essa classe de modelo de previsão é que as variáveis verdadeiramente causais são difíceis de encontrar. Quando são encontradas, sua associação com uma variável a ser prevista é, com frequência, perturbadoramente baixa. As variáveis causais que conduzem a variável prevista no tempo são até mesmo mais difíceis de serem encontradas. Demora de um a seis meses para serem adquiridos dados para a variável principal. Os modelos baseados na regressão e em técnicas econômicas podem apresentar erro substancial de previsão por causa desses problemas.

2.2.5 Formulação matemática

Numerosos estudos mostraram que os modelos “simples” da variedade de série de tempo, frequentemente prevêem tão bem, ou melhor, do que versões mais complexas. Os modelos de série de tempo podem ser superiores aos modelos causais. No geral, a complexidade em modelos de previsão não aumenta a acurácia preditiva. Conseqüentemente,

a seguir discutimos três metodologias básicas de previsão de série de tempo: ponderação exponencial, decomposição clássica da série de tempo e análise de regressão múltipla.

2.2.5.1 Ponderação exponencial

Provavelmente a ponderação exponencial é a técnica mais útil para previsão a curto prazo. Por requerer uma quantidade mínima de dados, ela é considerada bem simples, ela é um tipo de medida móvel, na qual não são dados pesos iguais às observações passadas. Em vez disso, observações mais recentes são ponderadas com peso maior do que as observações menos recentes.

Assim, a demanda é prevista da seguinte forma:

$$NOVA PREVISÃO = \alpha \times (DEMANDA REAL) + (1 - \alpha) \times (DEMANDA PRÉVIA)$$

A equação também pode ser escrita como:

$$F_{t+1} = \alpha \times A_t + (1 - \alpha) \times F_t$$

ONDE:

α : constante de ponderação exponencial, com valores entre 0 e 1.

F_{t+1} : Previsão para o período seguinte de t, ou o período seguinte

A_{t+1} : Demanda no período t

F_t : Previsão para o período t

t: Período de tempo atual

Podemos usar como exemplo, um caso onde tenha sido prevista uma demanda de 1000 unidades para o mês atual e a demanda real foi de 950 unidades para esse mês, supondo o valor de $\alpha = 0,3$, o valor da demanda prevista para o mês seguinte será:

$$NOVA PREVISÃO = 0,3 \times (950) + (1 - 0,3) \times (1000)$$

$$NOVA PREVISÃO = 958 \text{ unidades}$$

Essa previsão transforma-se na previsão prévia quando o procedimento é repetido para o próximo mês, e assim por diante.

Segundo Ballou (2002), escolher o valor apropriado para a constante de ponderação exponencial, requer um certo julgamento. Quanto mais elevado o valor de α , maior é o peso colocado nos níveis mais recentes de demanda. Isto permite que o modelo responda mais rapidamente às mudanças na série de tempo. Entretanto um valor alto de α pode fazer a previsão agressiva e seguir variações aleatórias na série de tempo em vez das mudanças fundamentais. Quanto menor o valor de α , maior é o peso na demanda histórica em prever a demanda futura, e mais longo é o lapso de tempo em responder às mudanças fundamentais no nível de demanda. Baixos valores de α fornecem previsões muito estáveis que, provavelmente, não serão influenciadas fortemente pela aleatoriedade na série de tempo. Valores ajustados de α tipicamente variam de 0,01 para 0,3, apesar de que valores mais elevados possam ser usados para curtos períodos de tempo quando mudanças antecipadas irão ocorrer, tais como uma recessão, uma campanha promocional agressiva mas temporária, a descontinuação de alguns produtos na linha ou o começo do procedimento de previsão quando pouco ou nenhum resultado de venda histórico esteja disponível.

Uma boa regra a ser seguida quando pesquisando um valor α é escolher um que permitirá um modelo de previsão para seguir as mudanças principais que ocorrem na série de tempo e para calcular a média das flutuações aleatórias. Este é um α que minimizará os erros de previsão. (Ballou, R., 2002, p.231)

O modelo de ponderação exponencial tem um bom desempenho quando aplicado a um padrão de série de tempo, ou quando as mudanças na tendência e componentes sazonais não são grandes. Em caso contrário, as seguintes correções podem ser aplicadas ao modelo

- CORREÇÃO DA TENDÊNCIA:

$$S_{t+1} = \alpha \times A_t + (1-\alpha) \times (S_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta \times (S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta) \times T_t$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

ONDE:

F_{t+1} : Previsão da tendência corrigida para o período t+1

S_t : Previsão inicial para o período t

T_t : Tendência para o período t

β : Constante ponderada da tendência

- CORREÇÃO DA SAZONALIDADE:

$$S_{t+1} = \alpha \times (A_t \div I_{t-L}) + (1-\alpha) \times (S_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta \times (S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta) \times T_t$$

$$I_t = \gamma \times (A_t \div S_t) + (1 - \gamma) \times I_{t-L}$$

$$F_{t+1} = (S_{t+1} + T_{t+1}) \times I_{t-L+1}$$

ONDE:

F_{t+1} : Previsão da tendência e sazonalidade corrigida para o período t+1

I_t : Índice sazonal para o período t

γ : Constante de ponderação sobre o índice sazonal

L: Período de tempo para uma estação completa

- ERROS DE PREVISÃO:

ERRO DE PREVISÃO = DEMANDA REAL – DEMANDA PREVISTA

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum (A_t - F_t)^2}{N - 1}}$$

ONDE:

S_F : Erro padrão da previsão

A_{t+1} : Demanda real no período t

F_t : Previsão para o período t

N: Número de períodos de previsão t

2.2.5.2 Decomposição clássica da série de tempo

A análise da decomposição clássica da série de tempo torna-se importante devido a sua simplicidade matemática e popularidade, além de tudo, métodos de previsão mais sofisticados, não proporcionam acurácia maior do que esse método.

Segundo Ballou (2002), esse tipo de previsão, baseia-se na idéia de que o padrão histórico de vendas pode ser decomposto em quatro categorias: tendência, variação sazonal, variação cíclica e variação residual (ou aleatória). A tendência representa o movimento a longo prazo nas vendas causado por fatores como mudanças na população, no desempenho do marketing da empresa, e mudanças fundamentais na aceitação do mercado dos produtos e dos serviços da empresa. A variação sazonal refere-se aos picos e vales regulares na séries de tempo que repetem geralmente a cada 2 meses. As forças que causam esta variação regular incluem mudanças climáticas, padrões de compra vinculados às datas de calendário e disponibilidade dos bens. A variação cíclica é a ondulação de longo prazo (mais de um ano) no padrão de demanda. Variações residuais, ou aleatórias, são aquelas parcelas do total das vendas que não são responsáveis pelos componentes de tendência, sazonal ou cíclica. Se a série de tempo for bem descrita pelos outros três componentes, a variação residual deverá ser aleatória.

A análise clássica da série de tempo combina cada tipo de variação de vendas da seguinte maneira:

$$F = T \times S \times C \times R$$

ONDE,

F: Previsão de demanda (unidades ou \$)

T: Nível de tendência (unidades ou \$)

S: Índice sazonal

C: Índice cíclico

R: Índice residual

Na prática os valores de R e C são reduzidos a 1,0, dessa forma, são necessários apenas os valores de T e S.

O valor de T pode ser calculado utilizando o método dos mínimos quadrados, onde:

$$T = a + b\bar{t}$$

$$b = \frac{\sum Dt(t) - N(\bar{D})(\bar{t})}{\sum t^2 - N\bar{t}^2}$$

$$a = \bar{D} - b\bar{t}$$

Onde,

N = Número das observações usadas no desenvolvimento da linha de tendência,

D_t = Demanda real no período de tempo t

\bar{D} = Demanda média para N períodos de tempo

\bar{t} = Média de t sobre N períodos de tempo

O componente de sazonalidade do modelo é representado por um valor índice que muda para cada período de tempo previsto. Este índice é um quociente da demanda real em um dado período de tempo sobre a demanda média. A demanda média, pode ser representada por única média de demanda real sobre um período de tempo especificado, geralmente um ano por uma móvel ou pela linha de tendência. Usando a base sazonal do índice:

$$S_t = D_t / T_t$$

Onde,

S_t = Índice sazonal no período de tempo t

T_t = Valor da tendência determinado de $T = a+bt$

Finalmente, a previsão é feita para o período de tempo t no futuro como segue:

$$F_t = (T_t)(S_{t-L})$$

Onde,

F_t = Demanda prevista no período de tempo no período de tempo t

L = Número dos períodos no ciclo sazonal

2.2.5.3 Análise de regressão múltipla

Nos modelos de previsão discutidos anteriormente, o tempo foi a única variável considerada. Outras variáveis que apresentem relação com a demanda também podem ser incluídas em um modelo para prever vendas.

A análise de regressão múltipla é uma técnica estatística que ajuda a determinar o grau de associação entre diversas variáveis selecionadas de demanda. Desta análise, foi desenvolvido um modelo que pode usar mais de uma variável para prever a demanda futura. A informação a respeito das variáveis preditoras (independentes) é convertida, então, pela equação de regressão para dar uma previsão de demanda (Ballou, R., 2002, p.237).

Embora um conhecimento razoável da metodologia estatística seja necessário para construir tal modelo, softwares disponíveis, tais como SPSS e BMDP, de execução de análise de regressão estão prontamente disponíveis para computadores e mainframe. Esses programas executam as computações necessárias para ajustar uma linha de mínimos quadrados ordinários aos dados e fornecem informações estatísticas para avaliar o ajuste do modelo. Entretanto, esses pacotes estatísticos devem ser usados com cuidado porque, sozinhos, eles não podem garantir um modelo válido, isto é, um modelo que esteja livre de problemas estatísticos e de especificação. (Ballou, R., 2002, p.238).

O método de análise de regressão múltipla é um método muito preciso, porém um tanto quanto trabalhoso e difícil de ser usado, portanto, para efeitos de pesquisa neste trabalho, esse método não foi utilizado nas análises de previsão de demanda para os produtos estudados.

2.3. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da Construção Civil tem grande importância socioeconômica e estratégica para o desenvolvimento do País. Sendo um setor dos mais dinâmicos da economia brasileira, a cadeia produtiva da construção civil teve participação de quase 10 % do Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2011, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tendo seus lucros assegurados de forma permanente, os empresários não dispensaram o devido apreço ao gerenciamento da cadeia de suprimentos no ambiente produtivo. Porém, com o transcorrer do século XX, a situação econômica brasileira foi sendo, aos poucos, levada a uma integração universal, decorrente da globalização.

Ao longo dos anos, a área técnico-estrutural foi colocada em primeiro plano na construção civil pela sua real importância, e à área de suprimentos não foi dada a devida importância, apesar de os materiais representarem um elevado percentual nos custos de construção. Eis que o suprimento é a fase da aquisição, fabricação, transporte e entrega, na obra, de todos os equipamentos, estruturas e materiais em geral necessários à construção e indispensáveis à execução do empreendimento.

Um sistema de gerência dos materiais inclui as funções principais de identificar, adquirir, distribuir e dispor dos materiais necessitados em um projeto de construção. Seus objetivos mais importantes são assegurar que materiais de qualidade estarão disponíveis onde foram solicitados; obter o melhor valor para compras de materiais; fornecer eficientemente baixo custo de transporte, segurança e armazenamento dos materiais dentro dos locais de construção; além de reduzir o excesso de materiais ao nível mais baixo possível. Nesse sentido, uma boa gestão de estoques garantirá uma série de benefícios, tais como diminuição da hora improdutiva, redução do desperdício, produção constante e, conseqüentemente, aumento do lucro. (CORRÊA, 2007).

O controle de estoques tem sido alvo de muitos estudos reportados na literatura. Como resultado, uma larga coleção de conceitos e técnicas está disponível para o controle de estoques como os modelos estocásticos para a determinação da quantidade de pedido, técnicas de projeção de demanda e técnicas ABC. Recentemente, os sistemas de administração MRP (*Manufacturing Resource Planning*) e ERP (*Enterprise Resource Planning*) foram adicionados. (CORRÊA, 2007).

Essas abordagens para o controle de inventário têm provocado um grande valor na determinação de parâmetros de estoque e planejamento de recursos, tendo sido seus valores questionados com respeito a problemas práticos de controle de inventário.

O estudo das cadeias de suprimentos da construção civil tem crescido em importância ao longo dos anos. Acadêmicos e praticantes têm dado crescente importância para a integração entre as atividades realizadas no canteiro de obras e para a relação dessas com seus fornecedores, sejam eles de projeto, materiais e equipamentos, documentação legal, entre outros. As empresas hoje competem com base nas suas cadeias de suprimento como um todo, e não mais como entidades isoladas.

Em geral, a bibliografia disponível sobre estoques direciona seus estudos para empresas de produção em massa ou de fluxo contínuo onde o volume de produtos é alto e a variedade é baixa. Neste caso, para a construção civil, os problemas de estoque ficam reduzidos às definições previamente apresentadas neste trabalho.

3. MÉTODO

A revisão de literatura foi feita baseada em artigos, livros, pesquisas e estudos referentes ao tema. Foram escolhidos livros de referência na área de logística e transportes, além de pesquisas, tendo como palavras chave demanda e políticas de estoque.

Após toda síntese de informações relativas ao tema, foi feito um estudo prático envolvendo uma indústria, analisando seus métodos de previsão de demanda e gerenciamento da produção e estoques para então verificar a funcionalidade e eficácia da teoria envolvida no processo, através da comparação do volume de demanda calculado com o volume de vendas efetivos, aliado ao método de previsão adotado e o desempenho geral da empresa no setor. Em seguida, em um outro estudo de caso, envolvendo uma loja de materiais de construção civil, foram estudadas suas políticas de estoques e demanda, para então serem propostas soluções que ofereçam otimização nesses processos. Foi também desenvolvido um projeto para redução de inventário através da otimização de processos em linhas de produção, redução de lead time e lotes mínimos de compra na indústria em questão, obtendo resultados bastante interessantes. O trabalho é então finalizado com a aplicação da teoria desenvolvida em um caso na construção civil, propondo métodos de gerenciamento de estoques e demanda de matérias primas na construção.

4. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

4.1 Indústria

4.1.1 Características da empresa analisada

Estando ranqueada nas primeiras posições em termos de gerenciamento eficaz da sua cadeia de suprimentos segundo Gartner, a P&G busca centrar nos seus clientes os esforços para eliminar sistematicamente os gargalos logísticos e assim, reduzir os níveis de inventário progressivamente sem afetar sua habilidade de suprir o mercado. Como objetivo geral, uma redução de 10% ano a ano é esperada e tida como meta inegociável.

Este esforço tem uma recompensa muito alta: liberar dinheiro parado dentro da própria companhia para novos investimentos em produtos e marketing sem ter que recorrer ao mercado financeiro, o qual normalmente apresenta uma volatilidade importante.

Nesta cadeia puxada no qual é extremamente importante a sincronização de todos os processos entre fornecedor, a companhia e os clientes, estabelecer o momento ideal da compra dos materiais, bem como a sua quantidade é extremamente crítico, o qual portanto baseia-se o foco do estudo deste trabalho.

A empresa destaca-se no cenário de fraldas em função dos seguintes diferenciais:

- Em 2005, o mercado foi 5,9 bilhões de fraldas e R\$ 1,5 bilhão em faturamento, conforme a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, perfumaria e cosméticos (Abihpec);

- O produto é alta de conveniência, sem substituto direto e com a melhora da renda, famílias das classes B e C passaram a consumir o produto ou aumentaram a frequência de uso;

- Maior índice de penetração e avanços no setor em virtude da melhora no consumo per capita;

- Embalagens maiores e econômicas são as que mais crescem em volume de vendas, em toda a linha de fraldas da empresa, que detém 27% de participação de mercado, ou seja, embalagens com número reduzido de unidades também têm grande aceitação por parte das classes mais populares.

Com o barateamento, a empresa analisada neste estudo decidiu lançar um produto com maior valor agregado para o segmento popular, a Pampers Naturals que, embora posicionada no segmento básico, possui mais tecnologia e faz com que o produto chegue ao mercado com preço cerca de 10% superior à média das demais fraldas básicas.

O estudo será baseado no sistema de previsão de demanda e produção de fraldas dessa empresa, uma grande multinacional de higiene e cosméticos, com operações no Brasil desde os anos 80, localizada na região de Jundiaí – SP. Nessa planta são fabricados alguns de seus produtos, incluindo o desse estudo. No município de São Paulo, localiza-se o escritório central, de onde partem todas as decisões a respeito de planejamento, dentre elas a previsão de demanda.

4.1.2 Características do produto analisado

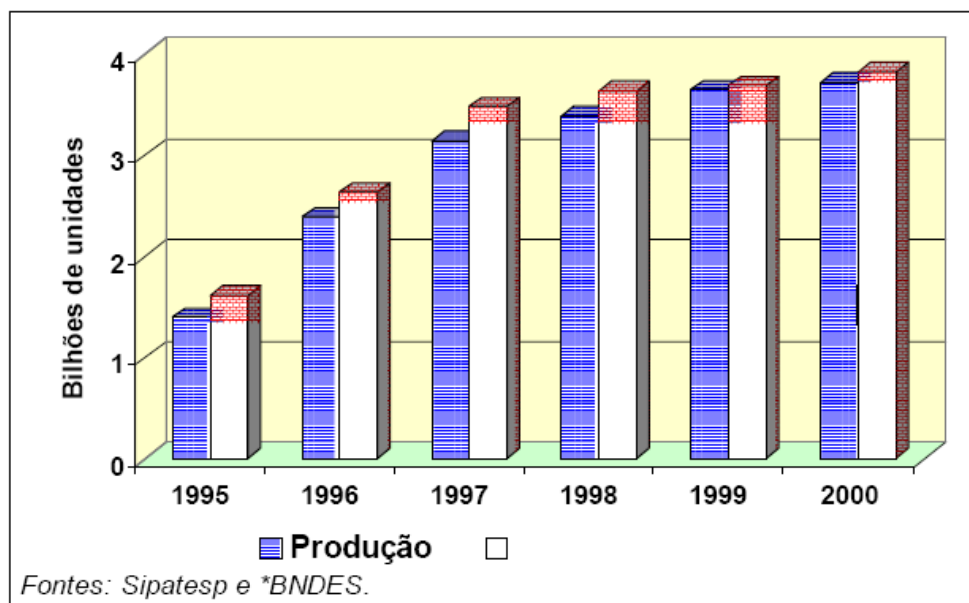
As fraldas descartáveis infantis têm crescente importância entre os itens de consumo da sociedade moderna. O índice de penetração desse produto no mercado (razão entre o número de usuários e o número de consumidores potenciais) varia conforme o país e/ou região: na Argentina é de 57%, no México 34%, enquanto nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão fica acima de 95%. No Brasil o índice de penetração é de 27%, considerando a população infantil brasileira de até 30 meses de idade, de 9,6 milhões de indivíduos.

As fraldas descartáveis são constituídas, basicamente, de uma camada de celulose especial de fibra longa – celulose fluff - correspondendo a 70/80% do peso da fralda, à qual é adicionada uma pequena porção de gel seco (5/10% do peso). Essa combinação é revestida internamente por um filme de transfer que impede o refluxo de umidade e que, por sua vez, é coberto por uma fina camada de nonwoven (material não tecido) que entra em contato com a pele do usuário. Um filme de polietileno dobrado e costurado-a-quente forma, então, o corpo da fralda que é finalizada com alguns acessórios, como rayon, velcro e adesivos.

A produção nacional de fraldas descartáveis, no ano 2000, segundo dados da Abihpec/Sipatesp (Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos / Sindicato da Indústria de Toucador no Estado de São Paulo) atingiu 3,7 bilhões de unidades, um crescimento médio anual de 21,7% no período 1995/2000. O faturamento líquido das empresas, em 2000, foi estimado em US\$760 milhões (Gráfico 1).

Gráfico 1

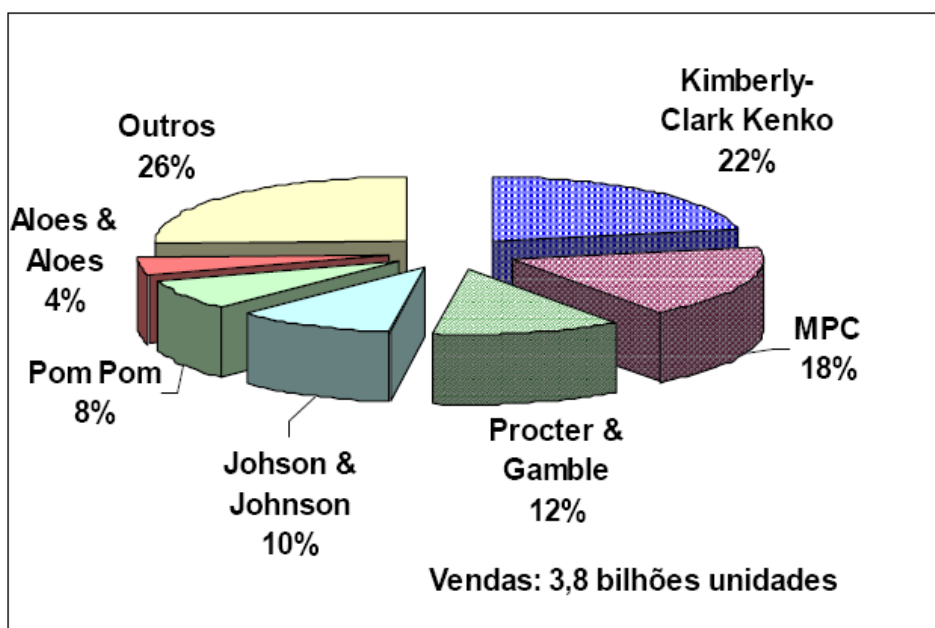
Brasil: Produção e Consumo de Fraldas Descartáveis



A produção é gerada por seis grandes fabricantes, responsáveis por 74% do volume produzido, e por mais 24 produtores organizados, além de uma série de fabricantes informais com mais baixo nível tecnológico (Gráfico 2).

Gráfico 2

Brasil: Principais Fabricantes de Fraldas Descartáveis – 2000



O cenário atual no país mudou bastante, com o aumento da renda nas classes mais baixas impulsiona as vendas do produto no Brasil. O aumento do poder aquisitivo das classes populares, a redução do custo unitário e inovações em produtos e embalagens têm contribuído para a elevação do consumo de fraldas descartáveis no País. De acordo com a ACNielsen, o mercado de fraldas descartáveis infantis vem crescendo a média de 11,5% nos últimos cinco anos. No acumulado de 2006 até setembro/outubro, dado mais recente, o segmento apresentava alta de 10% em volume, para e 13,1% em faturamento.

Em 2005, o mercado foi 5,9 bilhões de fraldas e R\$ 1,5 bilhão em faturamento, conforme a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, perfumaria e cosméticos (Abihpec). "A melhora na renda gera um impacto direto no consumo de fraldas porque é um produto de alta de conveniência, sem substituto direto, e faz uma enorme diferença no cuidado do bebê", afirmou a gerente de produtos para bebê da Johnson & Johnson (J&J), Karen Ehrlich. Com a melhora da renda, famílias das classes B e C passaram a consumir o produto ou aumentaram a frequência de uso. Segundo Karen, a linha Johnson's Baby Classic, mais consumida pelas classes mais populares, tem crescido a índices superiores aos das demais linhas de produtos, como a ultra seca e a noturna, voltadas para o público A, disse, sem revelar valores.

"O consumo per capita melhorou muito, mas o índice de penetração ainda permite avanços", afirmou o presidente da Abihpec, João Carlos Basílio da Silva. Segundo ele, cerca de 80% do público-alvo utiliza fraldas descartáveis. "Metade das trocas ainda é com fralda de pano, a renda deprimida impede um maior uso das fraldas descartáveis", disse o diretor de marketing da Procter&Gamble (P&G) Paulo Koelle.

O executivo disse que embalagens maiores são as que mais crescem em volume de vendas, em toda a linha de fraldas da empresa, que detém 27% de participação de mercado. Na J&J, que responde por 7% das vendas, o movimento é semelhante "Embalagens econômicas são as que mais crescem", afirmou Karen. Basílio destacou que embalagens com número reduzido de unidades também têm grande aceitação por parte das classes mais populares. "Para quem o custo das fraldas descartáveis ainda é muito alto e o uso só é feito eventualmente, pacotes menores são a solução ideal."

Koelle ressaltou que, aliado ao aumento de poder aquisitivo, o barateamento do produto também contribuiu para a disseminação das fraldas descartáveis na população de renda menor. "No final da década de 1980, cada unidade custava US\$ 1, hoje um produto de melhor qualidade custa US\$ 0,25", disse.

Com o barateamento, a P&G decidiu lançar um produto com maior valor agregado para o segmento popular, a Pampers Naturals que, embora posicionada no segmento básico, possui mais tecnologia, com um creme que previne assaduras. O produto chega ao mercado com preço cerca de 10% superior à média das demais fraldas básicas, ou R\$ 14,99 o pacote com 28 unidades, mas Koelle garante que há potencial nas classes mais populares. "Já percebemos que produtos de baixo valor agregado têm perdido participação de mercado, porque o consumidor entende a vantagem de adquirir um de melhor qualidade."

Segundo Basílio, o crescimento do mercado tem sido acima do esperado, o que tem puxado as importações de descartáveis. As compras internacionais do produto acumularam alta de 515,8% até novembro de 2006 ante o mesmo período de 2005, para US\$ 36,64 milhões o que fez o déficit comercial do segmento subir de US\$ 3,10 milhões para US\$ 33,19 milhões. Basílio calculou que, excluindo as importações de fraldas, as compras externas do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos teriam aumento de 25% em 2006.

As principais concorrentes do mercado não revelam qualquer alteração em suas balanças comerciais. A J&J declarou que todas as suas fraldas são produzidas no País. A P&G admitiu que tem realizado importações, mas dentro do processo de alinhamento internacional da produção em que cada unidade fabrica produtos diferentes, e não informou qual a balança comercial da empresa no segmento. A Kimberly-Clark comunicou que não houve alteração expressiva em suas compras no exterior. Outra fabricante internacional de fraldas, a Mabesa do Brasil, do grupo mexicano PI Mabe, não comentou as informações.

4.1.3 Dados do estudo

Matéria Prima – fita adesiva - Estoque Puxado

Unidade De Medida (UOM – *unit of measure*) – m²

Consumo Diário – 32.117,506 m²

Estoque De Segurança – Quantidade suficiente para 14 Dias De Consumo, isto é,
 $14 * 32.117,506 \text{ m}^2 = 449.645,08 \text{ m}^2$

Tempo De Transporte/Entrega – 90 Dias

Custo Por M² - 2.254,51 Reais

No estudo tem-se:

Demanda diária = $30.667,841 \text{ m}^2/\text{dia} = 11.193.761,965 \text{ m}^2/\text{ano}$, logo:

$$D = 11.193.761,965 \text{ m}^2/\text{ano}$$

$$S = 2.254,51 \text{ R\$/m}^2 \text{ (custo de obtenção)}$$

$$I = 2\%$$

$$C = 0,6$$

Assim calculamos a quantidade de pedido ótima – $Q^* = 205.087,169 \text{ m}^2$

Tempo ótimo entre pedidos – $T^* = 6,8 \text{ dias}$

Número de vezes para se colocar o pedido por ano – $N^* = 54 \text{ vezes}$

Podemos observar na planilha de pedidos da empresa, que os valores praticamente correspondem aos analisados no estudo:

Quantidade do pedido:

Estudo: 205.087,169m²

Empresa: 250.000,00m²

Tempo entre pedidos:

Estudo: 6,8 dias

Empresa: 7 dias

Número de pedidos no ano:

Estudo: 54,58pedidos

Empresa: 52pedidos

A previsão de demanda é feita de forma automatizada por um software de gestão empresarial (ERP – ENTERPRISE RESOURCE PLANNING), que calcula a demanda a partir de uma decomposição clássica da série de tempo, levando em consideração todas as informações sobre consumo em todas as regiões do Brasil, desde que a empresa iniciou suas operações no país. O sistema sugere um número específico de eventos a ser planejado e programado com base nesses dados, o que torna mais eficiente o planejamento de eventos.

Um funcionário é totalmente dedicado ao cálculo da demanda, ele deve fazer a interpretação dos dados fornecidos pelo programa e, então, caso haja necessidade, corrigir tais valores. Ao final, tem-se a quantidade de fraldas necessárias para abastecer o mercado por um mês, com variações em tamanho (P, M, G, XG, XXG) e número de fraldas por pacote (11, 14, 18, 20, 24, 30, 32, 40, 48, 52, 54, 60 e 68). Existem três modelos de fraldas, que variam de acordo com a capacidade de absorção e, portanto, possuem preços diferenciados.

A primeira coluna indica a linha de produção, a segunda coluna mostra o código do material para a identificação no sistema, a terceira coluna é a descrição do produto. Nas colunas seguintes, tem o dia do mês seguido do número de unidades a ser produzidas nesse dia. No exemplo acima, é possível observar que a linha 5, no dia 24, deverá produzir 5547 unidades da pampers supersec M 52 fraldas por pacotes, e o código de identificação do produto utilizado pelo software de gestão empresarial é 80647474.

4.2 Estudo de caso – Construção Civil

O estudo de caso foi baseado nos dados de vendas passadas da empresa durante o período de 01/01/2012 a 10/05/2012. Após esse levantamento de vendas, foi possível comparar o nível de estoques atual, com as políticas de estoques presentes nas bibliografias estudadas. Após apurados esses dados foi gerada uma proposta de política de gestão de estoques e uma justificativa à necessidade de otimizar estoques. Foram coletados dados preliminares à pesquisa que mostraram que a empresa trabalha com um montante de despesas financeiras somando 2% do faturamento bruto, sendo que 80% são devido aos altos níveis de estoques de materiais com baixo giro. Dessa forma, a eficiência da empresa tem sido prejudicada por estoques excessivos.

Também foi observado que algumas vendas têm sido perdidas por falta de material para entrega, geralmente devido a atrasos na compra da reposição. Portanto, a empresa tem problemas de excesso e também de falta de estoque. Com isto, se justifica o objetivo de analisar os pontos de pedido e os lotes de reposição para a empresa, bem como propor a política de estoques mais adequada para o caso.

A empresa hoje oferece um mix de 800 itens aproximadamente. Para esta pesquisa foram utilizados quatro itens. Os dados foram analisados juntamente com a diretoria da empresa, que é responsável pelas compras. O fornecedor atualmente tem praticado prazos ao redor de 20 dias para atendimento de pedidos de reposição de produtos. Foram escolhidos para testar e ilustrar a política quatro itens.

A Tabela 1 apresenta os dados de demanda destes itens. Como o tempo de reposição médio é de um mês, foram coletadas as demandas médias mensais e calculados os desvios-padrão nos doze meses anteriores à pesquisa, de 01/01/2012 a 10/05/2012. A empresa não apresenta uma política de estoques definida, fazendo as compras de acordo com pedidos aleatórios de clientes, mantendo estoques sem padrão ou controle algum.

Tabela 1- Dados de demanda

Item Descrição	Demanda mensal	Desvio padrão (σ)
1 - Cuba de Embutir Oval 49 x 32,5 cm – Branco	21	14
2 - Cuba de Embutir Oval 49 x 32,5 cm - Bege	10	7
3 - Cuba de Embutir Oval 39 x 30 cm - Biscuit	10	8
4 - Bacia p/ Caixa Acoplar Thema - Branco	27	10

Para cálculo do ponto de pedido, nesse estudo de caso foram utilizados dois modos diferentes, pelo estoque de segurança e pela quantidade do ponto de pedido, sendo assumido como quantidade do ponto de pedido aquele com menor valor.

Calculo do ponto de pedido (equação V \rightarrow ROP = d * LT) :

d – Taxa de demanda, em unidades de tempo;

LT – Tempo de abastecimento médio, em unidades de tempo.

$$LT = 20/30 = 0,67$$

Item 1:

$$ROP = 21 * 0,67 = 14,07 = 14 \text{ unidades.}$$

Item 2:

$$ROP = 10 * 0,67 = 6,7 = 7 \text{ unidades.}$$

Item 3:

$$ROP = 10 * 0,67 = 6,7 = 7 \text{ unidades.}$$

Item 4:

$$ROP = 27 * 0,67 = 18,09 = 18 \text{ unidades.}$$

Cálculo do estoque de segurança (equação VI \rightarrow ES = fs \times σ)

$$fs = 1,64$$

Item 1:

$$ES = 1,64 * 14 = 22,96 = 23 \text{ unidades}$$

Item 2:

$$ES = 1,64 * 7 = 11,48 = 12 \text{ unidades}$$

Item 3:

$$ES = 1,64 * 8 = 13,12 = 13 \text{ unidades}$$

Item 4:

$$ES = 1,64 * 10 = 16,4 = 16 \text{ unidades}$$

A Tabela 2 apresenta os pontos de pedido calculados para os quatro itens, conforme a equação (V). Para cálculo do estoque de segurança (equação VI), foi adotado um nível de serviço objetivado de 95% para este estudo, o que implica um $fs = 1,64$ para o cálculo. Foi assumido como estoque mínimo a soma entre ponto de pedido e o estoque de segurança.

Tabela 2 - Cálculo dos pontos de pedido

Item Descrição	Estoque de segurança	Ponto de pedido
1 Cuba de Embutir Oval 49 x 32,5 cm - Branco	23	14
2 Cuba de Embutir Oval 49 x 32,5 cm - Bege	12	7
3 Cuba de Embutir Oval 39 x 30 cm - Biscuit	13	7
4 - Bacia p/ Caixa Acoplar Thema - Branco	16	18

Por fim, a Tabela 3 apresenta o cálculo dos lotes econômicos de reposição. Têm-se as demandas anuais (D), obtidas multiplicando-se as demandas médias mensais da Tabela 1 por doze, os custos unitários dos produtos para o atacadista (C), o custo de fazer um pedido (S) e o custo percentual de guarda dos itens (I). O custo unitário de fazer um pedido (S) foi obtido dividindo-se o custo organizacional de fazer a compra nos doze meses (sistemas de comunicação e de informação compartilhados mais horas compartilhadas de comprador = R\$ 45.107,18) pelo número de itens comprados no período (3.720) ($S=45.107,18/3.170 = 12,12R\$$). O custo da guarda (I) foi obtido dividindo o total gasto com despesas financeiras por adiantamentos e empréstimos para compras mais horas compartilhadas de operador de almoxarifado e despesas com seguros (R\$ 100.600,00), pelo total gasto em compras no período (R\$7.597.820,00) ($I = 100.600/7.597.820 = 1,32\%$). Com estes dados, usando a equação (II), calcularam-se os lotes econômicos de compras Q^* de reposição dispostos na última coluna.

Tabela 3- Lotes econômicos de reposição

Item	Demanda anual	Custo do produto R\$	S	i%	Q*
1	252	32,4	12,12	1,32%	120
2	120	32,4	12,12	1,32%	82
3	120	30,8	12,12	1,32%	85
4	324	117,8	12,12	1,32%	71

Considerando os lotes econômicos de compra e as demandas anuais, a Tabela 4 apresenta as políticas de compras e os números de vezes que cada item será comprado por ano, sendo o tempo ótimo entre pedidos calculado pela equação III, o número de vezes para se colocar um pedido por ano, calculado pela equação IV e o estoque mínimo como sendo o estoque de segurança mais o ponto de pedido, calculados na tabela 2. Dessa forma, podemos interpretar a primeira linha como: O item 1 terá a seguinte política: sempre que o estoque virtual estiver abaixo de 14 unidades, comprar um lote de 120. Esta política acarretará 2,1 compras por ano, pois a demanda anual esperada é de 252 unidades.

Tabela 4- Políticas de compras de reposição

Item	Q*(Quantidade de pedido ótima)	Estoque mínimo (unid.)	D (demanda anual)	T* (Tempo ótimo entre pedidos)	N* (No de pedidos por ano)
1	120	37	252	0,5	2
2	82	19	120	0,7	1
3	85	20	120	0,7	1
4	71	34	324	0,2	5

Observa-se na tabela que os número de compras anuais são baixos. Existem alguns riscos na política de compras calculada anteriormente, tais como manutenção de estoque por tempo demasiado e danos aos bens. O risco de obsolescência é pequeno por tratar-se de empresa que comercializa apenas itens básicos, sem design avançado ou inovador. Mesmo que um item seja obsoleto, dificilmente o estoque remanescente não será adquirido, pois os materiais são indicados para múltiplas aplicações. Como são itens básicos e não de moda ou de impacto visual, eventuais diversidades de cores e modelos têm menor importância na

política de reposição e a empresa pode lidar bem com um pequeno volume de compras, pois também pode aproveitar eventuais oportunidades oferecidas pelos grandes fabricantes.

A tabela a seguir, analisa a política de estoques determinada anteriormente em função dos estoques mínimos e lead time do fornecedor.

Tabela 5- Análise da política de estoque calculada

Item	Lead Time (dias)	Estoque mínimo (unid.)	Demanda diária	Consumo em 20 dias	Situação
1	20	37	0,7	13,81	ok
2	20	19	0,3	6,58	ok
3	20	20	0,3	6,58	ok
4	20	34	0,9	17,75	ok

Observa-se que os estoques mínimos cobrem a demanda, sem a necessidade de utilizar o estoque de segurança, ou seja, a empresa pode operar com o nível de serviço de 95% proposto utilizando os estoques mínimos calculados.

Obtidas as políticas da Tabela 4, verificou-se o estoque e a política atual dos quatro itens na empresa (dispostos na tabela 6) para uma análise das políticas encontradas em relação à teoria descrita neste trabalho.

Tabela 6- Comparação da política proposta com os estoques atuais

Item	Q*(Quantidade de pedido ótima)	Estoque mínimo (unid.)	Estoque atual	Situação
1	120	37	25	possível falta
2	82	19	0	em falta
3	85	20	19	possível falta
4	71	34	87	excesso

A tabela mostra algumas das deficiências que a empresa pode estar enfrentando em sua gestão de materiais destinados a estoques. Um item apenas entre quatro está com estoque aceitável, enquanto que os outros três apontam para faltas. É possível que clientes que requeiram estes produtos não sejam atendidos no prazo e na quantidade que venham a solicitar, causando perda comercial à empresa. A perda não se limita à venda que não se confirma, mas se estende também à imagem da empresa, que pode ser prejudicada pelo não-atendimento as demandas de clientes.

Custos por eventuais faltas são pouco representativos na atual estratégia da empresa, pois a mesma atende principalmente clientes empresariais (empreiteiras e construtores), que colocam pedidos e aceitam prazos de entrega. Tais clientes não demandam elevado nível de serviço e dificilmente comparecem na empresa para comprar um item e levar a pronta entrega, o que praticamente elimina o chamado custo da venda perdida ou da falta de estoque.

Com isso têm-se então uma oportunidade de melhoria de gestão na cadeia de suprimentos da empresa, que seria um acordo com o fornecedor para determinação de condições de ressuprimento mais adequadas e mais sistematizadas. Também fica como sugestão de melhoria a implantação do estoque de segurança, visto que traz benefícios à empresa nos casos de picos de demanda durante o tempo de ressuprimento.

Uma alternativa de gestão de ressuprimentos seria a revisão periódica. Neste caso, os custos de transporte seriam otimizados, pelo eventual aproveitamento de rotas de entregas já existentes. Para esta estratégia, seria necessário considerar a existência de transportadores e de rotas que incluam as regiões dos fornecedores e de eventuais parceiros que contribuam para a maior utilização dos veículos. A revisão periódica abre uma nova possibilidade de *trade-off* estratégico: para se ter menos estoque, é necessária uma estrutura de transporte mais rápido e melhores sistemas de informações para obter previsões mais acuradas. Remete-se à continuidade de pesquisa a investigação acerca desta alternativa.

5. INTERVENÇÃO PRÁTICA E ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Intervenção Prática – Indústria – Redução de inventário

Neste trabalho, foram realizadas três tipos de intervenções práticas, que acarretaram em significativas reduções nos estoques e conseqüentemente economia para a empresa. As intervenções se embasaram em toda a teoria desenvolvida neste trabalho, são elas:

- a. Redução de inventário por meio de atualização no sistema ERP da empresa e dos *leadtimes* de matéria prima. Com a atualização dos valores, para valores menores, os pedidos de compra foram reprogramados, diminuindo o tamanho do lote mínimo de compra e alterando o tempo entre pedidos, dessa forma, os estoques das matérias primas atualizadas foram reduzidos. O resultado desse esforço proporcionou uma redução de 703 dias de *Leadtime* (soma de todos os materiais e fornecedores atualizados), acarretando numa redução em torno de \$500.000,00 dólares em inventário. Devido à política de sigilo da empresa, os dados do programa MRP, os produtos e os valores exatos não podem ser divulgados aqui. Como observado na teoria, a quantidade de pedido, não depende do *leadtime*, mas o estoque de segurança, ou seja, a quantidade mínima que o estoque pode atingir para que se faça um novo pedido, é diretamente proporcional a ele. Com os estoques de segurança reduzidos, a empresa pode disponibilizar esse capital mobilizado para investimento em outras áreas.
- b. Redução de inventário por meio da redução no tamanho dos lotes mínimos de compra de matéria prima. Com apoio na teoria de estoques, foi feita uma análise prévia da demanda, custo e tamanho do lote mínimo de compra para diversas matérias primas de fralda descartável. Por se tratar de muitos produtos, os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Excel, utilizando a seguinte equação como base:

$$Q^* = \sqrt{(2D * S) / (I * C)} \quad (II)$$

Onde:

Q* - Quantidade de pedido ótima

- D – demanda anual por item em estoque, em unidades;
- S – Custo de obtenção, em dólares por pedido;
- C – Valor do item mantido em estoque, por unidade;
- I – Custo de manutenção como uma porcentagem do valor do item, % ano.

Os valores de C e I são obtidos através do MRP da empresa, e também são valores que não podem ser divulgados.

A tabela a seguir resume todas as matérias primas, suas unidades, demanda e lotes mínimos de compra. A redução do lote mínimo, não é simplesmente reduzir e pedir a nova quantia ao fornecedor, pois esse lote depende muito da capacidade produtiva e de como a produção funciona, por exemplo, para a matéria prima a seguir tem-se:

unidade	item	Demanda(unid/mês)	Lote mínimo	DIFERENÇA	potencial
EA	BG Pampers M3++ FS S3 28ct BR clear	55,935.00	100,000.00	44,065.00	sim

Observa-se que a demanda é de aproximadamente 66.000 unidades de saco plástico e os lotes mínimos de compra nessa caso são de 100.000 unidades. Para se reduzir o tamanho da compra, não se trata simplesmente de calcular com a fórmula e fazer o pedido ao fornecedor, pois a sua produção pode ser de 50.000 unidades por vez.

Nesse caso, para atender a demanda, acaba sendo necessária a compra de uma quantidade bem maior, no caso o primeiro múltiplo de 50.000 acima da demanda de 66.000. Portanto esse trabalho, além do cálculo dos novos lotes mínimos de compra, envolveu a análise individual com cada fornecedor para checar seu tipo de produção. Foram considerados potenciais de redução aqueles onde o Q^* calculado variou entre o valor da demanda e o lote de compra, e aqueles cuja diferença entre lote mínimo e demanda é maior que metade do valor da demanda.

Após a primeira análise dos materiais, e seleção dos potenciais, foram feitas as

unidad	item	Demanda(unid/mês)	Lote mínimo	DIFERENÇA	potencial
EA	BG Pampers M3++ FS S3 28ct BR clear	55,935.00	100,000.00	44,065.00	sim
EA	BG Pampers M3++FS S3 28ct BR	8,218.00	100,000.00	91,782.00	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S4 24ct BR clear	74,853.00	110,000.00	35,147.00	não
EA	BG Pampers M3 LE S5+ 14ct BR	50,268.00	70,000.00	19,732.00	não
EA	BG Pampers M3++ FS S5+ 34ct BR	63,910.50	70,000.00	6,089.50	não
EA	BG Pampers M3++ FS S5 22ct BR clear	54,811.50	120,000.00	65,188.50	sim
EA	BG Pampers M3 LE S4 20ct BR	77,175.00	100,000.00	22,825.00	não
EA	BG Pampers M3 FS S3 2*28ct BR	13,179.75	70,000.00	56,820.25	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S3 24ct BR	69,741.00	100,000.00	30,259.00	não
EA	BG Pampers M3++ FS S5 18ct BR	89,683.50	120,000.00	30,316.50	não
EA	BG Pampers M3 LE+ S3 24ct BR	46,254.00	100,000.00	53,746.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S2 12ct BR	12,655.00	120,000.00	107,345.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S2 12ct AR	18,900.00	100,000.00	81,100.00	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S2 28ct CL/PE	30,046.50	80,000.00	49,953.50	sim
EA	BG Pampers M3 LE S4 10ct BR	72,245.00	120,000.00	47,755.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S5 8ct BR	57,590.00	110,000.00	52,410.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S3 11ct BR	71,936.00	120,000.00	48,064.00	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S2 2x21ct AR	31,550.00	80,000.00	48,450.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S5 40ct BR	44,238.00	60,000.00	15,762.00	não
EA	BG Pampers M3++ FS S3 2x34ct BR	24,330.00	60,000.00	35,670.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S3 2*26ct BR	26,455.50	60,000.00	33,544.50	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S5 2x24ct BR	30,179.25	60,000.00	29,820.75	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S2 14ct AR	26,724.00	90,000.00	63,276.00	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S2 28ct BR	38,808.00	60,000.00	21,192.00	sim
EA	BG Pampers M3 LE S5 16ct BR	70,092.00	100,000.00	29,908.00	não
EA	BG Pampers M3 FS S4 24ct BR	11,250.00	110,000.00	98,750.00	sim
EA	BG Pampers M3 FS S3 28ct BR	6,695.00	100,000.00	93,305.00	sim
EA	BG Pampers M3++ FS S2 2x27ct CL	24,903.00	50,000.00	25,097.00	sim
EA	BG Pampers M3 FS S5 2*22ct BR	20,097.00	70,000.00	49,903.00	sim
EA	BG Pampers M3 FS S4 2*24ct BR	14,228.25	70,000.00	55,771.75	sim
EA	BG Pampers M3 FS S5 22ct BR	11,001.00	120,000.00	108,999.00	sim
M2	FI BS CLNT 18gsm 206mm S4 Reg E5PP LA	508,331.39	1,000,000.00	491,668.61	sim
M2	FI BS CLNT 18gsm 222mm S5 S5P RegE5PP LA	488,717.89	1,000,000.00	511,282.11	sim
M2	FI BS CLNT 18gsm 206mm S3 Reg E5PP LA	311,886.07	1,000,000.00	688,113.93	sim
M2	FI BS CLNT 18gsm 206mm S2 Reg E5PP LA	86,313.41	1,100,000.00	1,013,686.59	sim
M2	LZ NDG 18gsm 157 S5plus 35 LE M3 plus LA	4,141.58	10,000.00	5,858.42	sim
KG	FI PLA 24.2gsm 228mm CIFRA PRT CPC2 BS	2,753.79	10,000.00	7,246.21	sim
M2	INCF FAB PROV BLC 15gsm 145mm Green	523,104.24	609,000.00	85,895.76	não
M2	HPHO NWDL PRO 10gsm CW133mm WH CD152.4mm	441,193.58	525,616.00	84,422.42	não
M2	INCF FAB PROV 15gsm 170mm Peri	643,669.38	742,560.00	98,890.62	não
M2	NWCC PRO 22 10gsm 133mm 107cm TEAL 76mm	395,755.04	526,030.00	130,274.96	não
M2	INCF FAB PROV 15gsm 234mm Peri	93,372.28	511,056.00	417,683.72	sim
M2	INCF FAB PROV 15gsm 154mm Peri	387,235.10	784,784.00	397,548.90	sim
M2	NWFE Prov 2F 40gsm 110mmCID152.4mmWH	63,453.43	265,440.00	201,986.57	sim
M2	INCF KAMI Prov 15gsm 190mm Green LA	96,633.78	399,000.00	302,366.22	sim
M2	NWCC PRO 22 10gsm 133mm 107cm WH 76mm	45,438.53	638,400.00	592,961.47	sim
M2	TS PRO 15 gsm 164 mm RD 90cm SSS WH	83,410.21	688,800.00	605,389.79	sim
EA	BG Pampers A6+ XGDE 24*2ct BR	14,845.50	85,256.00	70,410.50	sim
EA	BG Pampers A6+ GDE 27*2ct BR	18,558.75	82,000.00	63,441.25	sim
EA	BG Pampers A6+ MD 30*2ct BR	17,988.00	85,000.00	67,012.00	sim
KG	FILM GEVAS SUPERSEC L54X3IT	128.06	500.00	371.94	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA MED 24X6IT	140.07	500.00	359.93	sim
KG	FILM GEVAS SUPERSEC XL48X3IT	102.93	500.00	397.07	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA GDE 20X6IT	233.71	500.00	266.29	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA X-GDE 40X3IT	288.29	500.00	211.72	sim
KG	FILM GEVAS SUPERSEC X-GDE28X6IT	397.02	500.00	102.98	não
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA MED 52X3IT	182.37	500.00	317.63	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA G 44X3IT	368.56	500.00	131.44	não
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA X-GD 16X12IT	150.82	500.00	349.18	sim
KG	FILM GEVAS SUPERSEC M60X4IT	83.56	500.00	416.44	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA PEQ 12X20IT	15.30	500.00	484.70	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA XXGD 14X16IT	87.47	500.00	412.53	sim
KG	Gevas Film Juegos y Suenos P14x16IT	50.83	500.00	449.17	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA GDE 10X20IT	96.34	500.00	403.66	sim
KG	Gevas Film Active Baby P56x3	49.14	500.00	450.86	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA XGDE 8X20IT	79.16	500.00	420.84	sim
KG	FILM GEVAS NOTURNA E DIURNA M 11X16IT	119.55	500.00	380.45	sim
KG	FILM GEVAS ACTIVE BABY PEQ 12X20 IT	39.14	500.00	460.86	sim

solicitações de redução e negociações com os fornecedores, os resultados das reduções e as economias geradas para empresa, são resumidas na tabela a seguir:

Descrição	Minimum lot proposed kg	Current minimum lot	Monthly consume	Cost	Inv. Impact R\$	Savings (R\$)
BG Pampers M3 FS S4 24ct BR	80000	110000	66000	0.08	15000	1200
BG Pampers M3 FS S5 22ct BR	80000	120000	44004	0.082	20000	1640
BG Pampers M3 LE S2 12ct BR	100000	120000	93480	0.066	10000	660
BG Pampers M3 LE S4 10ct BR	90000	120000	95360	0.079	15000	1185
						\$ 4,685.00
MENTHOL USP LAEVO NATURAL	50	100	44	19.64	25	491
SACCHARIN SODIUM, USP (POWDER, SODIUM BENZOATE NF, FCC	100	1000	73	13.94	450	6273
BO VICK CS 120 ML BR WITH UV	57600	300000	75360	0.18349	121200	22238.988
TST META ST FIB SUP OSF 10EA BR	100000	200000	96000	3.82	50000	191000
LB VICK VAPORUB OINT REG 30G BR	100000	232500	30000	0.0168	66250	1113
LB VICK VAPORUB OINTMNT REG 50G BR	50000	82500	87000	0.0267	16250	433.875
LB TA EVIDENT EA BR	100000	188750	40000	0.00623	44375	276.45625
LBB VICK CS 120ML BR	100000	210000	175000	0.0861	55000	4735.5
LBF VICK CS 120ML BR	100000	210000	175000	0.1355	55000	7452.5
						\$234,877.82
CO ALW Basica T1 CPM 16x12 Bas	7000	10000	5160	0.53035	1500	795.525
CO ALW Basica T1 CPM 8x48 -Bas	6000	10000	15480	0.90647	2000	1812.94
CO ALW Basica T1 NW 8x48 - Bas	6000	10000	13392	0.90647	2000	1812.94
CO ALW Basica T2 CPM 8x48 -Bas	6000	10000	5950	0.90647	2000	1812.94
CO ALW Basica T2 NW 8x48 - Bas	6000	10000	10200	0.90647	2000	1812.94
CO ALW ULTRA S1 24x12 VZLA-CH	8000	10000	14025	0.67294	1000	672.94
CO ALW ULTRA FRESH S1 14x24 V	7000	10000	0	0.93266	1500	1398.99
CO ALW ULTRA S1 14x24 Vzla ISA	7000	10000	4007	0.93266	1500	1398.99
CO Always Ultra S2 10x24IT Ch	7000	10000	1435	0.53035	1500	795.525
						\$ 12,313.73
BG ALW Thick T2 32s Leila ipad	140000	250000	42075	0.0727	55000	3998.5
BG ALW Thick T3 16s Leila ipad	150000	250000	153000	0.0586	50000	2930
						\$ 6,928.50

5.2 Intervenção Prática – Construção Civil

Após desenvolvimento e análise de toda teoria, estudou-se o consumo de cimento na construção de dois edifícios residenciais na cidade de Hortolândia da construtora BCS-CI. A construção teve início em janeiro de 2009 e conclusão em março de 2011, as compras de cimento tiveram início em Janeiro de 2009 e se encerraram em dezembro de 2010, além disso, foi feita uma compra inicial de 60 sacos de cimento.

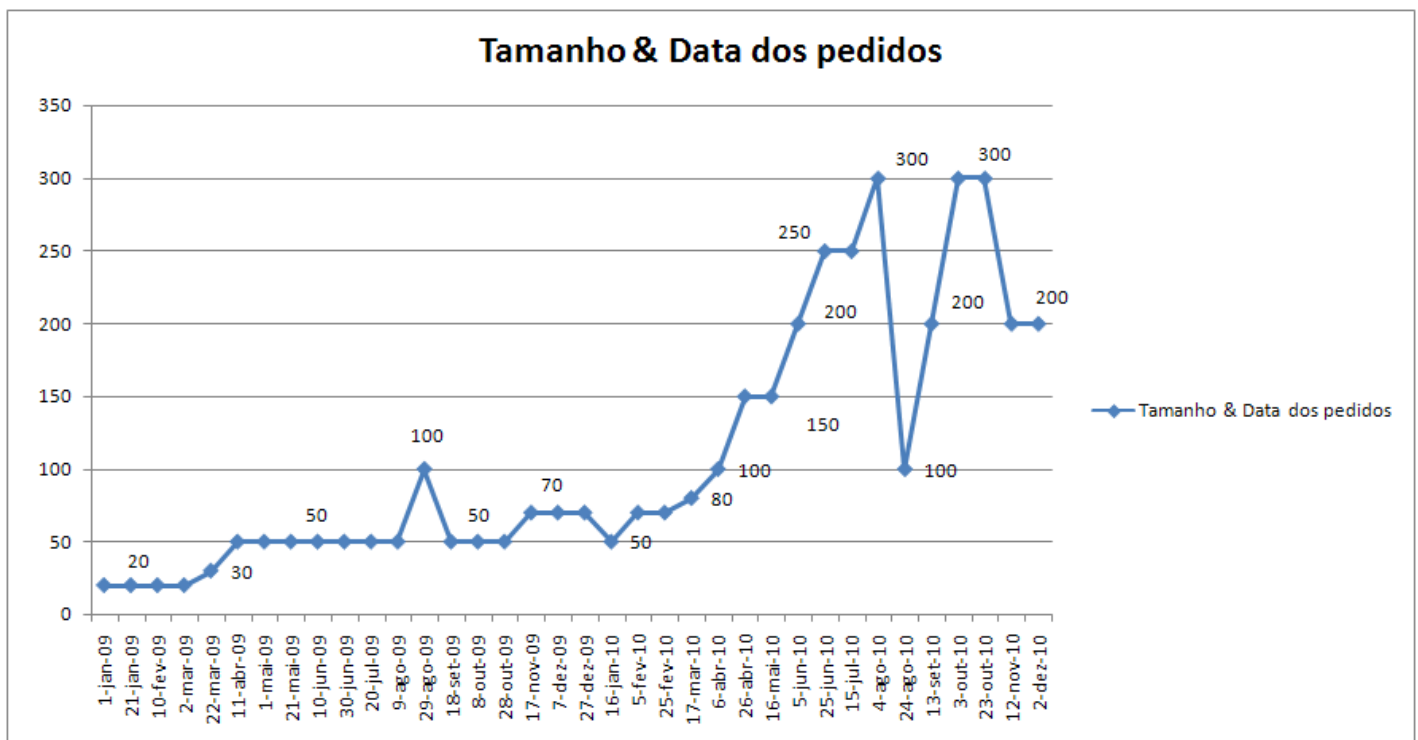
Por se tratar de uma empresa nova, não havia nenhuma política de estoques definida, o estoque de segurança foi arbitrariamente definido pelo engenheiro responsável da obra

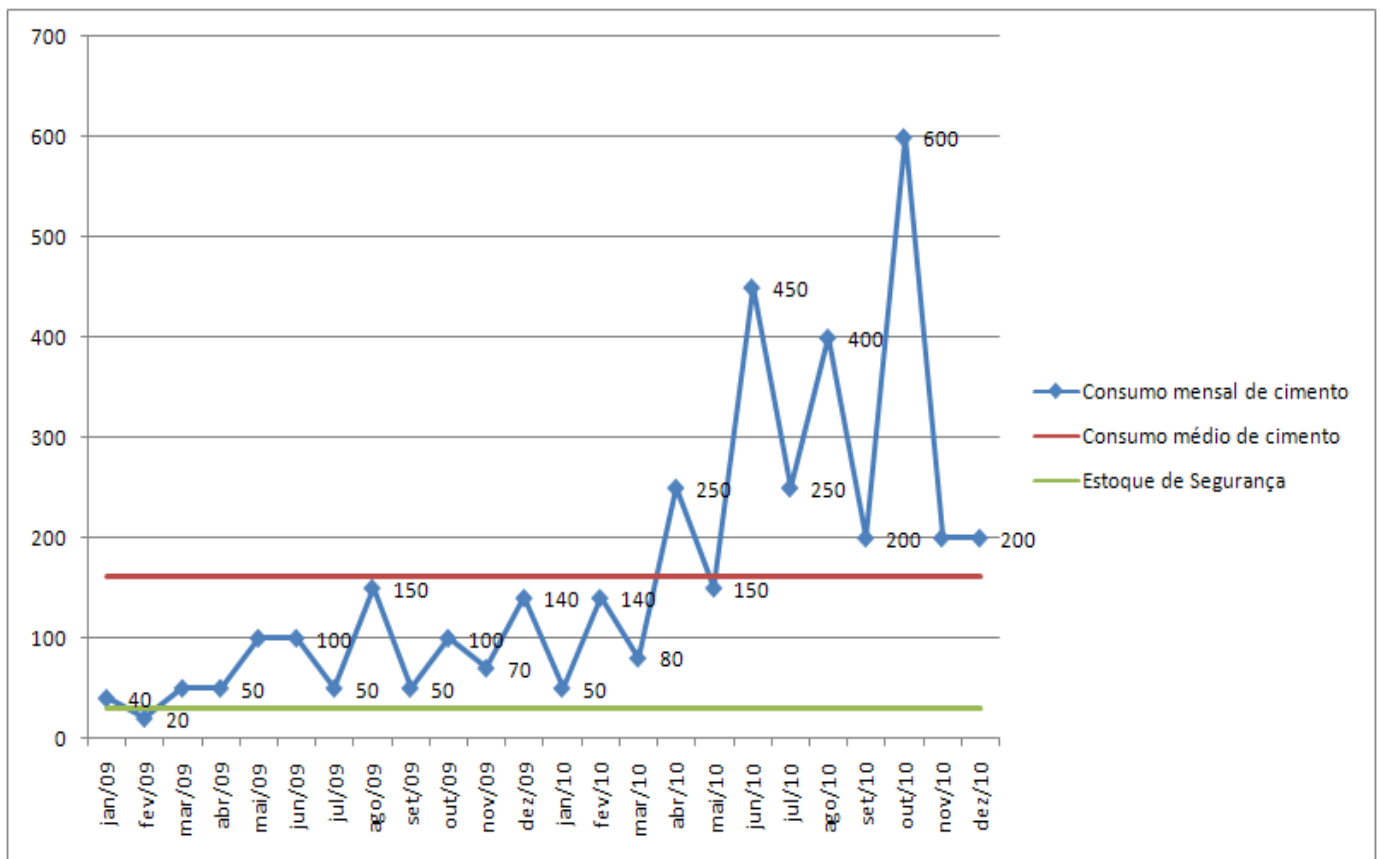
como 30 unidades, e a quantidade dos pedidos foi estimada por ele e pelo mestre de obras de acordo com a evolução da obra.

Foram observados os períodos entre compras, os tamanhos de lote de compra além do tamanho e comportamento dos estoques. Em seguida tomando como base a teoria aqui desenvolvida, foram propostas melhorias a serem aplicadas nas próximas obras, que podem ser reaplicadas para qualquer empreendimento na construção civil.

Os dados para a realização desse trabalho foram obtidos diretamente com a construtora, são eles:

- Preço médio do cimento em 2009: R\$ 18,80
- Preço médio do cimento em 2010: R\$ 16,90
- Lead Time : 5 dias





Como nesse caso a análise ocorreu em um período curto de tempo, utilizou-se a previsão de demanda pela ponderação exponencial, já que esta é mais adequada para previsões a curto prazo, onde se requer uma quantidade mínima de dados. Estimando que para o próximo empreendimento a demanda seja um pouco superior, 350 sacos/mês, e adotando o valor de α como 0.3, uma vez que para esse valor as ponderações exponenciais a curto prazo tem um melhor resultado, tem-se:

$$NOVA\ PREVISÃO = \alpha \times (DEMANDA\ REAL) + (1 - \alpha) \times (DEMANDA\ PRÉVIA)$$

ONDE:

α : constante de ponderação exponencial, com valores entre 0 e 1.

Logo,

$$NOVA\ PREVISAO = 0,3 * (324) + 0,7(350) = 340\ sacos/mês$$

Com os dados acima, calculamos os seguintes valores:

D = Demanda Mensal média = 340 sacos

D = Demanda Anual média = 4080 sacos

C = Custo do item = $(18,8+16,9)/2 = 17,85$ R\$

S = Custo de obtenção do pedido = 3 horas trabalhadas do funcionário =
 $(3000,00(\text{salário mensal}) / 30) * 3 = 37,5$ R\$

I = 10% = 0,1

Da equação II

$$Q^* = \sqrt{(2D * S) / (I * C)} \quad (\text{II})$$

$Q^* = 120$ sacos

Mas também tem-se que:

ROP- Quantidade do ponto de pedido, em unidades (Quantidade que o estoque deve ter, para que então colocar o pedido)

$ROP = d * LT$ (V), onde:

d – Taxa de demanda, em unidades de tempo;

LT – Tempo de abastecimento médio, em unidades de tempo.

- d = taxa de demanda = $120/30 = 4$ sacos/dia

- LT = 5 dias

LOGO:

ROP = 20 sacos

Quanto ao tempo entre pedidos temos:

T* - Tempo ótimo entre pedidos

$$T^* = 365 / \left(\frac{D}{Q^*} \right) \quad (\text{III})$$

$T^* = 365 / (4080/120) = 10$ dias

O quadro a seguir resume as principais observações deste trabalho:

	INDÚSTRIA	CONSTRUÇÃO
PRODUTO	Matéria prima para fralda descartável	Cimento
CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO	<i>Bem de consumo pessoal</i>	<i>Matéria prima para construção</i>
CARACTERÍSTICAS DO SETOR	<i>O mercado de fraldas descartáveis é muito estável, independentemente de qualquer crise, sofre pouca influência externa, trata-se de um bem de consumo básico para qualquer pessoa que tenha filhos</i>	<i>O mercado da construção civil é completamente dependente da economia do país, portanto a demanda desse material aumenta quando o setor está em alta e diminui quando está em baixa, gerando muita oscilação nos preços, e dificuldade em se prever qualquer modelo teórico</i>
ESTOQUE DE SEGURANÇA	<i>Os estoques de segurança são calculados em dias e não em unidades, ou seja, quantos dias o estoque atual pode suprir a produção sem que ela pare</i>	<i>o estoque de segurança é calculado em unidades, ou seja, qual a quantidade mínima que deve ter o estoque, para que a produção não pare</i>
DEMANDA	DEMANDA PRATICAMENTE CONSTANTE, MERCADO DE FRALDAS SOFRE POUCA VARIAÇÃO	<i>Para qualquer empreendimento desse setor, o consumo de cimento nunca é constante, e se comporta praticamente da mesma forma, começando com uma demanda pequena, que aumenta gradativamente até o final</i>

5. CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos, podemos concluir que os modelos teóricos de previsão de demanda e determinação de políticas de estoque atendem perfeitamente as necessidades logísticas de quem usa adequadamente. Entretanto, algumas variáveis, difíceis de serem expressas matematicamente, acabam interferindo nos processos, como a capacidade de produção do fornecedor e a demanda variável ao longo do ciclo produtivo.

No caso da indústria a demanda é pouco variável, uma vez que a produção funciona de maneira contínua, o fluxo de matérias primas é quase que constante, e nesse caso, as expressões teóricas demonstradas nesse trabalho funcionam com mais eficácia. Porém, o fator capacidade de produção, e lotes mínimos de produção dos fornecedores, (fator não previsto no modelo teórico), dificultou a determinação de lotes eficientes de compra, ou seja, os lotes ótimos podem ser calculados, porém devido à realidade do fornecedor, eles tiveram que ser ajustados para um valor próximo. Contudo, o modelo se mostrou eficiente, uma vez que norteou a determinação desses lotes, já que os valores negociados, não foram determinados por meio de estimativas aleatórias.

No caso da construção civil, o modelo teórico mostrou-se mais eficiente no cálculo das quantidades, uma vez que essas podem ser fornecidas sem restrição de quantidade, sendo apenas função da demanda da obra (como o cimento no caso). Dessa forma, os cálculos de demanda, lotes de compra e período de tempo entre pedidos são muito satisfatórios, porém, novamente uma outra variável, também não prevista no modelo teórico, no caso a demanda variável, faz com que os cálculos novamente precisem de ajustes. Para esse caso, adotou-se dividir os lotes de compra pela metade, no período de menor demanda, e dobrá-lo no período de maior demanda, mantendo-se os intervalos de tempo entre pedidos.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos – planejamento, organização e logística empresarial*, 4ed., Editora Bookman, São Paulo, 2002.

CORRÊA, Henrique. *Just In Time, MRP II e OPT – um enfoque estratégico*, Ed. Atlas, São Paulo, 1993.

WWW.abnit.org.br

CORREA, Henrique L. *Planejamento, Programação e Controle da Produção*. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2007

SLACK, N., CHAMBERS, S. e JOHNSTON, R. *Administração da produção*. Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston. São Paulo: Atlas, 2002.

ALVARENGA, A.; NOVAES, A. *Logística Aplicada – suprimento e distribuição física*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000

GARCIA, L.; PEREIRA, M.; OSÓRIO, W. *Gestão dos parâmetros de estoque: estudo de caso de itens de medicamentos em farmácias hospitalares e convencionais*. Revista Gestão Industrial, v.05, n.01: p.109-121, 2009.

BERTAGLIA, P. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo, 2003.