

# **GESTÃO MUNICIPAL EFICIENTE USANDO TÉCNICAS DE BUSINESS INTELLIGENCE**

**Fabiano Saldanha Gomes de Oliveira**

Universidade Católica de Petrópolis – UCP  
Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC  
[fgomes@lncc.br](mailto:fgomes@lncc.br)

**José Karam Filho**

Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC  
[jkfi@lncc.br](mailto:jkfi@lncc.br)

**Gerson Nunes da Cunha**

Universidade Católica de Petrópolis – UCP  
[gerson.nunes@ucp.br](mailto:gerson.nunes@ucp.br)

**Pedro Carlos da Silva Lara**

Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC  
[pcslara@lncc.br](mailto:pcslara@lncc.br)

**Ackley Dias Will**

Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC  
[ackley@lncc.br](mailto:ackley@lncc.br)

**Leonardo Madeira**

Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC  
[leonardo@lncc.br](mailto:leonardo@lncc.br)

## **RESUMO**

Neste artigo será apresentado o projeto “Municípios Eficientes” que está sendo atualmente desenvolvido pelo LNCC e pela PUC-RJ. Este projeto tem como objetivo auxiliar na tomada de decisões municipais nas áreas de Educação, ISS, Dívida Ativa e Gestão Fazendária, realizando para tal procedimentos de Business Intelligence (BI), aplicando assim inteligência através de Redes Neurais, Algoritmos Genéticos, redes Bayesianas, Estatística Clássica dentre outros modelos.

*Palavras-chave: Business Intelligence, Gestão Municipal.*

# 1 INTRODUÇÃO

O Programa Municípios Eficientes é uma iniciativa do Governo do Estado do Rio de Janeiro que tem por finalidade aprimorar o serviço público ofertado, otimizando os gastos e melhorando a qualidade sócio-econômica dos municípios, através do uso intenso e racionalizado da tecnologia da informação, em software livre, permitindo, desta forma, a construção de uma unidade federativa mais desenvolvida e responsável.

Considerando-se que a maioria dos municípios fluminenses possui pouca infraestrutura e dificuldades financeiras que requerem a otimização dos gastos e racionalização dos procedimentos internos adotados, o Programa Municípios Eficientes vem oferecer uma solução de gestão que, através de tecnologia de ponta, suprirá as diversas necessidades dos municípios e os diferentes sistemas de tecnologia.

Esta iniciativa do Governo do Estado colocará os Municípios do Rio de Janeiro em igualdade de condições, com os países mais desenvolvidos do mundo, no que diz respeito a soluções inovadoras de governança eletrônica para Municípios.

O sistema de gestão proposto neste documento tem como característica inovadora a inteligência, isto é, ele possui algoritmos que imitam processos inteligentes, ampliando a proposta de governo eletrônico. O processamento do conhecimento torna o sistema um sistema de suporte à tomada de decisões. Essa função permite ao sistema inferir novos conhecimentos a partir do conhecimento pré-estabelecido. Isto introduz no sistema uma característica inovadora, pois amplia a proposta de sistemas de serviços em e-gov, para um sistema de serviços em governança e com a capacidade de apoio à decisão. Portanto, pode-se dizer que o sistema proposto abre a perspectiva da implantação de um iGov, um sistema de governança eletrônica inteligente e inovador.

O Programa desenvolverá e implantará sistemas voltados para as áreas financeira, tributária e educacional contando para isso com a parceira de órgãos e entidades públicas e privadas.

O Governo do Estado desenvolverá e disponibilizará gratuitamente as soluções em software livres, garantindo o livre acesso e utilização por usuários futuros.

O Programa será implementado pela parceria formada por:

1. Secretaria de Planejamento e Gestão – SECPLAG;
2. Secretaria de Estado, Ciência e Tecnologia - SECT;
3. Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Rio de Janeiro – PRODERJ;
4. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ
5. Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC.

A proposta do Governo do Estado é desenvolver e disponibilizar gratuitamente as soluções em software aberto, garantindo o livre acesso e a facilidade de manutenção e expansão. Como já plenamente sabido, é importante para a segurança e transparência da administração pública que órgãos governamentais, que são detentores de dados e informações de caráter financeiro e judicial, não fiquem dependentes de sistemas de informação proprietários.

O PRODERJ e SECPLAG definiram como plataforma de cadastro de dados o sistema E-cidades (software livre desenvolvido pela empresa DBSeller) e se responsabilizam pela implantação do mesmo nos municípios escolhidos como piloto deste projeto. Este piloto contará com um módulo inteligente para: educação, gestão fazendária, dívida ativa e ISS. Um destes módulos será implantado juntamente com o E-Cidades em um dos 04 municípios elencados. Por designação da Associação dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro – AMERJ, a distribuição dos módulos por município foi a seguinte:

1. Educação em Valença;
2. Dívida Ativa em Areal;
3. ISS em Araruama;

#### 4. Gestão Fazendária em Búzios.

## 2 MOTIVAÇÃO

O Governo Brasileiro, em consonância com as nações mais desenvolvidas, vem executando uma política de implantação do governo eletrônico ou e-gov. O Governo entende que a melhora da capacidade de gerenciamento aliada a disponibilidade de informações e transparência dos processos de gestão, leva o Estado a busca legítima do bem social.

O Programa Rio Estado Digital (ver [1]) que prevê a popularização da Internet banda larga sem fio e gratuita, tornou o Estado do Rio como o primeiro na corrida para ocupar o posto de primeiro estado brasileiro inteiramente coberto por banda larga.

O Estado do Rio encontra-se no momento perfeito de investir na modernização de suas prefeituras, viabilizando sistemas de informação voltados para gestão. Um Governo Digital governará um Estado Digital. O Projeto Municípios Eficientes é o início da concretização do cenário onde a população conta com os serviços digitais de suas respectivas prefeituras e estas prefeituras contam com sistemas de informação e gestão eficientes.

Um programa desta natureza inicia com um piloto, que no futuro se expandirá para todas as prefeituras do Estado. Para este piloto foi estabelecido que as primeiras áreas focadas são: educação, tributária e fazendária.

O Governador do Estado (ver [1]) declarou que a inovação é a principal alavanca do crescimento econômico do Estado. Logo, as soluções de sistemas informatizados para gestão das prefeituras não poderiam deixar de contemplar esta dimensão. Neste contexto temos a participação de dois centros de excelência na produção intelectual do Estado, PUC-RJ e LNCC, que desenvolverão módulos inovadores para a solução informatizada de gestão definida pelo PRODERJ e SECPLAG.

Um estudo realizado em parceria pela SECPLAG e AMERJ selecionou 04 municípios que pelas suas características sócio econômicas e recursos tecnológicos representam as melhores candidatas a participarem deste projeto piloto. Estes municípios são: Areal, Valença, Araruama e Búzios. Este estudo também identificou que a implantação dos módulos fica mais eficiente seguindo a estratégia:

1. módulo tributário relativo a dívida ativa desenvolvido em Areal;
2. módulo de educação desenvolvido em Valença;
3. módulo tributário relativo ao ISS desenvolvido em Araruama;
4. módulo fazendário desenvolvido em Búzios.

Afim de agilizar a implantação da solução de tecnologia de informação, o PRODERJ e a SECPLAG definiram o software E-cidades como plataforma de cadastro e persistência dos dados que serão inseridos no sistema.

## 3 OBJETIVOS

O sistema a ser desenvolvido proverá o governo de uma ferramenta de banco de dados e apoio a decisão baseada em técnicas inteligentes. Suas características são:

1. Sistema gerenciador de dados gerado em software livre com possibilidade de interação as bases de dados existentes nas respectivas prefeituras. Neste módulo teremos o cadastro de:
  - a. informações acadêmicas e socio-econômicas dos alunos;
  - b. informações dos professores (carga horária, formação, etc);
  - c. informações das as matrizes curriculares;

- d. dados administrativos como calendário escolar, almoxarifado, etc.;
- e. cadastro de funcionários por escola;
- f. cadastro de acervo bibliográfico por escola;
2. Tratamento através de modelos inovadores destes dados cadastrais.
3. Gerador de relatórios personalizados.
4. Interface Gráfica compatível com a identidade visual da prefeitura.
5. Compatibilidade com outros softwares livres.
6. Possibilidade de transações on-line.
7. Permitir autenticação de usuário do tipo login e senha.
8. Níveis hierárquicos de segurança (permissões).
9. Gerador de arquivo texto com o histórico de logs.
10. Possibilidade de rastreabilidade de processos protocolados.
11. Compatibilidade com tecnologia W3C, HTML, CSS e JavaScript.
12. Alertas para tentativas de acesso não autorizado.
13. Documentação em português para administrador e usuário e elaboração de um treinamento.
14. Oferta de telas de ajuda (help).

#### **4 TESTE DE MODELOS**

Os modelos estatísticos conhecidos como gráficos (também conhecidos como redes Bayesianas), proporcionam um elegante formalismo para gerenciar a incerteza em sistemas de computação. Eles unificam a maior parte da literatura de modelos estocásticos multidimensionais. Assim, modelos da estatística multivariada (análise de fatores e de agrupamento), sistemas de engenharia, modelos da teoria da informação, teoria das filas, cadeias de Markov e o filtro de Kalman são exemplos de casos particulares dos modelos gráficos. Para redes esparsas do tipo dos filtros de Kalman, cadeias de Markov e árvores de decisão, os algoritmos de modelos gráficos produzem soluções exatas. Para redes densas, como os modelos do tipo métodos variacionais, eles geram soluções cuja precisão aumenta com o tamanho da rede. Estas duas abordagens de modelos gráficos geram soluções para os problemas de diagnóstico, previsão e controle, em ambos os tipos de redes citados anteriormente. Os modelos gráficos são representados por grafos nos quais os nós são variáveis aleatórias e os arcos representam a dependência entre estas variáveis. Assim, a ausência de arcos está ligada ao conceito de independência das hipóteses. Os modelos gráficos do tipo orientados são as conhecidas Redes Bayesianas ou Redes de Decisão. Nestes casos os modelos gráficos combinam a teoria de grafos com a estatística Bayesiana. Uma rede Bayesiana é aquela em que as regras de inferência do modelo se baseiam na regra de Bayes. Os modelos gráficos orientados popularizaram seu uso em aplicações de economia, modelagem de sistemas sociais e de computação, enquanto que os modelos não orientados se popularizaram em aplicações de inteligência artificial e estatística computacional. Os modelos que combinam arcos orientados e não orientados são conhecidos como Grafo em Cadeia. A causalidade é explorada em modelos gráficos orientados. A construção da estrutura do grafo é guiada por este conceito. O processo de inferência utilizado para determinar a distribuição a posteriori nesta estrutura baseia-se na regra de Bayes. Esta distribuição nos informa qual a possibilidade de um evento ocorrer ou não para cada combinação de eventos anteriormente ocorridos. Outra área de aplicação de modelos gráficos é a análise de desempenho de sistemas sociais e econômicos.

A ausência de observações em sistemas e informação é tratada através de estimativas de máxima verossimilhança de parâmetros e do cálculo dos intervalos de confiança destas

estimativas. O algoritmo EM proposto por Dempster, Laird e Rubin (veja 11) é um método que calcula a partir das observações de algumas variáveis do sistema, as estimativas de máxima verossimilhança dos valores faltantes bem como seus intervalos de confiança. Em uma estrutura parcialmente observada, ou seja, contendo valores faltantes, o algoritmo EM será usado para substituir estes valores ausentes por estimativas baseadas na informação disponível no sistema. Em situações aonde a estrutura da rede é desconhecida, a escolha do melhor modelo da rede pode ser realizada pela aplicação de um algoritmo EM dedicado, funcionando como uma técnica de estimação para a melhor estrutura dentre um conjunto de estruturas possíveis. Em grandes massas de dados contendo valores não observados, esta tecnologia é aplicada na recuperação da informação ausente. Os valores ausentes são substituídos por valores estimados sendo que esta estimação baseia-se nos valores já observados (disponíveis). A conjugação do algoritmo EM a modelagem gráfica amplia o conjunto de problemas aonde esta ferramenta pode ser aplicada, incluindo problemas cujas amostras são incompletas.

À seguir, estão descritas algumas das características e aplicações dos modelos gráficos:

1. Construção de Motores de Inferência probabilísticos para Sistemas de Banco de Dados.
2. Análise Top-down e Botton-up da causalidade.
3. Modelagem matemática da causalidade.
4. Independência condicional permitindo a transformação de grafos orientados em não orientados através da inserção de nós auxiliares, facilitando o estudo dos efeitos causados para cada combinação das variáveis do grafo.
5. Modelos temporais. Os modelos gráficos orientados são modelos de processos estocásticos. Cadeias Escondidas de Markov (Hidden Markov Models), Sistemas Dinâmicos e Filtro de Kalman são descritos por estes modelos, que incluem o estado da variável ao longo do tempo.
6. Modelos Multivariados. Alguns modelos comumente usados em redes são casos particulares de modelos gráficos. Por exemplo:
  - Mistura de Gaussianas;
  - Análise de Fatores;
  - Análise de Agrupamento;
  - Sistemas Dinâmicos (lineares ou não);
  - Modelos a espaço de estado;
  - Simulação de Eventos em Sistemas de Informação ;
  - Algoritmos Inteligentes (aprendizado);
  - Estruturas incompletas (fazendo uso do algoritmo EM);
  - Algoritmos de pesquisa;
  - Algoritmos da Teoria de Decisão;
  - Modelos Lineares Generalizados ;
  - Modelos Hierárquicos.

## 5 RESULTADOS ESPERADOS

Considere que no município funcionem  $N$  escolas. Suponha que o sistema de banco de dados armazena as notas dos estudantes por escola em dois exames anuais, digamos um no meio e outro no final do ano letivo. O sistema também contém informações sócio econômicas sobre

cada escola. Há um modelo que explica a relação entre as variáveis que influenciam as notas dos alunos baseado nas características dos mesmos. Há outro modelo que explica a eficiência da escola como formadora de recursos humanos baseado em características das escolas. Estes modelos podem se combinar formando um modelo chamado hierárquico, capaz de explicar que características sócio econômicas dos alunos e/ou das escolas são mais influentes na formação dos estudantes.

A análise inteligente dos dados armazenados pelos municípios permitirá aos gestores responderem à perguntas do tipo:

- Nível social dos pais influencia a formação?
- Qual o Índice de Oportunidade Humana do Município?
- A formação dos professores é adequada?
- A estrutura física das escolas é suficiente?
- O município forma que tipo de mão de obra?
- A violência e a pobreza diminuiu com a melhor formação da população?
- Os investimentos em educação são suficientes?

## **6 CONCLUSÃO**

Este trabalho descreveu o projeto Municípios Eficientes do Governo do Estado do Rio de Janeiro, que proverá Gestão Eficiente através de técnicas de Business Intelligence, utilizando modelos matemáticos e estatísticos para assim alcançar os resultados esperados. Essas técnicas já vem ao longo dos anos se mostrando muito promissoras na gestão empresarial e são estas também muito semelhantes às que estão sendo usadas nos modelos aplicados neste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burgess, M., Haugerud, H., Straumsnes, S. **Measuring System Normality**, ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 20, No. 2, May 2002, pages 125-160.

Cabrera, J. B., Ravichandran, B., Mehra, R. K., **Statistical Traffic Modeling for Network Intrusion Detection**, Proceedings of the 8th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunications Systems, August 2000, San Francisco, pages 466-473.

Cabrera, J. B. et al. **Proactive Detection of Distributed Denial of Service Attacks using MIB Traffic Variables – A Feasibility Study**, Proceedings of the 7th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management, Seattle May 2001.

Gammerman, D. **Simulação Estocástica Via Cadeias de Markov**. XII Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística – SINAPE Caxambu julho 1996.

Ripley, B.D. **Stochastic Simulation**. John Wiley & Sons, 1987.

Rhoden, G.E.; Melo, E.T.L.; Westphall, C.B. **Deteção de Intrusões em Backbones de Redes de Computadores Através da Análise de Comportamento com SNMP**. Relatório técnico do Laboratório de Redes e Gerência, Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina 2002.

Ryu, B. **A Tutorial on Fractal Traffic Generations in OPNET for Internet Simulation**, internal report of the HRL Laboratories, California 2000.

White, B. et al. **An Integrated Experimental Environment for Distributed Systems and Networks**. 5th Symposium of Operating Systems Design and Implementation, Boston Dec. 2002. This paper is available in Emulab site.