

## SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO AO PLANEJAMENTO DE TRÂNSITO E TRANSPORTES

**Luciano dos Santos**

Mestrando em Engenharia Urbana pela UFSCar  
[lucianogeo@hotmail.com](mailto:lucianogeo@hotmail.com)

**Denise Labrea Ferreira**

Profª Drª do Instituto de Geografia  
[jade@ufu.br](mailto:jade@ufu.br)

### ABSTRACT

*This work seeks the activities of implantation a Geographical Information System (GIS) in the traffic and transport department of Uberlândia (MG-Brasil) – SETTRAN. The work describe the problems in the traffic and transport planning and the improvement the use of GIS can do and finish with a method implantation of GIS.*

**Key words:** GIS, planning, traffic, transports.

### GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APPLIED TO THE TRANSIT AND TRANSPORT PLANNING

### RESUMO

*Este trabalho descreve a atividade de implantação de um Sistema de Informações Geográficas na Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes – SETTRAN do município de Uberlândia no estado de Minas Gerais - Brasil. No início é feita uma abordagem sobre os problemas encontrados no planejamento de trânsito e transportes e os benefícios que a utilização de um SIG pode trazer e finalizamos com a metodologia de implantação do SIG.*

**Palavras-chave:** SIG, planejamento, trânsito, transportes.

## 1 INTRODUÇÃO

Uberlândia está localizada no sudoeste do Estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, situada nas coordenadas geográficas 18°91'86 "de Latitude Sul e 48°27'72" de longitude oeste. O município possui um total de

4103 Km<sup>2</sup> com uma população de 506.000 habitantes e segundo o último censo realizado pelo IBGE em 2000, cerca de 97% da população reside em áreas urbanas.

Uberlândia possui um malha viária urbana de cerca de 2300 km e de acordo com o DENATRAN uma frota de veículo estimada em 170 mil veículos motorizados

---

Recebido em: 12/03/2004

Aprovado para publicação em: 16/05/2004

([www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br)), tendo uma média de 2,9 hab./veic. frente a média nacional que é de aproximadamente 5,9 Hab./Veic. (IPEA, 2003).

Segundo SOARES & RAMIRES (1993) o espaço urbano de Uberlândia sofreu significativas transformações nos últimos 30 anos. Estas transformações ocorreram em função do crescimento populacional e desenvolvimento econômico do município, adensando as áreas urbanas, expandindo as periferias e verticalizando o centro. Ainda de acordo com os autores, estes aspectos podem ser visíveis através da diversificação do centro da cidade.

Com a rápida urbanização gerada nos últimos anos, o Brasil passou a ser um país com 80% das pessoas vivendo em áreas urbanas. Esse crescimento acelerado ocasionou uma rápida saturação das vias de passagem, com tráfego além da capacidade física.

A saturação destas vias vem ocasionando diversos problemas no cotidiano das pessoas residentes em áreas urbanas. Elevado número de acidentes, conflituosa, deixando o uso e ocupação do solo a mercê de decisões independentes de indivíduos e empresas.

Para RESENDE (1982), a classe dominante que assume o poder leva a sua ideologia particular (ponto de vista), a toda

congestionamentos, atrasos desnecessários e transportes coletivos com superlotação gerando desconforto para os passageiros, são alguns exemplos que podem ser facilmente observados nas grandes cidades.

Segundo FERREIRA (1990), os problemas gerados pelo transporte urbano são um dos fatores agravantes da baixa qualidade de vida urbana que é sentida por toda a população.

Esta situação nos leva a pensar que medidas podem ser tomadas para a resolução destes problemas. Desta forma o planejamento urbano se torna fundamental como instrumento de administração pública.

De acordo com SILVA (2003) o planejamento urbano surge para combater a crise urbana, fruto do crescimento não planejado. E de acordo com VASCONCELLOS (2000) o planejamento urbano define a forma como o espaço deve ser ocupado para os diversos fins. Entretanto em países em desenvolvimento há uma arena política altamente a população, como sendo um ponto de vista universal.

E ainda segundo a autora, este conteúdo ideológico pode ser visto de maneira não explícita, na elaboração dos planos diretores que visam o conhecimento e

ordenação do meio urbano, sem, no entanto resolver os problemas da população como um todo.

Os planos diretores surgem como parte do planejamento urbano com o objetivo de alcançar o conhecimento e a ordenação dos municípios melhorando a qualidade de vida da população. Conforme descrito no Plano Diretor de Uberlândia:

*Art 1° - O Plano Diretor é um instrumento básico do processo de planejamento municipal que determina diretrizes e ações para a implantação de políticas de desenvolvimento urbano, rural e de integração do Município de Uberlândia.*

*E em seu Art. 2°*

*Art 2° - O Plano Diretor tem como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções urbanas do Município, na busca de melhor qualidade de vida para a população.*

Entretanto, para que sejam atingidos estes objetivos os órgãos gestores municipais necessitam de informações atualizadas sobre o desenvolvimento municipal. Sem informações atuais e consistentes, não é possível planejar adequadamente.

Neste contexto, o geoprocessamento surge como um método poderoso capaz de organizar e recuperar dados municipais relativos ao transporte, meio ambiente, cadastro urbano, educação, saúde, segurança pública, infra-estrutura, planejamento e outras informações comumente dispersas e independentes.

Segundo CÂMARA (1996), o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas.

Com a evolução dos computadores nas últimas três décadas, surgiu uma série de programas capazes de realizar uma maior aproximação entre o espaço geográfico e a informação espacial.

Estes programas, denominados de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, é um sistema que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados (CÂMARA, 1996).

Estes sistemas eram utilizados inicialmente apenas no auxílio à elaboração de mapas e vem sendo usados cada vez mais no auxílio de extração de informações e tomadas de decisões importantes.

Segundo HARA (1997), um SIG emprega um banco de dados para armazenamento e recuperação de informações, o qual pode também ser aproveitado para gerar outras formas de análise de dados e facilitar a tomada de decisões.

E ainda, de acordo com o mesmo autor, um SIG é composto por cinco sub-sistemas:

- Interface: define com o sistema é operado;

- Entrada de dados: converte dados capturados em formato digital;
- Visualização e plotagem: apresenta resultados em uma variedade de formas com mapas, imagens e tabelas;
- Transformação, consulta e análise espacial: provê métodos para o processamento de imagens e técnicas para consulta e análise espacial; e
- Gerência de dados espaciais: organiza, armazena e recupera dados.

De acordo com CÂMARA (1996):

*“As ferramentas computacionais para Geoprocessamento chamadas Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes ao criar banco de dados”.*

E de acordo com DAVIS (1998) “A utilização do sistema de informações geográficas para o planejamento permite:

- A construção de um modelo, baseado em entidades espaciais, para diagnóstico do crescimento e dinâmica espacial urbana;
- O monitoramento do crescimento urbano;
- A definição das tendências de expansão;
- A identificação dos agentes que interferem neste processo de crescimento e a sua dinâmica de atuação.

Assim a utilização de um SIG se torna ferramenta fundamental para enfrentar as novas e velhas dificuldades advindas do planejamento urbano. Como exemplo podemos ver que a realização de diversas análises setoriais pode ser bastante simplificada pela utilização do geoprocessamento, obtendo uma melhoria significativa tanto na fase de coleta de

dados quanto na visualização de resultados, utilizando recursos gráficos do sistema.

No planejamento urbano o geoprocessamento pode ser utilizado para o cadastro urbano através da localização de endereços, ou mesmo por concessionárias de água, eletricidade e telefonia, visto que esses órgãos são obrigados a lidar com um conjunto enorme de informações espaciais<sup>2</sup>. Não só por se tratar de informações de boa parte do patrimônio das empresas, mas também por conter informações primordiais para o bom desempenho e eficiência do serviço prestado.

Nas áreas de segurança pública é possível criar áreas de jurisdição associadas a instalações fixas (Delegacias, ou postos de atendimento), planejar o patrulhamento veicular, realizar análises estatísticas de ocorrências de violência através das informações geográficas e agilizar o atendimento a chamadas de acidentes.

A área de transportes é também bem abrangida pela utilização de SIG's, existindo até mesmo várias ferramentas desenvolvidas especificamente para esta área de atuação. Neste caso podemos destacar o software TRANSCAD<sup>®</sup> que

---

<sup>2</sup> Neste Trabalho o termo Espacial é utilizado para informações que possuem localização no espaço geográfico.

possui uma capacidade de implementar modelos tradicionais de sistemas de transportes.

As aplicações de geoprocessamento voltadas para os transportes demandam uma grande quantidade de informações sobre a malha viária destacando principalmente o traçado das vias, sentido de tráfego, conversões permitidas, tipos de pavimentação, nomes de vias e sinalização de trânsito existente para fins de manutenção.

Atualmente existe uma grande utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIG's, aplicados ao Planejamento de Transportes, sendo utilizado com maior frequência para o registro e acompanhamento estatístico de acidentes de tráfego. Entretanto várias outras aplicações utilizam esta ferramenta, tais como:

- Acompanhamento de veículos através de receptores GPS;
- Roteamentos de cargas;
- Análises de menor percurso;
- Manutenção de sinalização.

A aplicação de acompanhamentos de veículos ganha destaque na localização de viaturas policiais e ambulâncias no meio urbano e no acompanhamento de caminhões de cargas e valores. Atualmente estas aplicações também estão sendo utilizadas em sistemas de vigilância para a

localização de veículos de grandes empresários e mais recentemente para a o monitoramento de veículos de transportes coletivos urbanos, objetivando a redução de atrasos desnecessários proporcionando uma melhor qualidade na prestação de serviços ao usuário.

Segundo FERREIRA (2000), o uso do SIG no processo de planejamento tem com objetivo estruturar as informações, facilitando a tomada de decisões, garantindo uma harmonia entre os setores, procurando atingir uma qualidade de vida desejada por toda a população.

Desta forma o Planejamento Urbano, encontra no Sistema de Informações Geográficas – SIG, um aliado eficiente na resolução de problemas nas mais diversas áreas, inclusive nas áreas de Planejamento de Trânsito e Transportes.

## **2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

A SETTRAN é o órgão gestor da Prefeitura Municipal de Uberlândia, possuindo divisões responsáveis pelas áreas de Trânsito e Transporte do município.

A implementação do Banco de Dados Geográfico na Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes – SETTRAN foi motivada como um elemento agregador de

novas rotinas de trabalho e gerenciamento de dados e informações. (SOUSA *et alli*, 2003)

Para a implantação do GEOSETTRAN foram utilizados os softwares AutoCAD MAP<sup>®</sup>, MAPINFO<sup>®</sup> 7.0, ACCESS<sup>®</sup> 2000 e Windows<sup>®</sup> 2000 Professional, rodando em um servidor Compac<sup>®</sup> de 400Mhz. Estes softwares foram usados em várias etapas do projeto GEOSETTRAN, principalmente o ACCESS, que por ser um Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD, foi a base para o desenvolvimento do projeto.

O AutoCAD MAP<sup>®</sup> é um SIG desenvolvido pela Autodesk<sup>®</sup> e neste projeto o software foi utilizado para a conexão dos objetos aos seus atributos e para as operações em que são necessárias análises topológicas tais como relações de vizinhança e melhor rota.

O MAPINFO<sup>®</sup> foi utilizado para a realização de mapas temáticos e consultas espaciais através de comando em SQL. Essa escolha se deu pela facilidade de manuseio desta ferramenta por usuários menos experientes, o que a torna bem diferente do AutoCAD MAP, cuja interface com o usuário não é tão amigável, principalmente na elaboração de consultas. O MAPINFO também possui uma ferramenta para realizações de análises topológicas, entretanto esta

ferramenta é vendida em um pacote separado denominado MapBASIC<sup>®</sup> que infelizmente não foi adquirido pela SETTRAN.

O projeto GEOSETTRAN prevê a publicação de todas as informações relativas a operação do sistema de transporte coletivo, serviços de táxi, volumes de veículos, pontos críticos de acidentes e sinalização viária.

Para isto, foi necessária a escolha de uma base cartográfica em formato digital completa e atualizada. Dentre os problemas encontrados para a implantação do GEOSETTRAN, este foi um dos que demandou maior esforço para superação.

A SETTRAN ainda não conta com um Sistema de Gerenciamento de Projetos (WorkFlow) e frente a isto, existem vários mapas digitais da cidade em arquivos do AutoCAD<sup>®</sup> espalhados pelos diversos micros computadores existentes na SETTRAN.

Muitas alterações de vias, sinalização e linhas de ônibus eram feitas apenas no mapa em que o técnico estava desenvolvendo tais mudanças, não sendo repassado para os outros mapas.

O problema se tornava pior no momento em que, por descuido e desatenção, as coordenadas geográficas e escala do mapa

eram alteradas, tornando difícil a importação e sobreposição dos mapas.

Após um grande processo de filtragem, análise e correção deste problema, houve a escolha da base cartográfica que seria utilizada, e esta mesma base sendo disponibilizada pela rede em uma pasta chamada GEOSSETTRAN para ser utilizada como base aos setores que estariam envolvidos com o sistema de Geoprocessamento. A base cartográfica escolhida utiliza o sistema de coordenadas UTM – Universal Transversa de Mercator, DATUM SAD 1969, ZONA 22, para o Hemisfério Sul. A utilização deste sistema de coordenadas se enquadra perfeitamente com a escala de trabalho escolhida (metros) sendo também utilizada por

outros órgãos da Prefeitura Municipal de Uberlândia – PMU.

Essa base de dados, por conter informações de toda a malha urbana de Uberlândia, consumia grande quantidade de memória dos equipamentos, visto que um mesmo arquivo contava com vários LAYERS diferentes (Drenagem, Quadras, Rede\_viária, etc...) que na maioria das vezes não são todos utilizados ao mesmo tempo. Desta forma decidiu-se a sua separação em vários arquivos diferentes sendo um arquivo para cada LAYER, preservando a sua escala e seu sistema de coordenadas, a fim de se obter uma maior agilidade durante o trabalho. Deste modo foram criados os arquivos apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1**

Descrição dos arquivos criados após separação dos LAYERS

Arquivos	Conteúdo
Quadras	Contém todos os polígonos representando as quadras da área urbana de Uberlândia
Rede_viária	Linhas representando cada logradouro da área urbana
Eixos	Linhas representando o eixo viário das vias atendidas pela CTA – Central de Tráfego em Área
Semáforo	Pontos de localização de todos os semáforos
Drenagem	Rede fluvial localizada dentro da área urbana
Bairros	Polígonos representando os bairros
Nomes_ruas	Nomes oficiais dos Logradouros da cidade
Laços	Localização dos laços detectores de veículos
Linhas_ônibus	Trajectoria das linhas de transporte coletivo

O arquivo da Rede\_viária foi o que demandou maior tempo de trabalho, pois ele consiste em uma “malha de

centerlines” ou seja, um link passando em cada logradouro, onde foi associado o atributo alfanumérico.

Este arquivo estava com vários links “quebrados” e muitas linhas sem conexões, inviabilizando assim uma relação topológica entre essas linhas, sendo

necessário à criação de novos links e a verificação dos links que não estavam conectados para que pudessem ser corrigidos (Figura 1).

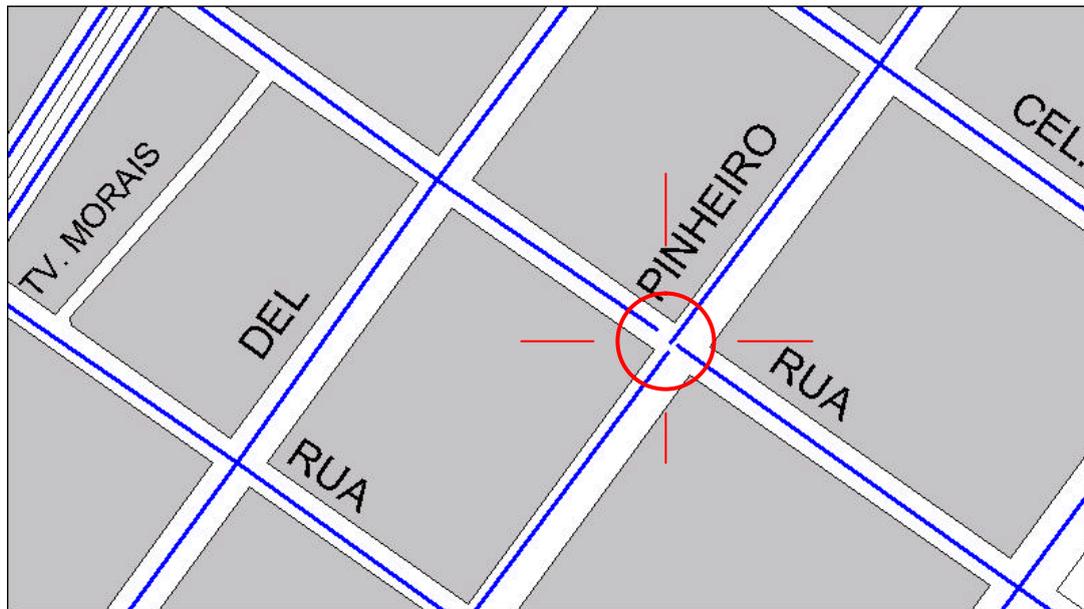


Figura 1 - Links quebrados e desconectados uns dos outros

Resolvido o problema da base cartográfica, foram feitas atualizações no Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD, Microsoft Access<sup>®</sup> onde se encontram as tabelas de logradouros, semáforos, bairros, acidentes de trânsito, laços e volumes.

Segundo CÂMARA (1996), um SGBD funciona independente do aplicativo, armazenando dados no disco rígido e carregando-os em memória para manipulação e de acordo com DATE (1994) in HARA (1997), um SGBD consiste em uma relação de dados inter-

relacionados e de um conjunto de programas para acessá-los.

Antes de realizar a conexão dos objetos gráficos aos seus respectivos atributos no Banco de Dados, se faz necessário à elaboração de um sistema de conexão dos dados, mais conhecido como modelo conceitual. Um modelo conceitual consiste na representação e no relacionamento dos objetos que serão utilizados. Segundo LISBOA FILHO (2000):

*“Independentes das plataformas de hardware e software, os modelos conceituais permitem representar, de maneira abstrata, formal e não ambígua, a realidade da aplicação, facilitando a comunicação entre projetistas e usuários”.*

O modelo conceitual utilizado para este projeto foi o OMT-G, pois é um modelo específico para a modelagem de dados geográficos. Na modelagem geográfica são representadas, além dos atributos alfanuméricos, as entidades gráficas como ponto, linha e polígonos e o relacionamento espacial entre elas.

O modelo utilizado permite a diferenciação de dados geográficos e alfanuméricos, permitindo ainda a especificação de métodos de associações.

#### Segundo BORGES (1997)

*“O OMT-G fornece primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, suportando estruturas topológicas, estruturas de redes, múltiplas visões dos objetos e relacionamentos espaciais”.*

A Figura 2 apresenta o resultado da modelagem geográfica do GEOSSETTRAN.

Segundo HARA (1997), a conexão de dados gráficos (espacial) a dados tabulares (descritivos) é fundamental para o desenvolvimento de um SIG. Um dado espacial possui uma localização expressa por coordenadas de um mapa e os dados tabulares são todas as informações pertinentes ao respectivo objeto espacial.

Para que ocorra a conexão destes dados de maneira correta, CÂMARA (1996), sugere três condições que devem ser obedecidas:

- • Manter um relacionamento único entre dados gráficos e registros nas tabelas;
- • Manter essa ligação de dados gráficos a atributos através de um único identificador;
- • Manter esse identificador na tabela que contém o gráfico e no arquivo que contém o registro correspondente na tabela.

A associação dos objetos aos atributos é feita de forma manual, conectando cada objeto aos seus atributos correspondente. Para a associação dos objetos foi utilizado o software AutoCAD MAP<sup>®</sup> através do sistema de conexão ODBC ao software Microsoft Access<sup>®</sup>.

Essa associação foi feita com uma tabela de consultas e não com a tabela original. Esta decisão foi tomada a fim de se evitar que usuários inexperientes alterassem o código ou descrição do logradouro, sendo esta alteração permitida apenas pelo administrador do banco de dados. Desta forma, os atributos do banco de dados são preservados e em caso de alterações, estas são repassadas automaticamente para o SIG através do comando “Refresh”.

Para a associação dos Logradouros foi criada uma consulta no Access contendo os Atributos: Cód, Descrição e Bairro e associando a cada linha do mapa Rede\_viária.



informações são a base para funções de SIG e Análises Espaciais, como por exemplo, o cálculo de menor percurso entre dois pontos (*Path Trace*).

A topologia é constituída a partir de três gráficos: pontos, linhas e polígonos, e a maioria dos SIG's disponibiliza três tipos de topologia:

- Topologia de Nó – Define a inter-relação de pontos e são sempre usadas em conjunto com outras topologias;
- Topologia de Rede – Considera a interconexão de linhas (Links) formando uma rede linear, sendo as linhas conectadas através de pontos (Nó);
- Topologia de Polígonos – Considera a interconexão de linhas que formam um polígono.

A topologia utilizada para os logradouros foi o modelo de Rede, visto que esta topologia atenderia os objetivos do trabalho. Após a geração da Topologia de Rede cada linha de logradouro foi transformada em um segmento de Link, dando origem a dois novos arquivos (cf. Tabela 2). Este segmento de Link foi automaticamente identificado com um

número (ID), recebendo ainda atributos alfanuméricos de Start\_Nó, End\_Nó e Direction.

Esta topologia preservou ainda o código do Logradouro que havia sido associado anteriormente ficando o segmento de Link com as informações apresentadas na Tabela 3.

Este atributo de direção “Direction” possui um valor que descreve o sentido do Link, sendo “0” para bi-direcional, “1” para o sentido em que a linha foi criada (From-To) e “-1” para o sentido contrário de criação da linha (To-From).

Para que fosse possível a utilização das ferramentas de localização de menor percurso, o valor do Atributo “Direction” da tabela de Links, teve de ser alterado em algumas vias, visto que seria necessária a direção correta do fluxo da via, a fim de tornar a análise compatível com a realidade. Essa alteração foi realizada em cada logradouro, comparando o sentido de real de direção da via com o que estava sendo demonstrado no mapa.

**Tabela 2**

Arquivos criados após a geração da Topologia de Rede

Arquivos	Conteúdo
Links	Representa cada Segmento de via (Quarteirão)
Nós	Pontos de conexão de Links contendo um numero identificador (ID)

**Tabela 3**

Rede\_viária após geração da Topologia

<b>Tipo de Objeto: Linhas</b>	
<b>Atributos</b>	<b>Descrição</b>
ID	Número de identificação de cada segmento de linha, sendo considerado como chave-primária.
Cd_Logradouro	Número de logradouro associado a cada segmento sendo utilizado para conexões com outros bancos de dados
Start_Nó	Ponto inicial do segmento de linha
End_Nó	Ponto Final do Segmento de Linha
Direction	Direção de Fluxo da via

Após essas alterações o sistema permite efetuar uma análise espacial para calcular o menor percurso entre dois pontos. Como exemplo, pode ser usado para calcular a melhor a ser percorrido pelo transporte escolar, a fim de se encontrar um menor tempo de percurso para buscar os alunos em suas residências e leva-los para a escola, reduzindo gastos de equipamentos e combustíveis.

Esta análise pode ser executada utilizando o Software AutoCAD MAP<sup>®</sup> através a ferramenta “Network Analysis” no menu Map/Topologia selecionando o ponto inicial onde o transporte escolar iniciará seu percurso passando em cada residência dos alunos até o local da escola. Desta forma o sistema executará os cálculos e indicará a melhor rota.

Após o término da geração da Topologia, foi gerado um mapa temático digital do sentido das vias no software Mapinfo<sup>®</sup>.

Este mapa tem sido de grande utilidade e de fácil manuseio. O mapa anterior era disponível em papel e todas as alterações eram feitas no mesmo. Após algum tempo de utilização o mapa se encontrava com vários pontos “borrados” devido à utilização de produtos de correção de texto, possibilitando erros de compreensão.

Após a geração do mapa digital de sentido das vias, as correções agora podem ser feitas de maneira simples, através da ferramenta de consulta, utilizando o nome ou código dos logradouros a serem alterados.

O resultado desta consulta é apresentado na janela de mapa do Mapinfo<sup>®</sup> onde pode ser feita à alteração do código de direção da via através do atributo “Direction” sendo automaticamente modificado no mapa.

A grande vantagem deste mapa é a sua possibilidade de consulta por vários

usuários ao mesmo tempo, através da rede de micro-computadores da SETTRAN, sendo o mesmo impresso somente em ocasiões de apresentação formal, reduzindo assim custos com material de impressão.

Após a conexão dos logradouros aos seus atributos correspondentes no banco de dados e após a geração da topologia de rede, consultas simples para a localização de logradouros já são possíveis, conforme visto no exemplo anterior. Entretanto o presente trabalho objetiva a realização de consultas pontuais, ou seja, a localização de uma interseção entre dois logradouros (Floriano Peixoto com Santos Dumont) ou a localização de parte de uma avenida (Link) localizada entre dois logradouros (Santos Dumont entre Afonso Pena e Floriano Peixoto).

Esse tipo de consulta e localização é extremamente importante quando se deseja trabalhar com informações que ocupam somente parte da via. Podemos citar como exemplo o mapeamento de pontos críticos de acidentes de trânsito. Se pegarmos como exemplo os acidentes ocorridos na Av. Floriano Peixoto, veremos que eles acontecem com maior frequência em determinados locais, não representando a mesma situação para toda a via. Desse modo, o sistema deve permitir a associação

dos acidentes de trânsito em cada link, de acordo com o endereço contido no Boletim de Ocorrência – BO preenchido pela Polícia Militar – PM ou pelos agentes de trânsito da PMU.

Se associarmos os acidentes de trânsito ao link do logradouro completo o mapa de acidentes de trânsito apresentaria somente as ruas onde ocorreram os acidentes, não sendo possível realizar análises de pontos críticos. Ao passo que se associarmos os acidentes a cada segmento de link será possível identificar os locais exatos onde ocorreram os acidentes, permitindo a análise e a tomada de decisões que reduzam o número de acidentes no local considerado como crítico.

A localização destes pontos servem também para o acompanhamento da sinalização de trânsito, onde é possível armazenar a data de implantação e manutenção destas sinalizações em cada interseção.

Desta forma, pode-se proporcionar a criação de mapas temáticos, com a localização das interseções que sofreram manutenção a mais de seis meses, por exemplo, auxiliando assim o técnico em transporte e trânsito, visto que atualmente o mesmo deve percorrer todas as interseções, fazendo um levantamento

onde será necessária a recomposição da sinalização.

Estas consultas e localizações podem ser feitas em um SIG através das coordenadas geográficas ou através da localização de endereços (*Address Matching*), entretanto não dispomos de coordenadas geográficas destes pontos e a localização por endereço demandaria um tempo maior para o cadastramento do número de todos os logradouros de Uberlândia.

Para realizarmos estas localizações foi elaborada uma rotina de identificação de Links e Nós, onde seria utilizada a combinação do código do logradouro da tabela Link para a localização dos Nós e para a localização dos Links foi utilizado os campos Start\_Nó, End\_Nó e cd\_logradouro, sendo possível à localização dos logradouros adjacentes de qualquer rua ou avenida.

Esta rotina de identificação se baseou no principio de que cada Link possui um código de logradouro (cd\_logradouro), um ponto inicial (Start\_Nó), um ponto final (End\_Nó) e está conectado a outros Links

através de um Nó identificado por um ID único.

Observamos o seguinte exemplo: pegando um Link da Avenida Afonso Pena (Figura 3). Ele possui um código de logradouro = 6 (Associado ao Banco de Dados), um número identificador (ID) = 1025, tem seu Start\_Nó = 5 e seu End\_Nó = 10. Já o Link 1026, possui um mesmo código de logradouro = 6 (segmento da Av. Afonso Pena), um ID = 1026, Start\_Nó = 10 e End\_Nó = 20. Podemos observar que o Start\_Nó do Link 1025 é Igual ao End\_Nó do Link 1026.

Com base nesta observação, entendemos que um mesmo nó pode ser, ao mesmo tempo, o ponto inicial de um Link e o ponto final de outro.

Vejamos agora o próximo exemplo: se pegarmos um cruzamento de dois logradouros (Interseção de quatro Links), poderemos ter um ou mais Start\_Nó para um ou mais End\_Nó (cf. Figura 4). Para entendermos a Figura 4, observamos o relacionamento dos Links na tabela 4.

**Tabela 4**

Relacionamentos Possíveis na Interseção

Link	Start_Nó	End_Nó
1028	102	111
1080	111	122
2078	112	111
2079	111	110

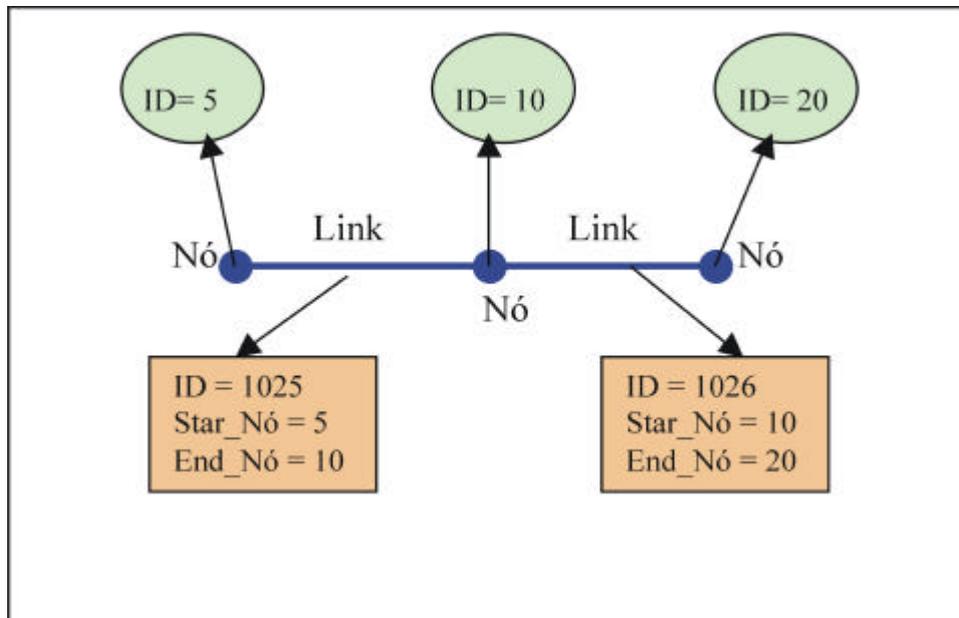


Figura 3 - Esquema de conexão entre Links de um mesmo logradouro

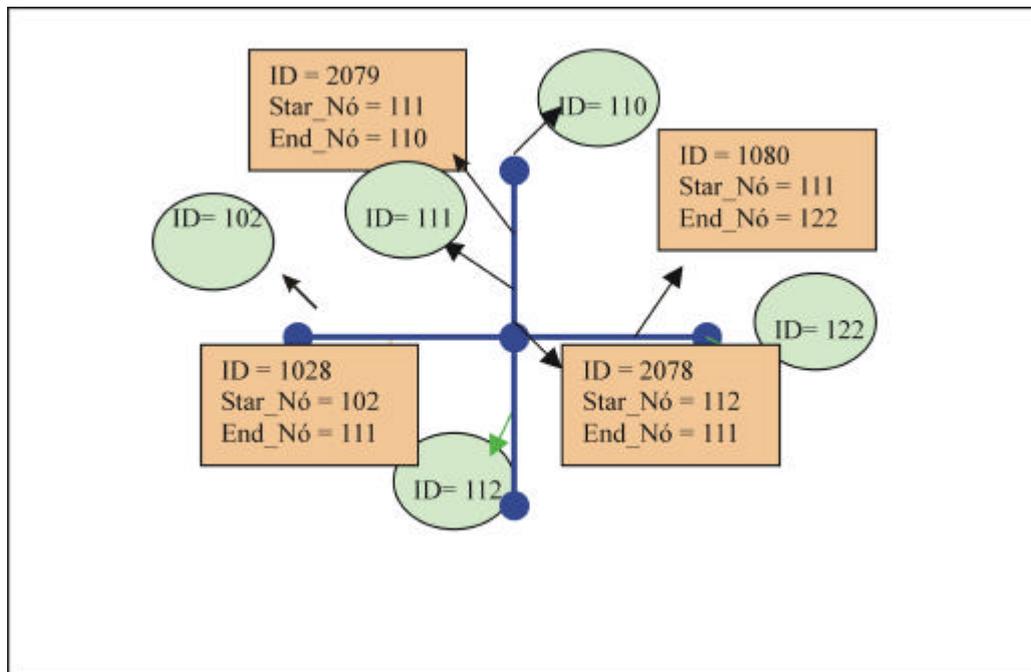
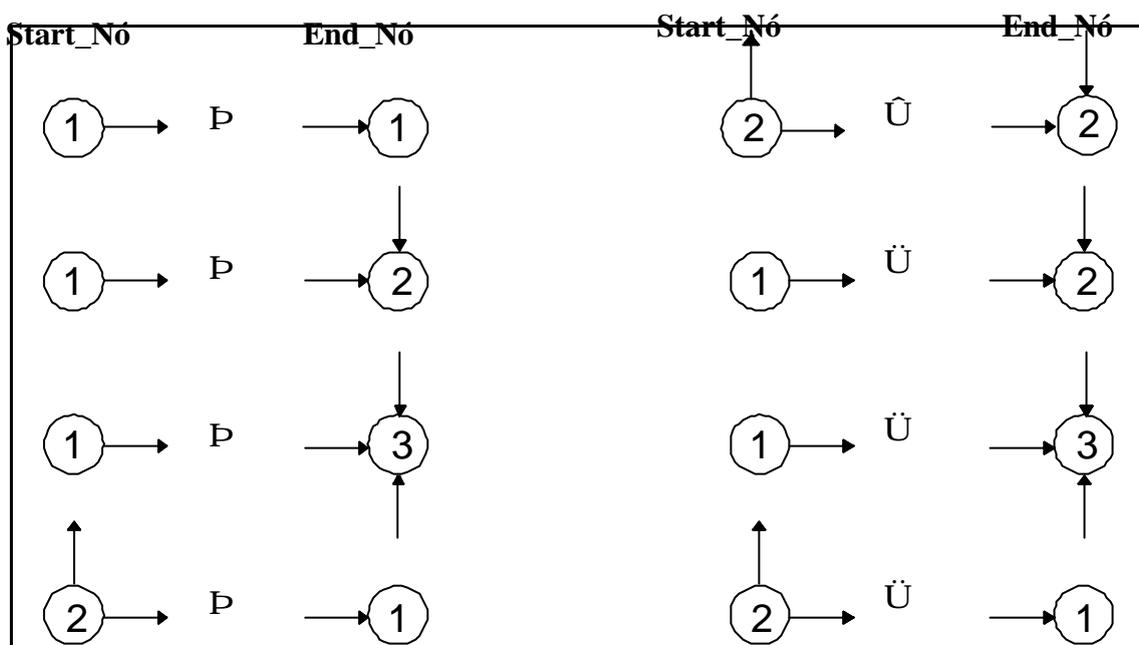


Figura 4 - Relacionamento entre interseção de 4 aproximações

Nesta interseção, observamos que existe a combinação de 2 (dois) Start\_Nó para 2 End\_Nó e ao analisarmos o mapa

encontramos ainda as seguintes configurações possíveis:



Com essas combinações foram criadas umas séries de consultas que comparava as diversas possibilidades de relacionamento entre os Links, selecionando apenas os que se adequem ao sistema executado, ou seja, no sistema de seleção de 1 Start\_Nó

para 3 End\_Nó, era identificado o código dos logradouros que possuíam End\_Nó e selecionado o Link que possuía o Start\_Nó, sendo este Link salvo em uma nova tabela (MapinfoLinkNoLogradouros) com as informações contidas na tabela 5.

**Tabela 5**

Informações existentes na tabela após a elaboração do sistema de localização de endereços

ID	Número de identificação do Link
Mapinfo_logradouro	Código do logradouro associado ao Link (Via principal)
Mapinfo2_logradouro	Código do logradouro adjacente ao Link principal (Adjacente1)
Mapinfo3_logradouro	Código do logradouro adjacente ao Link principal (Adjacente 2)
Tipo_objeto	Identificação de objeto, Link ou Nó.

A associação dos objetos “semáforos” aos seus respectivos atributos no Banco de Dados necessitou a criação de uma tabela de atributos contendo as informações pertinentes a cada objeto. O banco de dados de semáforo conta com informações relativas à quantidade de focos veiculares e de pedestre, o tipo de equipamento utilizado e o consumo de energia consumido pelo aparelho, podendo ainda ser associado ao mesmo a programação dos ciclos (tempos de verdes).

A Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes conta com uma central de Controle de Tráfego em Área, instalada em setembro de 2001, que conta com 131 interseções sinalizadas e possui também aproximadamente 190 laços detectores de veículos instalados nas principais avenidas da cidade. Esta central possui um software gráfico que permite verificar, em tempo real, o grau de congestionamento das principais áreas de Uberlândia.

Estes laços detectores de veículos informam ao sistema a quantidade diária de veículos em cada uma destas interseções, identificando ainda as horas de maior pico de cada dia. Este sistema possui estas informações arquivadas desde a sua implantação.

Com a associação destes laços ao banco de dados de volume de veículos foi possível

realizar a comparação de aumento do volume de veículos entre os anos de 2002 e 2003.

### 3 CONCLUSÕES

O planejamento urbano tornou-se imprescindível, como meio de proporcionar uma melhor qualidade de vida a população. A quantidade de informações geradas pelos órgãos gestores e concessionárias de serviços destinadas à população são a base para um melhor conhecimento das necessidades dos moradores das cidades.

O SIG é uma ferramenta importante para o planejamento urbano, visto que tem como objetivo o armazenamento, a recuperação e a realização de análises espaciais entre as informações disponíveis, com rapidez e confiabilidade.

Entretanto uma ferramenta de trabalho só se torna útil, quando conta com pessoas habilitadas para a sua utilização. Antes de se implantar um SIG, deve se conhecer quais informações são importantes para cada setor, sendo a experiência dos profissionais envolvidos, de grande importância, para que sejam planejadas todas as relações possíveis entre as informações.

Conhecer bem um SIG e todas as suas etapas de implantação é fundamental para

se atingir os objetivos propostos, entretanto deve-se conhecer, toda a estrutura e finalidade das informações que serão utilizadas. O Software escolhido por si só não determina se um SIG será eficiente ou não, muito menos um Hardware de última geração fará com que todas os problemas sejam solucionados. Um SIG eficiente deve possuir um conjunto de equipamentos aliado a uma equipe de profissionais capacitados a operá-lo de forma a agilizar todas as etapas de implantação e customização.

E importante lembrar que um SIG é um processo contínuo de implantação, atualização e realização de pesquisas para elaboração de relatórios gerenciais. Em muitos casos, se vê uma estrutura ser montada para a implantação de um SIG e ao final este não ser utilizado, seja por mudanças políticas, pela falta de continuidade dos técnicos envolvidos ou pela dificuldade de manter o mesmo atualizado.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Código Nacional de Trânsito (1997). **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997.

CÂMARA, G. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos: Março. 1996 (Apostila).

CUNTO, F. J. C.; SOUZA, H. H. de; MELO, R. R.; QUEIROZ, M. P. **Sistema de Acidentes de Trânsito do Município de Fortaleza – SIAT-FOR**. In: 14<sup>a</sup> Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito: Mobilidade Urbana, Cidadania e Inclusão Social. Vitória (ES), Outubro. 2003.

DAVIS, C. **Bancos de Dados Geográficos Para Aplicações Urbanas**. São José dos Campos. 1998 (Apostila).

DUTRA, M. E. Metodologia de Identificação e Seleção de Pontos Críticos de Acidentes de Trânsito em Áreas Urbanas. **Belo Horizonte – 2000 (Monografia)**.

FERREIRA, D. L. Análise do Planejamento de Transporte Urbanos No Brasil. **Revista Sociedade & Natureza. Ano 2 – nº 3 – Junho 1990 – Pág.83 a 89. Editora ADUFU. Uberlândia: 1990.**

FERREIRA, D. L. Análise do Planejamento de Transporte Urbano de Uberlândia, MG. **Brasília: UnB. 1994 (Dissertação de Mestrado)**.

FERREIRA, D. L. Sistema de Informação Geográfica e Planejamento de Transporte Urbano. Estudo de Caso: Sistema Integrado de Transportes de Uberlândia. **São Paulo: USP. 2000 (Tese de Doutorado)**.

**FERREIRA, F. W.** Planejamento Sim e Não: um modo de agir num mundo em permanente mudança. **Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1979.**

**GEIPOT - Comparação da Segurança de Trânsito entre Brasília e outras Capitais Brasileiras.** Geipot. Ministério dos Transportes. Brasília: 1998.

**GÓES, K. AutoCAD Map – Explorando Ferramentas de Mapeamento.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2000.

**HARA, T. L. Técnicas de Apresentação de Dados em Geoprocessamento.** São José dos Campos: 1997 (Dissertação de Mestrado).

**IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito em Aglomerações Urbanas.** Síntese da Pesquisa. Brasília: 2003.

**LEVINE, N.; KIM, K. E. The location of motor vehicle crashes in Honolulu: a methology for geocoding intersections.** Computers, Enviroment, and Urban Systems. V. 22, n. 6 – 1999.

**LISBOA FILHO, J.** Modelagem de Banco de Dados Geográficos. **In: LADEIRA, M.; NASCIMENTO, M. E. M. III Escola Regional de Informática do Centro-Oeste. Brasília – DF. SBC –**

**Sociedade Brasileira de Computação, 2000.**

**MEINBERG, F. F.** Georeferenciamento de Acidentes de Trânsito com Vitimas em Belo Horizonte. **Belo Horizonte: 2002 (Monografia).**

**RAIA JUNIOR, A. A; SOUZA, F. R. de; MATURANO, I. D. ANDOLFATO, D. M.** Banco de Dados Espacial de Acidentes de Trânsito Utilizando Sistema de Informações Geográficas. **In: 13º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito – Rio Grande do Sul – 2001.**

**RESENDE, V. Planejamento Urbano e Ideologia: quatro planos para a cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1982.

**SILVA, A. N. R; MELO, J. J. O.** Uma introdução ao planejamento de transportes com sistemas de informações geográficas. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos.

**SILVA, R. M. Relatório de Estágio Supervisionado em Planejamento de Trânsito.** Uberlândia: 2003 (Relatório de Estágio).

**SOARES, B. R; RAMIRES, J. C.** As transformações do centro de Uberlândia no contexto da expansão das cidades. *IN:*

---

Revista Sociedade e Natureza, V. 5 n° 9 e 10, Uberlândia: 1993.

**SOUZA, C. V; SILVA JUNIOR, J. B.; SANTOS, L.** Geoprocessamento e Transporte: Democratização dos acessos às Informações Públicas. **In: 14<sup>a</sup> Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito: Mobilidade Urbana, Cidadania e Inclusão Social. Vitória – ES, Outubro: 2003.**

**UBERLÂNDIA, Plano Diretor.** Uberlândia: Prefeitura Municipal de Uberlândia, Jaime Lenner Planejamento Urbano, 1991.

**VASCONCELOS, E. A. Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas.** 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Annablume, 2000.

**VASCONCELOS, E. A. Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas.** São Paulo. Annablume: 2001.