

## O GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO DA TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO DE CASO

ELISEU WEBER<sup>1</sup>  
RÉGIS LAHM<sup>2</sup>  
JOSÉ WALTER KAEHLER<sup>3</sup>  
THIAGO MORATO DE CARVALHO<sup>4</sup>  
JEFERSON RIGHETO<sup>4</sup>  
CÍCERO ZANONI<sup>5</sup>  
MARCO DE BARROS<sup>5</sup>  
EVERALDO FREITAS<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Sigmap Geoprocessamento Ltda, Av. Assis Brasil, 3.316 cj. 60691.010-003 Porto Alegre - RS, Brasil

sigmap@portoweb.com.br

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Geografia – PUCRS, Av. Ipiranga, 6681, CEP: 90169-900 Porto Alegre - RS, Brasil

lahm@pucrs.br

<sup>3</sup> Professor da Faculdade de Engenharia – PUCRS

<sup>4</sup> Acadêmicos do curso de Geografia – PUCRS

<sup>5</sup> Mestrandos do curso de Engenharia Elétrica

<sup>6</sup> AES Sul Distribuidora de Energia, R. Dona Laura, 320, 14ª andar CEP: 90430-090 Porto Alegre - RS, Brasil

**Abstract.** This paper presents some results of a project under development by PUCRS and AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia. One of the main objectives of the project is to build up a decision support system (DSS) in order to reduce time and to improve quality on planing and management of the energy distribution. This DSS aims to integrate data from different sources and types and to generate information for decision making on strategic and operational levels. The work describes the methodology followed in order to adjust an existing spatial database to a known coordinate system and to link it to the enterprise's corporative relational database, using Novo Hamburgo city, Rio Grande do Sul State, as study area. Results showed that existing spatial and attribute data can be integrated through a Geographic Information System, which facilitates queries and analyses over the whole area of interest of the company, enabling simulations to evaluate network charge and future demands and impacts. It makes possible in the future easily update the spatial and attribute data by field work using GPS, as well as better geographically distribute the field teams.

keywords: geographic information systems, energy distributions, decision support systems.

### 1. Introdução

As reformas que o setor elétrico brasileiro sofreu nos últimos anos criaram a necessidade de se reavaliar as metodologias de planejamento dos sistemas de distribuição e transmissão de energia a fim de se adequarem à nova realidade aonde competitividade e qualidade dos serviços prestados são palavras-chave. Assim, torna-se relevante para as empresas de distribuição e transmissão de energia o monitoramento das respectivas redes a fim de identificar perdas técnicas e/ou comerciais que possam afetar o faturamento e a qualidade do atendimento. Além disso, a informação, como diferencial competitivo para o planejamento da distribuição, apresenta-se como uma forte aliada para a expansão de mercado e a identificação de problemas potenciais de carregamento e ociosidade de circuitos de distribuição.

Freqüentemente o gerenciamento de redes envolve a coleta, análise e manipulação de informações de diferentes tipos, como arruamento de áreas urbanas, estradas de acesso, dados dos consumidores (quantidade, tipo, consumo, etc.), entre outros. O grande número, a natureza diversa e geralmente vinculada a uma posição geográfica, e os relacionamentos complexos dos dados que precisam ser coletados e analisados, dificultam sua integração por bancos de dados convencionais, gerando resultados que dificilmente expressam todas as variáveis.

As características de distribuição geográfica dos componentes da rede e dos consumidores tornam-se atualmente essenciais para subsidiar a tomada de decisão. Neste contexto, o geoprocessamento emerge como ferramenta de elevado potencial para auxiliar nos processos de tomada de decisão relativos às redes de distribuição de energia. O geoprocessamento consiste num conjunto de tecnologias que reúne numerosos recursos para a coleta, o processamento e a análise de informações espaciais, ou seja, de informações cuja localização geográfica seja uma característica inerente.

A face mais conhecida e visível do geoprocessamento são os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), softwares especializados no processamento e análise de dados espaciais que constituem a ferramenta diretamente manuseada pelos usuários. A capacidade desses sistemas para integrar informações de origens e formatos diversos, mantendo tanto a expressão numérica quanto geográfica das variáveis, tem demonstrado potencial cada vez maior para avaliações e diagnósticos relacionados a redes de distribuição de qualquer natureza,

O emprego da tecnologia do geoprocessamento no gerenciamento energético de redes de distribuição possibilita sensíveis ganhos em tempo e qualidade dos resultados, permitindo a realização de avaliações complexas em grandes extensões territoriais. Torna-se possível integrar informações existentes em bancos de dados convencionais (relacionais) com dados mapeados, gerando resultados de elevado valor para racionalizar a aplicação de recursos financeiros e subsidiar a tomada de decisão na escolha de alternativas mais adequadas do ponto de vista técnico e econômico.

Em nível mundial o geoprocessamento é amplamente utilizado em empresas de *utilities* de diversos ramos, como distribuidoras de energia, gás e água, operadoras de telecomunicações, gestão de logística, entre outros. No Brasil, com a concorrência fomentada com as privatizações, já se registra casos de empresas do setor energético que empregam o geoprocessamento em algumas atividades relacionadas ao planejamento e gerenciamento da rede de distribuição, como a CEMIG, a COPEL, a ESCELSA e a CERJ. Embora as necessidades das empresas do setor sejam semelhantes em termos de gestão, as peculiaridades da rede e a estrutura organizacional e operacional de cada uma exigem o desenvolvimento de soluções customizadas, adaptadas às suas especificidades e às dos seus consumidores.

O requisito básico para o uso de um SIG no gerenciamento de redes de distribuição é a disponibilidade de uma base cartográfica, ou seja, de um mapa básico da rede e da infraestrutura da região a ser estudada. Geralmente existe algum tipo de mapeamento disponível na maior parte dos municípios brasileiros, que necessita ser convertido para a forma digital, complementado e adequadamente estruturado para inclusão no sistema. A base cartográfica serve como referencial para a plotagem de todas as informações existentes sobre a região em foco, que passam então a serem consideradas em relação à sua posição no espaço.

O presente texto constitui um dos resultados do projeto de parceria entre a PUCRS e a AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia que visa o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para a gestão e planejamento energético da companhia. É fruto do esforço de

integração de diferentes bases de dados para gerar conhecimento e maximizar o aproveitamento da informação na tomada de decisão em todos os níveis, do estratégico ao operacional.

Atualmente a área de tecnologia da informação da AES-Sul oferece um sistema de gerenciamento da rede de distribuição e de sua expansão. As informações dos equipamentos que conformam a rede estão armazenadas em uma plataforma de banco de dados Oracle.

No entanto há interesse de monitorar e telecomandar a rede elétrica em tempo real com o intuito de agilizar e melhorar o serviço de distribuição. Para tanto um correto ajuste da base cartográfica com relação à área de concessão, bem como uma modelagem adequada para a visualização espacial das informações da rede de distribuição são necessárias para o sucesso do projeto.

## **2. Objetivos**

O objetivo geral do estudo consiste em proporcionar o planejamento integrado dos recursos energéticos para servir como base das decisões estratégicas, buscando maximizar a efetividade das mesmas face às ações de maior eficiência no curto prazo a partir de dados de fácil correlação advindos de diferentes bases de dados tendo como referência a sua localização geográfica.

Associando-se as informações com a sua localização, busca-se também efetivar a gestão ampla do sistema de distribuição, tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta, objetivando um programa de obras e ações ao mínimo custo.

Entre os objetivos específicos, destacam-se os seguintes:

- Adequação do banco de dados de oferta visando à estruturação de um sistema de apoio à decisão para possibilitar a gestão de programas de eficientização energética das diferentes classes de consumidores além de possibilitar um controle de carga nos alimentadores que compõem o circuito;
- Espacialização da rede de distribuição (geração de um mapa da rede) a partir das coordenadas geográficas dos componentes armazenados no banco de dados de inventário;
- Vinculação do banco de dados à representação espacial da rede de distribuição a fim de proporcionar um conhecimento maior dos consumidores de determinado alimentador e obter as características deste para simular previsões futuras do comportamento da demanda.
- Avaliação da possibilidade de aproveitamento de bases cartográficas urbanas existentes para combinação com a representação espacial da rede de distribuição, ajustando ambas a um sistema de coordenadas conhecido para possibilitar a futura inclusão de novos dados através de levantamentos em campo com receptores de GPS (*Global Positioning System*);

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Área de estudo**

A área objeto do presente estudo compreende o município de Novo Hamburgo. A sede municipal, localiza-se a 42 Km do município de Porto Alegre. Sua superfície é de 22.235 ha

(IBGE, 1991). A população atual é de 244.274 habitantes, totalizando 67.987 consumidores residenciais de energia elétrica fornecida pela empresa AES-SUL (AES, 2002).

### 3.2. Material utilizado

Por tratar-se de um estudo de caso, em que o foco é a metodologia de integração de dados, a geração de conhecimento e a avaliação de potencialidades, buscou-se reduzir custos utilizando apenas equipamentos e softwares disponíveis nas dependências dos parceiros (PUCRS e AES Sul). O material utilizado, portanto, não representa necessariamente os recursos tecnológicos mais avançados, consistindo basicamente nos seguintes itens: Microcomputadores; Aparelhos receptores de GPS (*Global Positioning System*); Base cartográfica vetorial com o arruamento da área urbana de Novo Hamburgo; Banco de dados cadastral da rede de distribuição de energia do município de Novo Hamburgo; Software de projeto apoiado por computador Autocad 2000 (Autodesk); Software de Sistema de Informação Geográfica Idrisi32 Release 2.2 (Clark Labs); Ambiente de desenvolvimento Microsoft Visual Basic 6.0; Plataformas de Sistemas de Gerenciamento de Banco de dados Oracle 8.0 e Microsoft Access 2000

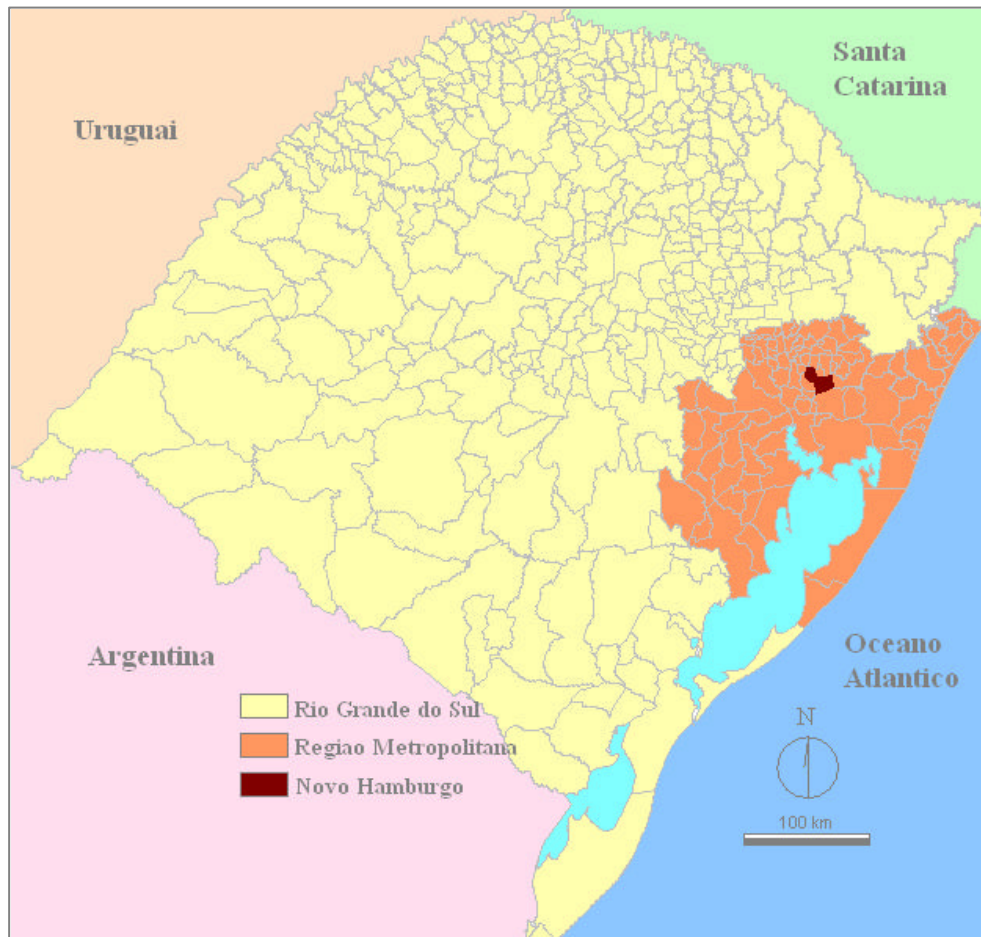


Figura 1. Localização do município de Novo Hamburgo no estado do Rio Grande do Sul e Região Metropolitana de Porto Alegre.

### 3.3. Metodologia empregada

A metodologia empregada envolveu basicamente dois processos, um relativo à reestruturação e adequação do banco de dados existente e outro relacionado à preparação da base

cartográfica de arruamento, a representação espacial da rede de distribuição e a combinação dos dois mapas.

- Levantamento dos atributos necessários dos equipamentos de distribuição para gestão energética da rede de energia;
- Espelhamento dos bancos de dados de oferta e demanda a fim de reestruturar e armazenar as informações e atributos necessários dos equipamentos e dos alimentadores que compõem a malha de distribuição;
- Extração dos dados de posicionamento geográfico dos segmentos que compõem os alimentadores e dos equipamentos do banco de dados de inventário, a partir das coordenadas armazenadas;
- Geração de arquivo ASCII nas especificações do formato de intercâmbio de dados vetoriais do software Idrisi32, indexando cada elemento da rede com sua chave do banco de dados.

A preparação da base cartográfica e sua combinação com a representação espacial da rede de distribuição envolveu uma série de passos para harmonizar ambas as informações com vistas a seu uso conjunto, quais sejam:

- Importação de arquivo vetorial em formato DXF disponível na empresa, contendo o mapa de arruamento da cidade de novo Hamburgo;
- Importação para o software Idrisi32 do arquivo ASCII gerado anteriormente a partir do banco de dados, criando um mapa vetorial contendo a representação espacial de dos segmentos de linha e equipamentos da rede de distribuição;
- Levantamento dos parâmetros do sistema de coordenadas e do sistema de referência cartográfica empregados no mapa de arruamento. Constatou-se que tanto os arquivos digitais referentes ao arruamento quanto as coordenadas dos componentes da rede de transmissão contidas no banco de dados de inventario foram construídos com base na projeção Transversa de Mercator, com deslocamento da origem do sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) para evitar a divisão do Estado do Rio Grande do Sul em dois fusos com coordenadas não contíguas. Com base nas informações existentes recuperou-se os parâmetros matemáticos necessários para a transformação de coordenadas entre o sistema utilizado e outros sistemas existentes;
- Coleta de pontos em campo com receptor GPS percorrendo-se toda a área urbana de Novo Hamburgo. Os pontos coletados serviram como coordenadas de referência para ajustar o mapa de arruamento (pontos notáveis, como cruzamento de ruas, pontes, rotula, etc.) a um sistema de coordenadas conhecido com um nível de acuracidade apropriado ao gerenciamento da rede;
- Ajuste, em laboratório, do mapa de arruamento da área urbana e do mapa da rede de distribuição de Novo Hamburgo a um sistema de referência cartográfica conhecido, através dos pontos coletados em campo com GPS, utilizando uma transformação polinomial de primeiro grau (sistema de coordenadas UTM, Datum Sad 69, ajustadas). Verificou-se que nos mapas originais da empresa havia deslocamentos da ordem de centenas de metros (200 a 300m em alguns pontos), o que dificultava o acréscimo rápido de novas informações obtidas em levantamentos em campo com GPS ou por topografia.

- Vinculação da rede de distribuição com o banco de dados de inventário existente, através da indexação dos elementos gráficos com os mesmos códigos dos respectivos registros no banco de dados.

#### 4. Resultados e discussão

Os resultados obtidos correspondem aos seguintes itens:

- Mapa de arruamento da área urbana de Novo Hamburgo ajustado a um sistema de coordenadas conhecido (Figura 2);
- Mapa da rede de distribuição de energia, alimentadores e seus equipamentos, ajustado a um sistema de coordenadas conhecido e indexado para conexão com os atributos armazenados no banco de dados de inventário (Figura 2 e Figura 3);
- Banco de dados reestruturado, permitindo consultas relacionando os tipos de clientes e respectivos consumos típicos com a rede elétrica e esta com suas características técnicas.

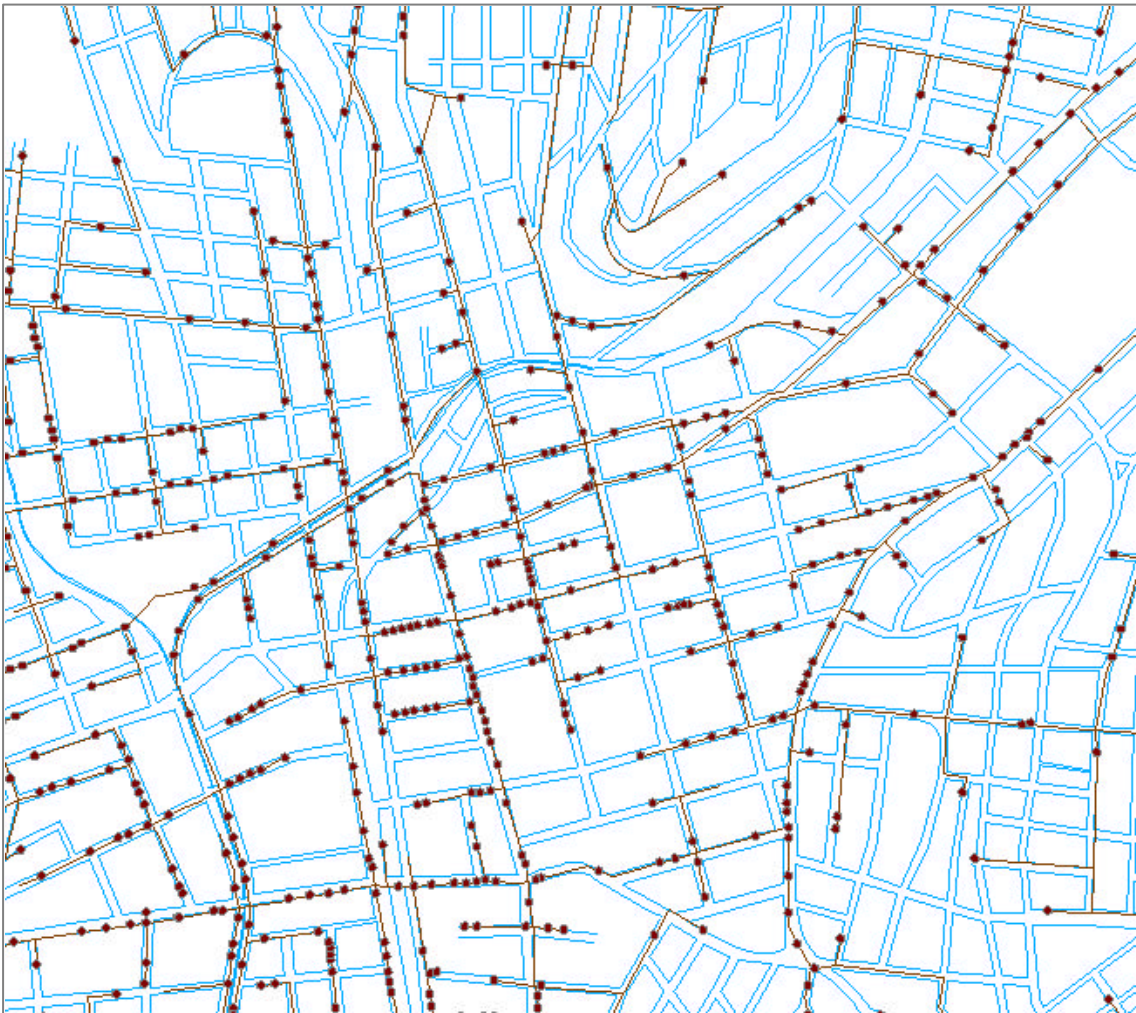


Figura 2. Vista parcial do mapa de arruamento de Novo Hamburgo e do mapa da rede de distribuição gerada a partir das coordenadas do banco de dados, ajustados a um sistema de coordenadas conhecido através de GPS.



Com o ajuste do mapa de arruamentos e da rede de transmissão a um sistema de referência cartográfica conhecido reduziu-se o erro posicional de cerca de 200m para aproximadamente 7m. Esse nível de acuracidade abre a possibilidade de futuramente realizar-se a atualização da rede mediante a utilização de receptores de GPS, efetuando o mapeamento dos novos elementos e consumidores automaticamente. Os novos dados mapeados poderão também ser utilizados para atualizar facilmente o banco de dados, mediante indexação.

A integração da tecnologia de informação, atualmente representada pelo banco de dados de inventário, com os dados geoespaciais permite consultas gráficas e alfanuméricas e a análise territorial da rede de distribuição da empresa. Torna-se possível visualizar todos os aspectos da rede com sua respectiva localização. Tarefas como localizar rapidamente elementos da rede, visualizar circuitos, imprimir mapas da rede, localizar clientes, traçar a conectividade, listar os atributos de cada elemento, localizar falhas de energia e realizar cálculos de simulação elétrica ficam em muito facilitadas.

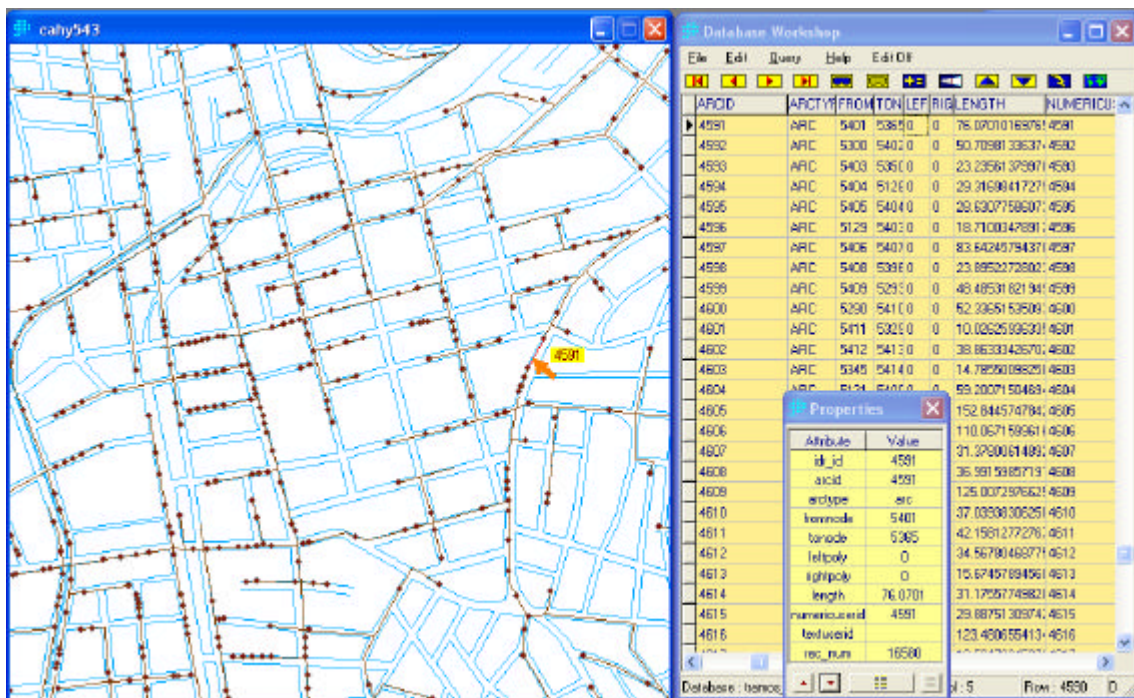


Figura 3. Vista parcial do mapa da rede de distribuição vinculada aos atributos do banco de dados

Em outras palavras, a integração das duas tecnologias permite planejar, operar e manter eficientemente a rede de distribuição, possibilitando análise e monitoramento em tempo real e georreferenciados. A realização de simulações para avaliar demandas e impactos futuros sobre a rede também torna-se possível. Um bom exemplo é o lançamento do crescimento vegetativo do consumo em uma porção da rede para visualizar as zonas onde haverá estrangulamento da capacidade do sistema, dirigindo investimentos para ampliação da oferta conforme as necessidades previstas.

## 5. Conclusões

O estudo desenvolvido no município de Novo Hamburgo mostrou que existe a possibilidade de associar as informações do banco de dados cadastral da rede de distribuição com uma base cartográfica contendo sua representação espacial. Com uma base cartográfica adequadamente georreferenciada torna-se possível também futuramente complementar a rede de distribuição com os novos elementos facilmente a partir de levantamentos em campo com GPS ou da simples introdução de suas coordenadas de projeto.

A evolução no que se refere à introdução dessa tecnologia na empresa depende agora de um levantamento dos requisitos, da seleção da(s) ferramenta(s) mais adequada(s) disponível(is) no mercado e do desenvolvimento de aplicativos para atender as suas necessidades específicas.

Ressalta-se que geoprocessamento constitui uma ferramenta importante no apoio à decisão, devendo ficar próximo aos administradores/tomadores de decisão pois faculta uma percepção da realidade muito além da avaliação subjetiva a que todos os seres humanos estão sujeitos.

## 6. Referências

- Burrough, P.A. & McDonnell, R.A. 1998. *Principles of Geographic Information Systems: Spatial Information Systems and Geostatistics*. Oxford University Press. New York, 1998.
- Goodchild; M.R. (Editor). 1990. *The Accuracy of Spatial Databases*. Book News, Inc. Portland, 1990.
- Grimshaw, D.J. 1994. *Bringing Geographical Information Systems into Business*. John Wiley & Sons. 1994
- Hansen, A. 2002. *Metodologia de pesquisa para estudo do Mercado residencial de energia eólica de Novo Hamburgo*. Projeto de Gestão de energia em programas anuais de combate ao desperdício e promoção do uso racional de energia para a concessionária AES Sul. Relatório de Pesquisa.
- Harder, C. 1999. *Enterprise GIS for Energy Companies*. Esri Press. 1999.
- Maguire, D.J.; Goodchild, M.F.; Rhind, D. 1991. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. 2 Vol. John Wiley & Sons. 1991.