



Congresso de Sistemas LEAN

Um Estudo Exploratório envolvendo RFID e a Previsão de Vendas na Projeção de Posições de Estocagem

Samuel Bloch da Silva (ITA) – samuel@ita.br

Prof. Dr. Anderson Ribeiro Correia (ITA) – correia@ita.br

Bruno Leonardo Giublin (REXAM) – bruno.giublin@rexam.com

Resumo: Todas as empresas fazem parte de uma grande e complexa rede de interconexões. Isto significa que a velocidade e a intensidade com que as mudanças acontecem nesta cadeia superam em muito a taxa de resposta desta empresas, principalmente no que se referem as adequações de infraestrutura. Neste sentido o artigo proposto visa apresentar um método determinístico para projeção do número de posições de armazenagem necessárias para atender a previsão de vendas da empresa Rexam em Jacareí. O método se apoia na tecnologia RFID integrada ao processo de previsão de vendas com base na análise clássica da decomposição da série de tempo. Considerando a natureza exploratória do estudo, o presente artigo pretende apresentar como resultado uma planilha Excel Piloto pronta para tratar os dados oriundos das leituras das etiquetas RFID capturada durante processo simulado em laboratório.

Palavras-chave: RFID; Previsão de Vendas; Otimização Armazenagem .

Abstract: All companies are part of a large and complex network of interconnections. This means that the speed and intensity with which the changes take place in this chain far outweigh the response rate in this business, especially as they relate to adjustments of infrastructure. In this sense the proposed article aims to present a deterministic method to forecast the number of storage locations required to meet the sales forecast of the company Rexam at Jacarei. The method relies on the integrated sales forecasting based on classical analysis of the decomposition of the time series process integrated with the RFID technology. Given the exploratory nature of the study, this paper presents results in an Excel spreadsheet Pilot ready to collect the data from the readings of RFID tags captured during the simulated process in the laboratory.

Keywords: RFID; Sale Forecast; Optimizing Warehouse.

1. Introdução

Segundo Nigel Slack , Stuart Chambers e Robert Johnston (2001, pag. 170)

“ Todas as operações fazem parte de uma rede maior , interconectada com outras operações. Essa rede inclui fornecedores e clientes. Também inclui fornecedores dos fornecedores e clientes dos clientes e assim por diante .”

Ou seja, nenhuma empresa é uma ilha com autonomia suficiente para produzir e prover sozinha produtos e serviços aos clientes finais. Neste sentido o conjunto de empresas participantes de uma mesma cadeia acabam formando um grande sistema aberto conforme proposto por Bio (1996. pag. 18)



“ ... um conjunto de elementos interdependentes , ou um todo otimizado , ou partes que interagem formando um todo unitário e complexo”

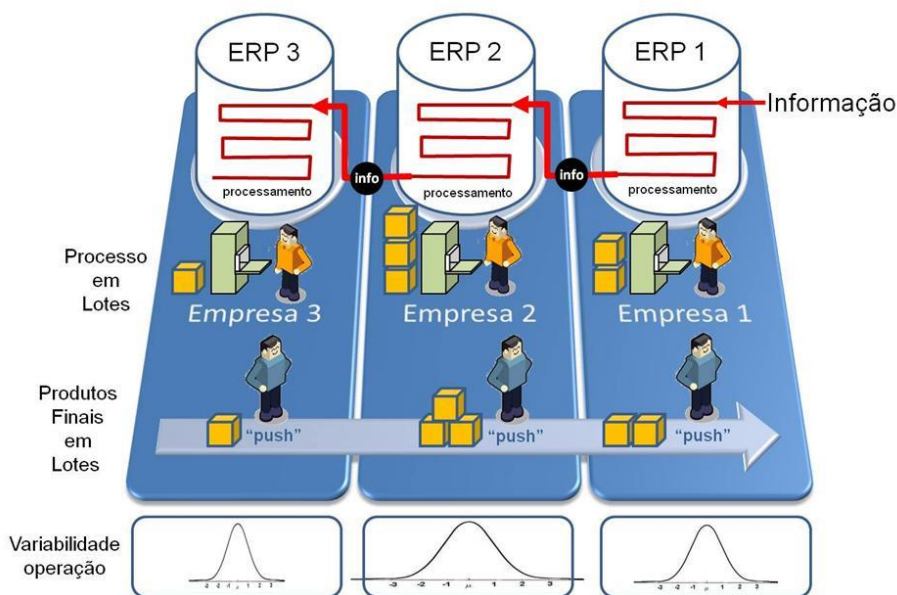
Apesar da definição proposta por Bio não ser tão recente, a ideia de sistema aberto continua atual pelo fato de que as empresas ainda se valem da integração dos recursos materiais, humanos e tecnológicos para o processamento de bens ou serviços simples ou complexos a serem fornecidos ao mercado. O lado interdependente e otimizado desta cadeia produtiva aparece na forma de competitividade destas empresas em gerenciar o todo de suas operações.

Adicionalmente ao contexto, Ballou alerta para o fato de que a otimização sistêmica passa também pela ocupação adequadas das áreas de armazenagem de qualquer empresa; uma vez que seus custos estimados representam 20% dos custos totais de distribuição (BALLOU, 2005. pag. 373). Neste sentido o artigo proposto visa apresentar um método determinístico para projeção do número de posições de armazenagem necessárias para atender a previsão de vendas da empresa Rexam em Jacareí, tendo como base as leituras RFID simuladas dos futuros portais a serem instalados nas docas de expedição da empresa.

2. Caracterização do Problema

Analisando os métodos de previsão da demanda convencionais sob a ótica do “pensamento enxuto”, possivelmente muitos erros operacionais poderiam ser eliminados se os métodos de controle dos eventos que cercam o consumo dos materiais fossem mais efetivos. Para George (2002), 80% dos problemas que drenam valor das empresas, são gerados por apenas 20% dos processos empresariais mais caros, complexos e com controles pouco efetivos. Isto é mais facilmente perceptível em empresas que adotam o sistema de produção para estoque (em inglês "make to stock"), de maneira a atender diferentes tipos de demanda. Empresas praticantes deste modelo são baseadas principalmente em sistemas do tipo ERP (em inglês " Enterprise Resource Planning), cujo processo de planejamento dos materiais passa pelo tratamento dos dados em módulos complexos conforme figura 1:

Figura 1 - Complexidade dos Sistemas ERPs envolvidos em uma Cadeia de Suprimentos

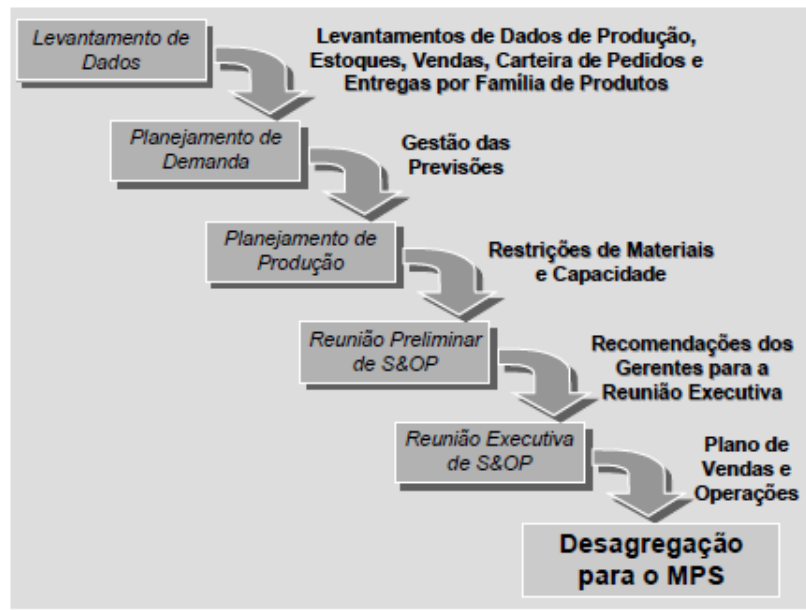


Fonte: Silva (2010)

Considerando a figura 1, a informação compartilhada entre o "ERP 1" e o "ERP 2" já não representa a informação inicial. Ou seja, o próprio sistema cria atrasos e filas operacionais em função de suas regras, módulos e pessoas envolvidas na liberação da informação entre as empresas. Concomitantemente, o método empregado na previsão da demanda destas empresas estará sujeito aos mesmos atrasos e filas reportados na figura 1, causando variações significativas no médio e longo prazo. Por outro lado, no curto prazo tais variações são pouco perceptíveis considerando que de um modo geral as empresas fazem previsões estáticas e super dimensionadas em relação aos cenários congelados. Módulos como o de Planejamento de Vendas & Operações (em inglês SO&P- sales, operation and planning) que podem integrar os ERPs comerciais, apresentam metodologia bastante estruturada porém ainda apoiada em um processo estanco e de processamento sequencial. Bremer et al (2008) apontaram em estudo que aproximadamente 60% das empresas nacionais que possuem o módulo e o processo de SO&P implementado estão insatisfeitas com os resultados obtidos. Possivelmente o nível de insatisfação esteja relacionado com a dificuldade em operacionalizar a metodologia SO&P, uma vez que o mesmo exige uma modelagem e adequação organizacional conforme apresentado na figura 2:



Figura 2 - Metodologia SO&P



Fonte: Corrêa et al (2007)

A principal observação ao modelo apresentado na figura 2 é que o mesmo é sequencial e com tempo específico para execução de cada etapa. Consequentemente quando a reunião executiva acontecer, dados levantados nas fases preliminares poderão estar defasados. Outro ponto importante segundo Tearnan (2008) neste contexto, está relacionado com a confiabilidade dos dados levantados, tratados e disponibilizados para os tomadores de decisão. Ou seja, o tratamento dos dados poderá ser super ou subdimensionado dependendo das restrições e seguranças impostas pelo planejamento da produção. Naturalmente existe um conflito entre produção, financeiro e comercial no que tange ao tópico estoques, cada qual com seu ponto de vista e argumentos.

Analisando esta questão sob a ótica dos desperdícios sugeridos Ohno (1988), uma previsão de vendas qualquer, independente do sistema, deveria considerar no mínimo:

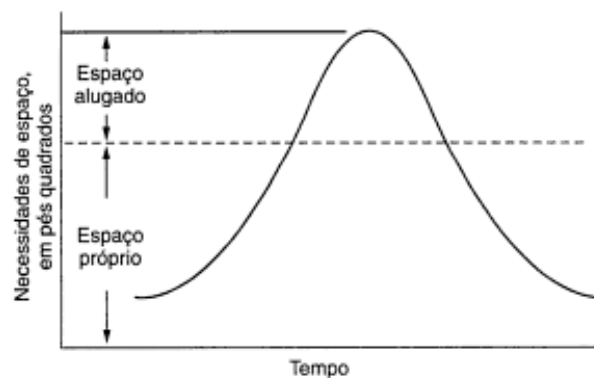
- **Evitar a superprodução:** Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, camuflados pelo excesso de inventário produtivo/trânsito inerente aos fatores de segurança implementados pelos gerentes. Neste contexto a subprodução também é prejudicial, uma vez que coloca a empresa em condições desiguais de competição com concorrentes que possuem produtos a pronta entrega, prejudicando eventualmente o nível de serviço prometido;



• **Evitar o inventário desnecessário:** Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos elevados e baixo desempenho do serviço prestado ao cliente. O inverso também vale, uma vez que nem sempre os clientes pagam por níveis de serviços elevados

Ou seja, as previsões de demanda são fundamentais para a consecução dos objetivos da administração de materiais, que consistem em prover ao usuário material certo na quantidade solicitada e nas melhores condições operacionais e financeiras para a organização (BARBIERI; MACHLINE, 2006). Segundo Ballou (2005, pag. 273), não podemos esquecer que os estoques são importantes instrumentos para minimização e otimização de outros custos operacionais. O que se espera então com o presente artigo é propor um método que ajude no equilíbrio destes aspectos conflitantes, de maneira que seja possível obter vantagem no manejo das posições de estocagem dos produtos finais da empresa em questão. Este equilíbrio está relacionado com o modelo proposto por Ballou (2005, pag. 399) na figura 3:

Figura 3 - Estratégia Mista de Armazenagem para Necessidades de Estocagem



Fonte: Ballou (2005)

Considerando a figura 3, formulamos o objetivo do presente trabalho no sentido de identificar no horizonte de tempo da previsão de vendas Rexam se a mesma precisará utilizar espaços alugados para amortecer as possíveis variações apontadas no planejamento. Apesar da empresa operar com armazém próprio, é inevitável que em determinadas épocas do ano os mesmos não sejam suficientes para acomodar o plano de produção. Vale ressaltar que para a Rexam a disponibilidade de estoque imediato pode representar ganhar ou perder um grande contrato de venda.

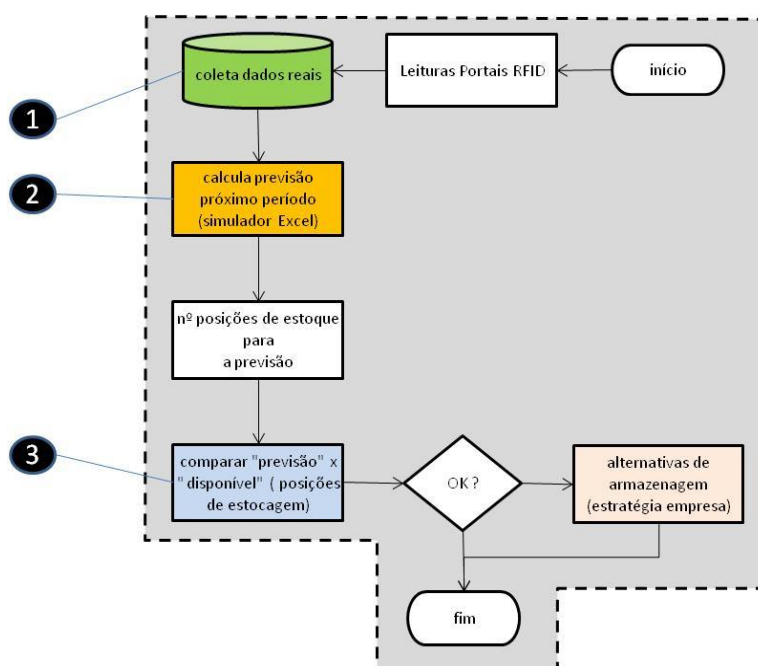


A seguir serão detalhados os meios para que este objetivo seja alcançado, sem que a empresa lance mão de módulos especiais como S&OP intergrado ao ERP, utilizando-se apenas da tecnologia RFID para abastecer dinamicamente a base de dados do modelo de previsão de demandas.

3. Modelo Proposto

Para Wacker & Lummus (2002), existe uma forte relação entre a previsão de vendas e a decisão de alocação de recursos da companhia. Segundo os autores, a correta definição dos recursos e dos processos, passando pela capacidade, está diretamente relacionada com as decisões estratégicas da empresa; bem como em relação a otimização financeira no curto/médio/longo prazo. Neste sentido a estratégia de armazenagem adotado pela empresa poderá sofrer modificações ao longo dos anos, principalmente pela inserção de novos produtos e/ou clientes. Por melhor que tenha sido feito o dimensionamento do numero de posições de armazenagens, as constantes modificações nos planos de produção acabam por comprometer a infraestrutura atual, caracterizando área prioritária para melhorias e otimizações. Dentro deste contexto, a figura 4 apresenta a seguinte proposta:

Figura 4 - Modelo Proposto para Definição de Estratégia Mista de Armazenagem com base na Previsão de Vendas



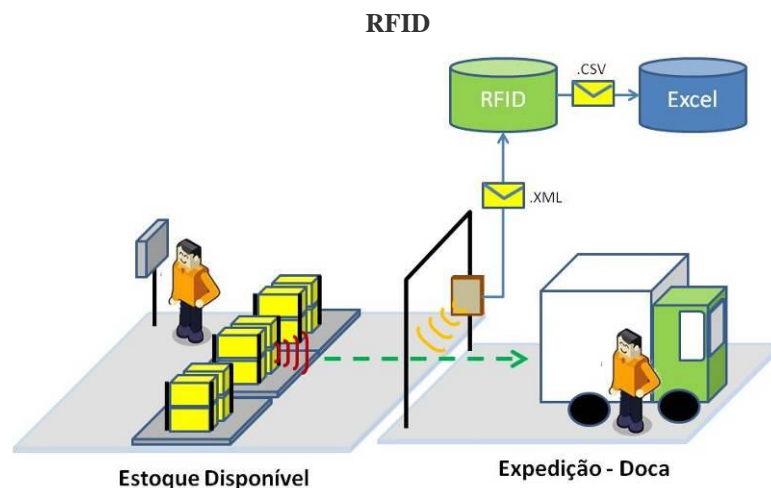
conforme apresentado na figura, o modelo será detalhado a seguir em 3 etapas.



3.1. Coleta de Dados sobre o Processo de Expedição

A coleta de dados é fase crítica dentro do contexto, uma vez que o objetivo é trabalhar com dados gerados em tempo real, oriundos do processo de expedição da Rexam. Este processo de captura é plenamente possível considerando que a empresa em questão está testando tecnologia de identificação por radio frequência para controle do processo de embarque dos produtos vendidos, eliminando desta maneira várias leituras de códigos de barras. Como a tecnologia se baseia na emissão e recepção de ondas eletromagnéticas, tudo o que estiver identificado com uma etiqueta RFID nesta zona de interrogação será capturado. Na prática isto significa ler simultaneamente quase 500 etiquetas sem qualquer alinhamento físico com a fonte emissora (THINGMAGIC, 2014). Isto difere em muito dos tradicionais códigos de barra que necessariamente precisam estar alinhados com o leitor para execução da leitura unitária. Dentro contexto a alimentação da base de dados será dinâmica conforme a Fig. 5:

Figura 5 - Processo reduzido do Embarque de Produtos Acabados com Coleta de Dados via tecnologia



A cada palete de produto lido no portal RFID da doca de expedição, um registro com os dados dos produtos seriam enviados para popular base específica, permitindo desta maneira futura extração destes dados via formato ".csv" para dentro do software Excel piloto já com o modelo de previsão de demanda preparado. A dinâmica na coleta dos dados via portal RFID permitirá reduzir eventuais atrasos no apontamento da informação inerentes aos modelos tradicionais. Isto significa que uma vez lido o produto pela antena RFID o mesmo já constará

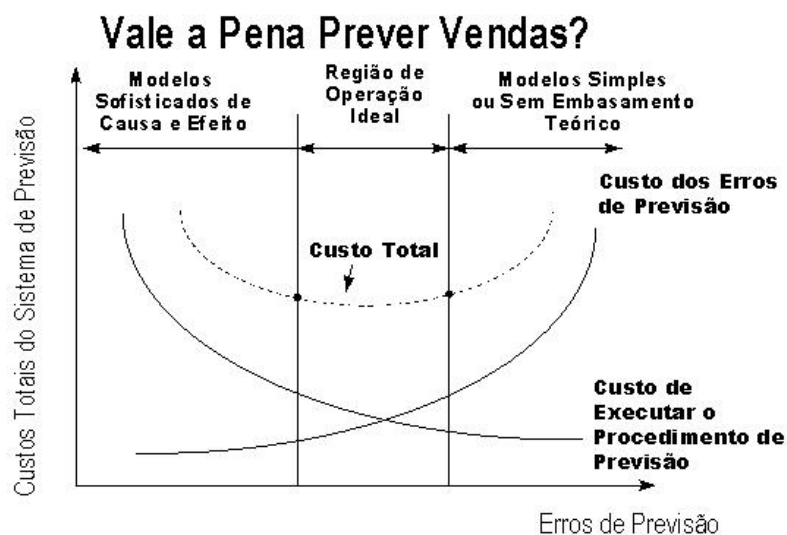


sistemicamente como consumido, independente de qualquer ação humana (ex: apontamento de romaneios de embarque). Neste sentido, o ciclo de informação será acelerado para milissegundos ao invés de semana/mês conforme procedimento estabelecido no SO&P clássico, permitindo assim uma análise de tendência mais efetiva. Ou seja, a cada leitura no portal de embarque será possível atualizar a projeção sobre o número de posições necessárias no armazém para o futuro, antecipando assim eventuais rupturas.

3.2. Cálculo da Previsão de Demanda

Um estudo conduzido em 2004 pelo Instituto ILOS intitulado "Vale a Pena Prever Vendas?", foi apresentado a seguinte figura 6:

Figura 6 - Vale a Pena Prever Vendas ?



Fonte: Wanke (2004)

Apesar do artigo não ser recente, percebe-se em relação a Figura 6 que quanto mais simples e intuitivo for o modelo de previsão da demanda, maiores serão os custos decorrentes dos erros. Uma das principais razões está no fato de que a mente humana, apesar de possuir características únicas com relação à complexidade e poder para armazenamento e associação de informações, está sujeita a emoções, sendo otimista ou pessimista em relação às incertezas futuras. Por outro lado, modelos mais sofisticados minimizam os erros das previsões com alto custo de implementação e operação. O desafio então é utilizar um método que seja intermediário aos extremos do gráfico apresentado na figura 6, de maneira que se obtenha um erro de previsão aceitável a um custo de processamento adequado.



Segundo Ballou (2005), se existe uma classe de modelos de previsão de utilidade continuada com o passar dos anos, pode-se dizer que é a da decomposição da série de tempo. Entre seus métodos incluem-se:

- análise espectral
- análise clássica da série de tempo
- análise de série de Fourier

A análise clássica da decomposição de séries de tempo é muito utilizada principalmente pela simplicidade matemática e grande aceitação (SHAPIRO, 2001, pag. 21). Também porque nenhum método mais sofisticado conseguiu oferecer precisão superior aos resultados obtidos com este tipo de análise. Detalhando melhor este método teremos (BALLOU, 2005, pag.254):

$$F = T * S * C * R \quad (1)$$

onde na Eq. 1:

F = demanda prevista (unidade / paletes de produtos)

T = nível de tendência (unidade / paletes de produtos)

S = índice sazonal

C = índice cíclico

R = índice residual

Na prática os índices residual (R) e cíclico (C) poderiam ser iguais a 1, considerando a dificuldade em se levantar exatamente os respectivos valores. Como o modelo pressupõe uma atualização dinâmica oriunda das leituras RFID e os respectivos índices apresentam baixo impacto no contexto, os mesmos serão suprimidos da fórmula original, resultando em uma nova forma de cálculo:



$$F = T * S \quad (2)$$

O valor da tendência (T) na Eq. 2 poderá ser determinado por vários métodos, sendo que adotaremos o método dos mínimos quadrados sugerido por Ballou:

$$T = a + (b * t) \quad (3)$$

onde os coeficientes "a" e "b" apresentados na Eq. 3 serão encontrados por (Eq. 4 e 5):

$$b = \frac{\sum D_t (t) - N (\bar{D})(\bar{t})}{\sum t^2 - N \bar{t}^2} \quad (4)$$

$$a = \bar{D} - b \bar{t} \quad (5)$$

em que :

N = número de observações usadas no desenvolvimento da linha de tendência

D_t = demanda real no período de tempo t

\bar{D} = demanda média em N períodos de tempo

\bar{t} = média de t ao longo de N períodos de tempo

O componente sazonalidade (S) será representado por um índice que muda para cada período da previsão (Eq. 6):

$$S_t = \frac{\bar{D}}{T} \quad (6)$$

onde:



\bar{D} = demanda média em N períodos de tempo

T = valor da tendência

Para facilitar a visualização, uma planilha Excel piloto foi criada para tratar todas as fórmulas apresentadas anteriormente, bem como receber os dados coletados e tratados oriundos das leituras do portal RFID em desenvolvimento. A figura 7 apresenta o resumo da planilha desenvolvida para a modelagem proposta já com os dados simulados para o processo em questão:

Figura 7 - Planilha Piloto com as Projeções das Previsões

	Período	período (t)	vendas (D)	D x t	t ²	b	a	T ¹	Sazonalidade (S)	Previsão (F)	n° posições estocagem
1° Q - 2013	1	1	2500	2500	1	222,53	1065,47	1288	1,94		
	2	2	3500	7000	4			1510,54	2,32		
	3	3	3800	11400	9			1733,07	2,19		
	4	4	4000	16000	16			1955,6	2,05		
2° Q - 2013	5	5	3200	16000	25			2178,13	1,47		
	6	6	3000	18000	36			2400,66	1,25		
	7	7	3900	27300	49			2623,2	1,49		
	8	8	4500	36000	64			2845,73	1,58		
3° Q - 2013	9	9	3250	29250	81			3068,26	1,06		
	10	10	3500	35000	100			3290,79	1,06		
	11	11	3700	40700	121			3513,32	1,05		
	12	12	4200	50400	144			3735,85	1,12		
1° Q - 2014	1	13						3958,39		4.193	ok
	2	14						4180,92		4.447	ok
	3	15						4403,45		4.637	ok
	4	16						4625,98		5.201	insuficiente
N	12	136	43050	289550	650						

paletes de latas

Conforme proposto pelo método, a coluna assinalada em laranja reporta a previsão de demanda para o palete de produto analisado para o próximo período, levando-se em consideração seus índices de sazonalidade (S) e tendência (T).

3.2. Comparação da Previsão de Demanda em relação a Projeção de Área Necessária

O principal objetivo do modelo é comparar a previsão de demanda calculada em relação a uma projeção de posições de estoques necessárias para acomodar os futuros produtos no armazém da empresa em Jacaré. A figura 8 apresenta o resultado obtido com a simulação:



Figura 8 - Planilha Piloto com Resultados

	Período	período (t)	vendas (D)	D x t	t²	b	a	T¹	Sazonalidade (S)	Previsão (F)	nº posições estocagem	Erro Previsão	Custo Locação	Custo EADI
1º Q - 2013	1	1	2500	2500	1	222,53	1065,47	1288	1,94		nº posições estocagem	Erro Previsão	Custo Locação	Custo EADI
	2	2	3500	7000	4			1510,54	2,32					
	3	3	3800	11400	9			1733,07	2,19					
	4	4	4000	16000	16			1955,6	2,05					
2º Q - 2013	5	5	3200	16000	25			2178,13	1,47					
	6	6	3000	18000	36			2400,66	1,25					
	7	7	3900	27300	49			2623,2	1,49					
	8	8	4500	36000	64			2845,73	1,58					
3º Q - 2013	9	9	3250	29250	81			3068,26	1,06					
	10	10	3500	35000	100			3290,79	1,06					
	11	11	3700	40700	121			3513,32	1,05					
	12	12	4200	50400	144			3735,85	1,12					
1º Q - 2014	1	13						3958,39		4.193	ok	R\$ -	R\$ -	
	2	14						4180,92		4.447	ok	R\$ -	R\$ -	
	3	15						4403,45		4.637	ok	R\$ -	R\$ -	
	4	16					4625,98		5.201	insuficiente	R\$ 5.218,65	R\$ 5.419,37		
N	12	136	43050	289550	650							custo estocar excedente de paletes		

Conforme a figura 8, a coluna **nº posições de estocagem** apresenta duas alternativas possíveis:

- **ok** - quando a disponibilidade média de posições de estocagem no armazém comportam a previsão de vendas para o período. Ou seja, a informação sobre o giro médio mensal do número de posições no armazém é fundamental no desenvolvimento do modelo.

- **Insuficiente** - quando a disponibilidade média de posições de estocagem no armazém não comportar a previsão de vendas. Neste caso a planilha apresenta 2 alternativas possíveis para acomodar as unidades excedentes e seus respectivos custos associados (no modelo: EADI ou Locação de Galpão localizado próximo a Rexam). Esta análise é importante considerando que este tipo de decisão envolve provisão financeira, negociação prévia e disponibilidade de área nos locais alternativos para os materiais excedentes. O campo Erro Previsão apresentado na planilha, será utilizado para se validar futuramente a qualidade da previsão em relação a real demanda reportada pelos portais RFID existentes na expedição da empresa em questão. O mesmo será calculado conforme sugerido por Ballou(2005, pag.252):

$$S_F = \sqrt{\frac{\sum_t (A_t - F_t)^2}{N - 1}} \quad (7)$$

onde na Eq. 7:

S_F = erro padrão da previsão

A_t = demanda real no período t



F_t = previsão para o período t

N = número de períodos de previsão t

A dinâmica de entendimento do erro é peça fundamental no aperfeiçoamento do modelo proposto, bem como no estabelecimento de um plano de melhorias ao mesmo. Conforme Shapiro (2001, pag.258), a incerteza é inerente a qualquer método de previsão de demanda independente do grau de sofisticação da sistemática, porque pertence a fatores incontrolláveis do mercado consumidor. Neste sentido, o que as previsões tentam é criar através de métodos estatísticos uma base analítica do passado para inferência do futuro próximo com o menor erro possível.

4. Conclusão

Considerando a proposta do artigo, acredita-se que o modelo apresentado é promissor pois trata de uma questão importante a operação de qualquer armazém em ambiente lean: otimização do espaço. O desafio é equilibrar investimento em infraestrutura com nível de serviço ao cliente. Empresas atuantes neste segmento estão sujeitas a modificações periódicas em seu mix e volumes de clientes e produtos, dificultando um dimensionamento adequado de suas operações intralogísticas. Outro ponto importante neste cenário segundo Vieira e Roux (2011, pag. 95) é falta de sincronismo entre a chegada e saída dos materiais no armazém, criando áreas de espera e/ou filas de embarque. Normalmente este descompasso resulta em aumento do custo operacional, motivado pela falta de previsões factíveis em relação a utilização do espaço disponível. Neste sentido o modelo desenvolvido poderá contribuir com a empresa em questão, permitindo uma visão antecipada da necessidade de posições de estoque para acomodar uma previsão demanda mais realista.

Como sugestão para futuros trabalhos fica a possibilidade de se utilizar a tecnologia RFID para outras áreas inerentes a cadeia de suprimentos, como por exemplo, a rastreabilidade de cargas entre diferentes armazéns.



REFERÊNCIAS

SLACK N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção**. São Paulo: Ed Atlas, 2002.

BIO, S. R. **Sistemas de Informação- Um Enfoque Gerencial**. São Paulo: Ed Atlas, 1996.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial**. São Paulo: Ed Bookman, 2005.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma – Combining Six Sigma with Lean Speed**. Ed McGrawHill, 2002.

SILVA, B. S.. **Aplicação da Tecnologia RFID na Rastreabilidade e Sincronização de Suprimentos Aeronáuticos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. UNICAMP, 2010.

BREMER, C. F.; AZEVEDO, C. R.; MATHEUS, L. F.. **O Retrato do Processo de Sales & Operations Planning (S&OP) no Brasil - Parte 1**. Revista Mundo Logística, nº5 pág. 68. 2008.

CORRÊA, H. L.; GIANESSI, I. G. N.; CANON, M.. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5º Ed. São Paulo: Ed Atlas, 2007.

TEARNAN, R.. **S&OP Data Mangement - Critical to Successful Implementation**. Disponível em <http://www.oliverwight-americas.com/> . Acessado em 20 de Janeiro de 2014.

OHNO, T. **Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production**. Tóquio: Ed Diamond, 1988

BARBIERI, J. C.; MACHILINE, C. **Logística Hospitalar: teoria e prática**. São Paulo: Saraiva, 2006. 325p

WACKER, J.G. & LUMMUS, R.R. **Sales forecasting for strategic resource planning**. International journal of operations & production management, vol. 22, n. 9, p. 1014-1031, 2002

WANKE, P.. **O Processo de Previsão de Vendas nas Empresas: Aspectos Organizacionais e Tecnológicos**. Instituto de Logística e Supply Chain - ILOS. Disponível em



<http://www.iceg.pucminas.br/betim/administracao/Material%20did%C3%A1tico/Artigo%20P%20revis%C3%A3o%20de%20Vendas.doc..> Acessado em 10 de Janeiro de 2014.

THINGMAGIC Co.. **Support Overview**. Disponível em :
<http://www.thingmagic.com/support-overview> . Acessado em 10 de Janeiro de 2014.

SHAPIRO, J. F. **Modeling the Supply Chain**. Ed Duxbury, 2001

VIEIRA, D. R., ROUX, M.. **Projeto de Centro de Distribuição. Fundamentos, Metodologia e Prática para a Moderna Cadeia de Suprimentos**. Ed Elsevier. São Paulo. 2011