

AUTOR  
**KLERY RAMOS CARVALHO**

TÍTULO  
**INTEGRAÇÃO DA BASE RODOVIÁRIA GEORREFERENCIADA – BANCO DE DADOS DO DER/MG (DEPARTAMENTO DE ESTRADA DE RODAGEM DE MINAS GERAIS)**



**UFMG**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais para a obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento

Orientador:  
**Clodoveu Davis Júnior**

**2002**

Carvalho, Klery Ramos

Título. Integração da Base Rodoviária Georreferenciada \_ Banco de Dados do DER/MG (Departamento de Estrada de Rodagem de Minas Gerais)

Belo Horizonte, 2002.

n. p.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.  
Departamento de Cartografia.

1.Mapa Digital 2. Base Georreferenciada 3.GPS. 4.Banco de Dados  
..... . Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus **PAIS** que sempre puderam me enveredar nos caminhos do conhecimento.

Dedico também a minha família: **Edna** minha esposa, **Mariah e João Braz** meus filhos.

Ainda dedico as pessoas que me incentivaram a desenvolver a prática da Geografia, **Luíz Carlos Soares e Sérgio Penido**.



<b>3.2 Correção Diferencial</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Tratamento de dados</b>	<b>31</b>
<b>3.4 Edição dos Dados</b>	<b>31</b>
<b>3.5 Conversão de Dados Digitais</b>	<b>35</b>
<b>3.6 Importação para mapimfo</b>	<b>35</b>
<b>3.7 Gerenciamento de Informação</b>	<b>35</b>
<b>3.8 Associação de Banco de Dados</b>	<b>36</b>
4 CONSIDERAÇÕES	37
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

**Figura 3.1.3** Arquivos em formato SSF do levantamento em Campo da MG-050 **Pág. 23**

**Figura 3.2.1** Arquivos em formato SSF retirados da base fixa da CPE em Belo Horizonte

Lista de Figuras	
Figura 2.2.1 – Visão de Conceitual do Modelo de Dados	Pág.10
Figura 3.1.4 – Arquivos de levantamento em campo com GPS abertos no Pathfinder Office em formato SSF	Pág. 24
Figura 3.1.5 Arquivo levantado em campo com GPS e os atributos X,Y,Z.	Pág. 25

**Pág. 27**

**Figura 3.2.2** Os arquivos corrigidos em formato COR **Pág. 28**

**Figura 3.2.3** A arquivo aberto no Pathfinder Office em formato COR do levantamento da MG-050 com GPS ProXRS – Trimble **Pág. 29**

**Figura 3.2.4** As características de identificação de um ponto levantado e a linha da hora do levantamento **Pág. 30**

**Tabela 3.4.1** Estruturação dos Arquivos Digitais em Camadas **Pág.32**

**Figura 3.4.2** Layers criados para identificação dos dados **Pág.33**

**Figura 3.4.3** Zoom mostrando a edição dos dados levantados **Pág.34**

## **Lista de Tabelas**

**Tabela 2.2.1 – Visão de Conceitual do Modelo de Dados Boletim Rodoviário 10**

**Tabela 2.2.1 – Visão de Conceitual do Modelo de Dados Pág. 18**

**Tabela 3.4.1 Estruturação dos Arquivos Digitais em Camadas Pág.33**

### Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	Computer Aided Design - Projeto auxiliado por computador
CRG	Coordenadorias Regionais do DER/MG
DE	Diretoria de Engenharia
DER/MG	Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais
DTM	<i>Digital Terrain Model</i> - Modelo Digital de Terreno
GIS	Geographic Information System - Sistema de Informações Geográficas
GPS	Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
MAPINFO	Um dos softwares – GIS – utilizados no desenvolvimento da monografia
SAD69	South American Datum 1969
SIG	Sistema de Informação Geográfica - o mesmo que GIS
SPRING	Um dos softwares - GIS – utilizados no desenvolvimento da monografia
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UTM	Universal Transverso de Mercator, sistema de projeção geográfica
WGS	World Geodetic System – Elipsóide utilizado pelo GPS

Os meios de transporte estão entre os principais fatores no processo de globalização e organização espacial e são muito importantes para o desenvolvimento econômico e social de um determinado espaço, promovendo o intercâmbio através do deslocamento de cargas e

## RESUMO

pessoas entre diversas regiões.

A aplicação de um SIG surge como uma ferramenta de alta capacidade para o planejamento e gestão do sistema viário e de transporte. Este trabalho utiliza algumas destas ferramentas, tentando dinamizar o uso da diversificada questão dos transportes públicos.

A monografia mostrará algumas aplicações que serão utilizadas para desenvolver e melhorar as características de uma rodovia.

O produto final é um mapa rodoviário digital georreferenciado, onde poderia ser realizadas consultas via Internet, identificando sua infra-estrutura e serviços como: postos de gasolina, postos da Polícia Rodoviária, interseções, pontos de parada de ônibus, pontes, trevos, marcos quilométricos e também características técnicas de engenharia que irão fornecer informações poderosas para os planejadores e gerentes de instituições que trabalham na área de transporte público.

## **ABSTRACT**

The means of transportation are among the main factors in the globalization process and space organization and they are very important for the social and economical development of a determined space, promoting the the intercharging through the load and people deslocation between various regions.

The use of the Geographic Information Systems is appearing as a high capacity tool for the industry of the transports, and this work uses some of those tolls, trying to solve some questions of the public transportation.

The monography will show some aplications that will be aplied to increase and improve the informations about the highway's characteristics.

The final product is a digital highway map georeferenced where it could be made consultation through the internet about one or more highways indentifying their infrastructure like: Gas station, police station, interseccions, bridges, quilometeres marks, bus stop, etc. And also engineering tecnical characteristics that will provide in powerful informations for the higway user's planning and the institutions management that work in the public transport area.

## **CAPÍTULO 1**

### **1- INTRODUÇÃO**

#### **1.1 OBJETIVOS**

A malha rodoviária do Estado de Minas Gerais conta com aproximadamente 25.000 Km de rodovias federais e estaduais pavimentadas. No DER/MG a base cartográfica existente contém muitas informações, mas é apenas uma base georreferenciada.

Este trabalho tem como produto o complemento de um mapa digital georreferenciado capaz de informar dados sobre início e fim de trechos (Km inicial e Km final), postos de gasolina, postos da Polícia Rodoviária, restaurantes, trevos, pontes, entre outras informações, para tornar mais rica a informação oferecida aos usuários da rodovia, bem como para auxiliar no gerenciamento realizado pelo órgão público competente.

O trabalho também consiste na implementação de um sistema de referenciamento linear (SRL) numa rodovia (MG-050), que será utilizada para formar a base de dados SIG e para a avaliação de métodos de referenciamento linear.

Esta base de dados implementa o modelo de dados do sistema de referenciamento linear conceituado neste trabalho. Os arquivos existentes, com dados das estradas, referenciados linearmente, serão ligados ao sistema de informação geográfica para possibilitar a realização de análises espaciais e a produção de mapas.

A confecção de produtos cartográficos a partir da base de dados do sistema de informação geográfica será destinada às necessidades de planejamento, acompanhamento e execução da operação e manutenção de vias no nível de uma coordenadoria regional.

Os dados das feições lineares e pontuais foram coletados com equipamento móvel de GPS, modelo PRO-XRS da Trimble, com correção diferencial pós-processada, e com odômetros eletrônicos.

Na formação da base de dados SIG são utilizadas outras camadas provenientes de bases cartográficas digitais construídas no projeto GEOMINAS do Governo do Estado de Minas Gerais, publicadas na Internet.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O DER/MG apresenta uma estrutura organizacional que abrange todo o estado de Minas Gerais. Esta estrutura é composta de uma SEDE e 40 (quarenta) CGR's (Coordenadorias Regionais).

No seu organograma, o DER/MG apresenta:

- Diretoria geral
- Vice Diretoria Geral
- Diretoria de Engenharia (DE)
- Diretoria de Construção (DC)
- Diretoria de Manutenção (DM)
- Diretoria de Operação de Vias (DO)
- Diretoria de Transportes Metropolitanos (DT)
- Diretoria Financeira (DF)
- Diretoria de Recursos Humanos (DH)

Minas Gerais possui hoje uma extensa malha viária. Somente sob a responsabilidade do DER/MG, são quase 25.000 quilômetros de estradas. Vinculado à Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas, cabem ao DER/MG as seguintes funções:

A missão do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER/MG) é assegurar soluções adequadas de transporte de pessoas, bens e serviços no Estado, tendo como prioridade a segurança do usuário.

- Participar da elaboração do Plano de Transportes e do Plano Rodoviário do Estado, tendo em vista o Plano Nacional de Viação, Políticas e Diretrizes da Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas;
- Dirigir e executar os serviços de implantação, pavimentação, conservação, recuperação e melhoramentos nas estradas sob sua responsabilidade;
- Planejar, projetar, coordenar e controlar as atividades rodoviárias de acordo com o Plano de Transportes do Estado;
- Manter a conservação das estradas de rodagem estaduais;
- Exercer, por conta e delegação do DNER e de outras entidades, as atribuições destes em relação às estradas situadas no território do Estado;
- Articular-se com a Polícia Militar do Estado para estabelecer as condições de operação nas estradas sob jurisdição estadual;
- Conceder ou explorar os serviços intermunicipais de transporte coletivo de passageiros;
- Conceder licença para a exploração de serviços nas faixas de domínio das estradas de rodagem estaduais;
- Exercer outras atividades correlatas que lhe forem delegadas.

Para ter um bom desempenho na sua missão, o DER/MG elaborou o Boletim

Rodoviário, o qual tem a seguinte finalidade:

“ Apresentar dados físicos e administrativos referentes à rede rodoviária conservada pelo órgão e sua estrutura organizacional.

Além disso, o documento apresenta o Plano Rodoviário da Rede de Conservação para o ano de 2000, aprovado pelo Conselho Rodoviário do Estado, bem como a estatística de tráfego apurada com base nos censos realizados em 1997.

Ainda mostra a evolução da Rede Conservada Estadual, buscando auxiliar na compreensão e na análise do setor como um todo, propiciando uma visão integrada do Sistema Rodoviário e sua classificação por categorias de rodovia.

O conjunto dessas informações se encontra em permanente mutação, acompanhando o processo do desenvolvimento nacional e se adequando à modernização administrativa do estado.”

Para apresentar estas informações técnicas, a figura 1 apresenta a nomenclatura e metodologia descrita no Boletim Rodoviário, nas informações da tabela da Rede de Conservação.

REDE DE CONSERVAÇÃO											1ª Coordenadoria Regional Belo Horizonte												
CÓDIGO	RODOVIA		EXTENSÃO CONSERVADA (km)		EXTENSÃO NÃO CONSERVADA (km)					SUPERFÍCIE DE ROLAMENTO		CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE TRÁFEGO					MARCO QUILOMÉTRICO						
	INÍCIO	FIM	PARCIAL	ACUMULADA	PERIM. URBANO	COINCIDENTE	NÃO DELEGADA	PLANEJADA	TOTAL	CATEGORIA	REVESTIMENTO	PASSEIO	COLÉTIPO	CARGA LEVE	CARGA MÉDIA	CARGA PESADA	OUTROS	VMO	TIPO	INICIAL	FINAL		
<b>MG-048</b>																							
040EMG0005	BELO HORIZONTE (TER ROD)	BARREIRO					18,5		18,5	PAV	CSUQ										18,5		
040EMG0020	BARREIRO	IBIRITÉ	2,3	2,3						PAV	CSUQ										18,5	20,8	
040EMG0025	IBIRITÉ	IBIRITÉ	2	4,3						PAV	CSUQ										20,8	22,8	
040EMG0040	IBIRITÉ	SARZEDO	7,8	12,1						PAV	CSUQ										22,8	30,6	
040EMG0047	SARZEDO	SARZEDO		12,1	0,7				0,7	PAV	CSUQ										30,6	31,3	
040EMG0060	SARZEDO	MÁRIO CAMPOS	6,1	18,2						PAV	CSUQ										31,3	37,4	
040EMG0067	MÁRIO CAMPOS	MÁRIO CAMPOS		18,2	3,3				3,3	PAV	CSUQ										37,4	40,7	
040EMG0080	MÁRIO CAMPOS	BRUMADINHO	9,3	27,5						PAV	CSUQ										40,7	50	
040EMG0085	BRUMADINHO	BRUMADINHO		27,5	2,1				2,1	PAV	CSUQ										50	52,1	
040EMG1101	BRUMADINHO	BONFIM	27,1	54,6						IMP	RFR										52,1	79,2	
040EMG1105	BONFIM	BONFIM		54,6	2,3				2,3	IMP	RFR										79,2	81,5	
040EMG1120	BONFIM	ENTR P/PIEDADE DOS GERAS	6	60,6						IMP	RFR										81,5	87,5	
040EMG1140	ENTR P/PIEDADE DOS GERAS	CRUCILÂNDIA	8,5	69,1						IMP	RFR										87,5	96	
040EMG1145	CRUCILÂNDIA	CRUCILÂNDIA		69,1	1,3				1,3	IMP	RFR										96	97,3	
040EMG1160	CRUCILÂNDIA	ENTR BR381 (TAGUARA)	19	88,1						PAV	CSUQ										97,3	116,3	
<b>MG-050</b>																							
050EMG0005	BELO HORIZONTE (TER ROD)	ENTR BR381 (BETIM)					20,9	15	35,9	PAV	CSUQ											35,9	
050EMG0015	ENTR BR381 (BETIM)	PONTE DO AÇUDE (BETIM)					7,5		7,5	PAV	CSUQ											35,9	43,4
050EMG0020	PONTE DO AÇUDE (BETIM)	ENTR MG060 (MANÓPOLIS)	4,9	4,9						PAV	CSUQ											43,4	48,3
050EMG0025	ENTR MG060 (MANÓPOLIS)	ENTR BR262 (DIV 03CRG)	9,3	14,2						PAV	CSUQ											48,3	57,6
<b>MG-060</b>																							
060EMG0005	BELO HORIZONTE (TER ROD)	ENTR BR381 (BETIM)					20,9	15	35,9	PAV	CSUQ											35,9	
060EMG0010	ENTR BR381 (BETIM)	PONTE DO AÇUDE (BETIM)					7,5		7,5	PAV	CSUQ											35,9	43,4
060EMG0015	ENTR MG050 (MANÓPOLIS)	PONTE DO AÇUDE (BETIM)					4,9		4,9	PAV	CSUQ											43,4	48,3
060EMG0020	ENTR MG050 (MANÓPOLIS)	ENTR MG432 (PICARACÓS)	21,7	21,7						PAV	TSD											48,3	70
060EMG0040	ENTR MG432 (PICARACÓS)	ESMERALDAS	0,2	21,9						PAV	TSD											70	70,2
060EMG0045	ESMERALDAS	ESMERALDAS (DIV 03CRG)		21,9	1				1	PAV	TSS											70,2	71,2
<b>MG-155</b>																							
155EMG0010	ENTR BR381 (BETIM)	ENTR MG040 (MÁRIO CAMPOS)							8	8	PLA											8	
155EMG0030	ENTR MG040 (MÁRIO CAMPOS)	ENTR MG442 (B VALE) DIV 04CRG							70	70	PLA											8	78
<b>MG-238</b>																							
238EMG0205	JEQUITIBA	JEQUITIBA					0,8		0,8	PAV	TSD											0,8	
238EMG0220	JEQUITIBA	NÚCLEO JOÃO PRIMEIRO	11,2	11,2						PAV	TSD											0,8	12
238EMG0240	NÚCLEO JOÃO PRIMEIRO	ENTR P/FUNILÂNDIA	21,1	32,3						PAV	TSD											12	33,1
238EMG0260	ENTR P/FUNILÂNDIA	SETE LAGOAS	0,3	32,6						PAV	TSD											33,1	33,4
238EMG0265	SETE LAGOAS	ENTR BR040 (DIV 03CRG)		32,6	8,5				8,5	PAV	TSD											33,4	41,9

**Tabela 2.2.1** – Visão de Conceitual do Modelo de Dados Boletim Rodoviário

No Boletim Rodoviário, cada rodovia recebe um código alfanumérico. Se a rodovia é federal (BR), o código começa pelo prefixo BMG; se é estadual, o prefixo é EMG. Em ambos os casos, o prefixo é seguido pelo número da rodovia, existindo depois mais quatro dígitos. Cada rodovia é dividida em trechos, sendo indicados para cada trecho seu início e fim.

A tabela ainda traz informações adicionais, como extensão conservada (Km), extensão não conservada (Km), superfície de rolamento, contagem volumétrica de tráfego e marcos quilométricos.

A divisão de cada da rodovia em trechos é normalmente indicada por seus limites de início e fim em relação a marcos quilométricos, que sempre são materializados e indicam uma

quilometragem. O ponto de divisão entre trechos pode ser um cruzamento de rodovias, um trevo, uma ponte ou outros pontos notáveis.

Acontece que o organograma do DER-MG apresenta a estrutura do órgão dividida em diretorias, cada uma com sua particularidade e problemas diversificados para serem solucionados de acordo com o objetivo da instituição no tratamento de gerenciamento e manutenção de uma rodovia.

Levantando informações para propor soluções, cada diretoria criou sua forma de identificar e organizar os dados referente a uma rodovia, gerando assim diversos bancos de dados conflitantes entre si, o que tem gerado diferentes formas de reconhecimento e tratamento destes dados entre as diretorias e provocado desentendimentos na solução dos problemas.

Assim, a escolha do tema para este trabalho justifica-se pela necessidade do DER/MG otimizar o gerenciamento das rodovias, interligar os suas diversas diretorias e setores de trabalho, propondo a unificação e utilização de um banco de dados que possa contemplar os dados diversos e básicos que venham propiciar informações precisas para agilizar na tomada de decisões de custos, tempo de viagem, infra-estrutura, podendo oferecer aos usuários, especialmente às empresas de transportes, um eficiente sistema de consulta on line.

A utilização intensa de mapas precisos no planejamento destas operações, necessita de um conjunto de técnicas que tornem estas operações possíveis e eficientes, isto é o que chamamos de logística. A logística tem sido foco de atenções, de cursos e sua grande amplitude tem despertado interesse em muitos estudiosos têm criado novas ferramentas de trabalho, que colaboram ainda mais para o amadurecimento da logística. Uma dessas ferramentas é o geoprocessamento, que, além de substituir os mapas de papel pelo computador, automatiza as tarefas de planejamento e controle operacionais. Para isso a utilização de um SIG como instrumento de elaboração eletrônica que permite a coleta, gestão, análise e representação automática dos dados georreferenciados, se torna essencial para empresas e órgãos estaduais responsáveis pela administração e gerenciamento de transportes, bem como facilita o gerenciamento de empresas de distribuição e outras, resultando em significativas reduções de custos.

## CAPÍTULO 2

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo TEIXEIRA et al. (1995), o SIG pode ser definido como “conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados de pessoas, perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de sua aplicação”. Os SIG são sistemas específicos que executam atividades que envolvem geoprocessamento.

O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies. Devido a sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia).

A operação e a manutenção de estradas no estado de Minas Gerais, cujo objetivo é garantir que elas sempre se encontrem em perfeitas condições de uso, requer muito esforço por parte do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais, principalmente pelo fato de cobrir grandes extensões territoriais. Para que o planejamento e a execução dos trabalhos de operação e manutenção sejam factíveis, num ambiente de recursos escassos e com grandes volumes de dados, é necessário o emprego das tecnologias da informação, para endereçar as questões do que fazer, como e quando fazer.

Uma estrada é formada por diversos sistemas: pavimento, obras de arte especiais, passivo ambiental, drenagem, sinalização vertical e horizontal, dispositivos de segurança, facilidades para os usuários da via e outros, distribuídos ao longo de sua extensão. Estes sistemas precisam ter seus elementos inventariados e ter suas condições de conservação e funcionamento sob constante monitoramento para subsidiar o processo de planejamento e execução das tarefas de manutenção de via.

Além da infra-estrutura viária, existem outros conjuntos de dados, gerados a partir do uso das estradas, tais como dados sobre acidentes rodoviários, volume e condições de tráfego.

Os dados destes dois conjuntos têm um requisito em comum: um atributo capaz de descrever de forma inequívoca a localização do evento no campo. A localização do evento

é uma referência linear, isto é, a localização é definida ao longo de uma rede, especificando um ponto de partida, uma direção e uma distância. Na engenharia rodoviária são empregados vários métodos de referenciamento linear, alguns específicos para a fase de projeto, como as estacas e outros mais utilizados na operação e manutenção de via, como os marcos quilométricos

No Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais -DER/MG, o inventário dos elementos da infra-estrutura da malha viária e as informações de operação de via estão espalhados em diversos sistemas de informação, que utilizam bases de dados alfanuméricas, e que foram formadas utilizando diferentes métodos de referenciamento linear.

O emprego de vários métodos de referenciamento linear no DER/MG dificulta e, às vezes, impossibilita a realização de análises que envolvam dados de sistemas diferentes, como por exemplo correlacionar as condições de conservação do pavimento de um determinado trecho de rodovia com os acidentes rodoviários lá ocorridos.

Estas limitações podem ser eliminadas com a adoção de um sistema que padronize as referências lineares para facilitar a integração de dados de mais de uma fonte. A utilização de um Sistema de Referenciamento Linear (SRL) para comunicar a ocorrência de eventos ao longo da malha viária pode ser a solução adequada para formar uma base de dados que atenda ao conjunto das operações realizada no Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais .

Segundo SCARPOCINI (1999), muitos Sistemas de Informação Geográficos dedicam-se a localizar características na superfície da Terra. Em algumas situações é mais interessante localizar coisas através do uso de um SRL. O Departamento Norte-Americano de Transporte especifica valores de atributos em um local através da referência ao longo da estrada. Não se torna necessário, assim, localizar fisicamente a estrada na superfície da Terra para fazer um trabalho significativo.

O programa de pesquisa cooperativo nacional dos Estados Unidos (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESERCH PROGRAM - NCHRP) definiu um LRS como uma forma de trabalhar no escritório e no campo (política e registros) com procedimentos como os que incluem à rodovia marcos de referência bem como as transformações entre

estes marcos e um Método Linear de Referência como uma forma de identificar um endereço específico com respeito a um ponto conhecido.

Outra razão que justifica o trabalho para implementação de um sistema de referenciamento linear é a decisão recente de adotar SIG como tecnologia habilitadora dos processos de operação e manutenção de via. O SIG permitirá a visualização de informações de um evento e a realização de operações espaciais, mas para isto é necessário que se estabeleça uma ligação dos dados referenciados linearmente às suas representações cartográficas, o que exigirá a conceituação de um modelo de dados.

O desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográficos - SIG, constitui uma outra razão para a implantação de um SRL: a visualização de informações de um evento, e a realização de operações espaciais com os dados de manutenção e operação de via (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION -US DOT,

O que se espera neste trabalho é responder às questões fundamentais na implementação de um sistema de referenciamento linear que possa ser utilizado com o apoio de sistemas de informação geográficos para transporte, partindo das experiências desenvolvidas pelos departamentos estaduais de transporte dos Estados Unidos, para o desenvolvimento de um experimento piloto envolvendo a MG-050, conservada pelo DER/MG. Os resultados alcançados serão avaliados em função da capacidade de integração de dados obtida no modelo desenvolvido.

- **Conceituar de um Sistema de Referenciamento Linear para utilização em Sistemas de informação Geográfica no DER/MG**
- Padronizar termos e definições

**Sendo assim, torna-se necessário traçar alguns objetivos que são fundamentais para a implantação de um SRL no DER-MG, sendo que nem todos serão abordados neste trabalho por limitações de prazo:**

- Conceituação do modelo de dados
- Conceituar e avaliar dos métodos de referenciamento linear
- Definir métodos e estrutura de codificação de elementos
- Desenvolver de Metodologias para Formação de Base de Dados SIG
- Utilizar o Sistema de Referenciamento Linear Implantação de um datum
- Calibragem da malha viária
- Coletar dados utilizando GPS e odômetro eletrônico
- Integrar dados coletados utilizando diferentes métodos de referenciamento linear
- Desenvolver Ferramentas Funcionais
- Algoritmos de transformação entre métodos de referenciamento linear
- Ferramentas de segmentação dinâmica

- Formular Políticas Institucionais
- Estruturar um comitê de referenciamento linear
- Formular política de capacitação de funcionários
- Elaborar procedimentos de manutenção do sistema de referenciamento linear
- Estabelecer padrões para integração e compartilhamento de dados
- Investigar Tecnologias Emergentes e seus Impactos nos SRL
- Tecnologia orientada à objetos
- Tecnologia GPS
- Construir sistema de referenciamento linear
- Substituir sistemas de referenciamento linear

## **2.1 O SRL (Sistema de Referenciamento Linear)**

do evento no campo a partir de um ponto Sistemas de referenciamento linear são utilizados pelos departamentos de estradas

Nos Estados Unidos e na Europa este tema (modelo de dados para sistemas de referenciamento linear em sistemas de informações geográficas) vem merecendo a atenção dos departamentos de estradas, das universidades e laboratórios de pesquisa, e, ainda assim,

**em todo o mundo.**

**Os dados a respeito das estradas, desde a fase de projeto até às de operação e manutenção, são referenciados linearmente usando os mais diferentes métodos, tais como estacas e marcos quilométricos, e são armazenados nos sistemas de informação tradicionais com um atributo, numa unidade de medida, que estabelece a localização conhecido. A perspectiva de utilização de sistemas de informações geográficas para planejamento e manutenção e operação de vias requer que estes dados estejam associados às representações cartográficas dos componentes das estradas, e isto exige um modelo de dados.**

vários pontos permanecem sem respostas para estas comunidades de praticantes. Isto fica evidenciado a partir da análise de resultados de um "workshop" (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, 1997) realizado dentro de um projeto de pesquisa, o 20- 27 (2), conduzido pelo National Cooperative Research Program - NHCRP. O "workshop" tinha por objetivo a definição, pelos participantes, de um modelo genérico para sistemas de referenciamento linear para os departamentos de transporte (DOT) dos estados americanos. Este modelo foi elaborado para estabelecer os requisitos de um modelo de dados para um sistema de referenciamento linear.

Foram descritos numerosos SRL s na literatura. Para exemplo, **Scarponcini** [21] explicou uma dúzia de métodos alternativos.

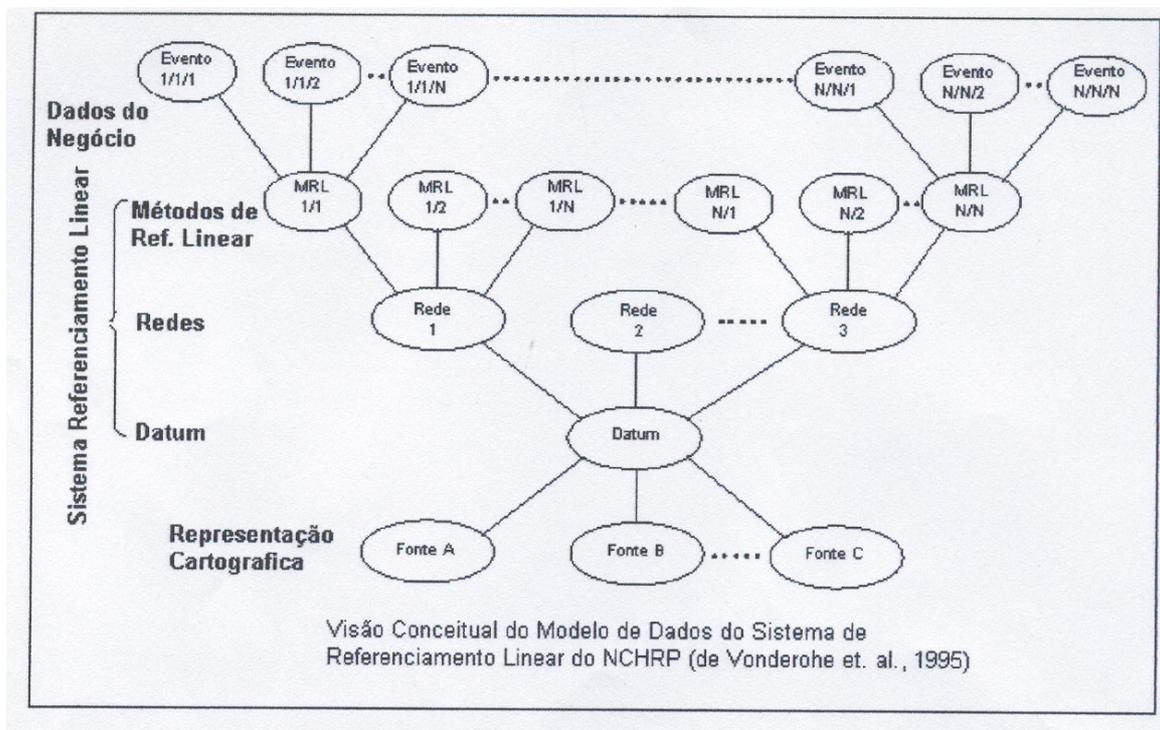
O NCHRP definiu métodos de referência lineares classificados como orientado por placas (*milepost* ou poste de referência) ou orientado por documentos (milepoint, ponto de referência, interseção de rua) [12]. Também foram discutidos os méritos relativos de cada LRM.

## **2.2 Modelo de Dados Genérico para Sistemas de Referenciamento Linear do Projeto 20-27(2) do NCHRP**

A figura 1 apresenta uma visão conceitual do modelo de dados. A noção central é de um datum linear que suporta múltiplas representações cartográficas (em qualquer escala) e múltiplos modelos de rede (para várias áreas de aplicações). O datum provê o espaço de referenciamento fundamental para as transformações entre os vários métodos de referenciamento linear, modelos de rede e representações cartográficas. Ele também conecta o modelo ao "mundo real" através de atributos que descrevem sua localização e características espaciais em termos de referências do mundo real e suas medidas.

A representação cartográfica provê as referências de coordenadas, a base para visualização do modelo numa escala, e associações com os sistemas de informações geográficas em duas e três dimensões. Os modelos de rede provêm a estrutura topológica para determinação de caminho (pathfinding), roteamento, localização/alocação, transbordo e operações de fluxo de tráfego.

Um número de métodos de referenciamento linear pode ser associado a cada modelo de rede. Esses métodos podem ser aqueles associados com gerenciamento de infra-estrutura, tais como marcos de referência, marcos quilométricos ou estacas. Eles podem também ser aqueles associados à navegação (requerendo marcos - landmarks reconhecidos ou apoio à navegação), ou com trânsito (timing points), ou com hospedeiros de outras áreas de aplicação. Cada método de referenciamento linear amarra uma coleção de dados do negócio ao modelo, permitindo desta maneira um meio de integrar aqueles dados. O sistema de referenciamento linear pode ser entendido como todos aqueles componentes do modelo que provêm métodos para referenciamento da localização dos dados do negócio, transformações entre aqueles métodos, e conexão do modelo ao "mundo real" e suas representações cartográficas.



**Figura 2.2.1** – Visão de Conceitual do Modelo de Dados

## CAPÍTULO 3

### 3.1 METODOLOGIA DO TRABALHO

O projeto foi desenvolvido em quatro fases distintas:

- 1- Levantamento cartográfico para conhecimento do trecho.
- 2- Identificação dos pontos de controle e levantamento dos dados com GPS.
- 3- Edição dos dados cartográficos e dados levantados.
- 4- Disponibilização do mapa para consulta via WEB.

Na primeira fase foi levantada a base cartográfica com cartas do IBGE na escala de 1:100.000, fotos aéreas e imagem de satélite LANDSAT para se ter uma comparação entre a evolução da paisagem de acordo com o tempo, bem como identificar alguns elementos espaciais a serem gerreferenciados.

Na segunda fase foi feito o levantamento dos pontos pré-estabelecidos no projeto utilizando o instrumento GPS.

Na terceira fase, usou-se de diversos softwares para edição dos dados vetoriais e imagens.

A quarta fase constituiu em encontrar recursos para disponibilização da informação via WEB.

### **3.2- BASE DE DADOS CARTOGRÁFICOS**

A aquisição da base de dados é a etapa mais cara e demorada de todo o processo de desenvolvimento de um SIG, devido a complexidade dos processos, volume de dados, precisão, exigidas pelas normas cartográficas. Um erro de dimensionamento da melhor técnica a ser utilizada, de acordo com a base de dados disponíveis pode comprometer todo o projeto, Davis Fonseca(1994).

Na etapa de levantamento dos dados, foi utilizado o GPS PRO-XRS – Trimble que teve como campo de estudo a rodovia MG-050 que é uma rodovia já implantada. O equipamento utilizado, permite cadastrar os elementos físicos da rodovia, pois estabelece a posição geográfica dos elementos através da recepção de sinais dos satélites que compõe o sistema de navegação que possibilita o registro pelo operador.

Para se ter confiabilidade nos dados levantados é primordial que se crie regras para o levantamento. A estrutura de cadastro cria condições para o armazenamento correto dos dados, mas isto de nada vale se o processo de coleta não for feito de forma criteriosa.

Outro fato que deve estar atento em um levantamento com GPS, é o que se trata da precisão.

Os levantamentos com GPS, estão sujeitos a diversos erros que comprometem a precisão na determinação das coordenadas reais do objeto. Isto é particularmente grave no caso de levantamentos altimétricos, onde o grau de precisão possível é menor, com as técnicas que serão empregadas no levantamento. Portanto uma premissa dessa etapa é a eliminação dos dados altimétricos já que os mesmos não são confiáveis.

Os dados coletados com o equipamento GPS PRO-XRS – Trimble, serão processados utilizando o método de correção diferencial, tendo como base os registros da base instalada no DER-MG em Belo Horizonte. Este método de correção reduz o erro dos dados para a faixa de mais ou menos 70cm o que é perfeitamente aceitável no que se propõe.

O GPS PRO-XRS – Trimble é do tipo topográfico, que trabalha com a fase da portadora L1 e código C/A com o processamento dos dados. Contudo, possuem evoluções tecnológicas no próprio aparelho e softwares de pós processamento, além de acessórios de fábricas como: tripés, bastões com níveis de calagem, que acarretam uma melhora de precisão para ordem de até 1cm. Por isso são considerados topográficos, pois permitem aquisição de dados para escala de 1:2000 ou menor.

Na obtenção de dados via GPS, a configuração do rover deve estar idêntica a base fixa. No trabalho apresentado a configuração obedeceu a seguinte ordem:

- a) Datum: WGS-84
- b) Sistema de Coordenadas: UTM
- c) Fase da Portadora: L1
- d) Altitude: ELIPSOIDAL
- e) Fuso: 23
- f) Meridiano Central: 45°
- g) Diferença de Tempo: 5 segundos
- h) Hora: BRASÍLIA

Em um levantamento em que se utiliza o GPS pode se usar diversos métodos de medição. No levantamento descrito, foi utilizado o método STOP AND GO.

### **3.2.2 – O MÉTODO STOP AND GO**

No método STOP AND GO, as ambigüidades são primeiramente resolvidas com um tempo de 10 a 20 minutos. Em seguida movimenta-se um dos receptores, mantendo-se o outro em estação fixa. O método exige que se mantenha a comunicação em modo contínuo com os satélites durante todo o processo de medição. Os GPSs topográficos e cadastrais indicam que esse método exige um tempo de medição da ordem de 10 a 20 segundos para cada estação.

A maior limitação do método é a exigência de se manter uma comunicação em modo contínuo com os satélites, enquanto se movimenta o receptor. Assim, cada vez que ocorre CICLE SLIPS, é necessário permanecer no próximo ponto até que a ambigüidade seja novamente resolvida – cerca de 2 minutos.

CYCLE SLIPS, é um bloqueio de sinal entre o satélite e o receptor, este bloqueio ocorre devido:

- a) Presença e obstáculos com árvores, edifícios, pontes, montanhas, etc.
- b) Sinais fracos devido as condições ionosféricas.
- c) Falha no programa do receptor.
- d) A informação enviada por satélite se apresentar incompleta ou incorreta.
- e) Mau funcionamento dos osciladores de satélites.

A perda de ciclos podem ocorrer para um ou para vários satélites. Se ela ocorre para a maioria dos satélites observados, mais sério é o problema na detecção. No caso da aplicação de dados da fase da portadora em modelos matemáticos, torna-se necessário o conhecimento de metodologia efetiva para detecção das perdas de ciclos.

O método STOP AND GO, é ideal para ser utilizado em cadastro e serviços topográficos rotineiros, em áreas com poucas obstruções.

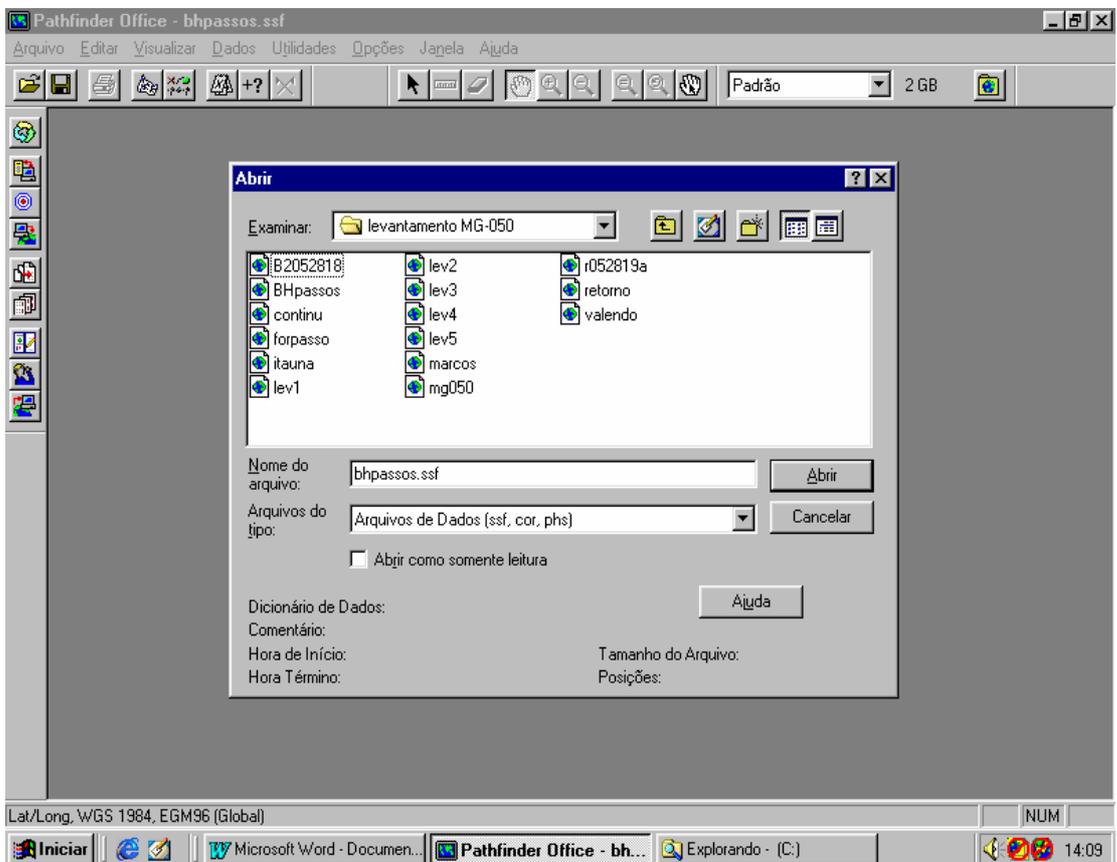
Nesta etapa de levantamento de dados, foram criados os seguintes elementos:

Linhas para os bordos da rodovia, Pontos para cada um dos elementos materializados e área para as interseções.

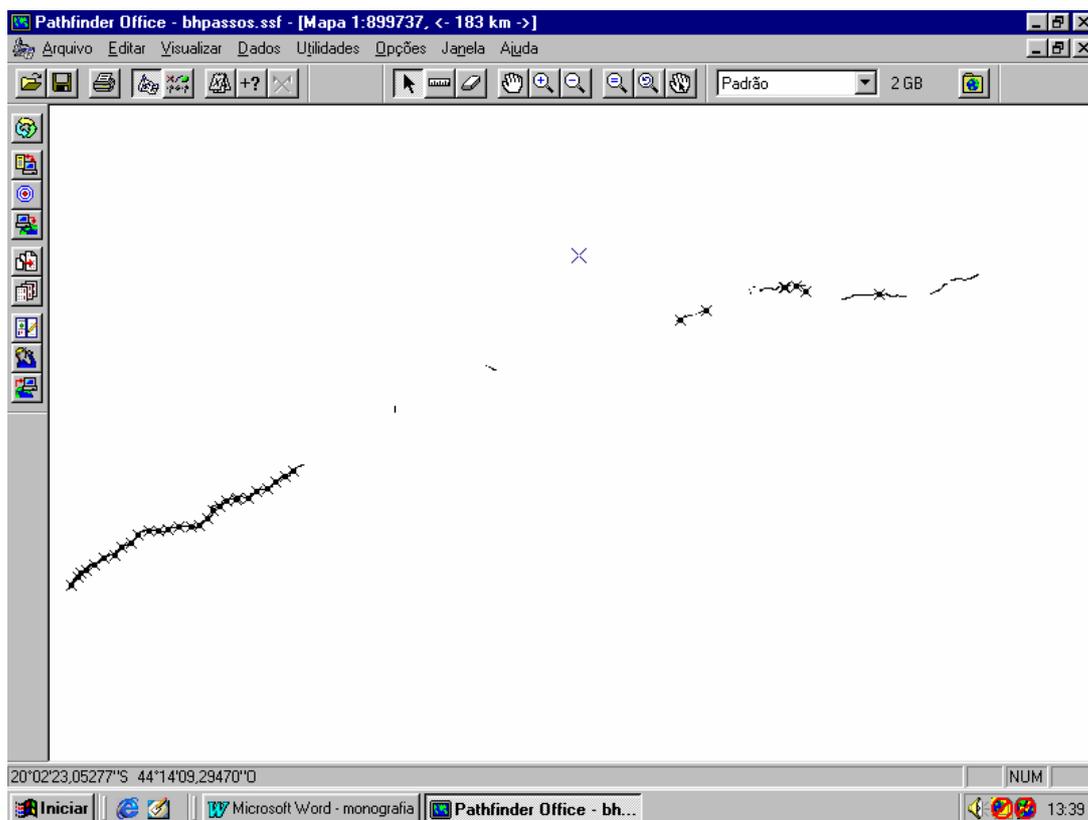
Os dados levantados, possuem atributos de coordenadas X,Y e Z (latitude, longitude e altitude) e uma identificação.

Estes dados foram registrados em arquivos SSF que é a extensão do DEFAULT do programa.

Veja a baixo as tabelas dos arquivos levantados em campo com GPS Pro XRS Trimble Rodovia MG-050.



**Figura 3.1.3** Arquivos em formato SSF do levantamento em Campo da MG-050



**Figura 3.1.4** Os Arquivos de levantamento em campo com GPS abertos no Pathifinder Office em formato SSF

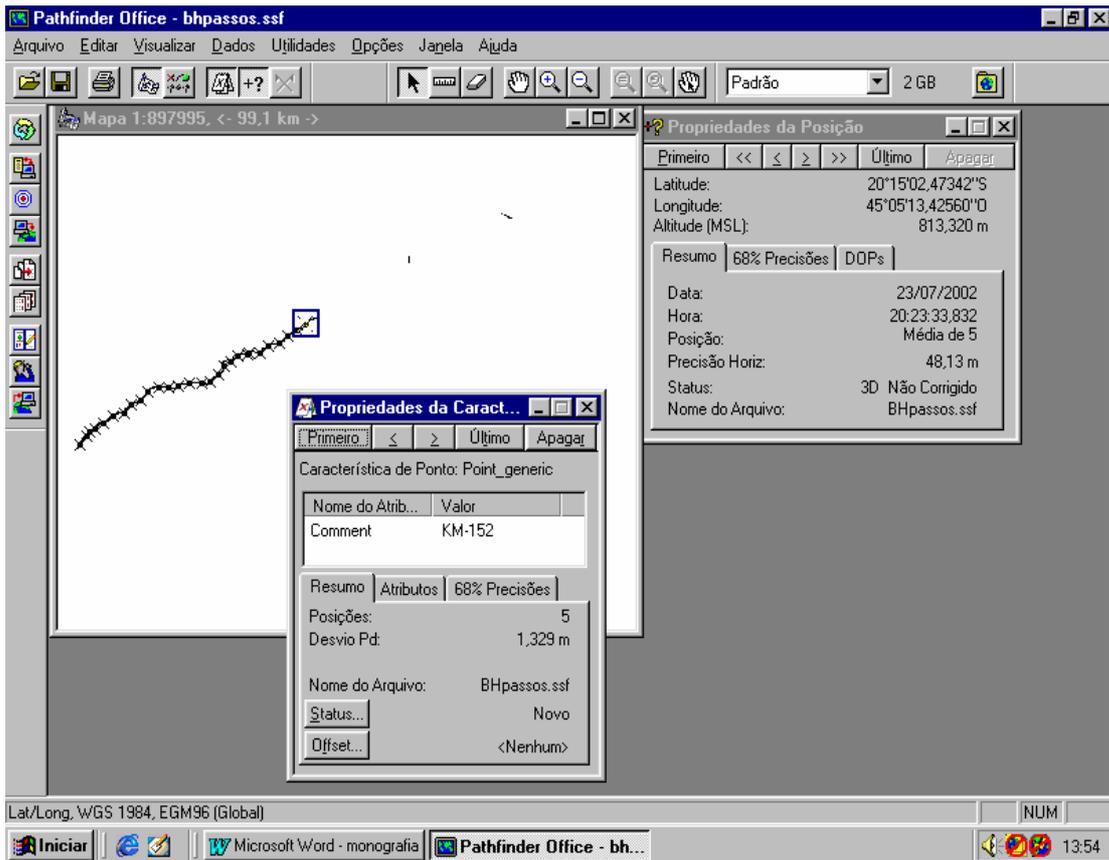


Figura 3.1.5 Arquivo levantado em campo com GPS e os atributos X,Y,Z

### **3.2- CORREÇÃO DIFERENCIAL**

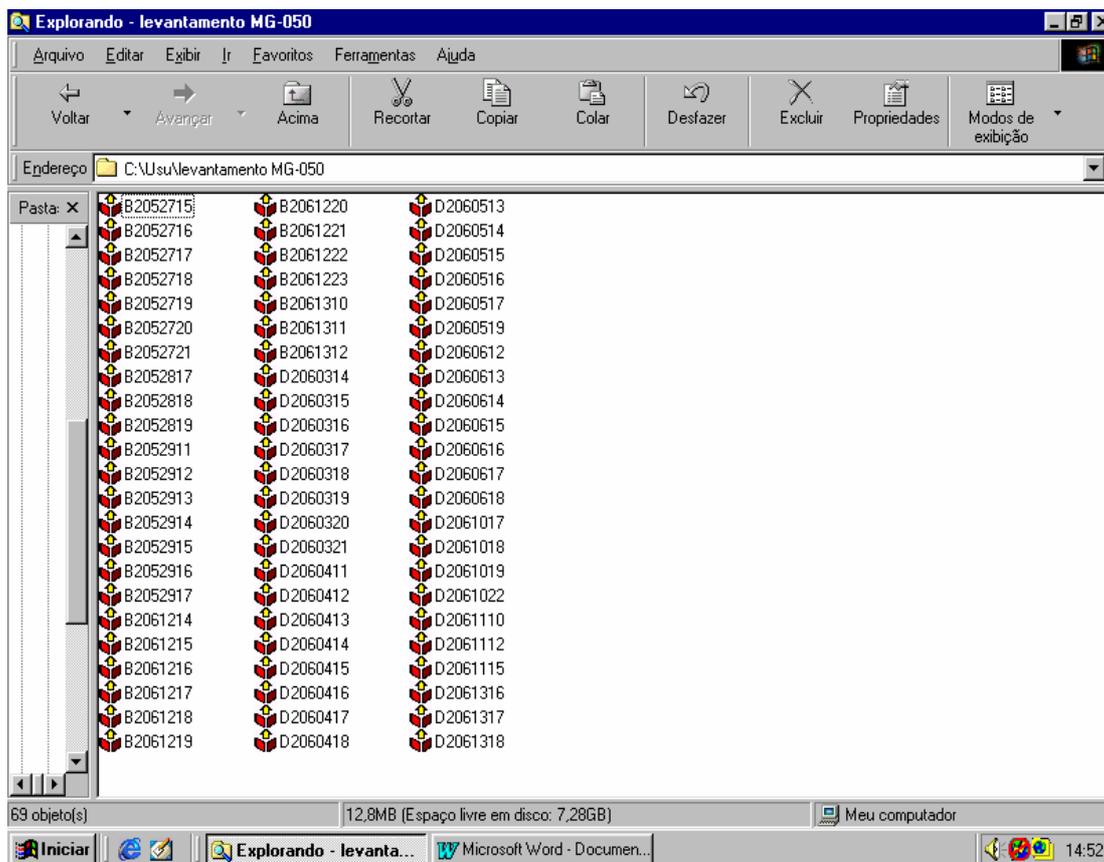
A utilidade correção diferencial produzida pela Trimble Navigation Limited para corrigir diferencialmente dados GPS de campo. É executado sob Windows 95 NT 4, e mais atuais.

A utilidade correção diferencial permite remover erros dos dados GPS causados pela disponibilidade seletiva e outros fatores. Melhora a exatidão das posições GPS de aproximadamente 100 metros para menos de um metro e cinco metros, dependendo do receptor e da técnica de coleta de dados usada.

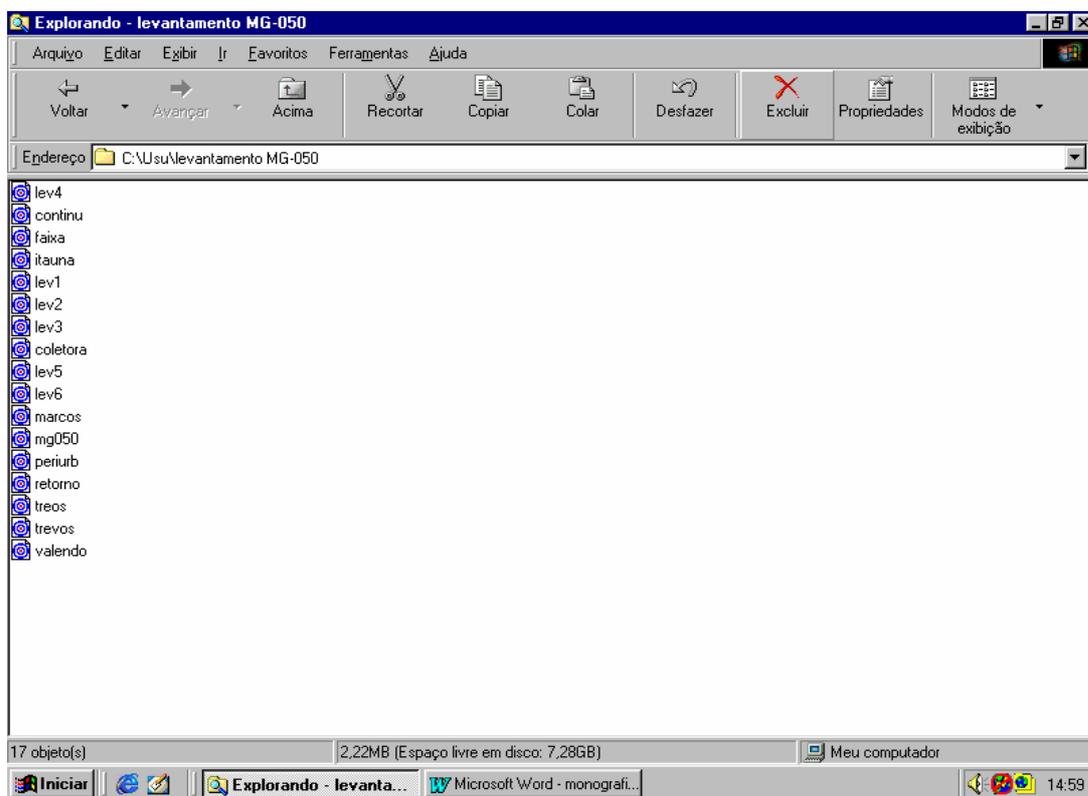
Para se fazer a correção diferencial, cruza-se dados de um rover (formato SSF) com os dados de uma base (formato SSF). Torna-se necessário usar os dados do mesmo dia e do mesmo horário. A base de onde se retirou os dados lidos deve estar abrangendo um raio de no mínimo de 500Km para atender com perfeição ao objetivo proposto.

Após feita a correção diferencial, automaticamente o Pathfinder Office 2.50, gera um novo arquivo (formato COR).

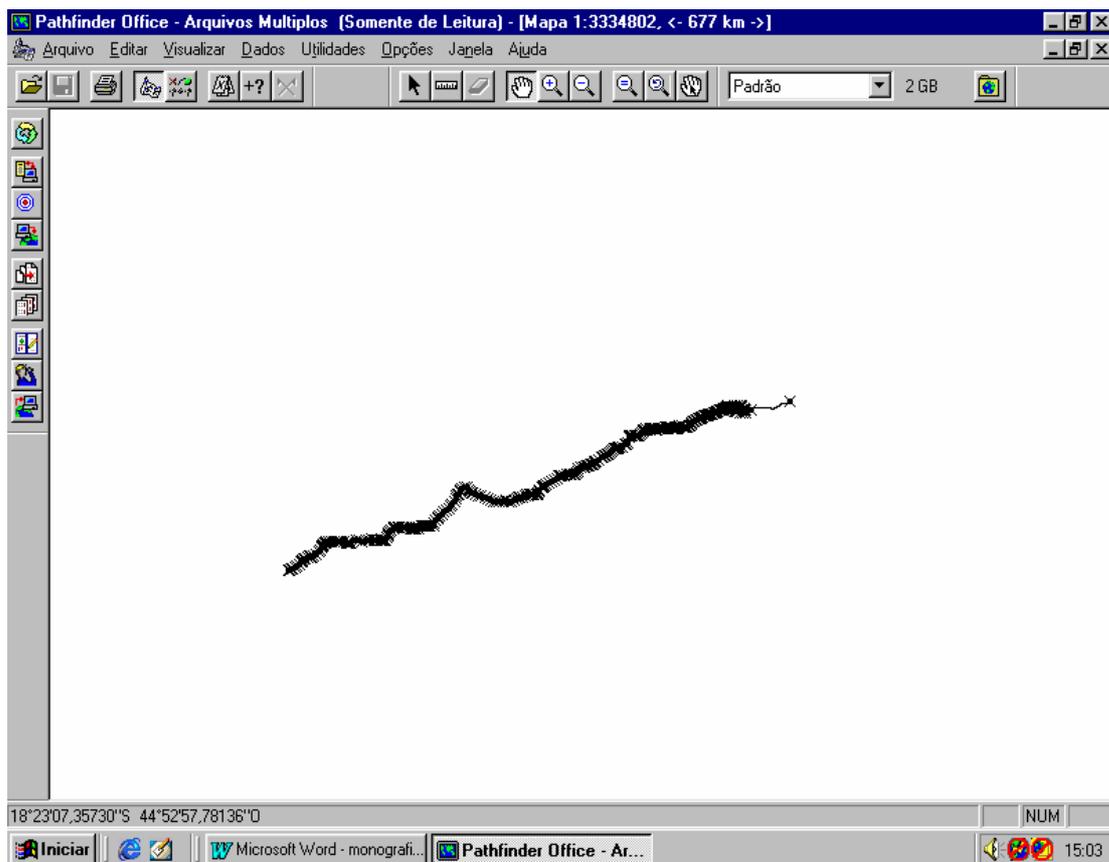
Veja a baixo as figuras das etapas referentes a Correção Diferencial:



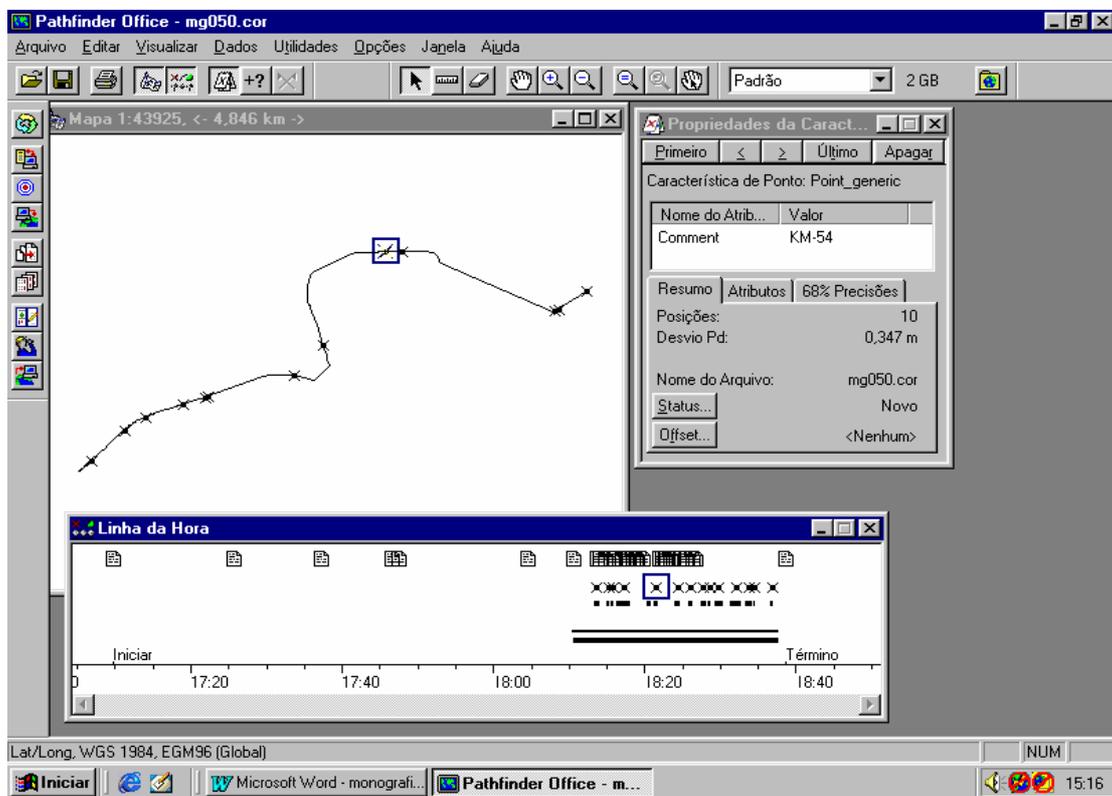
**Figura 3.2.1** Arquivos em formato SSF retirados da base fixa da CPE em Belo Horizonte



**Figura 3.2.2** Os arquivos corrigidos em formato COR



**Figura 3.2.3** A arquivo aberto no Pathfinder Office em formato COR do levantamento da MG-050 com GPS ProXRS – Trimble



**Figura 3.2.4** As características de identificação de um ponto levantado e a linha

### **3.3 TRATAMENTO DE DADOS**

Faz se necessário o tratamento dos dados levantados, logo necessita de utilizar outros softwares que são ferramentas com esta capacidade. Como o método utilizado para o levantamento foi o STOP AND GO, foram criados linhas, pontos e áreas. Acontece que as interferências no momento da leitura dos dados podem provocar interrupções ou duplicações destas linhas, pontos ou áreas.

Para o tratamento destes dados levantados, foi utilizada a ferramenta Autocad 2000.

Para que os dados levantados e corrigidos fossem compatíveis ao Autocad 2000, foi necessário exportar estes dados dos arquivos (formato COR) para um arquivo (formato DXF), que é uma extensão de intercâmbio de dados que preserva os atributos e é compatível com vários softwares de que desenvolvem geoprocessamento.

### **3.4 EDIÇÃO DOS DADOS**

Uma vez gerados os arquivos (formato DXF), para criação de entidades gráficas a partir dos dados digitais, foi utilizada a ferramenta Autocad 2000. Originalmente a utilização destes tipos de ferramentas eram restritas ao desenvolvimento de projetos assistidos por computador (tais como: plantas arquitetônicas, desenho de peças e outros), mas devido a sua versatilidade (apresenta um grande conjunto de possibilidades para execução de uma mesma tarefa) e baixo custo, rapidamente foi agregada como uma das principais formas de aquisição de dados para SIG.

No gerenciamento dos dados, torna-se necessário desenvolver uma metodologia que venha facilitar o gerenciamento e organizar melhor os dados. Para isto foram criados LAYERS ou níveis de informação para acondicionar e organizar o trabalho de digitalização, de maneira que no final do trabalho cada um dos arquivos apresentará a seguinte tabela de estruturação:

CAMADAS	COR	ESTILO	CONTEÚDO
Rodovia	Vermelha	Linha	Eixo e Bordos da Rodovia
Marcos de Km	Verde	Ponto	Marcos de Quilometragem
Posto de Combustível	Lilás	Ponto	Posto de Combustível
Ponto de Parada de Ônibus	Azul	Ponto	Ponto de Parada de ônibus
Ponte	Marrom	Ponto	Início e Final de Ponte
Subtrecho	Amarelo	Ponto	Início e Fim de Subtrechos
Posto de Polícia Rodoviária	Laranja	Ponto	Posto de Polícia Rodoviária
Trevos	Vermelho	Área	Trevos
Limites de CRG	Branco	Ponto	Limites de CRG

**Tabela 3.4.1** Estruturação dos Arquivos Digitais em Camadas

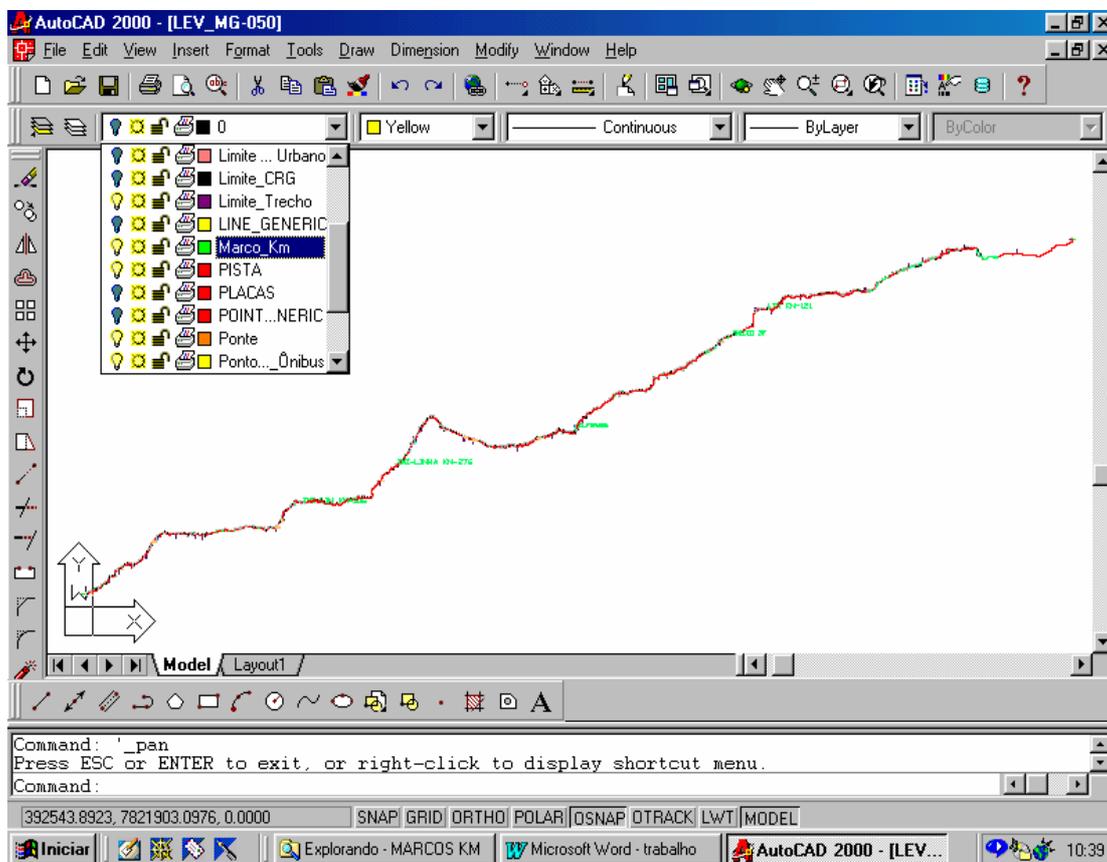


Figura 3.4.2 Layers criados para identificação dos dados

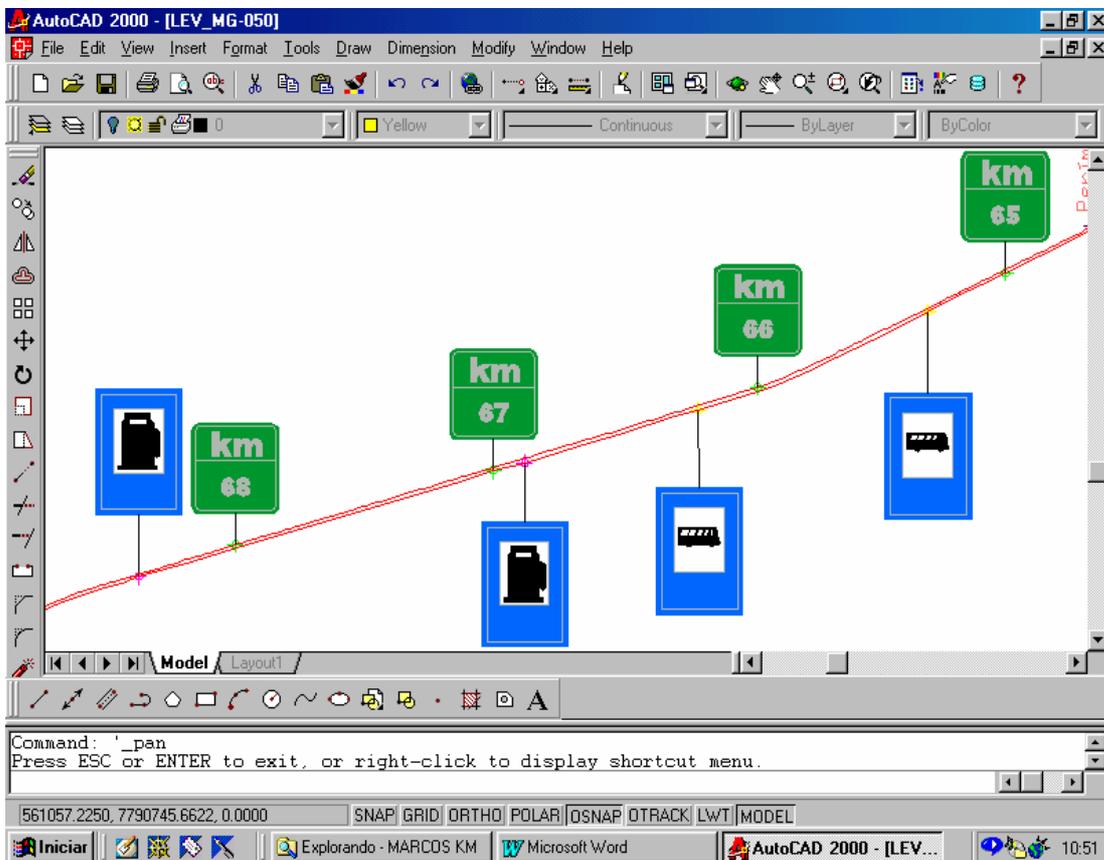


Figura 3.4.3 Zoom mostrando a edição dos dados levantados

### **3.5 CONVERSÃO DE DADOS DIGITAIS**

Na conversão de dados CAD/SIG, faz-se necessário a edição destes dados apesar da diversidade dos recursos CAD oferecidos. Isto se dá por duas razões:

- a) Pelo enfoque particular dos dois sistemas em visualizar e manipular os dados.
- b) Para corrigir alguma distorção originada em conversão dos dados do sistema CAD para o SIG.

Segundo Davis e Fonseca (1994), alguns dos problemas mais comuns que ocorrem, são quebra de objetos em diversas partes, desencontro de bordas, excesso de vértices, erro de fechamento topológico, erro de codificação em níveis e atributos e refinamento cartográfico excessivo.

Cada arquivo de levantamento com suas determinadas camadas descrita na estruturação, gerou um arquivo com seu respectivo nome. Finalizado o trabalho, cada arquivo (formato DWG), foi transformado em um arquivo de conversão (formato DXF).

### **3.6 IMPORTAÇÃO PARA O MAPINFO**

Com a importação dos arquivos (formato DXF) no Mapinfo, o trabalho de georreferenciamento de cada um antes obedecendo o datum WGS 84, passou a utilizar o datum córrego alegre, o sistema UTM de coordenadas, o fuso 23, o meridiano central 45°, obedecendo assim o modelo adotado pelo IBGE na elaboração de mapas e cartas.

### **3.7 GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÃO**

Uma vez salvos no Mapinfo, cada arquivo (formato DXF) gera um conjunto de quatro arquivos (dat; id; map; e Mapinfo Table). O passo seguinte é realizar a limpeza topológica que consiste na preparação dos dados, visando a implementação da consulta a ser feita.

A limpeza topológica seguiu uma série de etapas ordenadas na seguinte forma:

- a) Eliminação dos segmentos duplicados.
- b) Correção das lacunas entre segmentos de linhas.

- c) Eliminação de pequenos segmentos.
- d) Combinação de fragmentos de linha para composição dos percursos correspondentes a rodovia.
- e) Quebrar as linhas nas interseções.
- f) Associação de banco de dados alfanuméricos aos percursos editados.

A implementação da limpeza topológica foi feita de duas maneiras:

- a) De forma automatizada, utilizando programas desenvolvidos no aplicativo Mapbasic (que acompanha o Mapinfo)
- b) De forma manual, utilizando as ferramentas de edição gráfica do programa.

Um aspecto importante na edição dos dados é não deixar duplicidade de elementos para não comprometer a qualidade e aparência gráfica do produto final.

Uma das grandes vantagens do Mapinfo, é o fato deste software SIG possibilitar a abertura de uma série de arquivos ao mesmo tempo. Pode-se ainda utilizar o recurso de Work Space, no qual o programa se encarrega de abrir automaticamente um conjunto de tabelas e janelas previamente escolhidas, sem que o usuário tenha de abri-las manualmente. Ainda se torna importante lembrar que o Mapinfo habilita somente uma folha por vez para a edição no painel de controle.

### **3.8 ASSOCIAÇÃO DE BANCO DE DADOS**

Além da análise espacial e integração de dados de diversas naturezas, outra grande vantagem do SIG em relação ao CAD é a forma de agregação principalmente a alfanumérica. Em um Sistema de Informação Geográfica, pode-se agregar banco de dados com informações diversas, para suporte nas consultas e análises espaciais.

O Mapinfo dá a possibilidade de criar tabelas com diversas colunas de atributos. Nestas tabelas, as colunas podem ser formatadas de acordo com o nome, tipo (caracter numérico, lógico, data e outros) e tamanho do campo. Uma vez definidas as tabelas e seus atributos, vem a etapa de associação dos dados alfanuméricos à base gráfica. Para tanto é necessário selecionar a entidade geográfica com a ferramenta INFO da barra de ferramenta principal. Assim que o sistema reconhece a entidade, abre-se uma caixa de diálogo com os campos, em branco, disponíveis para o registro de identificação das entidades.

Neste momento foram utilizados os levantamentos GPS ao longo da MG-050, e os dados do Boletim Rodoviário que orientou e enriqueceu a base de dados, no preenchimento do banco de dados alfanumérico.

## **CAPÍTULO 4**

### **4.1 CONSIDERAÇÕES**

Para realização de um trabalho técnico-científico, requer dedicação. Para se ter êxito, um trabalho de geoprocessamento, ou seja, a aplicação de um SIG além de dedicação torna-se necessário a precisão, a confiabilidade dos dados a serem utilizados.

Por tanto seguir as normas técnicas e adotar padrões rígidos de precisão nas etapas de elaboração faz-se preceito que não se pode abrir mão.

Neste trabalho pretende-se criar uma linguagem única no que se refere a conhecer e avaliar as condições de uma rodovia de acordo com a publicação do DER-MG, o Boletim Rodoviário que tem a seguinte finalidade:

“ Apresentar dados físicos e administrativos referentes à rede rodoviária conservada pelo órgão e sua estrutura organizacional.

Além disso, o documento apresenta o Plano Rodoviário da Rede de Conservação para o ano de 2000, aprovado pelo Conselho Rodoviário do Estado, bem como a estatística de tráfego apurada com base nos censos realizados em 1997.

Ainda mostra a evolução da Rede Conservada Estadual, buscando auxiliar na compreensão e na análise do setor como um todo, propiciando uma visão integrada do Sistema Rodoviário e sua classificação por categorias de rodovia.

Conjunto destas outras informações se encontra em permanente mutação, acompanhando o processo do desenvolvimento nacional e se adequando à modernização administrativa do estado.”

Nesta tabela cada rodovia recebe seu código. Se BR, o código BMG, se MG, o código EMG que anteriormente tem o número da rodovia e depois mais quatro dígitos. Ao longo desta rodovia, esta é dividida em trechos, com seu início e fim.

Ainda na tabela as informações de: Extensão Conservada (Km), Extensão Não Conservada(Km), Superfície de Rolamento, Contagem Volumétrica de Tráfego, Marco Quilométrico.

Esta divisão da rodovia em trechos, segue normalmente seus limites de início e fim do marco quilométrico que sempre são materializados e possuem uma quilometragem. Este pode ser um cruzamento de rodovias, um trevo, uma ponte e outros.

Acontece que o organograma do DER-MG apresenta a estrutura do órgão dividida em diretorias, cada uma com sua particularidade e problemas diversificados para serem solucionados de acordo com o objetivo da instituição no tratamento de gerenciamento e manutenção de uma rodovia.

Levantando informações para propor soluções, cada diretoria criou sua forma de identificar e organizar os dados referente a uma rodovia, gerando assim diversos bancos de dados.

Com o objetivo de unificação destes bancos de dados, este trabalho se desenvolveu através da criação de um SIG, usando ferramentas computacionais e estabeleceu os seguintes padrões e etapas tendo como campo de estudo a MG-050.

Os trabalhos de levantamento dos dados em campo seguirá as normas técnicas adotadas na criação do Mapa Digital Rodoviário do DER-MG que teve seu apoio de amarração estabelecido pela base fixa de GPS do DER-MG e marcos geodésicos do IBGE.

Na execução do trabalho, ficou estabelecido que adotaria o critério de divisão da rodovia em trechos de acordo com o Boletim Rodoviário.

Uma vez conhecidos e tratados os dados que formaram a base georeferenciada, adotou a seguinte forma na aplicação do SIG que utilizará plataforma ORACLE as utilizando os softwares AutoCAD Map e Autodesk MapGuide disponibilizando as informações via WEB através do Geocity.

A rodovia terá tratamento de entidade linha que será seccionada em trechos, limitados por pontos onde serão conhecidos primeiramente seus atributos X,Y e Z. Estes trechos de acordo com a divisão do Boletim Rodoviário e os bancos de dados de cada diretoria é que irão enriquecer as informações de cada um destes trechos.

Para atender a divisão organizacional do órgão e suas diversidade de informações de cada diretoria, este trecho será seccionado em trechos homogêneos e pontos que terão atributos e informações ai agregadas.

Com a intenção de tornar mais rico o trabalho, ainda foram levantados outros dados como: Trevos, Ponto de ônibus, Posto de Combustível , Posto de Polícia Rodoviária, Limite de CRG, Perímetro Urbano, Início e Fim de Terceira Faixa, Pontes, Pista e outros.

No que diz respeito ao levantamento dos marcos de quilometragem, foram identificadas as posições dos existentes e dos inexistentes. Logo, no início do levantamento percebeu um erro na posição de um marco para o outro de forma constante de até mais de 90m o que acarreta um erro na quilometragem final da rodovia, no posicionamento do marco, bem com a localização das divisas de trechos descritas no Boletim Rodoviário. Ainda há de se ressaltar que para tornar esta informação mais confiável, o levantamento foi acompanhado de um odômetro de precisão que seguiu as normas técnicas de instalação e aferição do aparelho.

Sendo assim, este trabalho espera poder através da manutenção e atualização dos bancos de dados de cada diretoria , propiciar a criação de um ambiente único de compreensão e análise das particularidades de uma rodovia, atendendo também as peculiaridades de cada diretoria do DER-MG na geração de mapas temáticos e relatórios encontrando assim soluções viáveis para cumprimento dos objetivos propostos pelo DER-MG.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIS C. A. & Fonseca F. T. 1994. Erros na conversão de dados CAD/GIS; In: Revista Fator GIS, 6, 22-24, São Paulo.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS.  
Diretoria de Manutenção Rodoviária; 1998. 142p.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMITTEE. Ground Transportation Subcommittee.NSDI Framework Transportation Identification Standard; Working Draft. Washington, D.C.: 1999

INPE, in: <http://www.inpe.br/>

NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESERCH PROGRAM. A Generic Data Model for Linear Referencing Systems. NCHRP Project 20-27 (2). NCHRP Research Results Digest Number 218. TRB, National Research Council, Washington, D.C.: Set. 1997.

ZUPPO C. A, Davis C. A, Meirelles A C. 1996. Geoprocessamento no sistema de transporte e trânsito de Belo Horizonte. In: Anais II GIS Brasil, 376-387, Curitiba

