

Impactos da Utilização de um Modelo de Previsão de Demandas no Setor de Imunizações

Autoria: Mario Lucio de Oliveira Novaes, Antonio Augusto Gonçalves, Vera Maria Medina Simonetti, David Sergio Adães de Gouvêa, Marina Magalhães Novaes

RESUMO

Atualmente o sistema de saúde brasileiro focaliza suas ações no tratamento das doenças, em detrimento das ações preventivas – classicamente vinculadas a menores custos operacionais. Dentre as ações preventivas a vacinação tem um papel estratégico e, para cumprir suas funções, as unidades de vacinação formam os estoques de vacinas. Para auxiliar no processo de gestão dos estoques desses produtos, este estudo pretende investigar a aplicação de um modelo de previsão de demandas para tais insumos -o Método de Suavização Exponencial. Este método é indicado como um dos melhores entre os concorrentes de sua classe, em função de seu fácil manuseio e implementação -características pertinentes em um setor onde o conhecimento tácito norteia as decisões na administração dos estoques. Conclui-se que este método aplica-se na área de imunizações, já que o Coeficiente de Suavização Exponencial nas séries observadas situou-se entre 0,01 e 0,30, valores também relatados na literatura, como satisfatórios para previsão de demandas.

Palavras-Chave: Vacinas. Gestão. Estoque. Suavização Exponencial. Demanda. Previsão.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil contemporâneo observam-se aspectos relevantes no setor de saúde como (1) a existência de uma disparidade entre capacidade de atendimentos e tratamentos adequados por parte dos serviços de saúde, já que a capacidade de atendimentos situa-se abaixo das demandas de doentes (GONÇALVES, 2004); (2) o aumento da sobrevida média da população e o surgimento de novas tecnologias, que fazem com que os recursos destinados ao setor tornem-se escassos ao longo do tempo; (3) a aleatoriedade nas demandas dos medicamentos e imunobiológicos, que implicam alteração na relação complexidade/custos/eficácia dos tratamentos médicos e (4) nota-se que o foco das ações de saúde volta-se ao tratamento das doenças em detrimento das medidas preventivas, estas relacionados a menores custos operacionais.

A vacinologia, ciência voltada ao estudo, desenvolvimento e utilização das vacinas e relacionada às estratégias preventivas das doenças, assume um papel significativo na saúde do cidadão. Os programas de imunização erradicaram a varíola, o sarampo e a poliomielite em algumas regiões do mundo e observa-se a redução da mortalidade infantil atribuída à difteria, tétano e coqueluche em outras nações (OMS, 2005). Para indivíduos menores de cinco anos de idade no mundo e em 2002, uma estimativa de 2,5 milhões de mortes entre 10,5 milhões de indivíduos foi causada por doenças imunopreveníveis, segundo o boletim *Morbidity and Mortality Weekly Report* (MMWR, 2006).

Contemporaneamente observa-se a reemergência de certas doenças imunopreveníveis, como a Febre amarela e a Tuberculose, o que se relaciona às mudanças do mundo moderno e à interação com os fatores climáticos, econômicos e sociais. No Brasil, em relação à Febre amarela, identificou-se o aumento de epizootias (morte de animais relacionada a uma mesma causa) em macacos, entre abril de 2007 e janeiro de 2008, com a confirmação laboratorial para a doença em Goiás e São Paulo (ARANDA e RIBEIRO, 2008). Entre dezembro de 2007 e 13 de março de 2008 confirmaram-se 38 casos de Febre amarela no Brasil, com 20 óbitos (letalidade de 53%); destes, 87% dos indivíduos não eram comprovadamente vacinados e 13% encontravam-se vacinados há mais de 10 anos, tempo em que se recomenda a aplicação da dose de reforço da vacina. Os prováveis locais de infecção dos casos confirmados foram Goiás, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Mato Grosso e Paraná (BRASIL, 2008). A Figura 1 mostra as áreas de risco para a Febre amarela silvestre no Brasil.



Figura 1 – Áreas de risco para a Febre amarela silvestre no Brasil.
Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2008).

A procura por uma melhor *qualidade de vida* e por uma *saúde satisfatória* cresce diuturnamente e observa-se nos indivíduos uma busca progressiva por remédios e vacinas, insumos básicos quando a meta pessoal é manter-se em atividade (NOVAES, GONÇALVES e SIMONETTI, 2006; FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005). Nesse cenário a indústria farmacêutica ocupa posição estratégica, já que os medicamentos são insumos imprescindíveis à assistência eficiente e segura à saúde -promovendo a cura ou a prevenção das doenças-, e situam-se como instrumentos de inclusão social (BARREIRO e FRAGA, 2005).

Dentre as tecnologias médicas utilizadas para a prevenção de doenças as vacinas ocupam lugar de destaque. O ato de vacinar-se, atitude voluntária dos indivíduos ou de seus responsáveis, gera uma demanda aleatória desses insumos, nos serviços públicos ou privados. Em situações de surtos, como os de Rubéola e Febre amarela ocorridos no País recentemente, o processo logístico de distribuição de vacinas se depara com uma incerteza de demandas significativa, o que determina ora situações de *stockout* ora perdas de produtos -por excessos de estoques ou baixos consumos.

Para contrabalançar a imprevisibilidade da demanda de vacinas formam-se seus estoques e nota-se a necessidade de administrá-los não somente através do conhecimento tácito, mas com a utilização de técnicas específicas, entre estas os métodos de previsão de demandas. Esta pesquisa observa o Método de Suavização Exponencial aplicado à previsão de demandas de um serviço de imunização; sua inovação e contribuição residem em empregar um método de implementação simples (que dispensa aquisição de novos *hardwares* ou *softwares* pelas organizações), já empregado com sucesso na indústria, ao setor saúde onde a utilização de processos matemáticos é discreta e o processo de ressuprimento dos estoques encontra-se sedimentado em bases empíricas (ROSA, 2006).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os aspectos econômicos e administrativos dos serviços de vacinação apresentar-se-ão a seguir, baseados em estudos desenvolvidos nos últimos dez anos. Posteriormente, se apresenta uma sugestão metodológica para a gestão de estoque de vacinas, baseada no Método de Suavização Exponencial.

2.1. SERVIÇO DE VACINAÇÃO

Serviço de vacinação é o local destinado à aplicação de imunobiológicos. Seu funcionamento é regulamentado por Leis nos âmbitos federal, estadual e municipal e suas instalações físicas seguem as normas para projetos físicos de estabelecimento assistencial de saúde. Sua função é garantir a qualidade da assistência prestada aos pacientes, através do uso seguro e racional de vacinas (BRASIL, 2002a e 2002b). Os serviços aptos a aplicar vacinas e reconhecidos pelo Ministério da Saúde são definidos pela portaria 1602, de 17 de julho de 2006, em seu artigo quarto (MIGOWSKI, 2007).

2.2. VACINAS

Imunizar significa tornar o indivíduo imune ou refratário a determinada doença; a implantação de programas de imunização contribui de forma incontestável para a redução das taxas de morbidade e mortalidade por diferentes doenças infecciosas, em diferentes países. Na visão de Miller e Hinman (2004), as vacinas estão entre as medidas de maior sucesso dentre as intervenções em saúde pública. A vacinação de crianças encontra-se entre os maiores progressos médicos do último século e é vital para o desenvolvimento mundial (AAP, 2007).

Vacinas, agentes de inclusão social, são fármacos que contêm agentes imunizantes, capazes de induzir proteção específica ao indivíduo que as recebe, na visão de Gilio (2006); representam insumos básicos à vida e não podem ser tratados como simples mercadoria, já que contribuem de maneira significativa para a melhoria da qualidade de vida da população (NOVAES, GONÇALVES e SIMONETTI, 2006).

Contudo, diferentes fatores contribuem para que a maioria dos indivíduos encontre-se excluída dos avanços terapêuticos determinados pelas vacinas: (1) o alto custo destes produtos; (2) o pequeno número de vacinas desenvolvido para a imunização das populações de países em desenvolvimento e das *doenças da pobreza* -onde a indústria não demonstra interesse comercial- e (3) a lacuna tecnológica estabelecida entre os países desenvolvidos e os países periféricos, o que determina a impossibilidade da produção de vacinas para as doenças específicas destas nações (VIEIRA, OHAYON e BARROS, 2007).

2.3. ADMINISTRAÇÃO DOS ESTOQUES DE VACINAS

Nas organizações de saúde a importância dos estoques encontra-se dimensionada não somente pelo seu valor monetário, mas pela essencialidade em relação à prestação dos serviços a que dão suporte (BARBIERI e MACHLINE, 2006). Intitulam-se estoques aos valores relacionados às existências de produtos acabados, produtos em elaboração, matérias-primas, mercadorias, materiais de consumo, serviços em andamento e outros valores referentes às atividades-fim da Entidade (BRASIL, 1991).

Administrar os estoques de vacinas é um processo complexo e um dos seus objetivos é a redução dos custos operacionais (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005). A gestão dos estoques de vacinas é permeada por fatores críticos próprios desses produtos como (1) a perecibilidade implícita e com prazos de validade curtos, já que doses aplicadas inadvertidamente com validades expiradas não produzem a proteção desejada, e sua readministração ao paciente configura-se imperiosa (MMWR, 2006); (2) a presença de demandas com flutuações significativas; (3) a necessidade de evitar-se o *stockout* -fator gerador de indivíduos capazes de disseminar doenças por não se encontrarem vacinados-; (4) a facilidade de furtos -por tratarem-se de recipientes com continentes pequenos e significativo valor unitário; (5) a multiplicidade de apresentações (conteúdos, embalagens e estados físicos) e (7) sua termolabilidade -com necessidade de manutenção da temperatura entre 3 e 8°C, para adequada conservação.

A fidedignidade e a segurança das vacinas dependem de fatores como a manipulação correta das mesmas e o conhecimento técnico dos profissionais de saúde envolvidos com os procedimentos de imunização (GILIO, 2006). Conservar de forma adequada um imunobiológico significa garantir suas características iniciais, desde o processo de produção

até o momento de sua inoculação no indivíduo (MARTINS, MIGOWSKI e GONZAGA, 2004).

O custo dos estoques de vacinas está relaciona-se a duas variáveis: (1) a quantidade de vacinas armazenadas e (2) seu tempo de permanência nos estoques. Em relação a estas variáveis, quanto maior o seu grau, maior será o custo final dos estoques, o que enseja a necessidade de direcionar os esforços organizacionais para sua redução. A redução da quantidade de vacinas armazenadas não deve, contudo, permitir seu *stockout* -que se traduz em perda de oportunidade vacinal -isto é, quando o indivíduo candidato à imunização comparece a determinado serviço e não recebe os imunobiológicos necessários. Esta ocorrência permite a formação de bolsões de baixa cobertura vacinal que, com o decorrer do tempo, se transformam em reduto de indivíduos susceptíveis e possibilita o surgimento de novos surtos e epidemias (FARHAT, 2000).

Operacionalizar a capacidade dos estoques de vacinas é, portanto, um componente estratégico no momento atual, onde diferentes técnicas de gestão, com eficiência na gerência de operações de uma indústria, podem ser adaptadas às novas necessidades presentes na gestão da área de saúde (GONÇALVES, 2004). No setor de vacinações sua utilização busca a otimização do controle dos imunobiológicos armazenados nos estoques, processo onde os métodos de previsão de demandas são possíveis de utilização.

2.4. MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDAS

A gestão da demanda envolve (1) o processo de previsão; (2) a promessa de prazos; (3) a priorização e alocação e (4) a comunicação e influência sobre o mercado. Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001, p. 244), “o processo de previsão de vendas é possivelmente o mais importante dentro da função de gestão de demanda”.

Os métodos de previsão de demandas são processos facilitadores da gestão dos estoques já que propiciam uma adequação na relação aquisição/consumo dos produtos utilizados pelas instituições. Embora o progresso dos métodos de previsão vincule-se ao desenvolvimento da tecnologia da informação -sobretudo dos computadores pessoais-, nas organizações de saúde estes processos ainda alicerçam-se no conhecimento tácito dos administradores hospitalares (ROSA, 2006; KLÜGL, 1999).

O conhecimento explícito e a tecnologia da informação são ferramentas poderosas na administração do setor e possibilitam maior acurácia das informações e a oportunidade de implementação de previsões de demandas mais criteriosas. Na visão de Corrêa, Gianesi e Caon (2001, p. 246) “modelos estatísticos, por mais sofisticados que sejam (sem considerar que as aplicações mais comuns usam modelos relativamente simples), não conseguem considerar toda a multiplicidade de fatores que influenciam o comportamento das vendas”.

Percebem-se dificuldades de implementação de novas tecnologias na área de saúde, como os métodos de previsão de demandas, já que nesse setor os conhecimentos estatísticos mostram-se limitados. Ainda, a difusão do conhecimento na área de saúde é lenta: decorrem cerca de 17 anos, em média, para os resultados de testes clínicos se incorporarem à prática médica padrão. Na visão de Porter e Teisberg (2007, p. 39) “essa longa demora -muito mais longa do que na maioria dos setores industriais -contribui para uma qualidade baixa e desigual”.

2.4.1. TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDAS

Os processos de previsão de demandas fundamentam-se em técnicas de natureza quantitativa onde os valores previstos são pontos de partida para a incorporação e julgamento de questões mercadológicas, desde estratégias de marketing até a definição dos níveis de serviços (BARBIERI e MACHLINE, 2006). No setor de vacinas, os processos de previsão de demandas subsidiam as atividades de planejamento e controle nos campos estratégico, tático e operacional e mostram aplicabilidade no planejamento de capacidade e dos processos de

ressuprimento dos estoques. No setor saúde as previsões de demandas são previsões de curto prazo, que podem variar de 1 a 12 meses.

O emprego de determinado método de previsão de demandas na área de saúde suscita a observação de critérios como (1) a simplicidade de implementação do método, (2) os custos dessa implementação e (3) sua aceitação e utilização por parte dos gestores do setor e das pessoas envolvidas com seu uso.

2.4.2. TÉCNICAS QUANTITATIVAS PARA A PREVISÃO DE CURTO PRAZO

Para previsões de curto prazo (até cerca de quatro meses adiante) utiliza-se a hipótese de que o futuro seja uma continuação do passado, ao menos do passado recente. A técnica geralmente utilizada é a de projeção que lida com os modelos temporais (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2001). Observam-se nesses modelos a relação entre a demanda e o tempo, considerando-se o comportamento futuro da demanda semelhante aos comportamentos presente e passado (DIAS, 1993). De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2001, p.249) “a projeção é feita modelando-se matematicamente os dados do passado, ou seja, procurando representar o comportamento das vendas por meio de expressões matemáticas e utilizando essas mesmas equações para prever as vendas no futuro”.

Para as previsões de demandas de curto prazo utilizam-se os modelos de séries temporais, que variam desde os modelos de média móvel aritmética com (n) períodos até os modelos de suavização exponencial (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

2.4.2.1. MÉTODO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

Dentre as técnicas quantitativas de previsão de demandas de curto prazo, o Método de Suavização Exponencial, exhibe particularidades como (1) ser um método de implementação simples; (2) ser considerado, atualmente, o de maior acurácia entre os modelos concorrentes de sua classe (BALLOU, 2001); (3) exigir apenas uma pequena quantidade de dados para sua aplicação e (4) ter a propriedade de ser auto-adaptável às mudanças na série de dados. Inicialmente estudou-se o Método de Suavização Exponencial para as séries temporais estáveis; posteriormente, estendeu-se seu uso a outras séries das quais se removeu a sazonalidade, a fim de produzir uma série estacionária (CHATFIELD, 1980).

No Modelo de Suavização Exponencial utilizam-se todos os valores históricos, com coeficientes de ponderação que decrescem exponencialmente (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2001); atribuem-se pesos diferentes a cada observação, com maior peso para as observações mais recentes (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004). Tal esquema de pesos pode ser reduzido a uma expressão simples que, segundo Ballou (2001, p. 230), “envolve apenas a previsão do período mais recente e da demanda real para o período atual”.

No Método de Suavização Exponencial calcula-se a previsão da demanda através da expressão: $P(t+1) = \alpha D(t) + (1-\alpha)P(t)$, onde t é o período de tempo atual; $P(t+1)$ é a previsão para o período seguinte de t ; $P(t)$ é a previsão para o período atual t ; $D(t)$ é a demanda no período t e α a Constante de Suavização Exponencial. A previsão da demanda por este método busca antever o consumo apenas com sua tendência geral, e elimina a reação exagerada a valores aleatórios ao atribuir parte da diferença entre o consumo atual e o previsto a uma mudança de tendência, e o restante a causas aleatórias (DIAS, 1993).

Neste modelo, o valor suavizado da previsão é uma interpolação entre o valor prévio suavizado e a observação atual, onde a Constante de Suavização Exponencial controla os valores da previsão: os dados da demanda da série recebem um peso que decresce exponencialmente, à medida que estes dados envelhecem (BARBIERI e MACHLINE, 2006). Segundo Ballou (2001), a Constante de Suavização Exponencial deve ser escolhida de forma apropriada já que, quanto maior, maior o peso atribuído às últimas observações, o que faz com que o modelo responda mais rapidamente às mudanças na série. Dias (1993) infere que os valores da Constante de Suavização Exponencial são definidos por intermédio de cálculos

matemáticos e estatísticos e, tipicamente, variam de 0,01 a 0,30. Uma Constante de Suavização baixa gera um resultado que tende ao valor médio da série, enquanto uma constante alta produz maior variabilidade dos resultados. Se a Constante de Suavização Exponencial for igual à zero, o modelo assemelha-se ao Modelo de Média Móvel Aritmética. Devem-se testar alguns valores da Constante de Suavização Exponencial para cada série, a fim de que se determine a sensibilidade da previsão comparada aos valores reais (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004).

Ballou (2001) cita que uma das vantagens da utilização do Método de Suavização Exponencial é sua notável capacidade de adaptação aos padrões de mudança da série histórica no período de tempo determinado, que ocorre em função da possibilidade de alteração da Constante de Suavização Exponencial em qualquer ponto da série considerada. Este parâmetro permite maior flexibilidade para ajustar a previsão ao comportamento da demanda. O Método de Suavização Exponencial admite ainda que se façam ajustes de tendência e sazonalidade, o que facilita o tratamento dos dados referentes às demandas dos imunobiológicos (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005). Provavelmente, a técnica mais útil para a previsão de curto prazo é a suavização exponencial (BALLOU, 2001).

2.5. ERRO DE PREVISÃO

Na visão de Corrêa, Gianesi e Caon (2001, p. 269), “nenhum esforço de previsão terá sucesso se os erros não forem apontados e analisados com o objetivo de reavaliar as hipóteses, modificar o método de previsão e ganhar o comprometimento com a melhoria do processo”.

A mensuração dos resultados nos processos de previsão de demandas é necessária, a fim de que se determinem os melhores caminhos a adotar no processo embora, na visão de Porter e Teisberg (2007, p. 119), “mensurar resultados é complexo”. Dentre as técnicas utilizadas para mensurar resultados utilizam-se os erros de previsão.

Erro de previsão é a relação entre o valor da previsão e o nível real da demanda. A este respeito, Ballou (2001, p. 233) adverte que “na medida em que o futuro não é espelhado perfeitamente pelo passado, a previsão da demanda futura conterà erros em algum nível”. Define-se o erro de previsão como a diferença entre a demanda real (D) e a demanda prevista (P), expresso estatisticamente como um desvio-padrão, uma variância ou o desvio médio absoluto (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004). Segundo Ballou (2001), como a demanda prevista é um valor médio, observa-se que a soma dos erros de previsão em um determinado período de tempo deve ser igual à zero.

Em relação ao erro de previsão, duas questões são pertinentes: (1) a magnitude do erro e (2) o sentido do erro ou viés. No caso da demanda ser superior à previsão, haverá um acúmulo de erros de sinal positivo, sinalizando a necessidade de compras urgentes de produtos, com conseqüente aumento do seu custo operacional; quando a demanda permanece inferior à previsão, há acúmulo de erros de sinal negativo, traduzindo um aumento do estoque, o que também não é satisfatório às organizações (BARBIERI e MACHLINE, 2006). O melhor cenário ocorre quando os erros com sinais contrários são compensados, gerando uma boa previsão.

Diferentes metodologias são utilizadas para o cálculo do erro de previsão, onde D é a demanda real e P a demanda prevista, entre estas:

a) Média dos Erros Absolutos ou *Mean Absolute Deviation* (MAD):

$$MAD = (|D1-P1|+|D2-P2|+|D3-P3|+...+|Dn-Pn|)/n$$

b) Erro Médio Percentual Absoluto ou *Mean Absolute Percentual Error* (MAPE):

$$MAPE=(|D1-P1|/D1+|D2-P2|/D2+|D3-P3|/D3+...+|Dn-Pn|/Dn)/n$$

c) Erro Médio Percentual ou *Mean Percentual Error* (MPE):

$$MPE=[(D1-P1)/D1+(D2-P2)/D2+(D3-P3)/D3+...+(Dn-Pn)/Dn]/n$$

d) Erro Médio Quadrático ou *Mean Squared Error* (MSE):

$$\text{MSE} = [(D1-P1)^2+(D2-P2)^2+(D3-P3)^2+\dots+(Dn-Pn)^2]/n$$

Os procedimentos de previsão envolvem monitorar o erro, a fim de fazer ajustes na técnica de previsão em utilização. No caso do Método de Suavização Exponencial, o erro de previsão monitora e recomenda ajustes na Constante de Suavização Exponencial e os menores erros de previsão, avaliados ao longo do tempo, definem os valores mais aceitáveis para esta Constante (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004).

3. METODOLOGIA

Este Estudo de Caso baseia-se numa abordagem quantitativa, através da estatística descritiva simples. Os pesquisadores exerceram a função de observadores diretos. O estudo desenvolveu-se em um serviço de imunização privado, com sede na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. A amostra consistiu da análise das séries históricas das demandas de vacinas no período considerado e da utilização do Método de Suavização Exponencial aplicado a cinco séries de imunobiológicos, selecionadas segundo a Tabela de Números Aleatórios (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004).

3.1. MÉTODOS DE COLETA DE DADOS

Nas organizações de saúde a coleta de dados deve considerar aspectos circunstanciais como (1) a confidencialidade, devido à natureza pessoal dos dados; (2) a disponibilidade de tempo dos profissionais envolvidos, habitualmente escasso devido ao investimento nos cuidados com seus pacientes e (3) as informações mercadológicas relacionadas aos estoques, fatores de competição organizacional.

3.2. MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

O método utilizado foi o de análise documental, fundamentado na observação, coleta de dados e análise de cinco séries históricas referentes às demandas de imunobiológicos, utilizando-se a folha de verificação ou folha de coleta de dados; analisaram-se cinco séries históricas da demanda de imunobiológicos do serviço de vacinação observado, no período de 01 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2005.

3.3.1. Descrição analítica dos dados

Os procedimentos incluíram a classificação, a categorização e a codificação dos dados, elementos fundamentais. Os dados planilhados foram separados em categorias intituladas (1) produto e (2) demanda mensal. Em seguida, agruparam-se os imunobiológicos, de acordo com a seguinte seqüência:

- a) Elaboração das séries históricas dos imunobiológicos, no período de 01 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2005;
- b) Distinção de cinco séries históricas de demandas de vacinas observadas, segundo a Tabela de Números Aleatórios (MCCLAVE, BENSON e SINCICH, 2004); estas séries intitularam-se V, P, M, H e VH;
- c) Implementação do Método de Suavização Exponencial a cada uma das cinco séries;
- d) Cálculo do erro de previsão, através do Erro Médio Percentual Absoluto ou *Mean Absolute Percentual Error* (MAPE) e determinação do Coeficiente de Suavização Exponencial correspondente ao menor erro, para cada série;
- e) Comparação entre o valor do Coeficiente de Suavização Exponencial mencionado na literatura e o valor desse Coeficiente obtido nas séries observadas.

Os dados primários serão apresentados, a seguir, em tabelas e gráficos.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na elaboração das planilhas notou-se facilidade de obtenção dos dados primários, em função dos recursos satisfatórios de tecnologia da informação disponíveis na instituição observada, e da preocupação dos gestores com a administração do estoque de vacinas. Estas ocorrências são pouco freqüentes na área da saúde, onde o conhecimento insuficiente da administração dos produtos abrigados nos estoques se traduz em discrepâncias significativas no gerenciamento dos aspectos quantitativos dos mesmos (ROSA, 2006).

4.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No Gráfico 1 mostra-se a série temporal original da demanda do produto V e as séries temporais de demanda prevista para o mesmo produto utilizando os Coeficientes de Suavização de 0,1 e 0,9. Na série obtida com o coeficiente de 0,9, observa-se o defasamento de uma amostra entre as séries original e prevista, devido ao procedimento de estimativa que considera os valores passados de demanda e previsão como base para estimativa da amostra atual (previsão). Ressalta-se a proximidade entre os valores da demanda original e da demanda prevista, defasados de uma amostra, devido ao peso utilizado para a estimativa (0,9), conforme esperado. A comparação, através de inspeção visual, entre as séries de demanda original e prevista obtida para o coeficiente 0,1, não permite o estabelecimento trivial do defasamento de uma amostra, conforme o caso anterior, devido à tendência da estimativa para os valores médios da série.

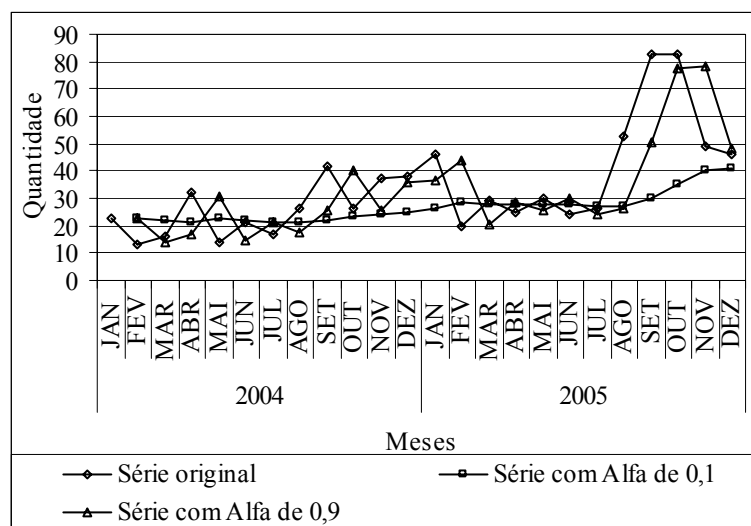


Gráfico 1. Produto V: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com os Coeficientes de Suavização de 0,1 e 0,9.

Séries temporais de demanda prevista para os Coeficientes de Suavização iguais a 0,1, 0,3, 0,5, 0,7 e 0,9, associados à série temporal de demanda original para o produto P são mostrados no Gráfico 2. Observa-se a influência do valor do peso (Coeficiente de Suavização) relacionado ao valor da demanda original, em determinado instante de tempo, na estimativa da demanda prevista no instante de tempo posterior. Verifica-se ainda uma maior variabilidade nas séries para valores de peso tendendo a 0,9, conforme esperado.

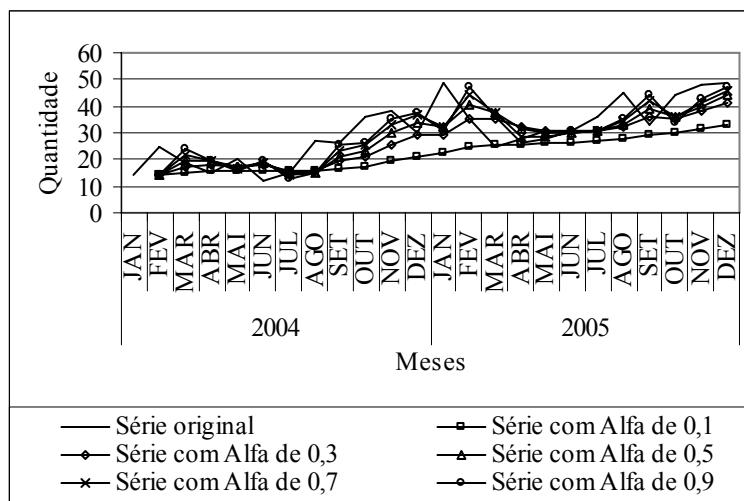


Gráfico 2. Produto P: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com os Coeficientes de Suavização (α) de 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7 e 0,9.

Na Tabela 1 mostram-se os valores do MAPE obtidos para os produtos observados, considerando Coeficientes de Suavização Exponencial variando entre 0,1 e 0,9, de acordo com os menores erros de previsão. Observa-se que os valores do erro mínimo variam entre as séries temporais, o que sugere a necessidade de investigação de Coeficientes de Suavização Exponencial específicos para cada série de produtos.

Tabela 1. Valor do MAPE nas séries observadas e valor do Coeficiente de Suavização Exponencial (α) nas séries observadas.

Série	MAPE (%)	Coeficiente de Suavização
V	29,75	0,16
P	21,35	0,32
M	20,36	0,15
H	17,60	0,11
VH	16,22	0,09

Nos Gráficos 3 a 7 observam-se as séries temporais originais de demanda e dos produtos e as séries temporais de previsão de demanda estimadas considerando-se os Coeficientes de Suavização descritos na Tabela 1. Observam-se os valores suavizados das séries previstas, que tendem aos valores médios, em comparação às séries originais. Conforme verificado tal fato se deve aos baixos valores dos Coeficientes de Suavização utilizados. O defasamento de uma amostra conforme descrito anteriormente encontra-se presente, embora não exista facilidade no reconhecimento através de inspeção visual.

O maior Coeficiente de Suavização foi 0,32 e o menor foi de 0,09, utilizados nas estimativas das séries temporais para previsão das demandas mostradas nos Gráficos 4 e 7, respectivamente. Observa-se que a demanda prevista mostrada no Gráfico 4 apresenta variabilidade maior do que aquela mostrada no gráfico 7, corroborando a influência do valor do Coeficiente de Suavização.

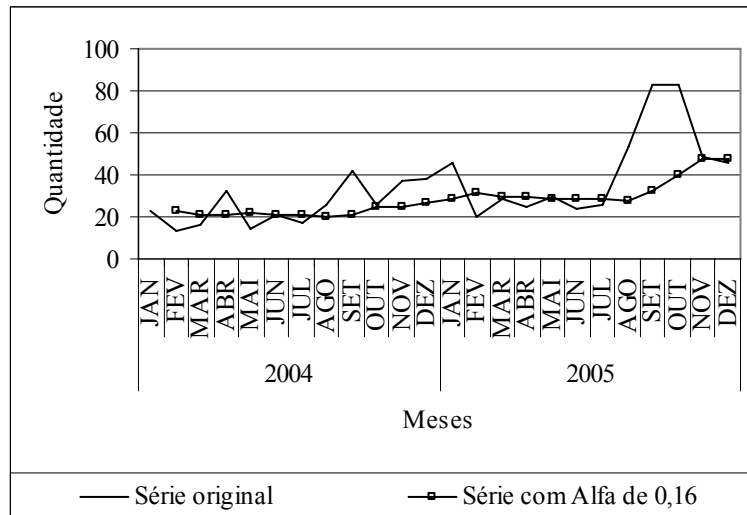


Gráfico 3. Produto V: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com o Coeficiente de Suavização (α) de 0,16.

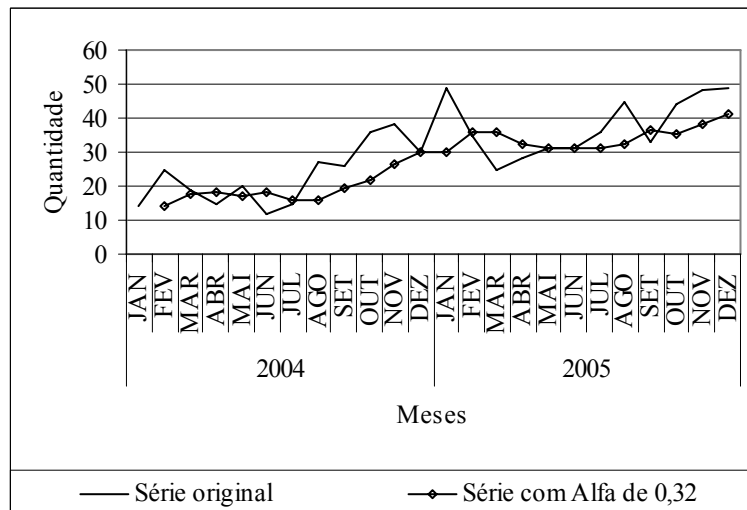


Gráfico 4. Produto P: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com o Coeficiente de Suavização (α) de 0,32.

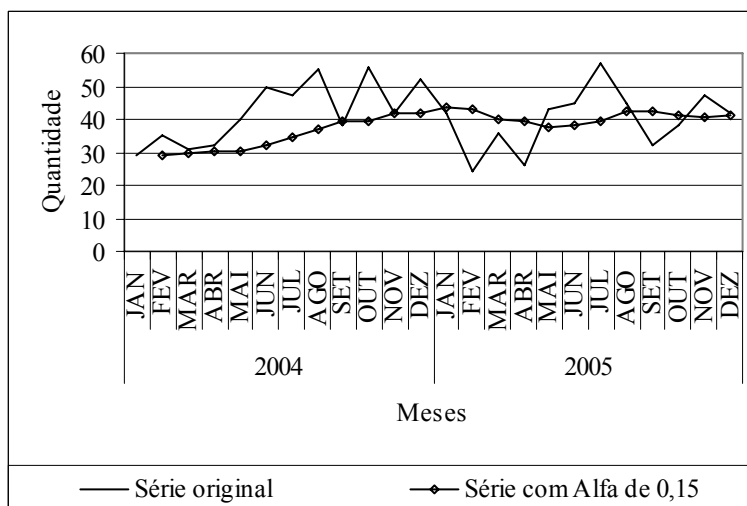


Gráfico 5. Produto M: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista o Coeficiente de Suavização (α) de 0,15.

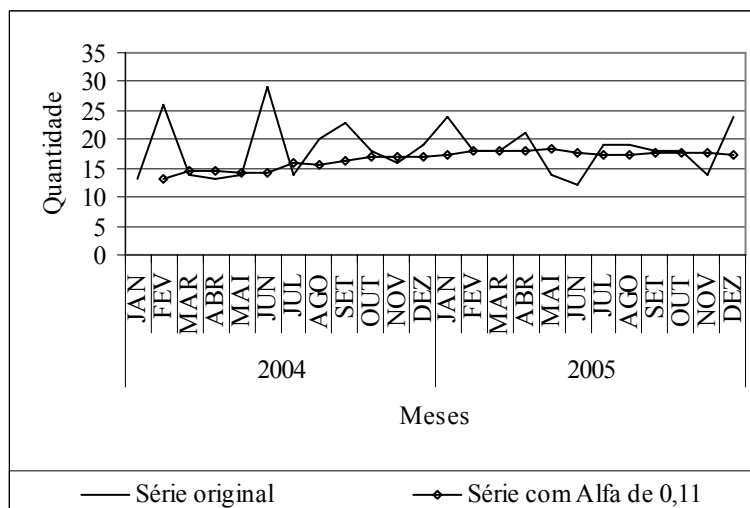


Gráfico 6. Produto H: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com o Coeficiente de Suavização (α) de 0,11.

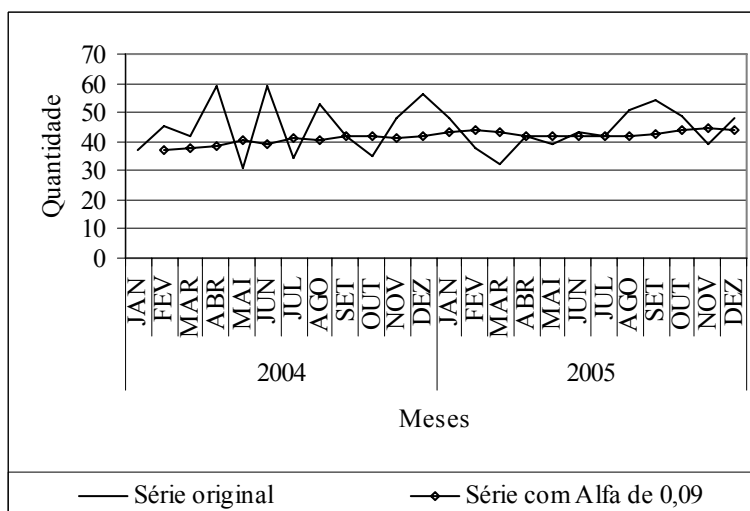


Gráfico 7. Produto VH: Séries temporais da demanda original e da demanda prevista com o Coeficiente de Suavização (α) de 0,09.

4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

- O Método de Suavização Exponencial fornece valores previstos decimais, o que deve ser ressaltado visando à correção desses valores quando da análise das demandas de vacinas pelos gestores;
- As séries temporais geradas apresentam variabilidade dependente do valor do Coeficiente de Suavização utilizado. Valores de coeficientes elevados produzem séries de demandas previstas próximas dos valores de demandas originais, defasados de uma amostra. Para baixos valores de coeficientes as séries de demanda previstas aproximam-se dos valores médios, considerando-se os valores de demanda originais;
- A escolha dos valores dos Coeficientes de Suavização depende do erro obtido entre os valores de demanda original e previsto, para o mesmo instante de tempo. Desta forma, a variabilidade das séries originais influi na decisão sobre o valor do coeficiente;
- A aplicação do Método de Suavização Exponencial permitiu estimar valores de coeficientes entre 0,09 e 0,32 para as séries estudadas. Estes valores estão próximos da faixa esperada para previsão de demandas industriais, sugerindo a presença de semelhança entre as

séries das duas áreas. Valores diferentes daqueles utilizados poderiam ser obtidos para séries temporais de demanda, sendo necessária uma avaliação sobre cada situação;

e) O Método de Suavização Exponencial, em virtude de fornecer valores estimados, segundo formulação específica, pode ser utilizado como auxílio à tomada de decisão dos gestores da área de demandas de produtos, incluindo a aquisição de suprimentos na área da saúde. Especificamente este método pode ser utilizado na área de imunizações, exercendo ação facilitadora nas políticas de ressurgimento;

f) A utilização de planilhas clássicas é elemento simplificador quando da utilização do modelo empregado, já que não exige investimentos em novos *softwares* ou *hardwares*.

5. CONCLUSÃO

A vacinação representa um dos grandes avanços da tecnologia médica e constitui uma das medidas de melhor relação custo/efetividade na prevenção de doenças; as políticas de imunização incluem-se nas ações básicas de saúde (FARHAT, 2000). A Organização Mundial de Saúde (OMS) e a *United Nations Children's Fund* (UNICEF) tornaram-se parceiras na criação de um plano estratégico mundial de imunização de 2006 a 2015, com a pretensão de expandir a utilização de vacinas para todos os indivíduos candidatos às mesmas (OMS, 2005); buscam-se novos financiamentos, a redução de custos, a utilização de novas tecnologias e de processos de gestão inovadores para o setor de imunizações, a fim de propiciar a expansão das ações vacinais e aumentar a inclusão social.

Como processo de gestão inovador para o setor, a aplicação do Método de Suavização Exponencial às séries temporais originais de demanda de vacinas permite uma previsão em virtude de fornecer valores estimados através de uma formulação específica, e não apenas através de conhecimento tácito. Pode-se utilizar este método como auxiliar ao processo de gestão de suprimentos na área da saúde. Os Coeficientes de Suavização do método devem ser investigados apropriadamente para cada série temporal, uma vez que dependem do erro obtido entre os valores de demanda original e previsto, para o mesmo instante de tempo. Coeficientes baixos (próximos a 0,1) produzem séries que tendem aos valores médios das séries originais; coeficientes altos (próximos a 0,9) geram séries com maior variabilidade. As séries geradas apresentam defasamento de uma amostra, conforme esperado, devido ao procedimento de estimativa das mesmas. A aplicação do Método de Suavização Exponencial às séries temporais de demanda de vacinas forneceu valores de coeficientes entre 0,09 e 0,32, próximos aos coeficientes utilizados na área industrial.

Este estudo mostra-se inovador quando emprega métodos industriais de previsão de demandas na área de saúde. A discussão e aplicabilidade de métodos de previsão sofisticados não é o escopo desse artigo, já que o setor saúde ainda fundamenta sua gestão de estoques em conhecimento tácito. O norte dessa pesquisa assenta-se em utilizar métodos de previsão de relativa simplicidade de implementação e manuseio pelos usuários do setor de vacinas, buscando o critério de emprego rotineiro do método.

6. REFERÊNCIAS

- AAP – American Academy of Pediatrics. 2007. Disponível em: <<http://www.aap.org/advocacy/releases/apr07vaccinecosts.htm>>. Acesso em: 05 abril 2008.
- ARANDA, C. M. S. S.; RIBEIRO, A. F. Febre amarela: cenário atual. Revista Prática Hospitalar, ano x, n. 55, jan/fev 2008.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BARBIERI, J. C.; MACHLINE, C. Logística hospitalar: teoria e prática. São Paulo: Saraiva, 2006.

- BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. A questão da inovação em fármacos no Brasil: proposta de criação do programa Nacional de Fármacos (PRONFAR). Revista Química Nova. Vol 1, n. 28, suplemento, p.56-63, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Situação da Febre amarela silvestre no Brasil, 2007 e 2008. 2008. Boletim eletrônico diário. Acesso em 20/03/2008. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/boletim_svs_febre_amarela_130308.pdf
- _____. Resolução RDC - nº 50/02, de 21 de fevereiro de 2002a. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 fev. 2002, p. 1.
- _____. Resolução RDC - nº 307/02, de 14 de novembro de 2002b. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Altera a Resolução – RDC - nº 50/02, de 21 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 nov. 2002, p. 1.
- _____. Resolução nº 686/90, de 14 de dezembro de 1990. Conselho Federal de Contabilidade. Aprova a NBC-T-3. Conceito, conteúdo, estrutura e nomenclatura das demonstrações contábeis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 ago. 1991, p. 1.
- CHATFIELD, C. The analysis of time series: an introduction. New York: Chapman and Hall, 1980.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: Conceitos, uso e implantação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- DIAS, M. A. P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- FARHAT, C. K. et al. Imunizações: fundamentos e prática. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- GILIO, A. E. Manual de imunizações. São Paulo: Office, 2002.
- GONÇALVES. Gestão da capacidade de atendimento em hospitais de câncer. 2004. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- KLÜGL, F. et al. Multi-agent simulation of diagnostic and logistic processes in hospitals. TU Ilmenau, Wirtschaftsinformatik, v. 2, n. 14, p. 151-159, 1999.
- MARTINS, R. M.; MIGOWSKI, E.; GONZAGA, M. A. Manual de imunizações do Comitê de infectologia pediátrica. Rio de Janeiro: Medsi, 2004.
- MCCLAVE, J. T.; BENSON, P. G.; SINCICH, T. Statistics for business and economics. 9. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2004.
- MILLER, M. A.; HINMAN, A. R. Economic analyses of vaccine policies [Chapter 57]. In Plotkin SA, Orenstein WA, 4 ed. Philadelphia: Elsevier, 2004.
- MIGOWSKI, E. Vacinas: riscos e benefícios. São Paulo: BBS Editora, 2007.
- MMWR - Morbidity and Mortality Weekly Report, Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. v. 55, n. 18, 2006. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/nchs/hus.htm>>. Acesso em: 04 março 2007.
- NOVAES, M. L. O.; GONÇALVES, A. A.; SIMONETTI, V. M. M. Gestão das farmácias hospitalares através da padronização de medicamentos e utilização da curva ABC. In: ENCONTRO SIMPEP, 13., 2006, Bauru. Resumo dos trabalhos. São Paulo: SIMPEP, 2006.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. 54th Regional Health Forum, v. 9, n. 2, 2005.

PORTER, M. E.; TEISBERG, E. O. Repensando a saúde: estratégias para melhorar a qualidade e reduzir os custos. Porto Alegre: Bookman, 2007

ROSA, M. B. Métodos de prevenção de erros de medicação, 2006. In: FÓRUM INTERNACIONAL SOBRE SEGURANÇA DO PACIENTE: ERROS DE MEDICAÇÃO, 2006, Belo Horizonte. Conferência.

VIEIRA, V. M.; OHAYON, P.; BARROS, J. C. Medicamentos e saúde pública: copiar e inovar, é só começar. In: XXXI Encontro da ANPAD, 2007, Rio de Janeiro. Resumo dos trabalhos. Rio de Janeiro: Enampad 2007.