

## Previsão da demanda de leitos hospitalares por meio da análise de Série Temporais

Francisca Mendonça Souza<sup>1</sup>, Adriano Mendonça Souza<sup>2</sup>,  
Luis Felipe Dias Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa  
CCNE/UFSM - Santa Maria, RS*

<sup>2</sup>*Departamento de Estatística/CCNE/UFSM - Santa Maria, RS  
e-mail: kikamatcom@yahoo.com.br*

### Resumo

O Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM é uma referência em saúde pública para a região central do estado do Rio Grande do Sul. A instituição atua como Hospital Escola preocupando-se com o ensino e o desenvolvimento de pesquisas e assistência à saúde. O objetivo desta pesquisa é prever a taxa de ocupação hospitalar nos setores denominados Hospital Geral e Pronto Atendimento do HUSM, utilizando a metodologia Box & Jenkins e a análise de intervenção que proverão o conhecimento futuro destas variáveis. Os dados foram coletados no setor de estatística do HUSM, com observações mensais de janeiro de 2000 a dezembro de 2004. A taxa de ocupação no pronto atendimento é explicada pelo modelo ARIMA (1,1,1), e uma intervenção abrupta temporária no período 36. O setor hospital geral foi explicado por um modelo ARIMA (1,1,2) com uma diferença. As previsões servirão como base para uma melhor organização do hospital.

**Palavras Chave:** Previsão de Demanda, Análise de Intervenção, Séries Temporais.

### Abstract

The University Hospital of Santa Maria – HUSM is a reference in public health for the central region of Rio Grande do Sul. Being part of the Federal University of Santa Maria, the institution operates as a school hospital aiming at the teaching development research and health assistance. The main purpose of this research is to forecast the hospital occupation rate in sectors named: General Hospital, Emergency Room of HUSM, using

the Box & Jenkins methodology and Intervention analysis that will provide to future known of these variables at short-term. The data were collected at the HUSM statistical sector, with monthly observations from January of 2000 to December of 2004. The occupation rate in Emergency Room was explained by an ARIMA (1,1,1) with one intervention abrupt temporary at lag 36. To the General Hospital a model ARIMA (1,1,2) was used. The forecast will serve as basis for a better hospital organization.

**Key Words:** Demand Forecasting, Intervention Analysis, Times Series Analysis.

## 1. Introdução

A saúde, sem precedência, é um dos assuntos de grande importância na sociedade, principalmente quando se trata de um hospital regional como o Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM, que também serve como hospital escola e está localizado na região central de Rio Grande do Sul, distando 290 Km da Capital do estado.

O HUSM, ao longo de sua história, vem enfrentando problemas diários na alta demanda de seus leitos para internação no pronto atendimento – PA e no hospital geral - HG. Desta forma, um estudo que contemple a previsão da taxa de ocupação hospitalar traz um subsídio muito importante para os seus gestores, pois a compreensão desse fenômeno, ao longo do tempo, será útil para que medidas de gerenciamento sejam tomadas.

O PA é um serviço que se caracteriza pelo atendimento a pacientes com necessidades urgentes e o HG é o local de atenção à saúde para alta complexidade, formação de profissionais de saúde e desenvolvimento tecnológico, numa perspectiva de inserção em rede aos serviços de saúde.

O objetivo desta pesquisa é modelar e realizar previsão de curto prazo para a taxa de ocupação do Pronto Atendimento – PA e do Hospital Geral – HG do Hospital Universitário de Santa Maria como forma de auxiliar a gerência nas tomadas de decisão.

A abrangência do hospital nos 33 municípios da região que são atendidos e nas suas 29 especialidades o faz grande. Sendo comum a veiculação de notícias em jornais escritos e televisados manchetes como: “Não tem leito no HUSM e no PA” Jornal A Razão p.9. 2006. ou “ Casa fechada, HUSM lotado” ... “HUSM pede que cidades da região só mandem pacientes que tenham parto de risco” ... . Jornal diário de Santa Maria p. 11. 2006. Estes são exemplos de que a prevenção, com a utilização de métodos de previsão, pode ajudar a equacionar problemas que atingem a saúde pública da região.

## 2. Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa serão utilizados os modelos ARIMA (modelos autorregressivos integrados de médias móveis) e a análise de intervenção por meio da metodologia Box & Jenkins (Box & Jenkins, 1970).

As observações foram consultadas no setor de estatística do HUSM, composta por sessenta e uma observações mensais no período de 2000 a 2004.

Ao encontrarem-se os modelos concorrentes que explicariam o fenômeno em estudo, após ser realizada a análise dos resíduos, procurando-se sempre por modelos que forneçam ruído branco, isto é, com média zero, variância constante e não-autocorrelacionados, o modelo selecionado será aquele que satisfizer os critérios do AIC e BIC, onde o menor valor do AIC e/ou BIC sinalizaria para o modelo mais propício para as previsões desejadas. Também se leva em consideração o modelo mais parcimonioso, facilitando, assim, a escolha do modelo mais adequado para as séries em estudo e tornando possíveis as previsões necessárias (Box & Luceño, 2002).

Se a série em estudo apresentar alguma característica útil para uma análise de intervenção que melhore as estimativas do modelo, essa análise será empregada, buscando-se melhores resultados de previsões.

Se for necessário, será utilizada a análise de intervenção, de modo a melhorar o ajuste do modelo e investigar as causas da ocorrência dos fenômenos, isto é, as causas que levaram a série a apresentar um comportamento diferenciado.

Encontrado o melhor modelo, este será utilizado para realizar previsões, de forma a auxiliar no melhor desempenho das medidas gerenciais do hospital.

Dessa forma, pretende-se, ao desenvolver este estudo, mostrar a aplicabilidade dos modelos ARIMA na previsão de demanda dos leitos hospitalares. Pretende-se, também, mostrar um roteiro de como essas séries foram modeladas.

Esta pesquisa delimita-se ao Hospital Universitário de Santa Maria e a duas modalidades de ingresso no hospital. A pesquisa não se estende aos demais hospitais da cidade nem se propõem a fazer um estudo comparativo com outras técnicas de previsão.

## 3. Modelos Box & Jenkins e de Intervenção

Aqui serão apresentados os modelos que serão utilizados para a realização das previsões da taxa de ocupação do pronto atendimento e do setor hospital geral. Este item está baseado em autores como BOX & LUCEÑO (1997), DEL CASTILLO (2002), HILL, GRIFFITHS &

JUDGE (1999), CHARENZA & DEADMAN (1997), MORETTIN & TOLOI (2004), entre outros.

### *Modelos Box & Jenkins*

A metodologia de Box & Jenkins refere-se ao método sistemático de identificação, ajuste, checagem e uso de modelos autorregressivos integrados de média móvel ou, simplesmente, modelos ARIMA. O uso de modelos ARIMA é uma abordagem poderosa na solução de muitos problemas de previsão, pois pode proporcionar previsões extremamente acuradas, de séries temporais (Box & Jenkins, 1970).

Como os dados são coletados seqüencialmente ao longo do tempo, espera-se que apresentem correlação seriada no tempo. Os modelos Box & Jenkins, genericamente conhecidos por ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average). São modelos matemáticos que visam captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e, com base nesse comportamento realiza-se previsões futuras.

O processo de identificação consiste em determinar quais dos filtros ARIMA (p, d, q) compõem a série, bem como quais são suas respectivas ordens. A realização do processo de identificação necessita, portanto, de outros instrumentos, que são a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (FACP), que juntamente com o gráfico da série original e podem dar uma primeira indicação da violação da condição de estacionariedade juntamente com a informação sobre o número de parâmetros a serem estimados.

A estimação dos parâmetros do modelo ARIMA (p, d, q) significa a obtenção de “p” estimativas para os parâmetros  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ , e “q” estimativas para os parâmetros  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  e da variância do ruído,  $\sigma_a^2$ , ou seja, p + q + 1, parâmetros no vetor  $\underline{\epsilon} = (\underline{\phi}, \underline{\theta}, \sigma_a^2)$ , além do número de diferenças necessárias para estabilizar a série. As características da FAC e da FACP em cada caso é que indicarão qual o possível processo gerador da série. Aqui, quando  $d > 0$ , supõe-se que  $\mu = 0$ , caso contrário,  $\mu$  é incluído como mais um parâmetro a ser estimados, e ter-se-á p + q + 2 parâmetros. Seja  $\eta = (\phi, \theta)$ . Uma vez determinados os valores de p, d e q, passa-se para a estimação dos p parâmetros  $\phi$ , dos q parâmetros  $\theta$  e da

variância  $\sigma_{\varepsilon}^2$  do modelo, que pode ser por mínimos quadrados e por máxima verossimilhança conforme mostra MORETTIN & TOLOI (2004).

A seleção dos modelos se dará com base nos critérios penalizadores AIC e BIC citados em Maddala (1992), construídos com base na variância estimada  $\varepsilon_t$ , no tamanho da amostra e nos valores de  $p$  e  $q$ .

A etapa de verificação da metodologia de Box & Jenkins consiste em verificar se o modelo identificado e estimado é adequado. Esta etapa é baseada nos resíduos do modelo estimado,  $\hat{\varepsilon}_t$ . Os quais devem comportar-se como um ruído branco, isto é, com média zero e variância constante. Em particular, seus coeficientes de autocorrelação devem ser estatisticamente iguais a zero. Portanto, para verificar se isso ocorre, podem ser feitos testes individuais e testes conjuntos para os coeficientes de autocorrelação dos resíduos  $r_k(\hat{\varepsilon})$ , tal como na etapa de identificação.

Após o pesquisador haver selecionado entre os modelos estimados aquele que se mostrar mais adequado realizam-se as previsões da série  $Y_t$  em instantes de tempo posteriores àquele delimitado pela amostra.

#### *Modelos de análise de intervenção*

A análise de intervenção é um modelo de função de transferência estocástica, em que é possível interpretar a maneira de incorporar seus efeitos ao modelo da série temporal. É possível fazer intervenções naturais e induzidas pelo homem, com o objetivo de avaliar o impacto de um evento no comportamento da série temporal. Aos eventos externos, cujos efeitos influenciam a série em estudo, deve ser incorporado ao modelo, como uma informação adicional à série. A essa incorporação de informação chamamos de intervenção.

Os maiores efeitos da intervenção são notados na mudança do nível, na direção ou na inclinação da série e também servem para alterar as variáveis dos erros e introduzir no modelo componentes que antes não haviam. Outro exemplo é em relação à variabilidade da série, pois pode-se torná-la mais estável ou mais variável, a partir das intervenções, portanto a análise de intervenção deve ser utilizada com cautela.

É comum, em muitas áreas do conhecimento, modelar relações entre variáveis, no sentido de estabelecer padrões de causalidade ou feedback entre elas MORETTIN & TOLOI (2004). O caso mais simples é aquele em que se tem uma “variável de entrada”  $X_t$  e uma “variável de saída”  $Y_t$ , de modo a formar um sistema dinâmico, denominado de modelo de função de transferência.

Um dos objetivos do sistema dinâmico pode ser a previsão de série  $Y_t$ , com base em valores passados e presentes de  $X_t$  e , usando-se o modelo:  $Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_q X_{t-q} + \eta_t$  onde: , são parâmetros a serem estimados, e  $\eta_t$  é o ruído, em geral um ARIMA (p, d, q).

Basicamente, a construção de modelos de intervenção consiste em acrescentar aos modelos ARIMA os efeitos de variáveis exógenas, através de uma função de transferência.

Neste caso, para uma série temporal na qual verificou-se e estimou-se um modelo ARIMA com o qual vem se fazendo previsões há algum tempo, observa-se que se, em um dado instante ocorre um evento independente do fenômeno que originou a série temporal, cujos efeitos possam manifestar-se sobre ela, logo, é possível se utilizar um modelo com intervenção para captar tais efeitos.

Na maioria dos casos tratamos de modelos dinâmicos, nos quais uma variável pode ser endógena ou dependente, de uma ou mais variáveis chamadas exógenas ou independentes, e esta dependência é especificada através de modelos da forma:

$$Z_t = f(k, x, t) + b_t \quad 2$$

onde:  $Z_t = F(Z_t)$  é a série  $Z_t$  transformada e  $F(k, x, t)$  é algum efeito determinística no tempo t ou o efeito da variável exógena "x", no caso, de intervenções

$$f(k, x, t) = \sum_{j=1}^k \frac{w_j(B)}{\delta_j(B)} X_{tj}, \quad 3$$

$$f(k, x, t) = \sum_{j=1}^k V_j(B) X_{tj} + b_t, \quad 4$$

$X_{tj}$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$  são k variáveis exógenas (intervenções); k é o conjunto de parâmetros desconhecidos que aparecem em  $V_j(B)$  ou em  $W_j(B)$  e  $\delta_j(B)$  MORETTIN & TOLOI (1989).

A equação (3) representa uma função de transferência da j-ésima variável exógena, sendo  $V_j(B)$ ,  $W_j(B)$  e  $\delta_j(B)$  polinômios em B, sendo  $b_t$  um ruído que poderá ser representado por um modelo ARIMA.

Em análise de intervenção, supõe que algumas das variáveis  $X_{tj}$  sejam variáveis binárias, fazendo o mesmo papel que variáveis dummy em regressão. As séries  $X_{tj}$  são chamadas indicadoras de intervenção. Como se sabe que intervenção é a ocorrência de algum tipo de evento em dado instante de tempo, podendo manifestar-se por um intervalo de tempo sub-

seqüente, e que afeta, temporária ou permanentemente, a série temporal em estudo, sendo o principal objetivo o impacto do evento externo ao comportamento da série. Em geral, o efeito da intervenção é mudar o nível da série ou, então, a inclinação PACK (1977), BOX & JENKINS (1976), SOUZA (1991), MORETTIN & TOLOI (2004), PINO (1980).

O conhecimento do problema pode sugerir o possível efeito da intervenção, o que facilitará a identificação do modelo a ser usado. No caso de uma só intervenção cujo modelo é dado por:

$$Z_t = V(B) X_t = \frac{W(B)}{\delta(B)} X_t$$

Nesse item, descreveu-se a teoria necessária para desenvolvimento da pesquisa, e, no próximo, serão mostradas as etapas necessárias para a modelagem e previsão das séries em estudo pois, inicialmente, modela-se a série por meio de um ARIMA (p, d, q) e, posteriormente, verifica-se a necessidade da inclusão de um modelo de intervenção para melhorar a previsão.

### 3. Resultados e discussões

A taxa de ocupação hospitalar é a relação do percentual entre o número de pacientes-dia e o número de leitos-dia, num determinado período, multiplicado por cem. O que significa que, se esse percentual estiver abaixo de cem por cento, o hospital ainda terá condições de receber pacientes e que, se esse percentual estiver acima de cem por cento, o hospital já estará com a sua capacidade esgotada e, a partir daí, revela uma superlotação do sistema. Por isso, o estudo dessa variável é muito importante.

Para a aplicação da metodologia de Box & Jenkins, conhecidos como Modelos ARIMA (modelos autorregressivos de médias móveis), e análise de intervenção, utilizou-se uma amostra mensal de janeiro de 2000 a dezembro de 2004 com coleta mensal para o PA e para o HG do HUSM, sendo a variável de interesse da pesquisa a taxa de ocupação dos leitos nestes setores.

#### *Análise da série de taxa de ocupação do Pronto Atendimento/PA/HUSM*

Ao analisarmos uma série temporal, o primeiro passo que se dever realizar é a inspeção gráfica, pois ela nos mostra o comportamento da série análise, portanto na Figura 1 mostra-se o gráfico da taxa de ocupação do PA do HUSM.

Verifica-se que a série não apresenta um comportamento estacionário, logo, é necessário que se aplique diferenças à série para torná-la estacionária, dessa forma, iniciando a estimação do modelo de acordo com a metodologia de Box & Jenkins. Também se observa nesta mesma Figura 1,

que a série diferenciada apresenta-se mais estável que a série original, logo ela deve ser utilizada para estimar-se o modelo que represente a série em estudo. No instante 36 é perceptível uma queda brusca na série original, sugerindo, então, uma intervenção nesse instante.

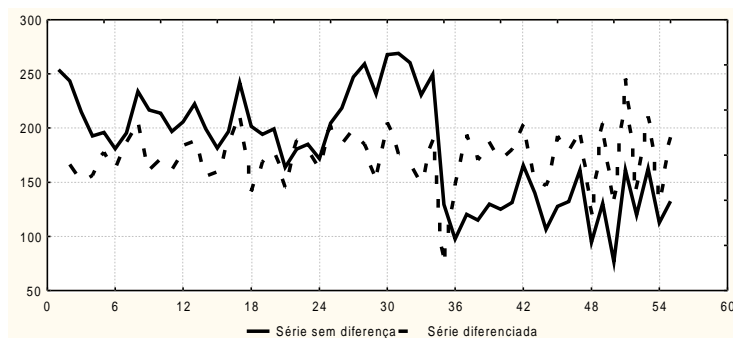


Figura 1. Série da taxa de ocupação do PA em nível e diferenciada.

Na Tabela 1, apresenta-se os modelos concorrentes encontrados para a taxa de ocupação do PA, onde o modelo mais adequado é um ARIMA (1, 1, 1), com uma intervenção abrupta permanente no instante 36.

Tabela1. Modelos propostos para o Pronto Atendimento.

Modelo	Parâmetros	$t(\text{calculado})$	$p\text{-valor}$	AIC	BIC	Intervenção
ARIMA (1,1,1)	$\theta = 0,718103$	3,719448	0,0005	640,2	644,3	s/interv.
	$\Phi = 0,880616$	6,883397	0,0000			
ARIMA (1,1,1)	$\theta = 0,5132$	267,868	0,0009	578,3	587,3	Abrup/perm
	$\Phi = 0,8943$	949,533	0,0000			instante 36
	$w = -74,1099$	-295,704	0,0005			

Os modelos encontrados para representar a série em estudo serão descritos a seguir, mas pode-se antever pelas estatísticas de penalidade AIC e BIC que o modelo com intervenção apresentou melhores resultados.

Para o ajuste com intervenção, observe-se novamente a Figura 1, notando-se que há um comportamento atípico na observação 36, podendo ser considerada uma possível intervenção. Logo a série em estudo será representada por um modelo ARIMA (1, 1, 1), com uma intervenção correspondendo à observação 36.

No modelo com intervenção considera-se que, até o instante 36,



não tenha ocorrido nenhum evento externo e que, a partir desse instante, houve este evento externo que caracterizou o uso da análise de intervenção, logo, antes do instante 36, atribui-se o valor zero e, a partir dele, considera-se valores iguais a 1.

Os resíduos do modelo ARIMA (1, 1, 1), com uma intervenção, seguem uma distribuição normal, e constata-se que os coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial estão entre os limites de confiabilidade, conforme pode ser visto na Figura 2.

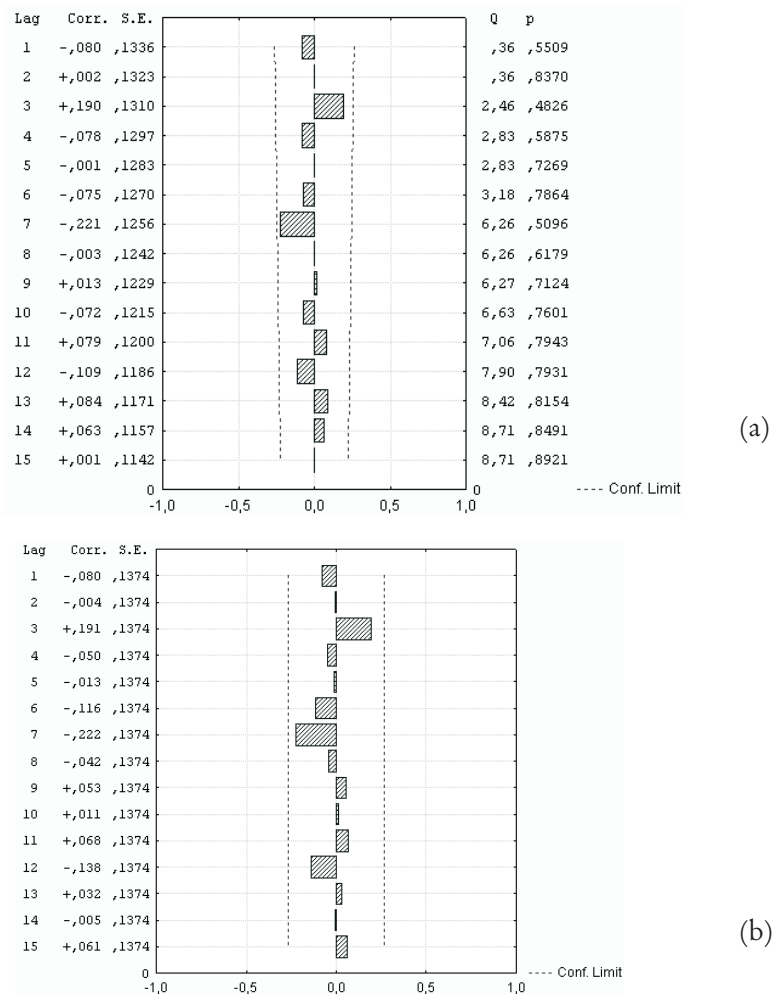


Figura 2. Função de Autocorrelação e Autocorrelação Parcial, resultante do modelo ARIMA (1,1,1) com intervenção no lag 36.

A Figura 2a representa a função de autocorrelação dos resíduos e a Figura 2b representa a função de autocorrelação parcial e ambas as figuras é possível observar que os coeficientes de correlações estão dentro dos limites, inferior e superior, mostrando que os resíduos não apresentam nenhuma estrutura a ser modelada. Portanto, validando o modelo encontrado.

Na Tabela 2, observa-se as previsões para Pronto Atendimento do Hospital Universitário de Santa Maria, para os meses de janeiro a dezembro de 2005.

**Tabela 2.** Previsões para PA utilizando o modelo ARIMA (1,1,1) com uma intervenção.

Meses/2005	Previsões	Limite Inferior 95%	Limite Superior 95%	Erro padrão
Jan	125,1	-11,6	260,8	81,2
Fev	125,2	-16,4	265,6	84,2
Mar	125,6	-21,5	270,4	87,0
Abr	124,6	-25,7	274,9	89,7
Mai	124,6	-30,2	279,4	92,4
Jun	125,2	-34,5	283,8	94,9
Jul	125,2	-38,7	287,9	97,5
Ago	125,2	-42,8	292,0	99,9
Set	125,2	-46,8	296,0	102,3
Out	125,2	-50,7	299,9	104,6
Nov	125,2	-54,5	303,8	106,9
Dez	125,2	-58,3	307,5	109,2

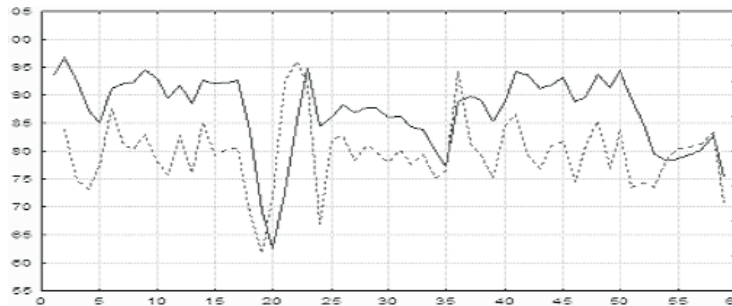
Observou-se que o modelo ARIMA (1, 1, 1), com uma diferença e intervenção no instante 36, foi o que melhor explicou a demanda dos leitos do PA HUSM, podendo assim fazer as previsões de demanda dos leitos, ilustrada na Tabela 1, onde a intervenção realizada no instante 36 reflete o ano de 2002, quando foi inaugurado o Pronto-Socorro Regional.

Desta forma aumentando sua capacidade em quarenta leitos preenchendo, a importante lacuna na assistência terciária e no ensino e educação permanente dos profissionais da rede do SUS, além de oportunizar

linhas de pesquisa, o que explica a atipicidade encontrada na série taxa de ocupação PA – HUSM.

*Análise da Série de Taxa de Ocupação do Hospital Geral – HG-HUSM*

Ao iniciarmos o estudo sobre a taxa de ocupação do Hospital Geral primeiro se faz a inspeção gráfica conforme a Figura 3. Verifica-se que a série não apresenta um comportamento estacionário, logo, é necessário que se aplique diferença à série em estudo para torná-la estacionária. A série diferenciada, no entanto, apresenta-se mais estável que a série original, logo, deve ser utilizada para se estimar o modelo que represente a série em estudo.



**Figura 3.** Taxa de ocupação HG em nível e diferenciada.

Na Tabela 2, os modelos concorrentes encontrados para a taxa de ocupação do HG estão dispostos, onde o modelo mais adequado é um ARIMA(1,1,2).

Os resíduos encontrados por meio do modelo ARIMA (1, 1, 2) sugerem resíduos ruído branco com uma distribuição normal, média zero e variância constante e os coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos são não autocorrelacionados. A previsão fornecida por este modelo está na Tabela 3, conforme pode ser verificado na Figura 4.

**Tabela 3.** Modelos concorrentes para o pronto atendimento do HG.

Modelo	Parâmetros	t(calculado)	p-valor	AIC	BIC
ARIMA(2,0,0)	$\Phi(1) = 1,05434$	0,133719	0,000	539,64	543,78
	$\Phi(2) = -0,0671$	0,134764	0,654		
ARIMA(1,1,2)	$\Phi(1) = 0,586974$	3,343278	0,001481	425,21	431,39
	$\theta(1) = 0,489678$	2,951212	0,004616		
	$\theta(2) = 0,394723$	3,240990	0,002008		

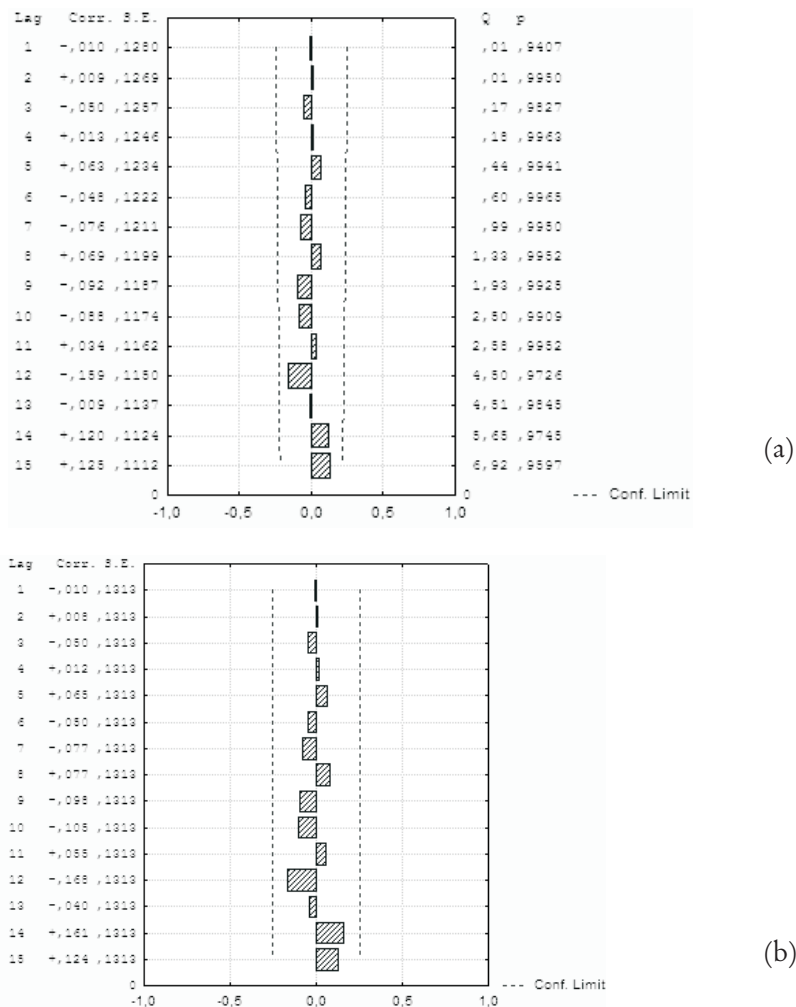


Figura 4. Função de Autocorrelação e Autocorrelação Parcial, resultante do modelo ARIMA (1,1,1)

Observa-se pelas figuras 4a e 4b que todos os coeficientes de autocorrelação estão dentro dos limites de confiança, mostrando que não existe correlação nos resíduos do modelo estimado.

Observa-se que o modelo ARIMA (1, 1, 2) foi o que melhor explicou a demanda dos leitos do HG – HUSM, podendo a previsão encontrada ser útil para a administração do hospital.

**Tabela 4.** Previsões para o HG – HUSM, de janeiro a dezembro de 2005.

Meses 2005	Previsões	Limite		
Jan	75,37	67,84	82,90	4,50
Fev	78,56	67,38	89,73	6,68
Mar	80,43	67,87	92,98	7,50
Abr	81,53	68,28	94,78	7,92
Mai	82,17	68,51	95,84	8,17
Jun	82,55	68,60	96,51	8,34
Jul	82,77	68,59	96,96	8,48
Ago	82,90	68,52	97,28	8,59
Set	82,98	68,43	97,54	8,70
Out	83,03	68,31	97,75	8,80
Nov	83,05	68,17	97,93	8,89
Dez	83,07	68,04	98,10	8,98

#### 4. Conclusão

A análise foi feita por meio da análise de séries temporais, no período de 2000 a 2004 no PA e no HG do HUSM, que são duas formas muito importante de ingresso no hospital. Essa análise se deu por meio do estudo da taxa de ocupação dos leitos disponíveis, sendo esta variável de maior interesse.

Ao desenvolver um estudo sobre a previsão da taxa de ocupação dos leitos desse hospital, procurou-se fornecer um componente a mais para tentar dirimir as necessidades que o hospital enfrenta, pois em se conhecendo o comportamento destas variáveis antecipadamente, medidas gerenciais poderão ser tomadas.

A metodologia empregada para a análise foi a de Box & Jenkins, em que a classe geral de modelo ARIMA (p,d,q) foi utilizada. Também foi possível empregar um recurso adicional para se obter melhores resultados nas previsões, que foi a análise de intervenção.

Para o setor do PA foi encontrado um modelo ARIMA (1, 1, 1), com uma intervenção no período 36, no qual foi possível identificar que a série era não estacionária, e que o período de intervenção foi caracterizado pelo aumento da disponibilidade de quarenta leitos, no qual a taxa de ocu-

pação teve uma queda. Mas, ao longo do tempo, esses quarenta leitos passaram a não mais ser suficientes, pois a taxa de ocupação voltou a seu patamar inicial do período de análise. Logo, a análise de intervenção foi uma técnica capaz de captar o efeito ocorrido naquele período.

No setor do HG, onde se encontra a globalidade dos pacientes internados no HUSM, foi possível descrever a taxa de ocupação dos leitos por meio de um modelo ARIMA (1,1,2), que foi o que melhor descreveu a série. Embora a série representativa do PA apresente-se mais instável que a do HG, o que é de se esperar, pois o PA apresenta maior fluxo de pacientes e, considerando-se que muitas vezes não pode ser negado o ingresso desses pacientes, devido à gravidade da enfermidade, o que leva a uma alta taxa de ocupação, no HG é diferente, pois há a possibilidade de não se aceitar o paciente devido à lotação do setor, onde muitas vezes o paciente pode esperar para ser internado ou talvez ser transferido para outro hospital, o que raramente acontece.

Espera-se que as previsões encontradas auxiliem os gestores do hospital no dimensionamento da capacidade desses dois setores e sirvam para gestionar, junto aos órgãos competentes, mais recursos para a ampliação, tanto dos recursos humanos quanto dos recursos físicos, como materiais, salas e leitos. Sabe-se que apenas a modelagem, ou o estudo de dois setores não retrata a realidade do hospital, pois existem outras variáveis que devem ser levadas em consideração, as aqui estudadas são as mais importantes. Logo, deixa-se como sugestão, para estudos futuros, a modelagem das variáveis do Hospital Psiquiátrico, pois esse também é um setor de grande importância, por ser um dos únicos da região. Também o estudo da previsão dos estoques do hospital seria de grande interesse, pois como foi demonstrado, há uma grande rotatividade de pacientes, e, para que as condições de higiene e atendimento sejam mantidas, o controle de estoque é necessário.

Pode-se ver que a metodologia empregada foi capaz de retratar a realidade do HUSM e fornecer subsídios para melhor funcionamento e melhor atendimento aos pacientes.

### **Agradecimento**

Ao CNPq, entidade governamental brasileira promotora do desenvolvimento científico e tecnológico, pelo auxílio financeiro e ao Setor de Estatística do Hospital Universitário de Santa Maria, na pessoa da colaboradora Mareli Lorenzoni.

## Bibliografia

- BOX, G. E. P. & JENKINS, G.M. *Time Series Analysis, forecasting and control*, San Francisco. Holden Day, 1970.
- BOX, G.E.P. and LUCENÓ, A. (1997). *Discrete proportional-integral adjustment and statistical process control*. Journal of Quality Technology, July v.29, n. 3.
- CHARENZA, W.W. and DEADMAN, D. *New directions in econometric practice general to specific modelling, cointegration and vector autoregression*. 2 ed. Edward Elgar Publisher Limited, Cheltenham, UK, 1997.
- DEL CASTILLO, E. *Statistical process adjustment for quality control*. John Wiley & sons, Inc. New York, NY. 2002.
- HILL, C.; GRIFFITHS, W.; JUDGE, G. *Econometria*. Editora Saraiva. São Paulo. 1999.
- MADDALA, G.S. *Introduction to econometrics*. 2. ed. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- McDOWALL, D.; McCLEARY, R.; MEIDINGER, E. E.; HAY, R. A. *Interrupted Time Series Analysis*. Beverly Hills: Sage Publications, 1980.
- MORETTIN, P. A . & TOLOI, C. M. C. *Análise de Séries Temporais*. São Paulo, Edgard Blücher, 2004.
- MORETTIN, P. A . & TOLOI, C. M. C., *Modelos de Função de Transferência*, Rio de Janeiro, 3ª Escola e séries Temporais Econometria, 1989.
- PACK, D. J. *Forecasting Time Series Affected by Identifiable Isolated Events*. Working Paper Series, College of Adm. Sciences, Ohio State University, 1977.
- PINO, F. A. *Análise de Intervenção e Séries Temporais – Aplicações em Economia Agrícola*. Dissertação de Mestrado, IME-USP, 1980.
- SOUZA, A. M. *Aplicação e Performance da Análise de Intervenção em Séries Macroeconômicas Brasileiras*. Monografia de Especialização, UFSM, 1991.

Submetido em: 14/07/2008

Aceito em: 23/03/2009

