

# **Aplicação do Modelo ARIMA como Instrumento de Predição para Alocação de Servidores Virtuais em Ambientes de Nuvem Computacional**

**Tatiana F. M. Santos, Raul Ceretta Nunes, Adriano Mendonça Souza**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGP) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria – RS – Brasil

taty.nanda@gmail.com, ceretta@inf.ufsm.br, amsouza@smail.ufsm.br

**Resumo:** *Um problema que existe em sistemas de Computação em Nuvem é como utilizar os recursos computacionais de forma a evitar gargalos e desperdícios com níveis aceitáveis de QoS. Através de séries temporais foi utilizado o modelo ARIMA, como técnica base para um mecanismo de provisionamento de novas máquinas virtuais em ambientes de nuvem. Os resultados demonstraram a viabilidade de uso de tal modelo.*

## **1. Introdução**

A Computação em Nuvem é uma arquitetura computacional já disseminada em todo o mundo e permite a entrega de tais serviços, a qualquer lugar e hora, bastando apenas que o usuário possua conexão à Internet. De acordo com [Armbrust, 2009], a computação em nuvem é um conjunto de serviços de rede ativados, proporcionando escalabilidade, qualidade de serviço, infra-estrutura barata de computação sob demanda e que pode ser acessada de uma forma simples e pervasiva.

Um problema que existe nesse tipo de arquitetura está relacionado justamente à necessidade de escalonamento de novos servidores virtuais de acordo com a demanda. Nesse contexto, o trabalho proposto analisa o modelo baseado em séries temporais chamado de ARIMA no provisionamento de máquinas virtuais. O modelo foi aplicado em dados históricos que caracterizam um ambiente de nuvem voltado para hospedagem de sites web, a fim de verificar sua capacidade em fornecer corretamente as configurações de memória, disco e processador que deverão ser utilizadas em caso de necessidade de escalonamento de novos servidores virtuais. A contribuição do trabalho está na análise e definição de uma técnica baseada em séries temporais como base para um mecanismo de escalonamento de máquinas virtuais em ambientes de nuvem.

## **2. Dados utilizados e modelo escolhido**

Os dados utilizados no trabalho foram obtidos de um cluster de servidores de uma empresa de hospedagem de sites. Foram coletados dados referentes ao Consumo de memória (MEM) e ao Consumo de disco (DSC), necessários para atender uma requisição HTTP, e o Load do processador (LOAD) indicando a soma de todos os processos do sistema no momento de tal requisição. Os dados foram coletados em intervalos de 30 segundos durante 30 dias e então montado um dataset com eles. Dados relacionados à banda serão analisados em trabalhos futuros.

Para a manipulação desses dados foi necessária a definição de um modelo que fosse capaz de lidar com o monitoramento e predição de recursos (memória, disco, processador). De acordo com [Box & Jenkins, 1994], o modelo ARIMA (p, d, q) é adequado para a previsão de séries temporais cujo processo estocástico não é estacionário, como é o caso dos dados em questão. Logo, a série original, passará por algumas diferenciações a fim de torná-la estacionária. Modelos Box & Jenkins, consistem em modelos matemáticos que observam o comportamento da série, ou seja, verificam a autocorrelação dos dados passados e assim realizam previsões futuras. O modelo ARIMA apresenta os critérios necessários: ser um modelo parcimonioso; P valor significativo ( $p < 0,05$ ); existência de ruído branco; e

observações do critério AIC. Pelo comportamento das séries atenderem todos os requisitos mencionados pelos autores [Box & Jenkins, 1994], foi utilizado o modelo ARIMA.

### 3. Resultados

Para análise dos dados foram utilizados os softwares R e Statistica. Com o uso de tais softwares se observou que a análise dos dados mostra independência e que há função de autocorrelação dos resíduos (ACF). Através desta função se pode identificar a estrutura do modelo, analisando ainda os valores de  $p$  ao nível de 5%. Também se percebe que há autocorrelação nas variáveis MEM, DSC e LOAD, isso indica que o modelo ARIMA é adequado para estas variáveis a partir dos dados de um cluster de máquinas virtuais. Os modelos de previsão encontrados foram ARIMA auto-regressivos ( $p$ ), com uma diferenciação ( $d$ ). Para a escolha do modelo estimado nos experimentos levou-se em conta a parcimônia, em que o melhor modelo é aquele com o menor número de parâmetros possíveis. Isso faz com que se tenha menos imprecisão nas estimativas. Como resultado, observou-se que o modelo ARIMA (1, 1, 0), com apenas um parâmetro e uma diferença foi o mais adequado para a análise da série. O objetivo da modelagem ARIMA é observar o comportamento das séries ao longo do tempo, em relação aos valores de entrada das variáveis, e a partir disso achar o melhor modelo de predição da série temporal, para prever comportamentos futuros. Com isso através do comportamento das variáveis MEM, DSC e LOAD dos servidores, e ao utilizar o modelo ARIMA, foi possível prever o quanto será necessário de provisionamento para esses recursos em novos servidores, conforme Tabela 1. Os dados foram coletados de 30 em 30 segundos, permitindo que a previsão do comportamento destas variáveis seja ao passo futuro de 3 minutos.

MEM (memória)	DSC (disco)	Load (processador)
75.24799	171.6662	36.29016
85.25819	196.4670	40.34235
102.28911	235.1972	48.66944
113.34960	261.5156	53.52885
124.88631	288.1394	59.00580
134.80367	311.3762	63.52031

Tabela 1: Previsões das séries

Caso ocorra algum tipo de anomalia nos serviços e estes servidores passem a receber um alto número de requisições, pode-se trabalhar de forma pró-ativa para que gargalos sejam amenizados. Desta forma a computação em nuvem pode se beneficiar de recursos de predição, como séries temporais, para o comportamento de suas instâncias.

### 4. Conclusões

Após efetuadas análises nas séries, e a partir dos resultados obtidos, verificou-se que a proposta abordada mostrou-se válida. A utilização de uma série temporal, a partir do modelo ARIMA, pode ser uma alternativa ao provisionamento de recursos em ambientes dinâmicos, em que há uma constante variabilidade no sistema. Assim a computação em nuvem pode se beneficiar com a utilização de tal modelo, como forma de predição para se alocar recursos computacionais em máquinas virtuais. Como trabalhos futuros espera-se validar o modelo implementando-o em um ambiente real.

### References

ARMBRUST, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I., and Zaharia, M. **Above the clouds: A berkeley view of cloud computing**. Technical report, EECS Department, University of California, Berkeley, 2009.  
Box, G. E. P., Jenkins, G. M. & Reinsel, G. C. (1994) **Time Series Analysis: Forecasting and Control** (Third ed.). Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall.