

MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA, COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÕES DA MELHOR ROTA A SER SEGUIDA.

**Ângelo César Lorenzo ALVES (1); Angélica Félix de CASTRO (2); Rodrigo Gusmão
CAVALCANTE (3).**

(1) CEFET-BA, UE de Vitória da Conquista, Av. Amazonas, 3150. Bairro Zabelê. Vitória da Conquista, Bahia. Fone:

(77) 3426-2271, e-mail: angel0zzy@gmail.com

(2) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, e-mail: angelica@ufersa.edu.br

(3) CEFET-BA, UE de Vitória da Conquista, e-mail: rodgcav@cefetba.br

RESUMO

Uma das maneiras de monitorar o ambiente em que se vive é utilizar-se das técnicas de Geoprocessamento existentes. Esse tipo de sistema auxilia na determinação de uma localização geográfica, bem como o acesso de informações associadas a essa localização. Uma das problemáticas existentes atualmente em ambientes urbanos é o intenso trânsito que pode acontecer em locais mais movimentados. Sendo assim, o presente trabalho se propõe a desenvolver um sistema computacional próprio para telefonia móvel, de modo que esse sistema possua um banco de dados georreferenciados de uma região do município de Vitória da Conquista – BA. Trata-se de um sistema de apoio à tomada de decisões, visto que o usuário poderá acessar o seu celular pessoal e consultar, por exemplo, qual o melhor caminho a ser seguido de um ponto a outro. O sistema deve mostrar qual o trecho a ser seguido, exibindo as ruas, os pontos de referência mais importantes, as proximidades, dentre outros. Esse trabalho se trata de uma pesquisa ligada a um estudo de caso. Para desenvolver esse trabalho, as etapas seguidas foram: um estudo bibliográfico inicial, visando o aprimoramento da linguagem Java e do estudo de sistemas georreferenciados; o mapeamento e digitalização dos dados da cidade de Vitória da Conquista, criação de um banco de dados georreferenciados, de forma a armazenar os dados da cidade; desenvolvimento de um sistema computacional em Java para acessar os dados e por fim, refinamento do sistema computacional em Java que possa ser acessado através do celular utilizando o J2ME. O sistema desenvolvido pode ser acessado via telefonia móvel, de modo que a base de dados georreferenciada e armazenada possa ser acessada, via celular comum. Dessa maneira, o sistema poderá informar ao usuário qual o ponto exato que ele se encontra no momento do acesso e assim, exibir informações referentes àquele local, se trata de um ambiente de tráfego intenso ou não. Após a consulta, o usuário poderá decidir se continua naquele local ou se muda sua rota de trânsito.

Palavras-chave: banco de dados georreferenciados, telefonia móvel, sistema de apoio à decisão, programação Java, J2ME.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentado um sistema de apoio a tomada de decisão, o SiLoG (Sistema de Localização Geográfica). Utilizando conceitos inovadores juntamente com sistemas já bem conhecidos e eficientes, como o MapServer e o PostgreSQL, na sua extensão espacial PostGis, fazem do SiLoG uma ferramenta perfeita para o auxílio dos usuários na tomada de decisões de uma possível melhor rota a ser seguida, neste caso, no município de Vitória da Conquista, Bahia.

O sistema, por sua elaboração bem trabalhada, pode ser acessado diretamente pela plataforma WEB como através de qualquer aparelho móvel que possa acessar a internet, com muito mais eficiência já que as tecnologias 3G permitem um maior fluxo de dados, de forma mais rápida e com menores custos que as soluções oferecidas a algum tempo atrás.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pela definição, Geoprocessamento é um conjunto de conceitos, métodos e técnicas em torno do processamento eletrônico de dados que opera sobre registros de ocorrência georreferenciados, analisando suas características e relações geotopológicas para produzir informação ambiental (Câmara e Monteiro, 2007).

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (Lisboa Filho, 1997).

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica SIG – do inglês *Geographic Information System*, GIS – permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (Buehler e Mckee, 2007).

Num país de grande dimensão como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (Casanova et al. 2005). O modelo busca sistematizar o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado. Os objetos e fenômenos reais, no entanto, são complexos demais para permitir uma representação completa, considerando os recursos à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) atuais. Desta forma, é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados (Borges e Davis, 2007).

Para a representação no computador, pode-se utilizar o modelo vetorial. Neste a localização e a aparência gráfica de cada objeto são representadas por um ou mais pares de coordenadas. Este tipo de representação não é exclusivo do GIS: sistemas CAD e outros tipos de sistemas gráficos também utilizam representações vetoriais. Isto porque o modelo vetorial é bastante intuitivo para engenheiros e projetistas, embora estes nem sempre utilizem sistemas de coordenadas ajustadas à superfície da Terra para realizar seus projetos, pois para estas aplicações um simples sistema de coordenadas cartesianas é suficiente.

Mas o uso de vetores em GIS é bem mais sofisticado do que o uso em CAD, pois em geral GIS envolve volumes de dados bem maiores, e conta com recursos para tratamento de topologia, associação de atributos alfanuméricos e indexação espacial.

No caso de representação vetorial, consideram-se três elementos gráficos: ponto, linha poligonal e área (polígono). Um ponto é um par ordenado (x, y) de coordenadas espaciais. Além das coordenadas, outros dados não-espaciais (atributos) podem ser arquivados para indicar de que tipo de ponto se está tratando.

As linhas poligonais, arcos, ou elementos lineares são um conjunto de pontos conectados. Além das coordenadas dos pontos que compõem a linha, deve-se armazenar informação que indique de que tipo de linha se está tratando, ou seja, a que atributo ela está associada. Um polígono é a região do plano limitada por

uma ou mais linha poligonais conectadas de tal forma que o último ponto de uma linha seja idêntico ao primeiro da próxima.

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Além disso, o sucesso de qualquer implementação em computador de um sistema de informação é dependente da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado. A abstração funciona como uma ferramenta de compreensão do sistema, dividindo-o em componentes separados. Cada um destes componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe, de acordo com a necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações (Casanova, 2007).

No mesmo segmento, têm-se as tecnologias 3G que permitem às operadoras da rede oferecerem a seus usuários uma ampla gama dos mais avançados serviços, já que possuem uma capacidade de rede maior por causa de uma melhora na eficiência espectral. Entre os serviços, há a telefonia por voz e a transmissão de dados a longas distâncias, tudo em um ambiente móvel. Normalmente, são fornecidos serviços com taxas de 5 a 10 Megabits por segundo.

Ao contrário das redes definidas pelo padrão IEEE 802.11, as redes 3G permitem telefonia móvel de longo alcance e evoluíram para incorporar redes de acesso à Internet em alta velocidade e Vídeo-telefonia. As redes IEEE 802.11 (mais conhecidas como Wi-Fi ou WLAN) são de curto alcance e ampla largura de banda e foram originalmente desenvolvidas para redes de dados, além de não possuírem muita preocupação quanto ao consumo de energia, aspecto fundamental para aparelhos que possuem pouca carga de bateria.

3. METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho, foi necessário um estudo prévio dos itens mais relevantes à elaboração do mesmo. Durante a revisão bibliográfica, assuntos como conceitos básicos em ciência da geoinformação, arquitetura de sistemas de informação geográfica, modelagem de dados geográficos, fundamentos da ciência da geoinformação, cartografia para geoprocessamento, suporte a decisão, representação computacional de dados geográficos, métodos de acesso a dados espaciais, processamento de consultas e gerência de transações, SGBD com extensões espaciais, integração e interoperabilidade entre fontes de dados geográficos e o Open Geospatial Consortium, foram estudados a fim de dar suporte a todo o trabalho com mapas.

Para o desenvolvimento do banco de dados espacial, foi adquirido um mapa georreferenciado da cidade de Vitória da Conquista, Bahia. Assim, passou-se à construção do banco de dados espaciais, baseando-se nesse mapa da cidade.

Uma vez que se possuía a base de dados da área, com as principais ruas da cidade, rotas de acesso, locais estratégicos, bairros, entre outros; foi possível desenvolver o sistema computacional – o **SiLoG (Sistema de Localização Geográfica)** – que permitiu indicar a rota existente entre um local de origem e um local de destino.

As principais tecnologias computacionais utilizadas para desenvolver o sistema foram: o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL com sua extensão espacial Postgis e o visualizador de mapas MapServer. O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto relacional (SGBDOR), desenvolvido como software livre. O PostGis é uma extensão espacial do PostgreSQL. Pode ser definido como um banco de dados geográficos que armazena os dados espaciais, estando integrado com o POSTGRESQL.

O MapServer é um software livre de desenvolvimento de código aberto para construção de aplicativos espaciais na Internet. MapServer não é considerado um SIG, mas se sobressai na apresentação de dados espaciais (mapas, imagens e dados vetoriais) na Web. Além de permitir visualizar dados de SIGs, o MapServer permite que sejam criadas imagens de mapas geográficos, mapas que podem direcionar usuários a outros conteúdos.

Para desenvolver o SiLoG - sistema que acessasse o banco de dados, visualizasse os mapas e desse um suporte à tomadas de decisão em relação da rota a ser seguida entre uma dada origem e um destino – foi necessário unir as tecnologias computacionais citadas acima. Sendo assim, com a unificação e a interoperabilidade de todas essas tecnologias, foi possível desenvolver o Banco de Dados Espaciais da área de Vitória da Conquista e construir um sistema computacional de apoio à decisão ao usuário sobre qual trecho seguir entre um ponto de partida e um ponto de chegada.

O sistema foi desenvolvido para que recebesse uma consulta e preparasse um plano de execução, consistindo de operações de mais baixo nível, implementadas pelo subsistema de armazenamento. A parte do plano responsável pelo processamento dos objetos geográficos começa com uma fase de filtragem, que identifica quais objetos podem satisfazer a qualificação da consulta. A fase de refinamento do plano recupera para a memória principal a geometria exata dos objetos identificados na fase anterior, computando quais deles de fato satisfazem a qualificação da consulta. A fase final do plano aplica transformações aos objetos retornados na fase anterior, produzindo a resposta final da consulta (Figura 1).

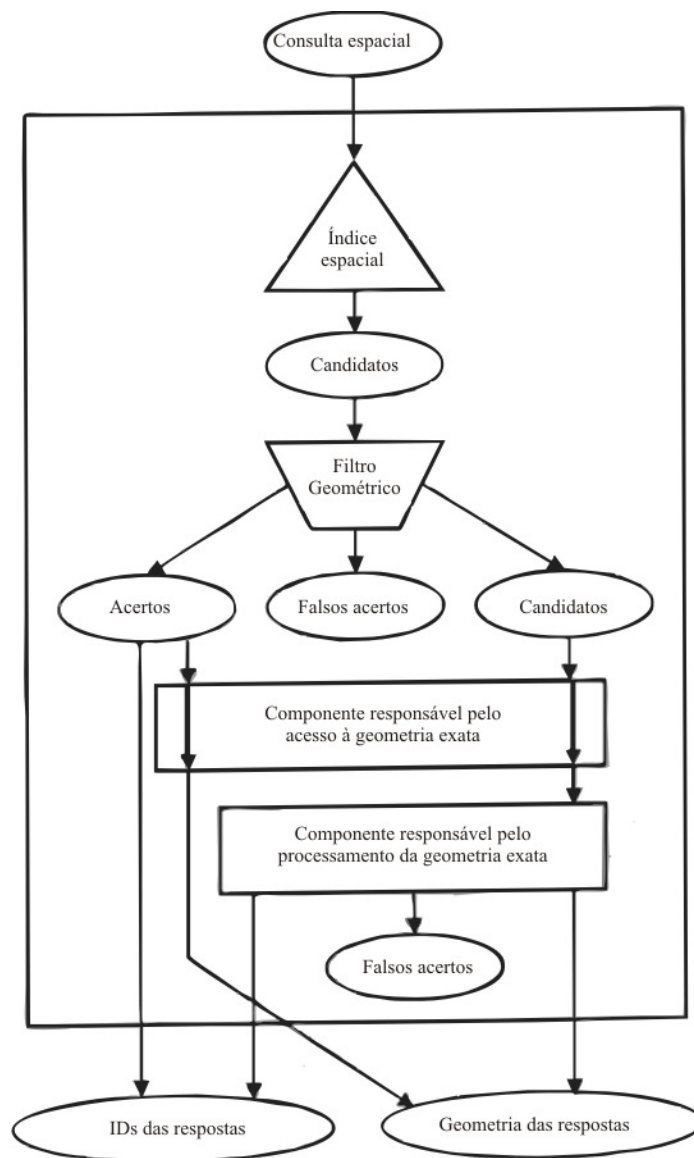


Figura 1 – Estrutura Organizacional do sistema desenvolvido.

O banco de dados foi desenvolvido no PostgreSQL utilizando também sua extensão espacial PostGis. Os dados inseridos e as consultas realizadas foram feitos usando comandos SQL e SQL Spatial. Para visualizar os dados geográficos armazenados no banco, utilizou-se o MapServer e o servidor Apache. Toda a programação envolvida, que vai desde a inserção dos dados no banco até a visualização por parte do usuário, foi feita em SQL, SQL Spatial, PHP e MapScript.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Através do banco de dados espacial, gerou-se uma matriz de intersecções a qual é a base para o desenvolvimento do aplicativo. Utilizando como coordenadas um ponto já conhecido (onde o usuário se encontra) e um ponto determinado pelo usuário (seu destino), uma reta une esses dois pontos, e recursivas consultas à matriz de intersecções permitem que uma rota seja traçada, quanto menor o número de intersecções, menor o caminho percorrido, sendo este o critério para a determinação da melhor rota possível.

As Figuras 2 e 3 exibem alguns resultados gerados pelo sistema. Na Figura 2, o usuário insere a rua de origem (linha vermelha, onde ele se encontra naquele momento) e a rua de destino (linha azul, aonde ele quer chegar).

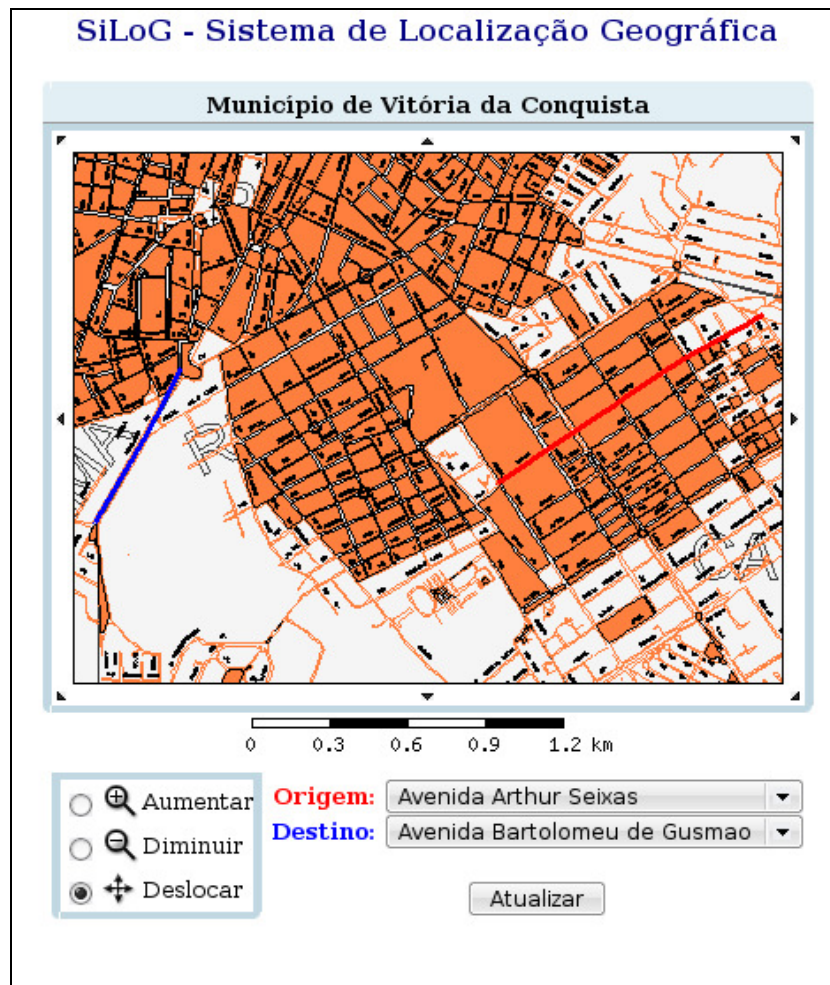


Figura 2 – Tela inicial do sistema onde insere as ruas de origem e destino.

Na Figura 3, o sistema mostra ao usuário qual a melhor rota a ser seguida entre as ruas requisitadas (linha verde).

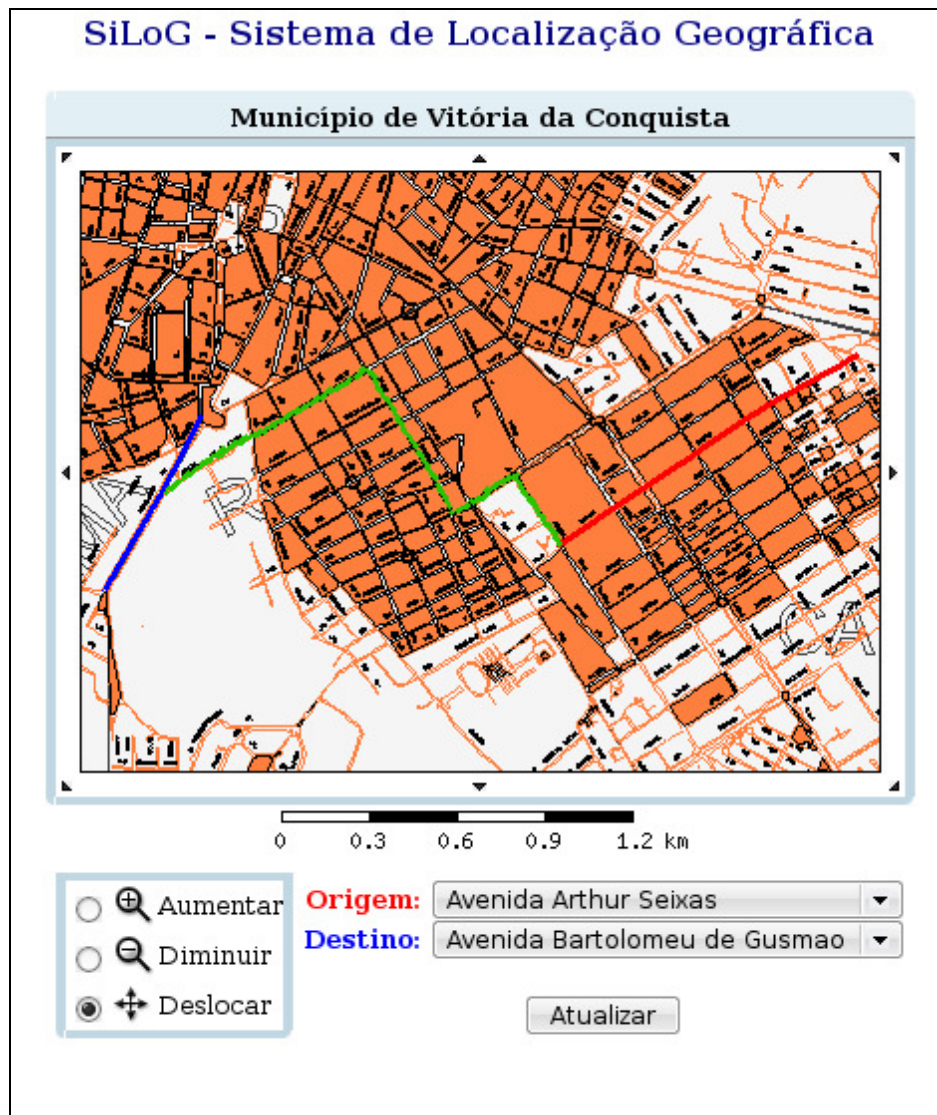


Figura 3 – Tela resultado, onde o sistema informa qual a melhor rota a ser seguida entre a origem e o destino.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi atingido no sentido de desenvolver um sistema de apoio à decisão e auxílio ao usuário, quando este pretende saber qual o melhor caminho a ser seguido entre uma origem e destino quaisquer.

5. CONCLUSÕES

O sistema computacional desenvolvido foi satisfatório no sentido de identificar a melhor rota a ser seguida, entre dois pontos, baseado em um banco de dados espaciais totalmente georreferenciado do município de Vitória da Conquista, Bahia. O sistema pode ser acessado via Web e pode ser visualizada toda a malha rodoviária da cidade, as ruas, os locais estratégicos, os bairros, dentre outros.

Fica claro no desenvolvimento do trabalho a vantagem em se desenvolver o sistema acessado via Web, já que através das tecnologias 3G, o fluxo de dados em aparelhos móveis passa a ser muito maior, e mais veloz, dessa forma, utiliza-se menos recursos do aparelho de destino dos dados, que agora se transforma em mero visualizador de informações, e não mais o portador do sistema inteiro, o que demanda maior consumo de memória, poder de processamento e, evidentemente, consumo de energia.

REFERÊNCIAS

BORGES, Karla; DAVIS, Clodoveu. **Modelagem de dados geográficos**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/>>. Acesso em: 15 set. 2007.

BUEHLER, Kurt; MCKEE, Lance. **The OpenGIS Guide**. Massachusetts USA. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/>>. Acesso em: 12 out. 2007.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Miguel Vieira. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 15 set. 2007.

CASANOVA, Marco Antônio. **Processamento de consultas e gerência de transações**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 15 set. 2007.

CASANOVA, M.; CÂMARA, G. DAVIS, C.; VINHAS, L. & QUEIROZ G. R. **Banco de Dados Geográficos**. Editora MundoGEO. 2005. 506 p.

CASANOVA, Marco Antônio; BRAUNER, Daniela Francisco; CÂMARA, Gilberto; LIMA JR., Paulo de Oliveira. **Integração e interoperabilidade entre fontes de dados geográficos**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 15 set. 2007.

DAVIS, Clodoveu A.; SOUZA, Ligiane Alves de; BORGES, Karla A.V. **Disseminação de dados geográficos na Internet**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 15 set. 2007.

LISBOA FILHO, Jugurta. **Modelos Conceituais de Dados para Sistemas de Informações Geográficas**. 1997. 121f. Exame de Qualificação (Doutorado em Informática) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CEFET-BA, UE de Vitória da Conquista, Curso de Engenharia Elétrica pelo incentivo à pesquisa, como também a FAPESB / CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.