

César Santos de Castro

Geoprocessamento aplicado a gestão de uso ou  
ocupação de faixa de domínio de rodovia

X Curso de Especialização em  
Geoprocessamento  
2007



UFMG  
Instituto de Geociências  
Departamento de Cartografia  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha  
Belo Horizonte  
cartog@igc.ufmg.br

**CÉSAR SANTOS DE CASTRO**

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO A GESTÃO DE USO  
OU OCUPAÇÃO DE FAIXA DE DOMÍNIO DE RODOVIA**

Monografia apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de especialista em  
Geoprocessamento, Curso de especialização  
em geoprocessamento, Departamento de  
Cartografia, Instituto de Geociências,  
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Marcos Antônio Timbó Elmiro

**BELO HORIZONTE**  
**2007**

Castro, César Santos

Geoprocessamento aplicado ao uso ou ocupação de faixa de domínio de rodovia/ César Santos de Castro – Belo Horizonte, 2007.

viii,39 f.: il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, 2007.

Orientador: Marcos Antônio Timbó Elmiro

1. Geoprocessamento 2. Uso ou Ocupação 3. Faixa de domínio 4. Rodovia. I. Título.

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Lucianne e a minha filha Alice e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao professor e orientador Marcos Timbó por seu apoio e atenção no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão desta monografia.

A todos os professores do curso que me proporcionaram maior conhecimento para a minha vida profissional.

Aos amigos e colegas, em especial, William e Rafael, pelo incentivo e ajuda constante durante o curso.

Ao estagiário Felipe Teixeira na pesquisa de dados para o desenvolvimento desta monografia.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	iv
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	vi
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	vii
<b>RESUMO.....</b>	viii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	1
1.1 Apresentação.....	1
1.2 Justificativa.....	1
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Caracterização da área de estudo.....	6
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	10
2.1 Recomendações técnicas do DER/MG.....	10
2.2 Sistema de Referenciamento Linear.....	12
2.3 Geoprocessamento e SIG.....	13
<b>3. METODOLOGIA DO TRABALHO.....</b>	17
3.1 Materiais e dados utilizados.....	17
3.2 Etapas de desenvolvimento do trabalho e seu fluxograma.....	17
3.3 Levantamento dos dados.....	18
3.4 Correção diferencial e exportação dos dados.....	21
3.5 Tratamento e edição dos dados no software Autodesk Map 2002.....	23
3.6 Início do SIG no ArcGis 9.1.....	25
3.7 Criação da faixa de domínio e área non aedificandi utilizando área de influência (buffer) no ArcGis 9.1.....	27
3.8 Construções de tabelas para consultas espaciais.....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	29
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	37
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	38
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	39

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura. 1 - Mapa de localização das coordenadorias regionais do DER/MG - Fonte: DER/MG 2006.....	2
Figura. 2 – Exemplo 1 de Tabela do banco de dados referente à ocupação transversal, tipo linha de energia elétrica.....	3
Figura. 3 – Exemplo 2 de Tabela do banco de dados referente à ocupação longitudinal, tipo cabo fibra ótica.....	4
Figura. 4 – Exemplo 3 de Tabela do banco de dados referente à ocupação pontual, tipo publicidade.....	4
Figura. 5 – Foto da rodovia MG-050, trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431 (Itaúna).....	8
Figura. 6 – Dados do trecho da rodovia MG-050 – Fonte: DER/MG 2006.....	8
Figura. 7 – Mapa de localização da área de estudo.....	9
Figura. 8 – Representação da faixa de domínio e área non aedificandi da rodovia MG-050, trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431(Itaúna) através de (a) foto ilustrativa do seu lado direito e (b) imagem Google Earth de 25/11/2007.....	10
Figura. 9 – Fotos ilustrativas das ocupações: (a) pontual, tipo placa (outdoor), (b) transversal, tipo energia elétrica e (c) longitudinal, tipo fibra ótica.....	11
Figura.10 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho.....	18
Figura.11 – Apresentação dos dados no programa Pathfinder Office 2.5 antes do processo de correção diferencial.....	22
Figura.12 – Processo de correção diferencial.....	22
Figura.13 – Dados após a correção diferencial.....	23
Figura.14 – Projeto da rodovia MG050- trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431(Itaúna).....	24
Figura.15 – Separação em layers por tipo de ocupação.....	24

**Pág.**

Figura.16 – Visualização da área de trabalho na fase de edição no <i>Autodesk Map 2002</i> .....	25
Figura.17 – Simbolização dos dados no ArcView.....	26
Figura.18 – Processo de Simbolização dos dados no ArcView.....	26
Figura.19 – Criação da faixa de domínio e área non aedificandi através do buffer.....	27
Figura.20 – Processo de montagem das tabelas no ArcView 9.1.....	28
Figura.21 – Processo de consulta rápida por atributos, transversal.....	29
Figura.22 – Processo de consulta rápida por atributos, pontual.....	30
Figura.23 – Processo de consulta rápida por atributos, longitudinal.....	30
Figura.24 – Consulta rápida por localização.....	31
Figura.25 – Consulta por localização de invasão da faixa de domínio (cerca).....	33
Figura.26 – Imagem GoogleEarth da rodovia MG050 (25/11/2007).....	33
Figura.27 – Consulta por localização de invasão da área non aedificandi (casa).....	34
Figura.28 – Imagem GoogleEarth da rodovia MG050 (25/11/2007).....	34
Figura.29 – Associação através do Microsoft Office Access.....	35
Figura.30 – Mapa temático das ocupações.....	36

**LISTA DE TABELAS****Pág.**

Tabela 1 – Identificação do tipo de representação dos elementos levantados em campo....	20
Tabela 2 – Relatório final de todas as ocupações.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS

DER/MG – Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais;

CRG's - Coordenadorias Regionais;

PRÓCESSO - Pavimentação de Acessos a Municípios;

SIG - Sistema de Informação Geográfica;

GIS - Geographic Information System;

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados;

Km- Quilômetro;

WGS 84 – World Geodetic System, Elipsóide utilizado pelo GPS;

UTM - Universal Transverso de Mercator, sistema de projeção geográfica;

SAD 69 - South American Datum 1969;

SRL - Sistema de Referenciamento Linear;

NCHRP - NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM;

DXF - Drawing Exchange Format;

SHP – Shapefile – extensão de arquivo utilizado pelo software ArcGis 9.1;

GEOMINAS – Programa Integrado do Uso da Tecnologia de Geoprocessamento pelos Órgãos do Estado de Minas Gerais;

RT-06.01.a – Recomendação Técnica de Uso e Ocupação da Faixa de Domínio de Rodovia do DER/MG;

RT-06.02.a – Recomendação Técnica de Publicidade Visual nas Rodovias do DER/MG;

## RESUMO

A criação de um SIG de rodovia tem como alicerce, a necessidade do DER/MG de substituir vários projetos realizados em sistemas de coordenadas e cotas não georreferenciados, promovendo uma maior integração dos setores envolvidos na fiscalização do controle do uso e ocupação da faixa de domínio e área non aedificandi.

O estudo tem como finalidade, desenvolver e mostrar todas as etapas da montagem de um SIG referente a um trecho da rodovia MG-050, com georreferenciamento do seu eixo e as diferentes modalidades de ocupação na sua faixa de domínio.

O desenvolvimento do SIG tem como metodologia a coleta, análise e resgate de informações, já existentes em banco de dados do DER/MG.

O sistema possibilita a consulta rápida deste banco de dados e de informações sobre sua localização espacial dentro da faixa de domínio. A utilização deste SIG se torna essencial para o DER/MG no gerenciamento do uso e ocupação da faixa de domínio de uma rodovia.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação**

O DER/MG foi reorganizado em 04/05/46 dentro da estrutura da Secretaria de Viação e Obras Públicas. Sua missão institucional é de assegurar soluções adequadas de transporte em rodovias pavimentadas ou não, de pessoas, bens e serviços no Estado de Minas Gerais, tendo como prioridade a segurança do usuário. Atualmente vinculado a Secretaria de Estado e Transportes e Obras Públicas, cabe ao DER/MG, dentro de muitas outras funções, a de conceder licença de utilização temporária ou permanente para instalações de serviços públicos ou particulares nas faixas de domínio das estradas de rodagem estaduais.

Através do Decreto Estadual nº 43.932/04 de 21/12/04 foi regulamentado o uso de ocupação da faixa de domínio e áreas adjacentes das rodovias e da cobrança de sua taxa de licenciamento, possibilitando arrecadação financeira ao Estado. A faixa de domínio de uma rodovia é a área de terras onde se acham implantadas a pista e demais estruturas de uma rodovia, cuja largura é definida pelo DER/MG. O controle do uso ou ocupação da faixa de domínio e da área adjacente das rodovias visa garantir a segurança do trânsito rodoviário, a preservação do meio ambiente e do patrimônio público.

### **1.2 Justificativa**

A estrutura organizacional do DER/MG, na abrangência de todo Estado de Minas Gerais, é composta de 1 (uma) SEDE e 40 (quarenta) Coordenadorias Regionais (CRG's), conforme ilustração na Figura 1, sendo distribuída nas seguintes diretorias:

- Diretoria Geral
- Vice-Diretoria
- Diretoria de Projetos

- Diretoria de Operações
- Diretoria de Infra-Estrutura Rodoviária
- Diretoria de Planejamento, Gestão e Finanças
- Diretoria de Fiscalização
- Diretoria de Gestão de Pessoas

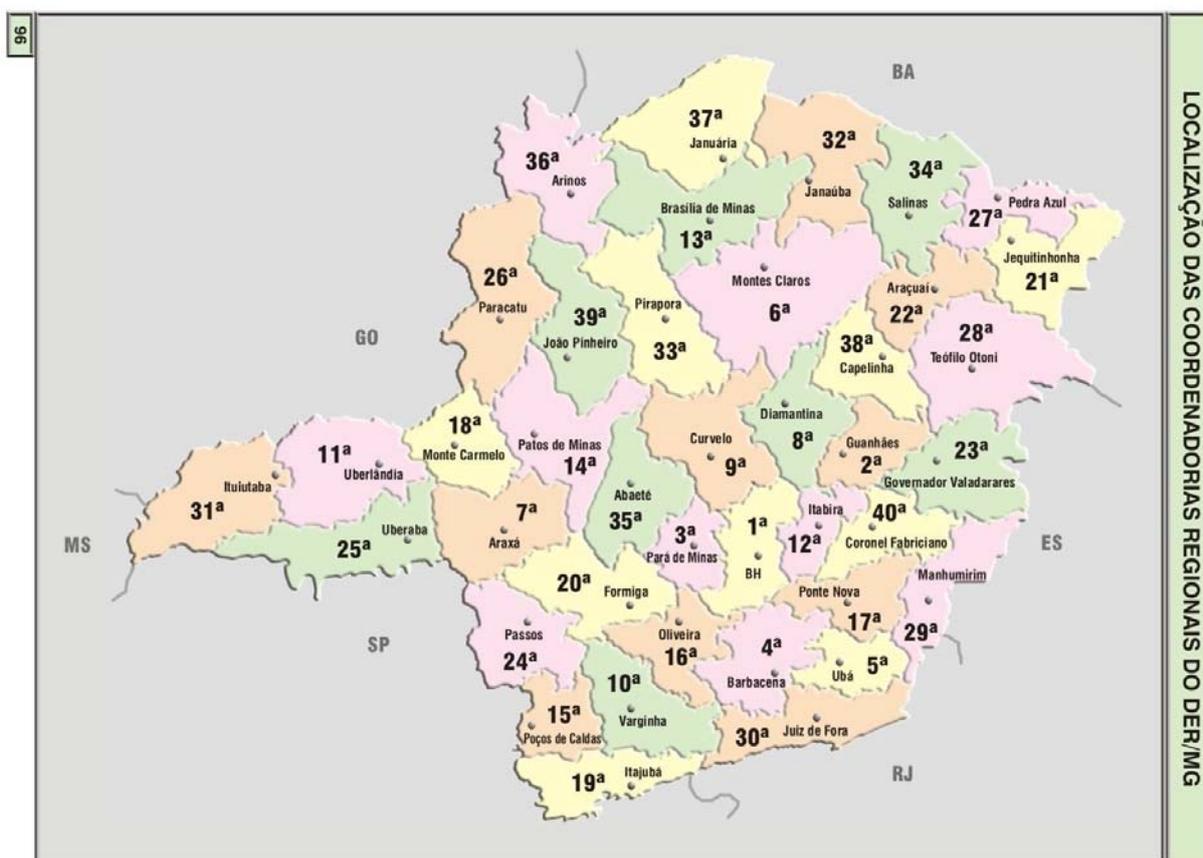


Fig. 1 - Mapa de localização das coordenadorias regionais do DER/MG - Fonte: DER/MG 2006.

Atualmente o DER/MG tem sob a sua jurisdição e responsabilidade a operação, manutenção e controle de 26.500 km de rodovias. Dentro dos próximos 4 (quatro) anos esta extensão será aumentada em 5.600 Kms devido aos atuais Programas de Governo, PRÓCESSO – Pavimentação de Acessos a Municípios e do Programa Sucroalcooleiro.

O uso ou a ocupação, por parte de serviços públicos ou particulares, da faixa de domínio e de sua área adjacente, referente às rodovias estaduais, federais delegadas ao Estado de Minas Gerais e também das rodovias sob concessão, dependerá da licença prévia do DER/MG através da emissão do Termo de Licenciamento pelo órgão, atendidas todas as suas Recomendações Técnicas.

A escolha do tema, uso e ocupação de faixa de domínio, tem como escopo a necessidade do DER/MG de substituir por mapas digitais georreferenciados associados a um banco de dados já existente, os vários projetos de implantação de rodovias, realizados em sistemas de coordenadas e cotas não georreferenciados, bem como tabelas e croquis de campo referentes ao uso da faixa de domínio, elaborados em papel. As Figuras 2, 3 e 4 ilustram exemplos de relatórios deste banco de dados referente às ocupações transversal, longitudinal e pontual, respectivamente.

Elemento		Grupo	
Linha de Energia Elétrica		Ocupação	
Tipo		Tipo	
Linha de Energia Elétrica		Linha de Energia Elétrica	

<b>Elemento:</b> 9560-Linha de Energia Elétrica	<b>Grupo:</b> Ocupação	<b>Tipo:</b> Linha de Energia Elétrica
<b>Cadastro:</b> 04/01/2005	<b>Previsão de Retirada:</b>	<b>Data retirada:</b>
<b>Responsável:</b> 03ª CRG - Pará de Minas	<b>Situação:</b> Regular	
<b>Contribuinte:</b> 06.981.180/0001-16 - CEMIG DISTRIBUIÇÃO S. A.		
<b>Observações:</b>		
<b>Solicitação:</b>		
Localização		
* MG050 MATEUS LEME - ENTR. MG431 (ITAUNA)		
* <b>Espécie:</b> Ocupação Transversal	<b>Lado:</b> Transversal	
* <b>Km inicial:</b> 78,350	<b>Km final:</b>	<b>Extensão(m)</b> 0,000
* <b>Distância D(m):</b> 0,00	<b>Distância E(m):</b> 0,00	<b>Largura(m):</b> 0,00
* <b>Município:</b> Itaúna		
Características		
* Consumidor final? - Não		

Fig. 2 – Exemplo 1 de Tabela do banco de dados referente à ocupação transversal, tipo linha de energia elétrica.

DER/MG - Departamento de Estradas de Rogagem de Minas Gerais 03/12/2007 - 12:19  
Relatório Detalhado de Ocupação/Use da Faixa de Domínio Página: 1 de 1

**Parametros do relatório**

<b>Elemento</b>	Cabo de Fibra Ótica	<b>Grupo</b>	Ocupação
<b>Tipo</b>	Cabo de Fibra Ótica		

**Elemento:** 9532-Cabo de Fibra Ótica **Grupo:** Ocupação **Tipo:** Cabo de Fibra Ótica  
**Cadastro:** 04/01/2005 **Previsão de Retirada:** **Data retirada:**  
**Responsável:** 03ª CRG - Pará de Minas **Situação:** Regular  
**Contribuinte:** 33.000.118/0003-30 - TELEMAR Norte Leste S/A  
**Observações:** PJU 18005/01  
**Solicitação:**

**Localização**  
 \* MG050 MATEUS LEME - ENTR. MG431 (ITAUNA)  
 \* **Espécie:** Ocupação Longitudinal **Lado:** Esquerdo  
 \* **Km inicial:** 78,800 **Km final:** 83,040 **Extensão(km)** 4,240 **Largura(m):** 0,00  
 \* **Distância D(m):** 0,00 **Distância E(m):** 0,00  
 \* **Município:** Itaúna  
**Características**  
 \* Consumidor final? - Não

Fig. 3 – Exemplo 2 de Tabela do banco de dados referente à ocupação longitudinal, tipo cabo de fibra ótica.

DER/MG - Departamento de Estradas de Rogagem de Minas Gerais 03/12/2007 - 12:20  
Relatório Detalhado de Ocupação/Use da Faixa de Domínio Página: 1 de 1

**Parametros do relatório**

<b>Elemento</b>	Black-Light	<b>Grupo</b>	Publicidade
<b>Tipo</b>	Black-Light		

**Elemento:** 23110-Black-Light **Grupo:** Publicidade **Tipo:** Black-Light  
**Cadastro:** 23/02/2005 **Previsão de Retirada:** **Data retirada:**  
**Responsável:** 03ª CRG - Pará de Minas **Situação:** Regular  
**Contribuinte:** - CAFÉ DA ESTRADA (RESTAURANTE)  
**Observações:** ISENÇÃO SIM  
**Solicitação:**

**Localização**  
 \* MG050 MATEUS LEME - ENTR. MG431  
 \* **Espécie:** Ocupação Pontual (p/ publicidade na faixa linceira) **Lado:** Direito  
 \* **Km inicial:** 77,800 **Km final:** **Extensão(m)** 3,000 **Largura(m):** 3,00  
 \* **Distância D(m):** 0,00 **Distância E(m):** 0,00  
 \* **Município:** Itaúna  
**Características**  
 \* Dizeres - CAFÉ DA ESTRADA  
 \* Consumidor final? - Não

Fig. 4 – Exemplo 3 de Tabela do banco de dados referente à ocupação pontual, tipo publicidade.

A utilização de um SIG, que permitirá a coleta, análise e representação automática dos dados georreferenciados, se torna essencial para o DER/MG no gerenciamento do uso e ocupação da faixa de domínio. O sistema possibilitará uma maior integração de todos os setores, referentes às áreas de projeto, construção e manutenção, envolvidos na fiscalização, no controle de autorizações concedidas para ocupações da faixa de domínio e na garantia da segurança ao usuário da rodovia com a não permissão de ocupações irregulares.

Como modelo de aplicação do tema de trabalho foi escolhida parte da rodovia MG-050, trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431 Itaúna (Figura 5), compreendido entre os perímetros urbanos de Azurita e Itaúna, do km 74 ao km 84. Este trecho está localizado na 3ª CRG com sede em Pará de Minas, que tem sob a sua jurisdição a conservação de 616 kms de rodovias, sendo 486 kms pavimentadas e 130 kms não pavimentadas.

Finalmente, os estudos, a metodologia adotada, os resultados e conclusões obtidos neste trabalho poderão ser aplicados a toda extensão da malha rodoviária do Estado de Minas Gerais.

### **1.3 Objetivos**

O estudo terá a finalidade de mostrar e desenvolver as etapas na montagem de um SIG de rodovia com georreferenciamento do seu eixo e as diferentes modalidades de ocupação na faixa de domínio como: linhas de telefonia convencional e cabos de fibra ótica, polidutos (adutoras, rede de esgotos, oleodutos, gasodutos e tubulações diversas), linhas de energia elétrica, placas de publicidade visual, torres ou antenas.

Como objetivos específicos o trabalho deverá resgatar as informações existentes em um banco de dados ilustrado nas Figuras 2, 3 e 4, atribuindo a ele uma conotação espacial e possibilitar a consulta rápida deste banco de dados com aplicação de um Desktop GIS.

Através desta consulta, para qualquer trecho de rodovia pesquisado, deverá ser possível obter o mapa temático rodoviário do seu eixo e faixa de domínio com as suas respectivas ocupações e relatório final contendo as seguintes informações:

- Identificação do licenciado
- Natureza e tipo de uso ocupação
- Local do uso – rodovia, trecho
- CRG
- Duração prevista para o uso
- Número de controle do DER.

- Tipo, unidade e valor de taxa, em ocupação transversal
- Tipo extensão em Km e valor de taxa em ocupação longitudinal.
- Tipo, dimensão e valor de taxa em instalação de dispositivo visual
- Quantidade valor de taxa em ocupação por torre ou antena.
- Ocupação irregular, caso ocorra, para futuras providências na sua remoção.

#### **1.4 Caracterização da área de estudo**

Na economia moderna o Estado tende a não investir em setores que não sejam de “atividades fim”, assumindo o papel de indutor e facilitador. Por esta razão, sua função primordial é identificar carências e necessidades e, a partir daí, induzir o setor produtivo a aplicar naquelas áreas, por meio de uma série de mecanismos que lhe assegure retorno ao investimento realizado.

Surge então a idéia da “Parceria Público-Privada” – uma relação moderna na qual o Estado muda seu papel de contratador de obras para o de adquirente de serviços, os quais, muitas vezes, para serem prestados, serão antecedidos por obras. Esta solução pode viabilizar o investimento privado, com empresas que possuem recursos e experiência para rapidamente efetuar o investimento, implantando em determinado projeto, e posteriormente, operá-la de forma eficiente, com padrões pré-determinados de indicadores de desempenho (por exemplo, conforto e segurança), em troca de receita obtida pela prestação do serviço.

O projeto de concessão do sistema rodoviário formado pela MG-050 e pelas BR-491/265, de Juatuba à Divisa MG/SP torna-se o primeiro projeto de Parceria Pública Privada – PPP do Estado de Minas Gerais, iniciando uma nova fase de gestão de rodovia, objetivando com resultado imediato o aumento da segurança e conforto para os usuários. Com isso, o Estado de Minas Gerais espera obter uma redução significativa no custo operacional dos veículos que trafegam pelo sistema rodoviário referido, através da realização de investimentos para a melhoria e aumento de capacidade, da fluidez e da segurança do tráfego.

O corredor é um importante eixo de integração inter-regional que liga Belo Horizonte ao Centro Oeste Mineiro e ao noroeste de São Paulo, com 371,35 km de extensão, servindo de eixo de integração destas economias. A sua área de influência contempla 50 municípios com uma população estimada em 1.500.000 habitantes correspondendo a 7,4 % da população do Estado. A importância do corredor tanto se refere ao escoamento da produção industrial, quanto na sua característica de deslocamento de insumos para os parques industriais da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Centro Oeste, Sudoeste e Sul do Estado. Também por esta rodovia trafega grande parte da produção do setor agropecuário de Minas, em especial no que se refere à avicultura, indústria açucareira, café, batata inglesa, suinocultura, leite e derivados, fruticultura e hortigranjeiros.

O sistema rodoviário transferido à iniciativa privada atende ainda toda a região Centro Oeste, que tem na microregião de Divinópolis um importante pólo que responde por 42,5% do PIB da região e 39,4% da população residente. Além disto, sob a influência da MG-050 destaca-se ainda pela atividade industrial de metalurgia, materiais não metálicos, produtos alimentares, mineração, têxtil, vestuário, calçados e artefatos de tecidos, couros e peles, borracha. O turismo é outra atividade muito explorada na região Centro Oeste, especialmente ao longo da rodovia. O lago de Furnas estende-se por 240 km no braço do Rio Grande, 170 km no braço do Rio Sapucaí e apresenta uma superfície de 1.260 km<sup>2</sup> no perímetro de 3.000 km. A rodovia MG-050 facilita o acesso à região, atraindo turistas de diversos pontos da região Sudeste, principalmente de São Paulo (noroeste paulista). Um grande pólo turístico essencial à economia mineira encontra-se instalado com infraestrutura de hotéis, restaurantes e de apoio à prática de esportes náuticos. A Figura 5 exibe a foto da rodovia MG-050 no trecho Mateus Leme – Entroncamento MG-431 (Itaúna). A Figura 6 mostra um resumo de dados da rodovia MG-050 no trecho situado na 3<sup>a</sup> CRG, referentes ao seu tipo de revestimento asfáltico, contagem volumétrica de tráfego e relação de marcos quilométricos de seus sub-trechos. A Figura 7 apresenta o mapa de localização do trecho Mateus Leme – Entroncamento MG-431 da rodovia MG-050 na área de abrangência da rede da 3<sup>a</sup> CRG.



Fig. 5 – Foto da rodovia MG-050, trecho: Mateus Leme –  
Entroncamento MG-431 (Itaúna).

REDE DE CONSERVAÇÃO						3ª Coordenadoria Regional Pará de Minas							
CÓDIGO	RODOVIA		EXTENSÃO CONSERVADA (km)	SUPERFÍCIE		CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE TRÁFEGO					MARCO		
	INÍCIO	TRECHO FIM		CATE- GORIA	REVESTI- MENTO	PASSEIO	COLE- TIVO	CARGA MÉDIA	CARGA PESADA	CARGA ARTIC.	TOTAL	INICIAL	FINAL
MG050													
050EMG0040	ENTR BR262 (DIV 01CRG)	MATEUS LEME	7,3	PAV	CBUQ	6171	596	589	758	568	8682	57,6	64,9
050EMG0045	MATEUS LEME	MATEUS LEME	4,5	PAV	CBUQ	6171	596	589	758	568	8682	64,9	69,4
050EMG0060	MATEUS LEME	ENTR MG431 (ITAÚNA)	17,1	PAV	CBUQ	5126	390	416	511	518	6961	69,4	86,5
050EMG0085	ENTR MG431 (ITAÚNA)	RIBEIRÃO GORDURAS (ITAÚNA)	5,7	PAV	CBUQ	7970	384	855	913	590	10712	86,5	92,2
050EMG0100	RIBEIRÃO GORDURAS (ITAÚNA)	POSTO DE PESAGEM	17,8	PAV	CBUQ	8475	480	856	1347	1351	12509	92,2	110
050EMG0120	POSTO DE PESAGEM	ENTR MG430 (P/IGARATINGA)	5,5	PAV	CBUQ	8475	480	856	1347	1351	12509	110	115,5
050EMG0140	ENTR MG430 (P/IGARATINGA)	ENTR P/ICARAI (DIVINÓPOLIS)	5,5	PAV	CBUQ	8783	593	529	137	773	10815	115,5	121
050EMG0145	ENTR P/ICARAI (DIVINÓPOLIS)	ENTR BR494 A (DIVINÓPOLIS)	5,5	PAV	CBUQ	10360	389	1978	1467	919	15113	121	126,5
050EMG0150	ENTR BR494 A (DIVINÓPOLIS)	ENTR BR494 B (DIV 20CRG)	5,0	PAV	CBUQ	9140	696	1576	1300	927	13639	126,5	131,5

Fig. 6 – Dados do trecho da rodovia MG-050 – Fonte DER/MG 2006.

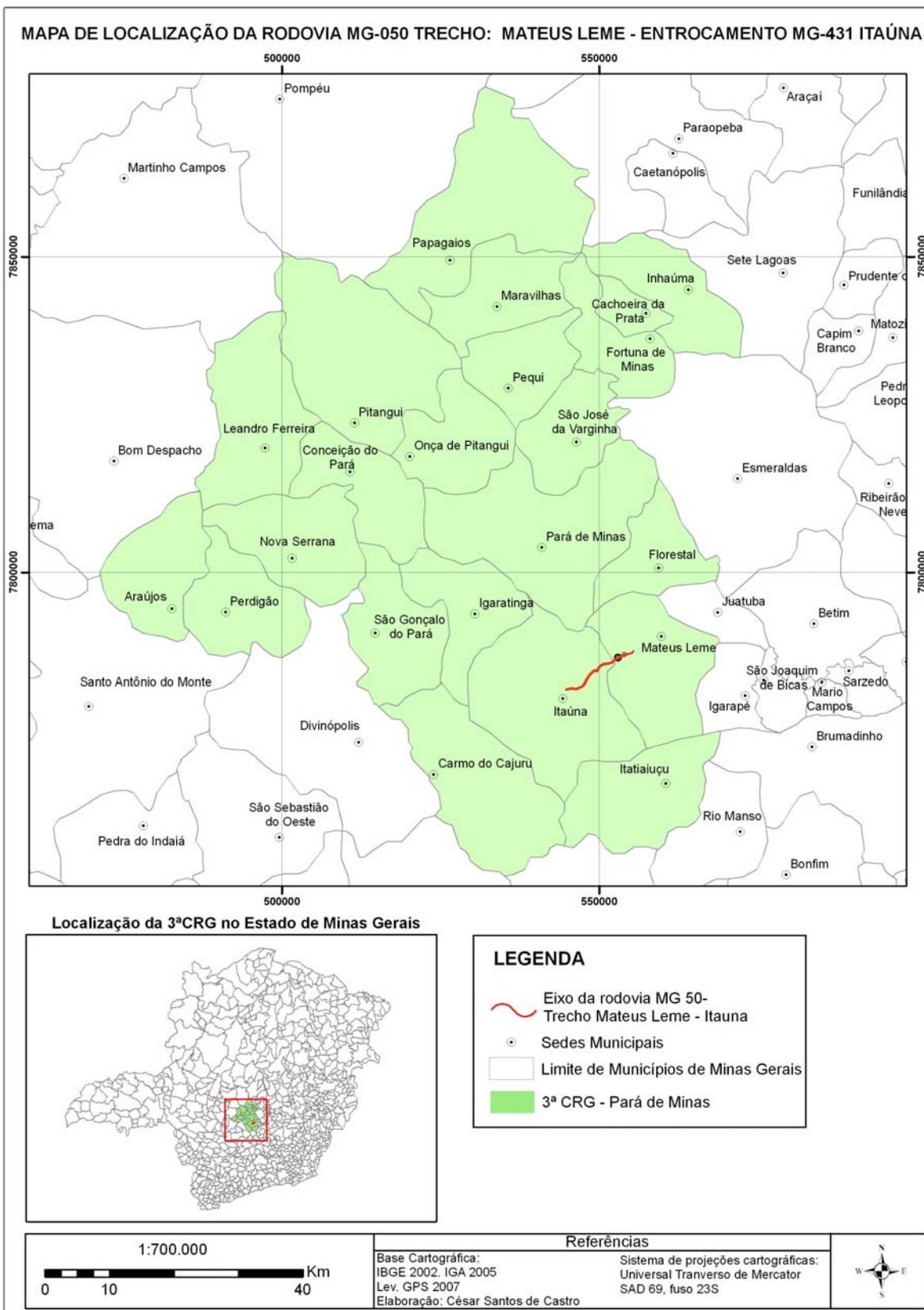


Fig.7 – Mapa de localização da área de estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Recomendações técnicas do DER/MG

Segundo Reis (2007) a faixa de domínio de uma rodovia é a área de terras onde se acha implantada a rodovia, cuja largura é fixada originalmente pelo Projeto de Engenharia Rodoviária de Implantação e Pavimentação realizado e aprovado pelo DER/MG. No caso específico deste trecho da rodovia MG-050 o seu valor é de 30 (trinta) metros contados para cada lado do eixo da rodovia. A faixa non aedificandi é a área adjacente ao longo da faixa de domínio com largura de 15 (quinze) metros, onde são proibidas construções de qualquer natureza, conforme o disposto no artigo 4º, inciso III da Lei Federal nº 6.766 de 19/12/79. A Figura 8 mostra a representação da faixa de domínio e área non aedificandi da rodovia MG-050.



Fig. 8 – Representação da faixa de domínio e área non aedificandi da rodovia MG-050, trecho :Mateus Leme – Entroncamento MG-431(Itaúna) através de (a) foto ilustrativa do seu lado direito e (b) imagem GoogleEarth de 25/11/2007.

O uso ou ocupação da faixa de domínio de uma determinada rodovia é a utilização temporária ou permanente por instalações de pessoa física, pessoa jurídica de direito privado ou órgão de administração pública e concessionário público, denominado licenciado.

A utilização pode ser realizada de 3 (três) formas: **pontual**, quando se situar em ponto fixo da faixa, **longitudinal**, quando for paralela ao eixo da rodovia ou **transversal**, comumente chamada de ponto de travessia, quando atravessar de maneira oblíqua ao eixo da rodovia.

Os tipos de ocupação pontual serão representados por placas e similares, “outdoors”, painéis e similares, cartazes, torres e antenas (Figura 9 (a)). As ocupações, longitudinal e transversal, serão caracterizadas por linhas de telefonia convencional e cabo de fibra ótica (Figura 9 (c)), polidutos (adutoras, rede esgotos, oleodutos, gasodutos, tubulações diversas, etc) e linhas de energia elétrica (Figura 9 (b)).



(a)

(b)



(c)

Fig. 9 – Fotos ilustrativas das ocupações: (a) pontual, tipo placa (outdoor), (b) transversal, tipo energia elétrica e (c) longitudinal, tipo fibra ótica.

A RT-06.01.a, (Reis, 2007), estabelece de uma forma detalhada as exigências técnicas para a aprovação dos projetos de implantação dos serviços anteriormente descritos, realizados pelo licenciado, bem como as suas especificações construtivas e critérios para a correta utilização da faixa de domínio, resguardando a segurança do trânsito rodoviário e o meio ambiente.

Segundo Reis (2007) ao especificar os critérios para a veiculação de publicidade visual, remunerada ou não, nas faixas de domínio e nas áreas a elas adjacentes, determina: os tipos de dispositivos publicitários a serem utilizados, as condições específicas para a sua fixação, as suas restrições de uso e todos os procedimentos necessários para a aprovação do projeto de implantação do dispositivo publicitário realizado pelo licenciado.

## **2.2 Sistema de Referenciamento Linear**

Segundo Carvalho (2002) para melhor identificação dos dados das características técnicas de uma rodovia, quer seja no conhecimento de sua infra-estrutura e serviços, início e final de cada trecho, postos de gasolina e Polícia Rodoviária, trevos, pontos de parada de ônibus, pontes, marcos quilométricos, ou nas informações de operação da via, como índice de acidentes rodoviários, volume e condições de tráfego, foi desenvolvido um sistema de referenciamento linear (SRL) associado a um banco de dados.

*”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 da via, como os marcos quilométricos”*(pgs. 16 e 17).

A adoção deste sistema, que ao padronizar as referências lineares, provocará melhor integração de dados de mais de uma fonte. Nesta metodologia de trabalho os dados do sistema nas feições lineares e pontuais foram coletados com equipamento móvel GPS, modelo PRO-XRS da Trimble, com correção diferencial pós-processada e com odômetro eletrônico.

O SRL foi desenvolvido a partir do modelo de dados genérico do Projeto 20-27(2) criado pelo NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM – NCHRP, programa de pesquisa cooperativo nacional dos Estados Unidos, como forma de trabalhar no escritório e campo, em que são associados os marcos de referência e suas

transformações a um método linear de referência como forma de identificar um endereço específico a um ponto conhecido. A sua noção central é um datum linear que suporta múltiplas representações cartográficas em qualquer escala e múltiplos modelos de rede para várias áreas de aplicações. O datum conecta o modelo ao mundo real através de atributos que descrevem sua localização e suas características espaciais e se torna elemento fundamental para as transformações entre vários métodos de referenciamento linear, modelos de rede e representações cartográficas. Através da representação cartográfica se faz a visualização do modelo em uma escala e permite a sua associação com o sistema de informação geográfica. Os modelos de rede, através de sua estrutura topológica, determinam o caminho, roteamento, localização e operações de fluxo de tráfego.

### 2.3 Geoprocessamento e SIG

Entende-se por Geoprocessamento o conjunto de métodos e técnicas destinados à coleta, tratamento, representação e análise de dados geográficos espacialmente localizados (dados constituídos por coordenadas e projeção cartográfica) disponíveis em meio digital. Trata-se de uma ferramenta cujo principal objetivo deve focar não apenas a representação de fenômenos que possuam expressão territorial ou a recuperação, organização e manuseio de dados, mas, principalmente, buscar obter ganho de conhecimento, produção de novas informações acerca da realidade a ser estudada. Desta maneira, Moura (2005, p.8) sublinha:

*“[...] pode-se acreditar que o termo **Geoprocessamento**, surgido do sentido de processamento de dados georreferenciados, significa implantar um **processo** que traga **progresso**, um andar avante, na **grafia** ou representação da **Terra**. Não é somente representar, mas é associar a esse ato um novo olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento, que é a informação.”*

Atualmente, pode-se dizer que é uma técnica bastante difundida não só no meio acadêmico como também em vários setores das administrações públicas e em diferentes segmentos do mercado que direcionam suas aplicações em práticas de planejamento. Considerando o crescente avanço tecnológico promovido nos últimos tempos, principalmente no campo da informática, disseminar o uso desta ferramenta só foi possível, em um primeiro momento,

devido à existência de eficientes recursos de computação gráfica. Tais recursos permitiram modelar e (ou) representar elevados níveis de complexidade de uma determinada faceta da realidade. Entretanto, é importante ressaltar que esta é uma ferramenta que se baseia na representação e que, por isso, tem o caráter sintético não podendo alcançar todos os níveis de complexidade inerentes à realidade. Proporciona uma visão de conjunto, cujos elementos constituintes se dispõem de maneira integrada e talvez seja esta uma das peculiaridades mais importantes que o Geoprocessamento apresenta e que justifica o seu uso voltado para o planejamento e a gestão principalmente na área ambiental. Para isso, Xavier-da-Silva (2001, p.11) enfoca:

*“É preciso lembrar, no entanto, que a modelagem ambiental é, por si mesma, complexa. É praticamente impossível lançar luz, ao mesmo tempo e com a mesma intensidade, sobre todos os aspectos da realidade ambiental. Os modelos ambientais representam sínteses, que se resolvem segundo a expressão espacial das entidades envolvidas, ou seja, sua distribuição territorial. Como sínteses, constituem-se em uma visão de conjunto, altamente elucidativa do jogo integrado dos fatores físicos, bióticos e sócio-econômicos responsáveis pela realidade ambiental. Não podem, ao mesmo tempo, conter todos os aspectos desta realidade, tendo que restringir-se aos eventos e entidades relevantes.”*

É importante diferenciar o termo planejamento de gestão. É no planejamento que se promove a busca pelo conhecimento da realidade a ser estudada que passa, então, a ser investigada. Planejar consiste em fazer previsões de possíveis conseqüências para que, então, sejam direcionadas intervenções. Ocorre em escala temporal e espacial maior quando comparado com a gestão que se ocupa em administrar as ações indicadas previamente em um planejamento. Os resultados obtidos pelo planejamento são percebidos, na maioria dos casos, em longo prazo, enquanto que a gestão, responsável pela administração, implantação e execução de medidas previamente elaboradas, traz resultados mais imediatos. Souza (2002,p.46, apud Moura, 2005, p.55) assim aborda a questão:

*“O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprescindível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir.”*

Somado a todo aparato tecnológico, o Geoprocessamento auxilia no planejamento e na gestão de maneira eficiente por permitir uma visão holística da realidade de forma sistematizada, considerando as inter-relações dos diferentes componentes e entidades que a constitui. Trata-se de uma técnica de caráter transdisciplinar que permite uma multiplicidade de usos e aplicações, além de integrar diferentes temas e pontos de vista. Desta forma, torna-se possível elaborar análises mais complexas obtendo um entendimento mais abrangente e mais aprofundado da realidade observada.

Na maioria das vezes é utilizada em situações estratégicas, posto o interesse cada vez mais crescente de se conhecer o território, limitado, e os fenômenos que ali se desenvolvem sob diferentes aspectos (geográficos, urbanísticos, ambientais econômicos, dentre outros), garantindo, assim, o seu controle. Promover intervenções sem realizar previsões de possíveis conseqüências é negar o uso de ações planejadas e atestar um conhecimento insatisfatório e superficial da realidade vigente. Um planejamento bem sucedido requer, prioritariamente, uma visão de conjunto, o conhecimento do todo, lembrando que o todo não é apenas a soma das partes. Torna-se possível, com a utilização do Geoprocessamento, obter um melhor entendimento da integração dos constituintes de uma determinada realidade, além de construir cenários futuros, simular paisagens, elaborar mapas tendênciais e (ou) probabilísticos. É uma oportunidade de otimizar intervenções de maneira mais eficaz dado o conhecimento de causa e conseqüência e, com isso, garantir resultados mais satisfatórios. É desta forma que o Geoprocessamento vem se destacando como uma ferramenta ímpar no auxílio a tomadas de decisões.

Em se tratando da parte operacional, Cowen (1990, apud Moura, 2005, p. 11) identificou três gerações de softwares que dão apoio à aplicação do Geoprocessamento, a saber: CAD, Desktop Mapping ou Computer Mapping e SIG. Os CADs são softwares apropriados para a construção de base cartográfica já que são capazes de promover representações gráficas, usando diferentes camadas de desenho, cores e estilo. Já os Desktop Mapping fazem parte de uma geração intermediária (entre CAD e SIG) e são capazes de associar os desenhos a um banco de dados alfanumérico. Significa dizer que todas as formas de representações terão uma informação associadas a elas. E, por fim, os SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) são softwares de análise, manipulação e geração de dados, capazes de trabalhar com relações topológicas, ou seja, com estruturas geométricas que apresentam

relações como vizinhança, pertinência e conexão. Para isso, Teixeira (et al, 1992 apud Moura, 2005), enfoca:

*“O SIG é constituído por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial; utilizam sua base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atua uma série de operadores espaciais; baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais e na geração de informações correlatas.”*

Cabe ressaltar que a aplicação de um SIG permite não apenas resgatar informações de um banco de dados e espacializá-las, mas principalmente, permite ao usuário que, por meio destes dados e com a aplicação de modelos de análises espaciais, seja possível produzir novas informações até então não contidas em uma tabela. Trata-se, portanto, de ganho de conhecimento acerca de um assunto a ser estudado e, para isso, os softwares SIG talvez sejam os que mais se aproximem dos propósitos do uso do Geoprocessamento.

### 3. METODOLOGIA DO TRABALHO

#### 3.1 Materiais e dados utilizados

Para atingir os objetivos do trabalho foi utilizado um conjunto básico de dados e materiais a partir dos quais foram produzidas as informações que permitiram completar o estudo. Os dados e materiais básicos foram obtidos a partir de diferentes fontes e para sua melhor caracterização, segue o resumo dos tópicos principais:

- Dados levantados pelo GPS PRO-XRS-Trimble;
- Projetos de implantação da Rodovia e das ocupações existentes;
- Bases cartográficas do DER/MG;
- Recomendações técnicas do DER/MG: “Uso e ocupação da faixa de domínio” e “Publicidade Visual das rodovias”.
- Hidrografia, base do GEOMINAS de 1:50.000;
- Limites de municípios da base cartográfica de dados do GEOMINAS;

#### 3.2 Etapas de desenvolvimento do trabalho e seu fluxograma

Para desenvolver o trabalho de construção de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) das ocupações na faixa de domínio da rodovia MG-050 foram adotados os seguintes procedimentos, que podem ser relacionados através do fluxograma de trabalho da Figura 10. Cada tópico será descrito a seguir.

- Levantamento em campo com GPS diferencial de dados como eixo da rodovia MG 050, pontos de quilômetro e ocupações identificadas dentro da faixa de domínio e da área “non aedificandi”.
- Correção diferencial dos dados coletados em campo por GPS e exportação dos mesmos para o formato *dxf*.
- Tratamento e edição dos dados no software “Autodesk Map 2002”, exportação dos mesmos para *Shapefile*.
- Montagem do SIG no software “ArcGis 9.1” para construção, organização do banco de dados cartográfico/alfanumérico e criação de áreas de influência ( *buffer*) para a faixa de domínio e área “non aedificandi”.
- Construção de tabelas para consultas espaciais

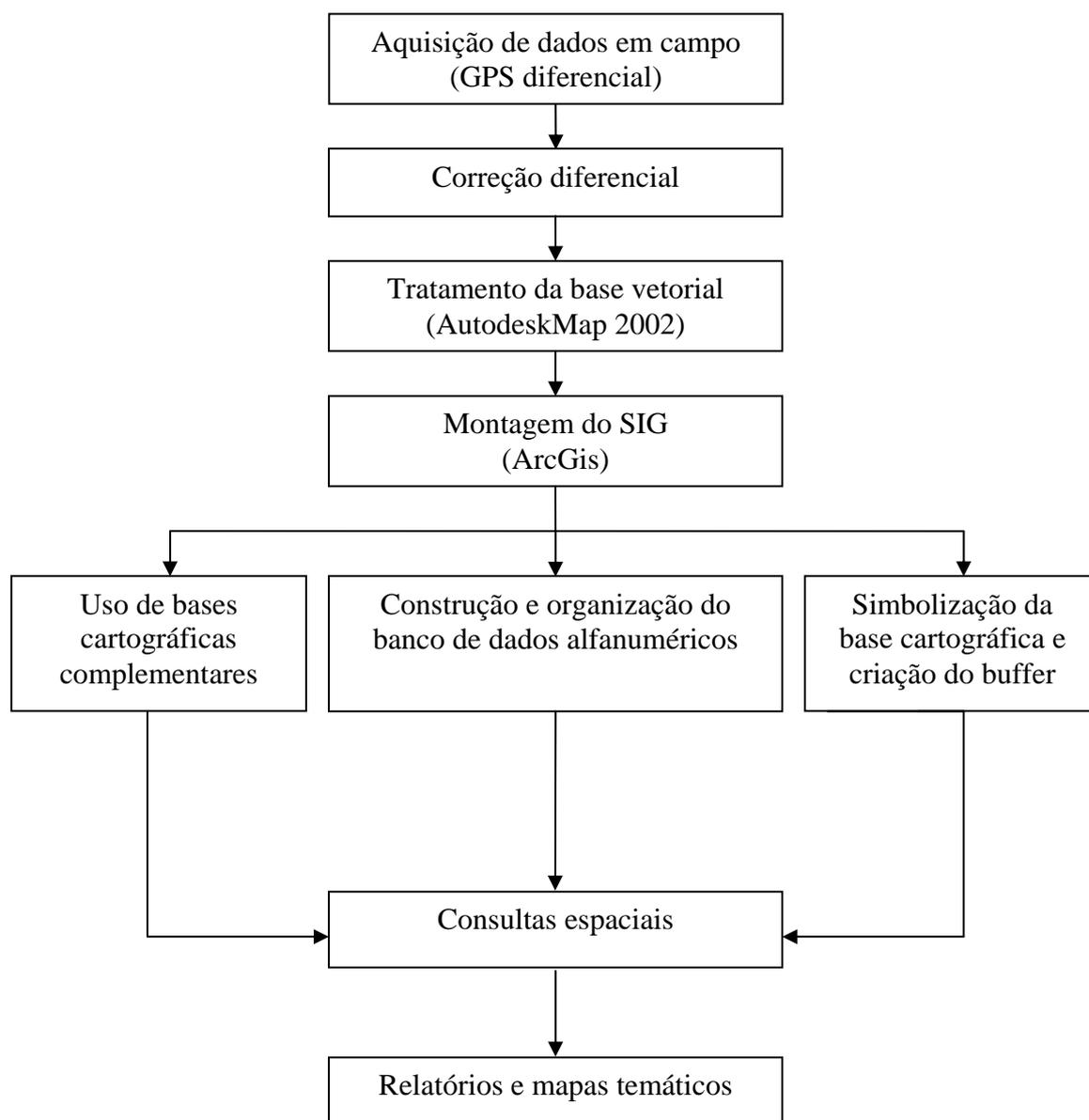


Fig. 10 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho.

### 3.3 Levantamento dos dados

O levantamento dos dados é uma das etapas mais importantes neste trabalho de desenvolvimento do SIG. A confiabilidade dos dados bem como a consistência de suas análises está diretamente relacionada à aplicação de procedimentos de aquisição que respeitem condições tecnicamente aceitáveis. Para isso, Davis e Fonseca (1994) aponta que uma falha na aquisição ou um erro no dimensionamento da técnica a ser utilizada pode comprometer todo o trabalho.

Para o levantamento do eixo da rodovia, dos pontos de quilometro e das ocupações dentro da faixa de domínio e área “non aedificandi”, foi utilizado o GPS PRO-XRS-Trimble. Este aparelho do tipo topográfico possui as seguintes especificações:

- Receptor GPS com 12 canais paralelos rastreando portadora L1 e código C/A;
- Tecnologia Everest para minimizar os efeitos causados pelo multicaminhamento;
- Precisão menor que 50 cm instantânea somente com código C/A, após pós-processamento;
- Precisão de 10 cm mais 5ppm após observação contínua de 20 minutos da portadora L1;
- Antena integrada GPS/BEACON;
- Tripés e bastões com níveis de calagem;

Coletora de dados RECON:

- Memória interna tipo Flash de 64mb para dados e 64mb para programas;
- Sistema Operacional Windows Pocket PC;
- Bateria recarregável de NiMH com autonomia para até 11 horas;

O uso deste equipamento propicia a aquisição de dados com precisão da ordem de até 1 metro. Durante o processo de aquisição dos dados com GPS o rover foi configurado de modo idêntico ao da base fixa, obedecendo aos seguintes parâmetros: Datum: WGS-84; Sistema de coordenadas: UTM; Altitude: Elipsoidal; Fuso: 23; Meridiano central: 45°; Intervalo de observação: 5 segundos; Hora: Brasília.

O **GPS PRO-XRS** de alta precisão, denominado GPS diferencial, possui alta capacidade de precisão, mas como todo aparelho de GPS depende de vários fatores para aquisição dos dados com o mínimo de erro possível. Para este levantamento do eixo da Rodovia e dos pontos de ocupações da faixa de domínio da MG-050 foi definido o método “STOP AND GO”. Este método exige uma comunicação contínua com os satélites e, por isso, deve-se adotar um tempo de 10 a 20 minutos para se resolver às ambigüidades, além de se estabelecer uma base fixa para correção diferencial. Este método é ideal para ser utilizado em cadastro e serviços topográficos rotineiros nas áreas com poucas obstruções. Um dos problemas que podem ser encontrados durante o levantamento é o bloqueio de sinal ou

CICLE SLIPS. Isto ocorre quando há um bloqueio de sinal entre o satélite e o receptor devido a fatores como:

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

Durante o processo do levantamento não foram encontrados grandes problemas na aquisição dos pontos por falta de sinal pelo fato da área de trabalho, trecho da rodovia MG-050, situar fora do perímetro urbano sem grandes obstáculos ambientais. O levantamento nos fornece dados importantes como as coordenadas X, Y e Z (latitude, longitude e altitude) além de uma identificação de cada elemento levantado. Isto será importante para o fornecimento de dados e para facilitar a identificação dos elementos levantados. Os dados dos elementos servirão também para iniciar a montagem das tabelas do SIG no “ArcView 9.1” posteriormente.

Para maior precisão e confiabilidade do levantamento com GPS dos dados de campo em relação aos marcos quilométricos da rodovia foi utilizado o odômetro eletrônico com precisão métrica.

Os dados levantados em campo obedeceram a dois tipos de representação, linear e pontual, como mostra a Tabela 1.

<b>Tabela de levantamentos de campo GPS</b>		
Elementos	Representação	
	pontual	linear
Eixo rodovia		x
Fibra ótica	x	
Linha de energia	x	
Placas publicidade	x	
Cerca faixa de domínio	x	
Marco km	x	
Postos de gasolina	x	
Limite perímetro urbano	x	
Limite municípios	x	

Tabela 1 – Identificação do tipo de representação dos elementos levantados em campo

Cada elemento foi coletado com as informações de quilômetro de sua localização e do tipo de elemento levantado, confirmado com odômetro eletrônico para facilitar a sua identificação no software mais tarde.

Os pontos das linhas de energia elétrica foram coletados na sua interseção com o eixo da rodovia, devido à cobrança da taxa de ocupação transversal do DER/MG ser feita como ponto de travessia. A fibra ótica foi levantada através dos pontos de início, meio e fim de cada segmento para realizar a sua futura vetorização. Este levantamento teve como objetivo calcular as medidas de sua extensão já que, no caso de ocupação longitudinal a taxa é cobrada por km. Os pontos da cerca existentes do limite da faixa de domínio do DER/MG foram levantados para verificação de sua posição em relação ao buffer da faixa de domínio que será criado posteriormente no software ArcGis.

### 3.4 Correção diferencial e exportação dos dados

Após o levantamento foi feita a transferência dos dados coletados pelo **GPS PRO-XRS** no desktop, conforme o que demonstra a Figura 11. O objetivo agora é usar o método da correção diferencial para corrigir erros. Este procedimento pode diminuir um erro de 51m para 0,6m, como ocorrido na correção do levantamento nas Figuras 12 e 13 deste trabalho. Os dados coletados de um rover foram submetidos ao cruzamento com dados de outra base fixa que está situada na empresa “Santiago e Cintra” em Belo Horizonte, e padronizados obedecendo ao mesmo dia, horário e o raio de abrangência mínimo de 500 km da base. O programa utilizado para se fazer a correção diferencial foi o software “Pathfinder Office 2.5” da Trimble (mesma fabricante do **GPS PRO-XRS**). Este software trabalha com arquivos na extensão *SSF*. Na Figura 11 é possível visualizar a imagem da tela de trabalho do software “Pathfinder Office 2.5” utilizado pelo DER/MG para realização da correção diferencial. Nota-se na figura, o arquivo antes da correção diferencial no formato *SSF* e o erro sem a correção diferencial de 51m, e do lado direito da tela o valor do quilometro obtido durante o levantamento.

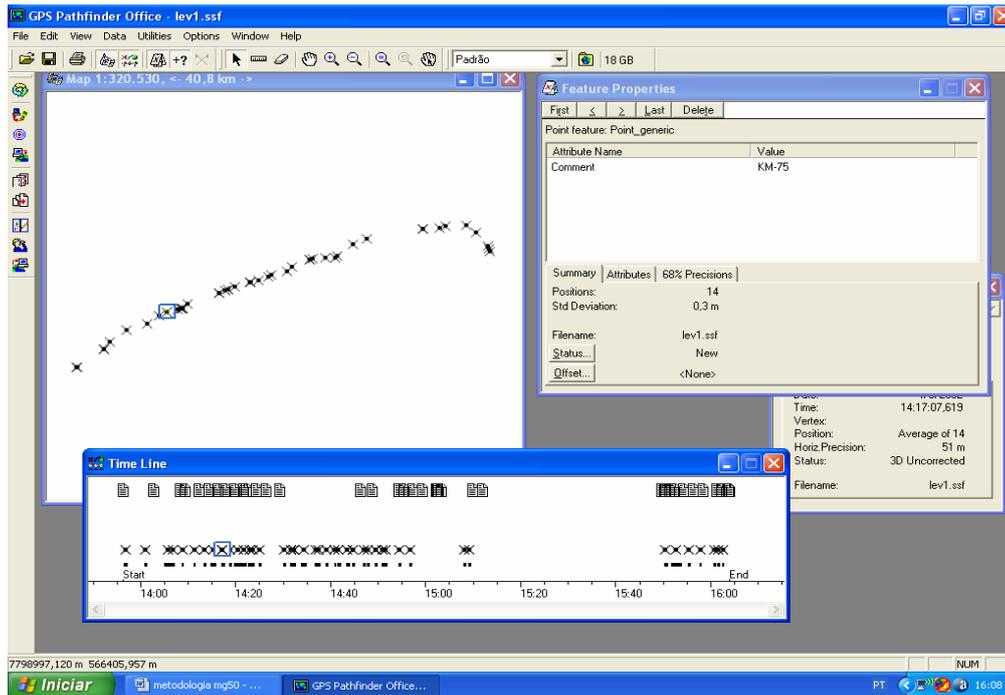


Fig. 11 – Apresentação dos dados no programa Pathfinder Office 2.5 antes do processo de correção diferencial.

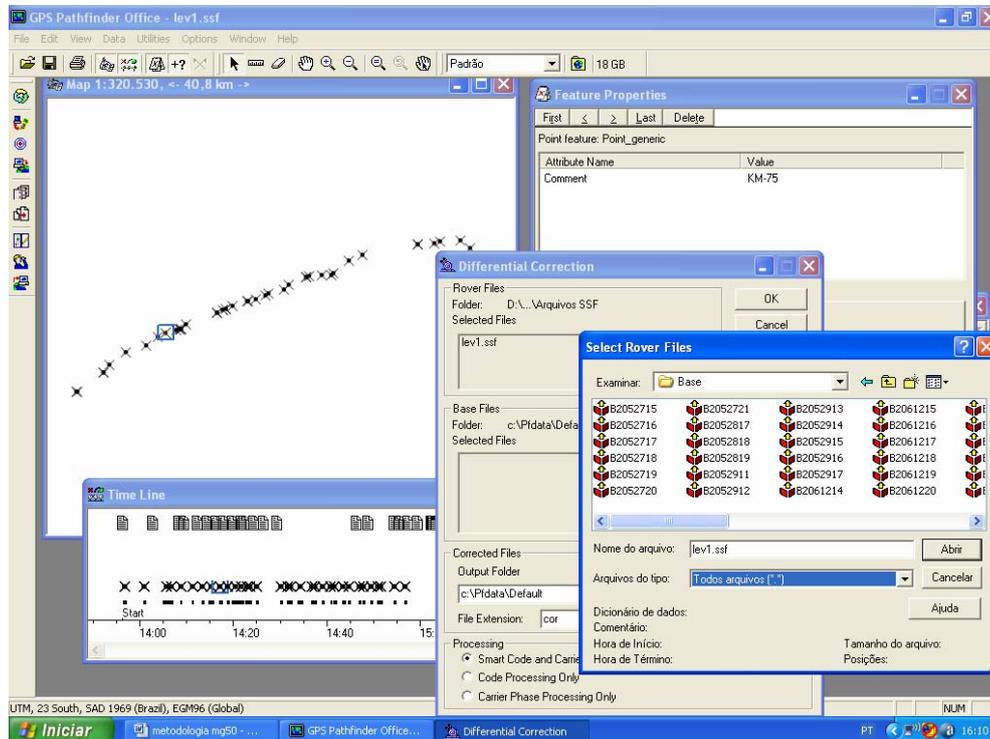


Fig. 12 – Processo de correção diferencial.

Após a correção diferencial o erro diminuiu para 0,6m, confirmando o sucesso da correção.

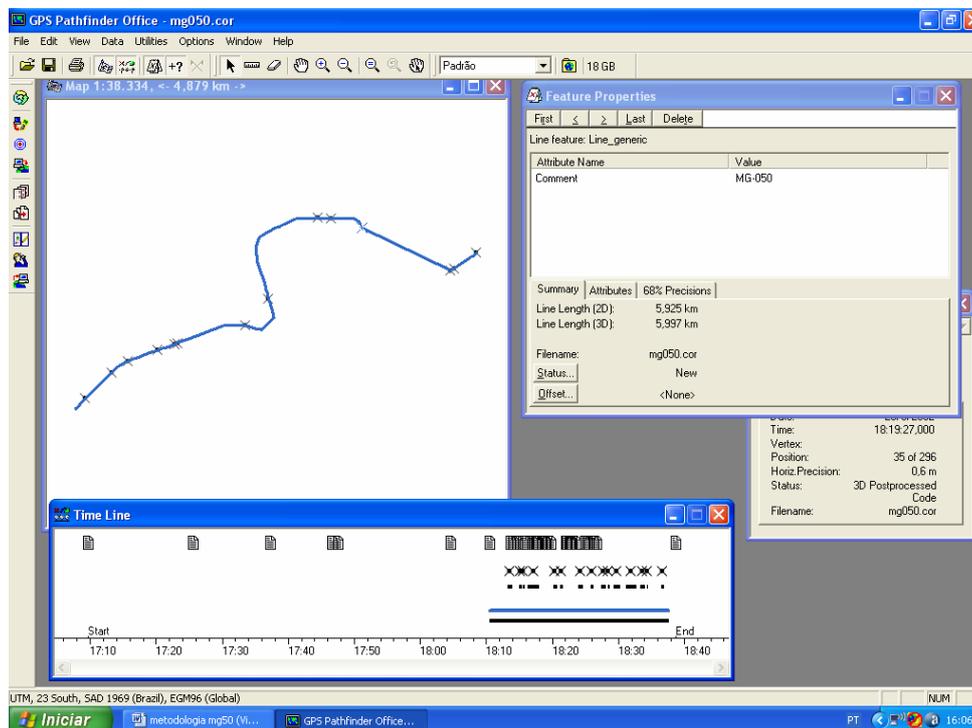


Fig. 13 – Dados após a correção diferencial.

Os dados depois de corrigidos foram exportados no formato “dxf” para se iniciar os trabalhos de edição.

### 3.5 Tratamento e edição dos dados no software *Autodesk Map 2002*

O programa “**Autodesk Map 2002**” foi escolhido para realizar algumas edições como a limpeza topológica e edição dos levantamentos do eixo da rodovia, pontos de km, linhas de energia elétrica, placas de publicidade visual, traçado da fibra ótica e pontos de ocupações feitas pelo **GPS PRO-XRS**-Trimble, como já citado anteriormente. O motivo pela escolha do software foi buscar melhor aproveitamento das ferramentas de edição que o “**Autodesk Map 2002**” possui, que são as mesmas do AutoCAD tradicional além das opções para se trabalhar com ferramentas de geoprocessamento. O trabalho inicial no “**Autodesk Map 2002**” foi de editar os dados de pontos de km, ocupações e do eixo não deixando duplicidade ou interrupção de elementos. A criação dos bordos da rodovia foi realizada através da ferramenta de offset do software seguindo os padrões do projeto da rodovia existente no DER/MG (Figura 14).

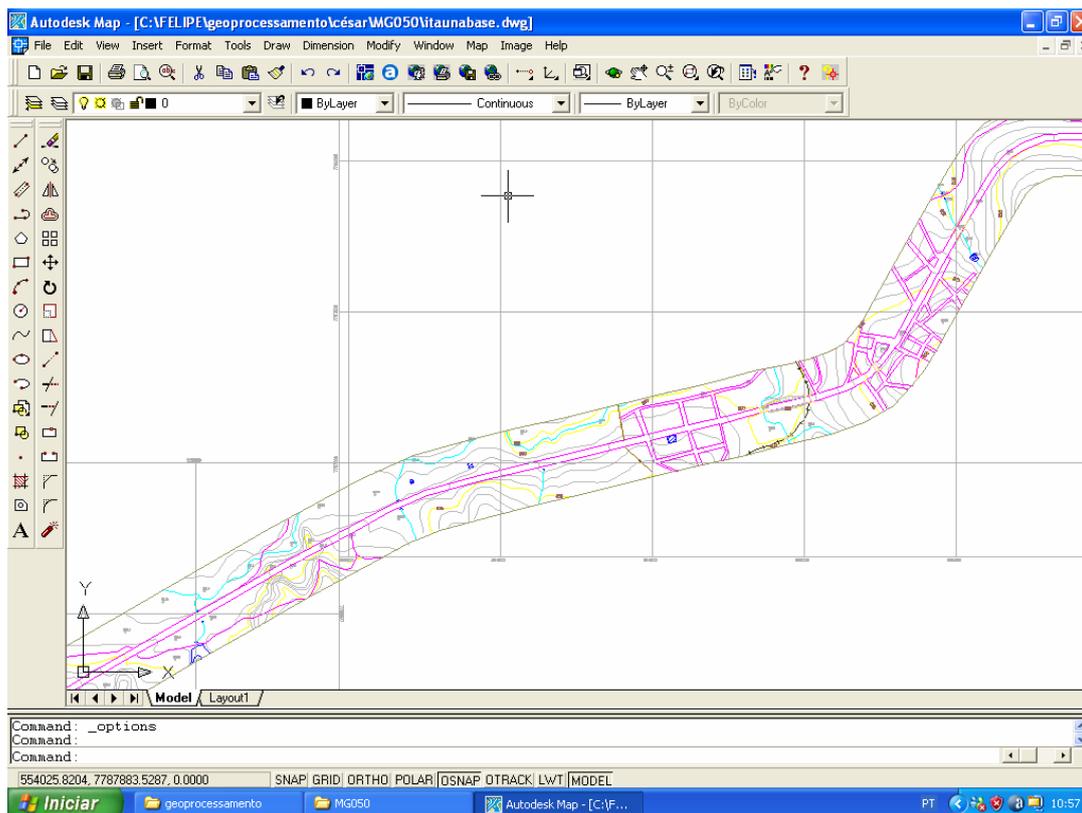


Fig. 14 – Projeto da rodovia MG050- trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431(Itaúna).

O segundo objetivo foi separar em **LAYERS** (níveis de informação) os arquivos de diferentes tipos (Figuras 15 e 16), detalhe muito importante para que os dados possam ser organizados, facilitando sua localização ao realizarmos a exportação em formato *shapefile* para usá-los no software **ArcGis 9.1**.

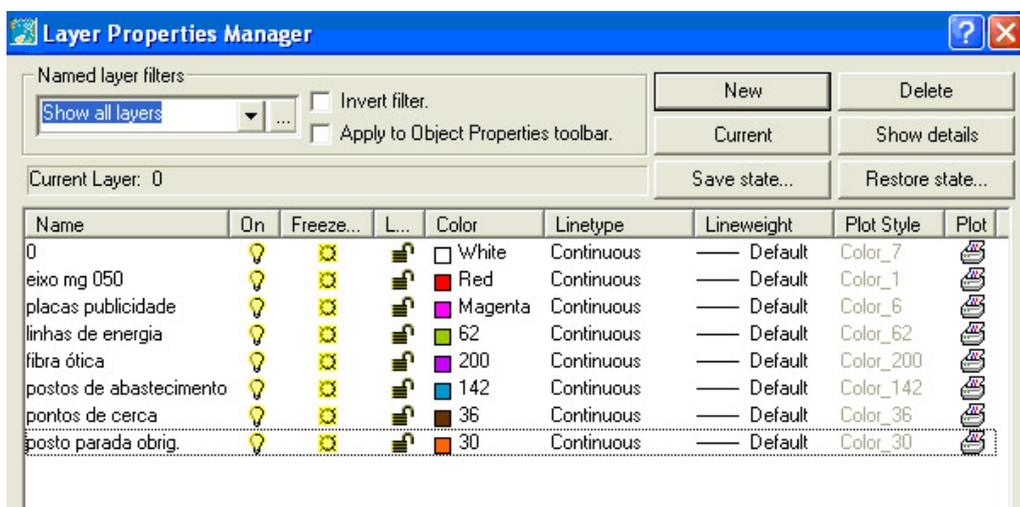


Fig. 15 – Separação em layers por tipo de ocupação.

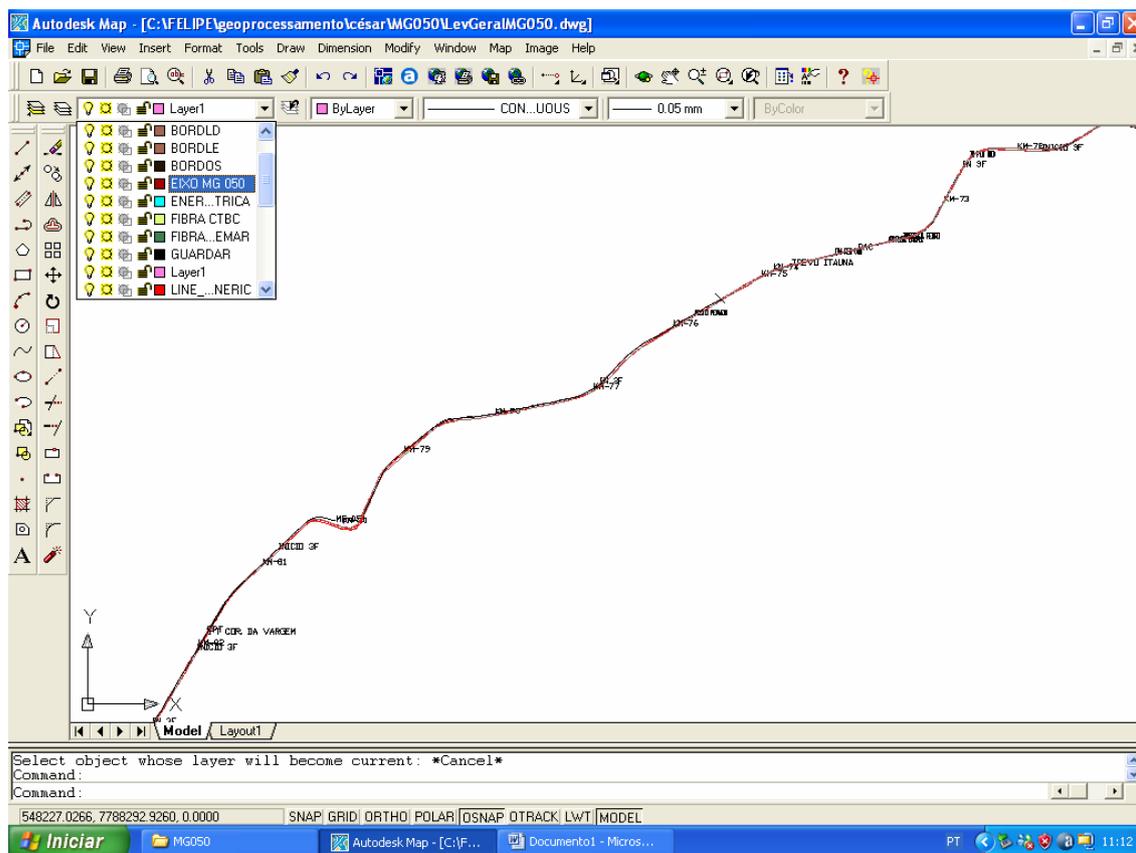


Fig. 16 – Visualização da área de trabalho na fase de edição no *Autodesk Map 2002*.

### 3.6 Início do SIG no ArcGis 9.1

Os dados que foram exportados do “Autodesk Map 2002” para o formato shapefile foram usados no ArcGis 9.1 para se iniciar a criação do SIG, que vai permitir a geração de informações sobre as ocupações dentro da faixa de domínio

O trabalho inicial no ArcGis 9.1 é definir o sistema de coordenadas, datum e fuso a serem utilizados, que neste caso foram: **UTM, SAD69, FUSO 23S**. Para cada dado (ocupação) foi definida a sua simbolização (Figuras 17 e 18), utilizando do recurso da separação em **LAYERS** no “Autodesk Map 2002”.

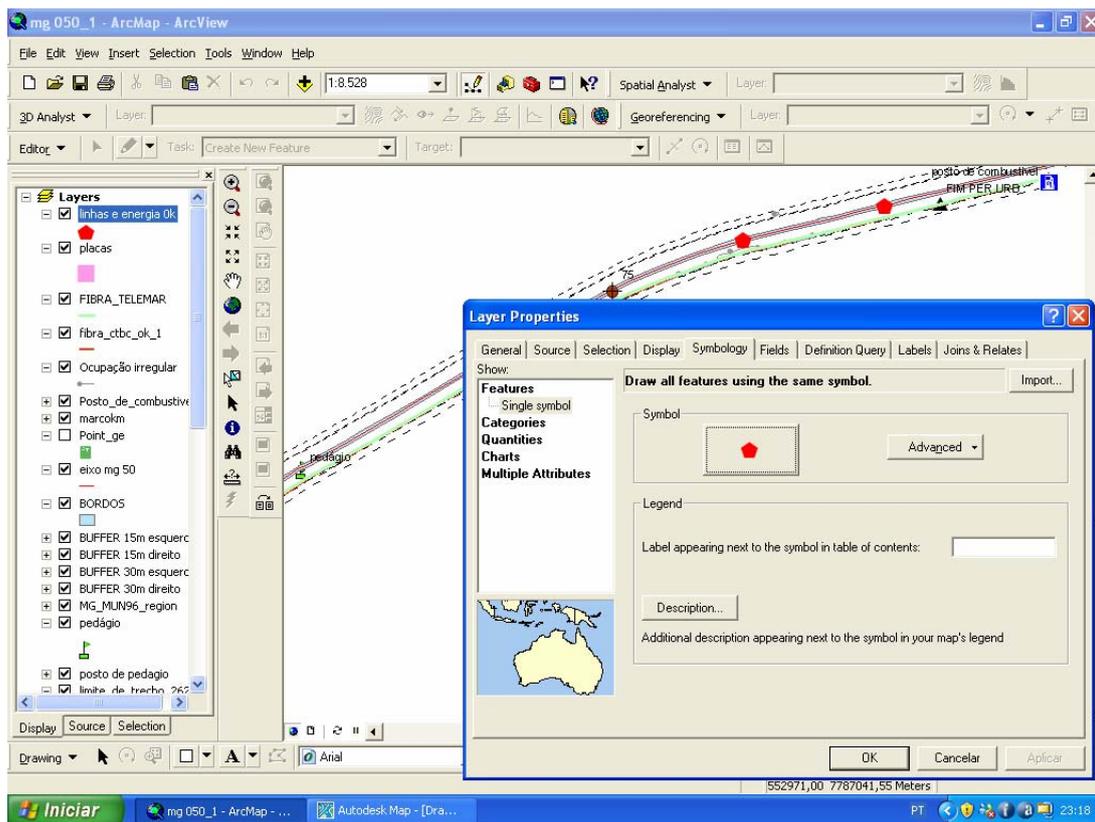


Fig. 17 – Simbolização dos dados no ArcGis.

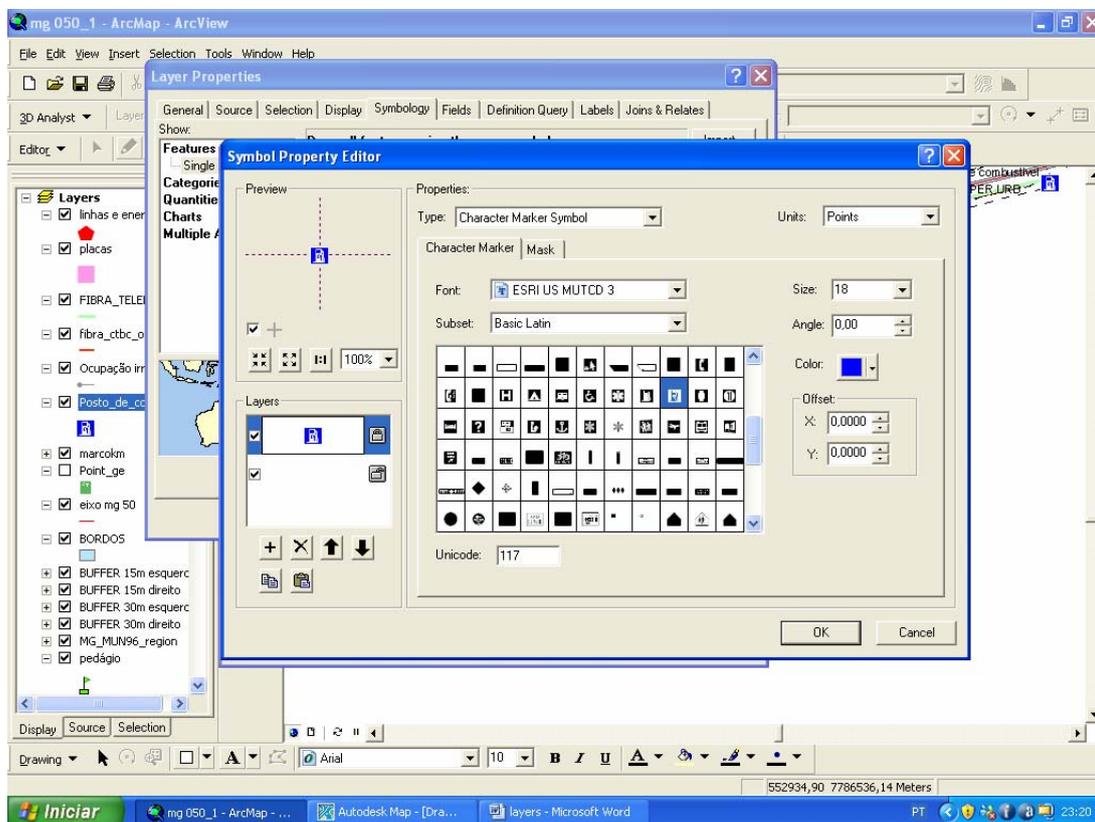


Fig. 18 – Processo de Simbolização dos dados no ArcGis.

A próxima etapa será a criação da faixa de domínio da rodovia, 30 metros de cada lado a partir do seu eixo, e a área “non aedificandi”, 15 metros de cada lado a partir da faixa de domínio. A partir do levantamento do eixo da rodovia pelo **GPS PRO-XRS**, correção diferencial, edição e tratamento destes dados, foram geradas a faixa de domínio e a área “non aedificandi” através da ferramenta do programa ArcGis 9.1, conhecida como área de influência ou “Buffer”.

### 3.7 Criação da faixa de domínio e área non aedificandi utilizando área de influência (buffer) no ArcGis 9.1

Para determinar a faixa de domínio da rodovia utilizou-se a ferramenta “ArcToolbox/Analysis Tools/Proximity/Buffer”. Esta ferramenta possibilita criar uma área de influência ou buffer a partir de um elemento, que no nosso caso foi a linha do eixo da rodovia, gerando então uma área de influência (faixa de domínio) de 30 metros entorno do eixo da rodovia e outra área de influência (área “non aedificandi”) de 15 metros a partir da faixa de domínio (Figura 19).

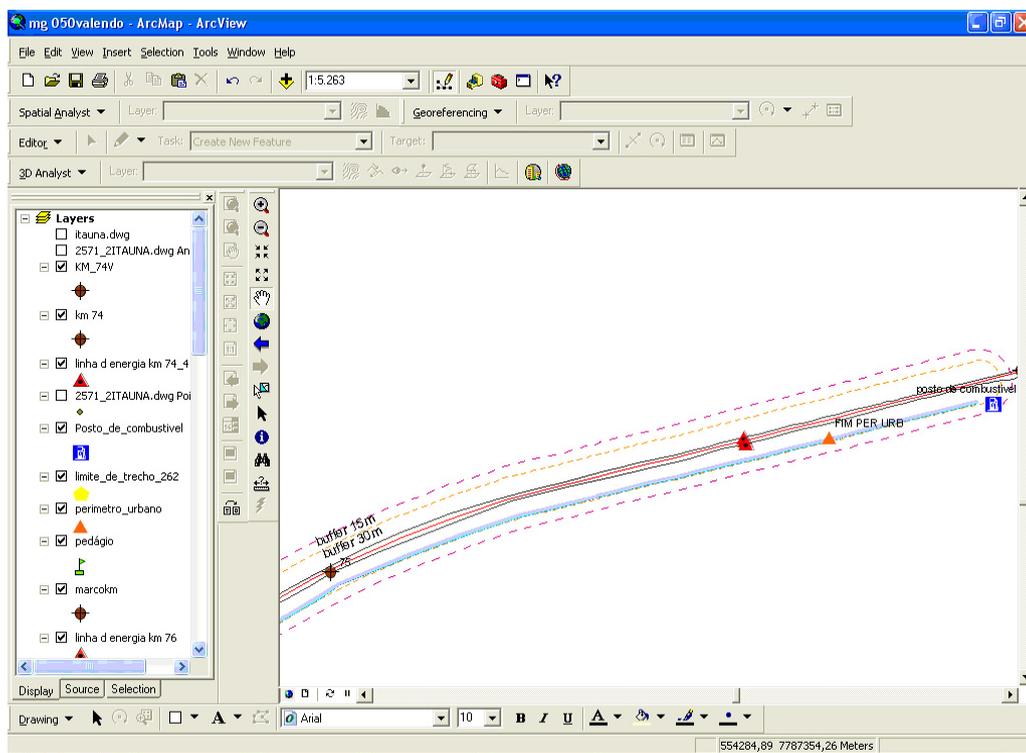


Fig. 19 – Criação da faixa de domínio e área non aedificandi através do buffer.

### 3.8 Construções de tabelas para consultas espaciais

Após a criação da faixa de domínio e área non aedificandi, foi realizada a associação e a montagem das tabelas dos elementos importantes no SIG como: a fibra ótica, linhas de transmissão de energia, placas de publicidade visual, pontos de ocupações irregulares e elementos presentes no levantamento.

O processo de criação e montagem das tabelas foi executado a partir da coleta das amostras já existentes no banco de dados do DER/MG (Figuras 2, 3 e 4).

A partir destas informações foram preenchidas e montadas as tabelas no ArcGis 9.1. Cada elemento da tabela apresenta um código para cada ponto de ocupação (Figuras 2, 3 e 4). Nesta tabela temos três exemplos, sendo um de cada “natureza”, que na tabela do SIG se refere à ocupação pontual, transversal ou longitudinal, conforme mostra a Figura 20.

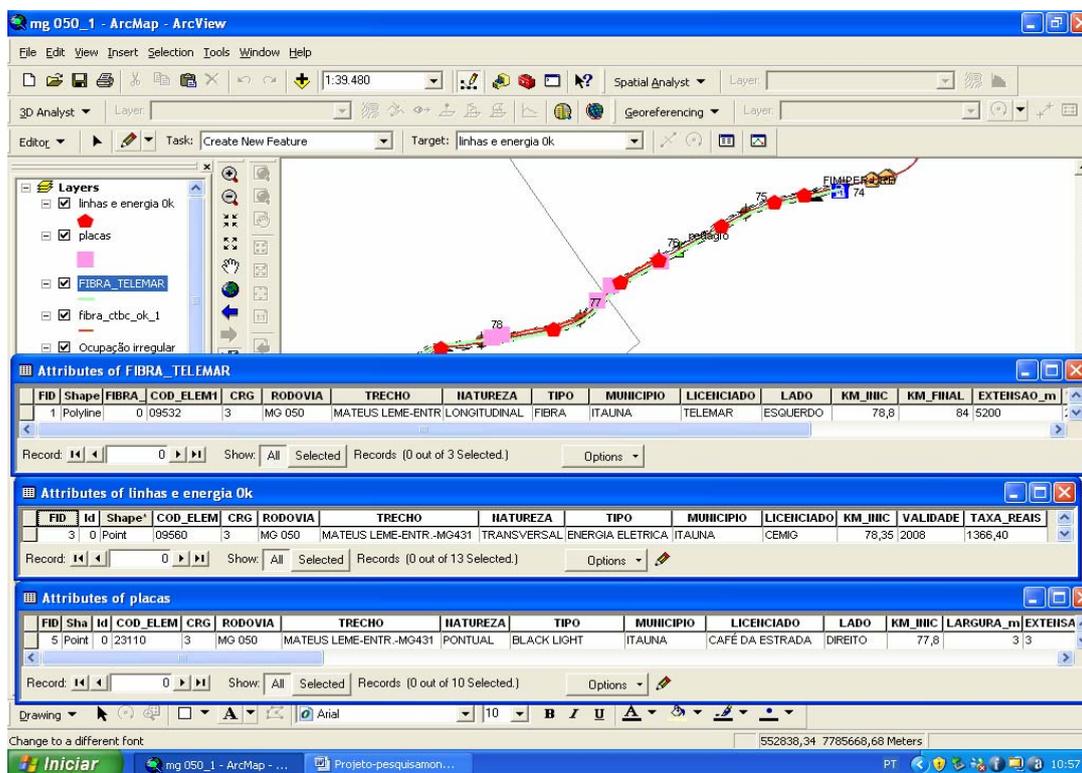


Fig. 20 – Processo de montagem das tabelas no ArcView 9.1.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da metodologia aplicada foi alcançado o resgate das informações das ocupações existentes no banco de dados do DER/MG, atribuindo a elas uma conotação espacial possibilitando a sua consulta rápida.

Na figura 21 podemos visualizar a consulta por atributos de todas as ocupações de natureza transversal, tipo energia elétrica.

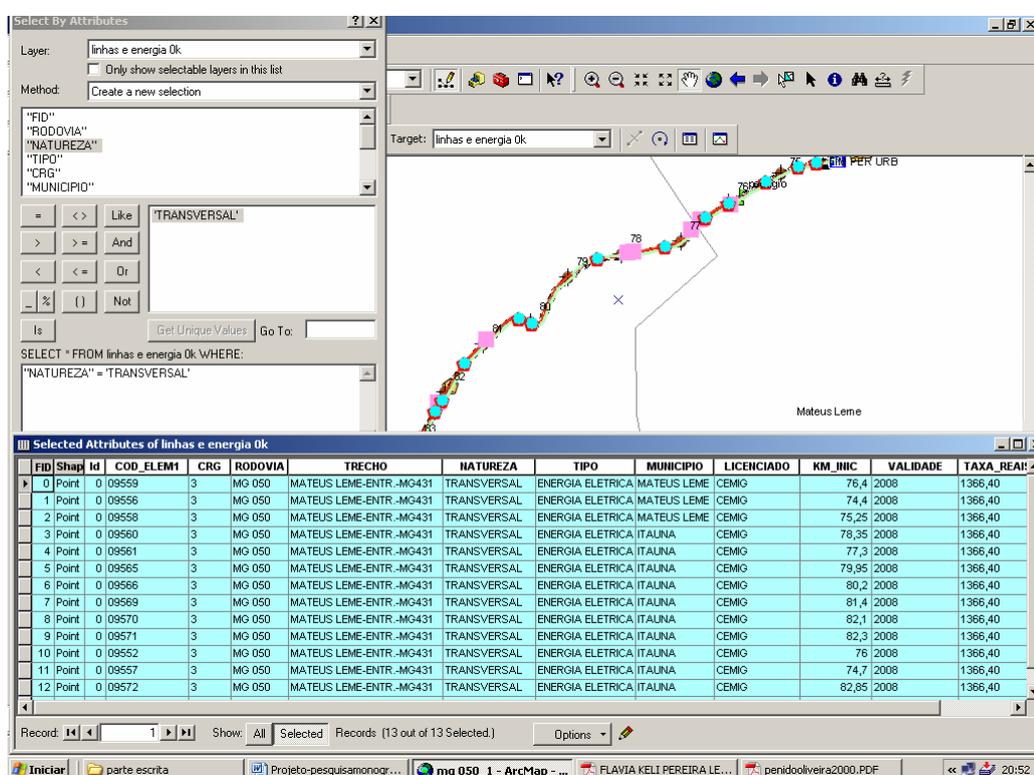


Fig. 21 – Processo de consulta rápida por atributos, transversal.

A Figura 22 mostra a consulta rápida por atributos das ocupações de natureza pontual, tipo placas de publicidade visual.

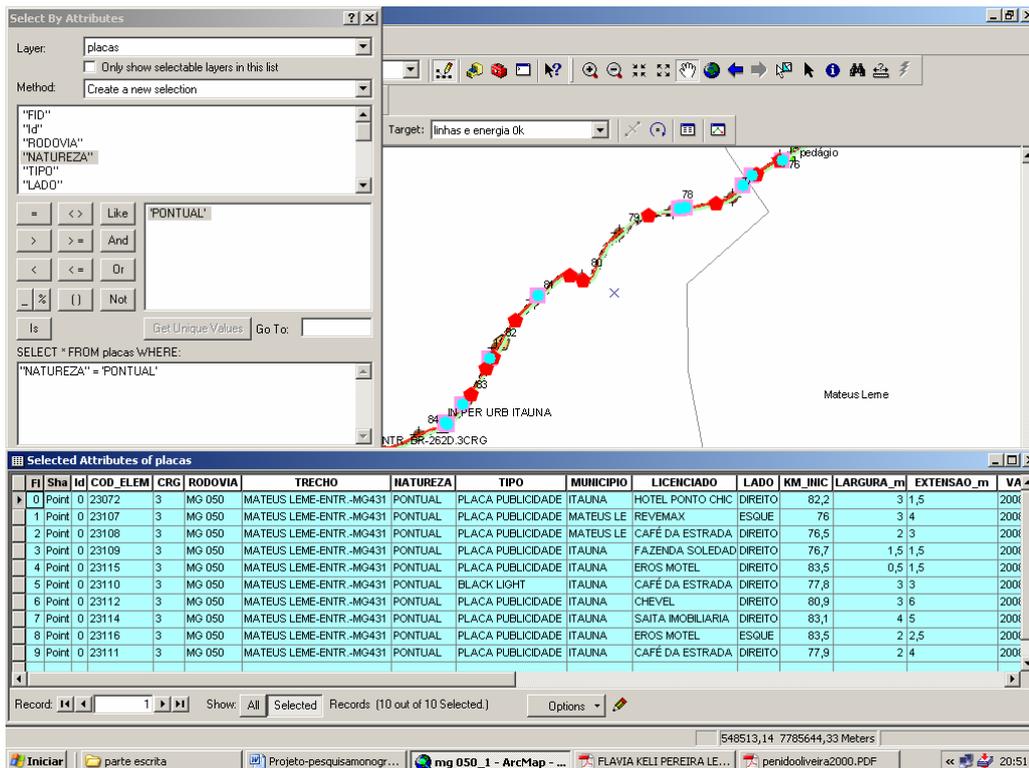


Fig. 22 – Processo de consulta rápida por atributos, pontual.

A Figura 23 exibe a consulta rápida por atributos das ocupações de natureza longitudinal, tipo cabo de fibra ótica.

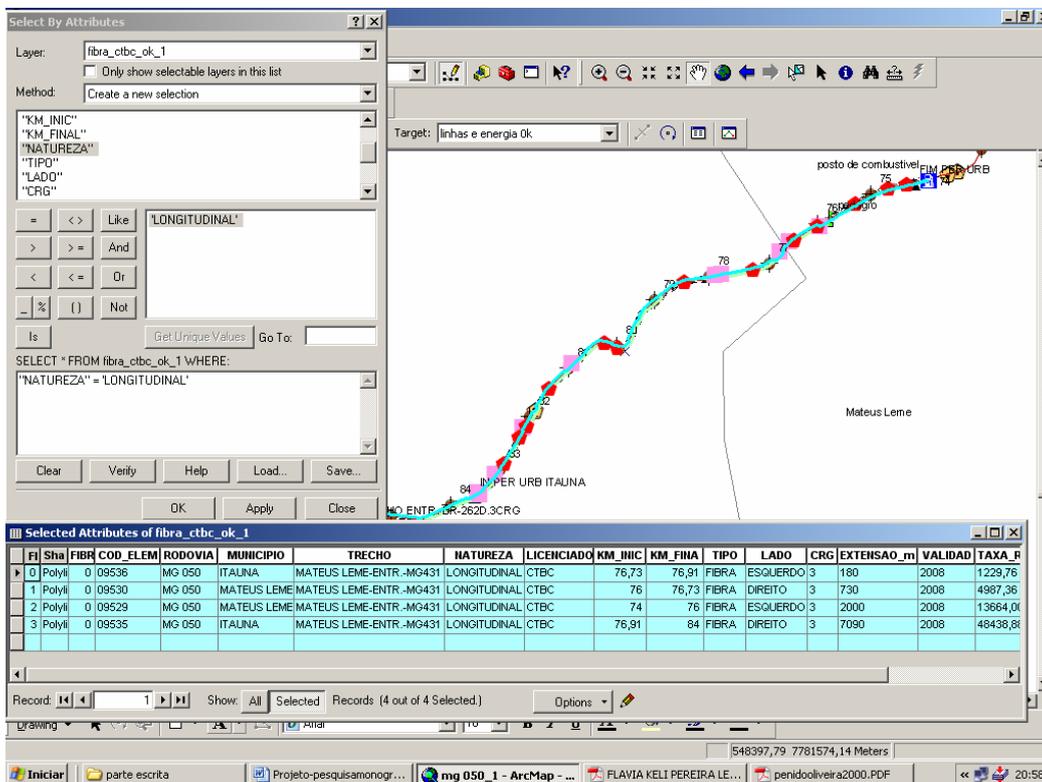


Fig. 23 – Processo de consulta rápida por atributos, longitudinal.

Na faixa de domínio e área non aedificandi, criadas a partir da ferramenta “Buffer”, podemos visualizar a consulta rápida por localização dos elementos de todos os tipos de ocupações, conforme mostra a Figura 24.

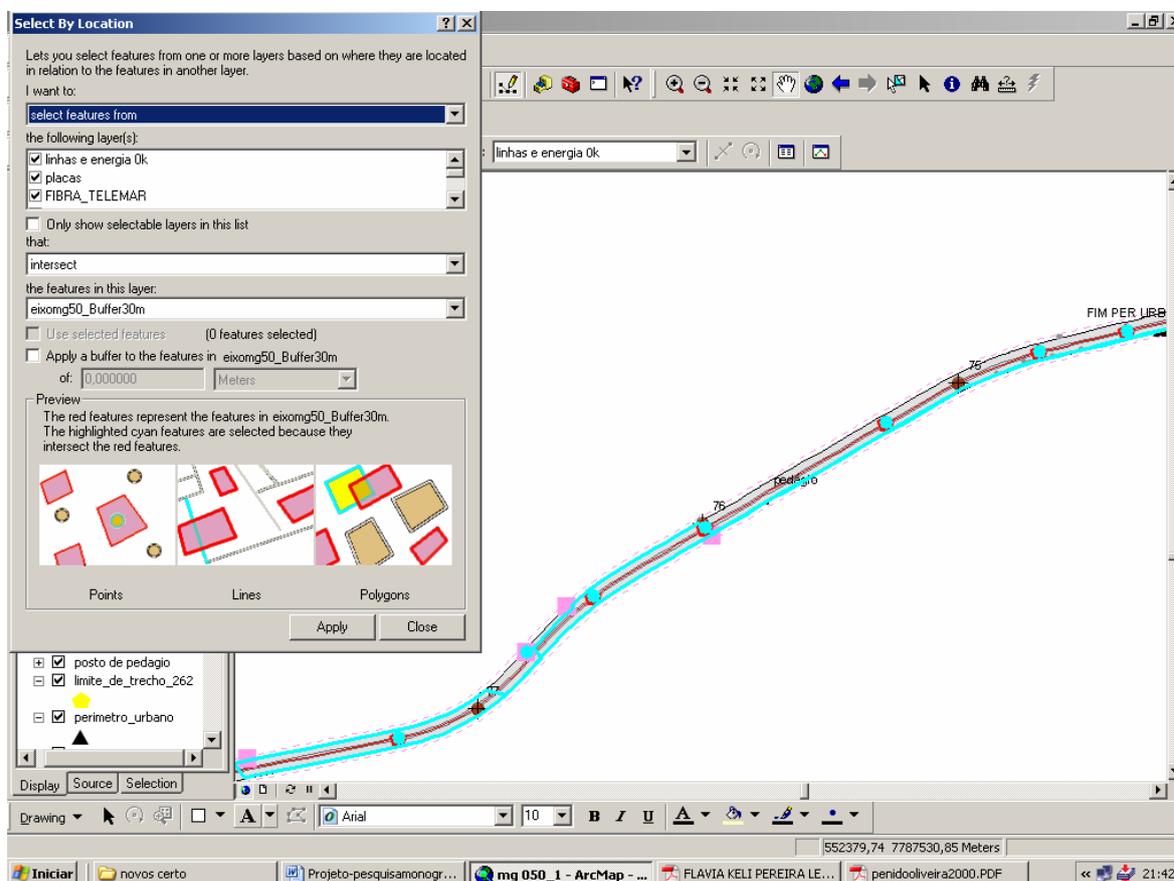


Fig. 24 – Consulta rápida por localização.

Esta análise forneceu além da visualização de todos os elementos dentro da faixa de domínio (Buffer), o relatório completo das informações geradas a partir da consulta por localização dentro da faixa de domínio e área non aedificandi, como demonstrado nas consultas por atributos mostradas nas Figuras 21, 22 e 23.

O resultado destas consultas é apresentado na tabela 2, onde são discriminadas todas as ocupações existentes na faixa de domínio e área non aedificandi da rodovia MG050 no Trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431 Itaúna, km 74 ao km 84. O valor total referente à cobrança da taxa de licenciamento destas ocupações é de R\$ 155.133,37 por ano de utilização.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS - DER/MG														
Rodovia MG050- Trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431 Itaúna - RELATORIO DE OCUPAÇÃO/USO DA FAIXA DE DOMÍNIO														
COD.	CRG	ROD	NATUREZA	TIPO	MUNICIPIO	LICENCIADO	LADO	KM_ INICIAL	KM_ FINAL	EXT. m	LARG. m	ÁREA m2	TAXA	VALID.
09559	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	MATEUS LE	CEMIG		76,40				1366,40	2008	
09556	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	MATEUS LE	CEMIG		74,40				1366,40	2008	
09558	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	MATEUS LE	CEMIG		75,25				1366,40	2008	
09560	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		78,35				1366,40	2008	
09561	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		77,30				1366,40	2008	
09565	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		79,95				1366,40	2008	
09566	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		80,20				1366,40	2008	
09569	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		81,40				1366,40	2008	
09570	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		82,10				1366,40	2008	
09571	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		82,30				1366,40	2008	
09552	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		76,00				1366,40	2008	
09557	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		74,70				1366,40	2008	
09572	3	MG 050	TRANSVERSAL	ENERGIA ELETRICA	ITAUNA	CEMIG		82,85				1366,40	2008	
09536	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	ITAUNA	CTBC	ESQ	76,73	76,91	180		1229,76	2008	
09530	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	MATEUS LE	CTBC	DIR	76,00	76,73	730		4987,36	2008	
09529	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	MATEUS LE	CTBC	ESQ	74,00	76,00	2000		13664,00	2008	
09535	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	ITAUNA	CTBC	DIR	76,91	84,00	7090		48438,88	2008	
09531	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	MATEUS LE	TELEMAR	ESQU	74,00	77,78	3780		25824,96	2008	
09532	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	ITAUNA	TELEMAR	ESQ	78,80	84,00	5200		35526,40	2008	
09534	3	MG 050	LONGITUDINAL	FIBRA	ITAUNA	TELEMAR	DIR	77,78	78,80	1020		6968,64	2008	
23072	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	HOTEL PONTO CHIC	DIR	82,20		1,5	3,00	4,5	38,43	2008
23107	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	MATEUS LE	REVEMAX	ESQ	76,00		4	3,00	12	102,48	2008
23108	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	MATEUS LE	CAFE DA ESTRADA	DIR	76,50		3	2,00	6	51,24	2008
23109	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	FAZENDA SOLEDADE	DIR	76,70		1,5	1,50	2,25	19,22	2008
23115	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	EROS MOTEL	DIR	83,50		1,5	0,50	0,75	6,40	2008
23110	3	MG 050	PONTUAL	BLACK LIGHT	ITAUNA	CAFE DA ESTRADA	DIR	77,80		3	3,00	9	76,86	2008
23112	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	CHEVEL	DIR	80,90		6	3,00	18	153,72	2008
23114	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	SAITA IMOBILIARIA	DIR	83,10		5	4,00	20	170,80	2008
23116	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	EROS MOTEL	ESQ	83,50		2,5	2,00	5	42,70	2008
23111	3	MG 050	PONTUAL	PLACA PUBLICIDADE	ITAUNA	CAFE DA ESTRADA	DIR	77,90		4	2,00	8	68,32	2008
<b>TOTAL/ANO</b>													<b>155133,37</b>	

Tabela 2 – Relatório final de todas as ocupações

Como exemplo de ocupação irregular foi realizada a seguinte simulação: posicionamento de cerca existente dentro da faixa de domínio e edificação dentro da área non aedificandi, como demonstrado nas Figuras 25, 26, 27 e 28.

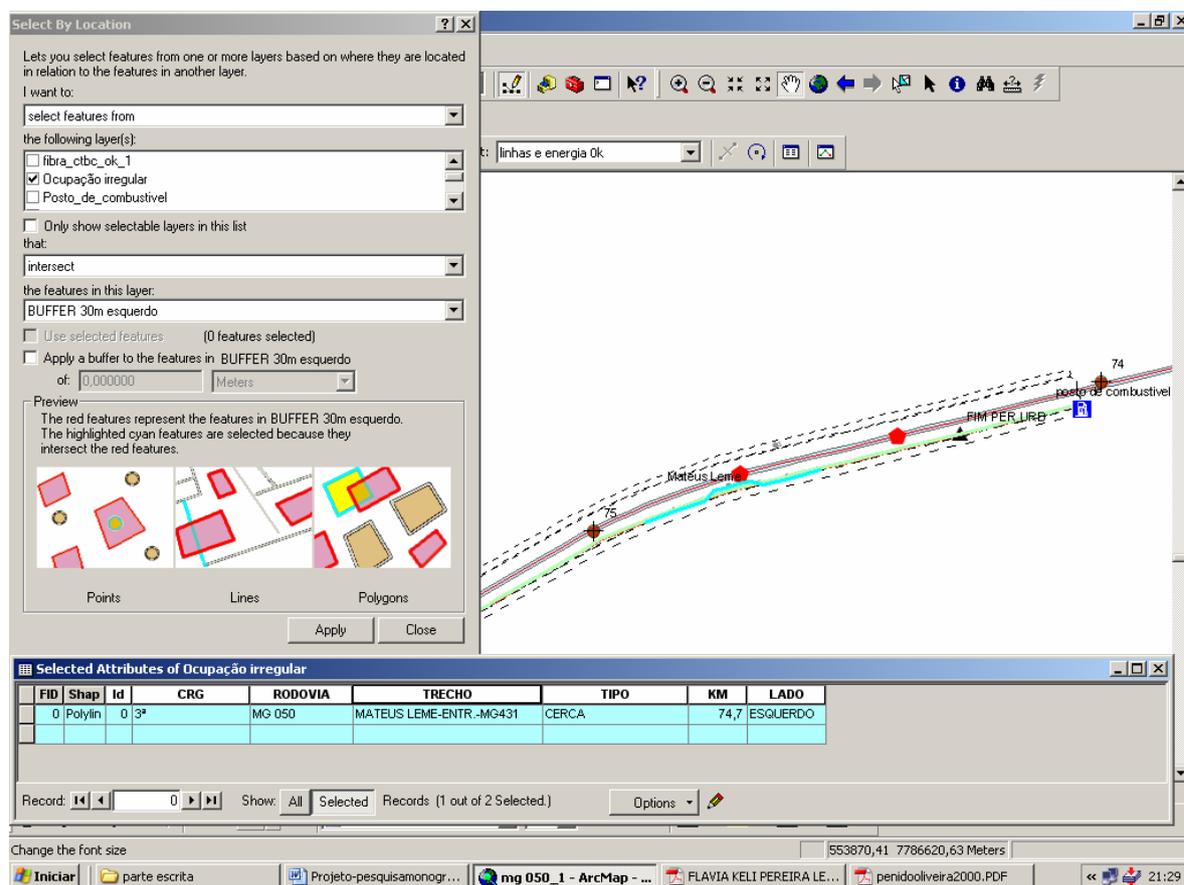


Fig. 25 – Consulta por localização de invasão da faixa de domínio (cerca).



Fig. 26 – Imagem GoogleEarth da rodovia MG050 (25/11/2007).

**Select By Location**

Lets you select features from one or more layers based on where they are located in relation to the features in another layer.

I want to:

select features from

the following layer(s):

- fibra\_ctbc\_ok\_1
- Ocupação irregular
- Posto\_de\_combustivel

Only show selectable layers in this list that:

intersect

the features in this layer:

BUFFER 15m direito

Use selected features (0 features selected)

Apply a buffer to the features in BUFFER 15m direito of: 0,000000 Meters

Preview

The red features represent the features in BUFFER 15m direito. The highlighted cyan features are selected because they intersect the red features.

Points Lines Polygons

Apply Close

**Selected Attributes of Ocupação irregular**

FID	Shap	Id	CRG	RODOVIA	TRECHO	TIPO	KM	LADO
1	Polylin	0	3ª	MG 050	MATEUS LEME-ENTR.-MG431	CASA	74,6	DIREITO

Record: 0 Show: All Selected Records (1 out of 2 Selected) Options

553774,53 7786719,93 Meters

Iniciar parte escrita Projeto-pesquisamonogr... mg 050\_1 - ArcMap - ... FLAVIA KELI PEREIRA LE... penidooliveira2000.PDF 21:30

Fig. 27 – Consulta por localização de invasão da área non aedificandi (casa).



Fig. 28 – Imagem GoogleEarth da rodovia MG050 (25/11/2007).

Na possibilidade de estender esta metodologia de criação do SIG da faixa de domínio para um número maior de informações e envolvendo todas as rodovias do Estado de Minas Gerais, é necessária a utilização de um sistema gerenciador de banco de dados.

A associação do SGBD com o SIG será através da chave primária, “código do elemento”, um número definido pelo DER/MG para cada nova ocupação instalada na faixa de domínio e área non aedificandi, conforme demonstrado na Figura 29.

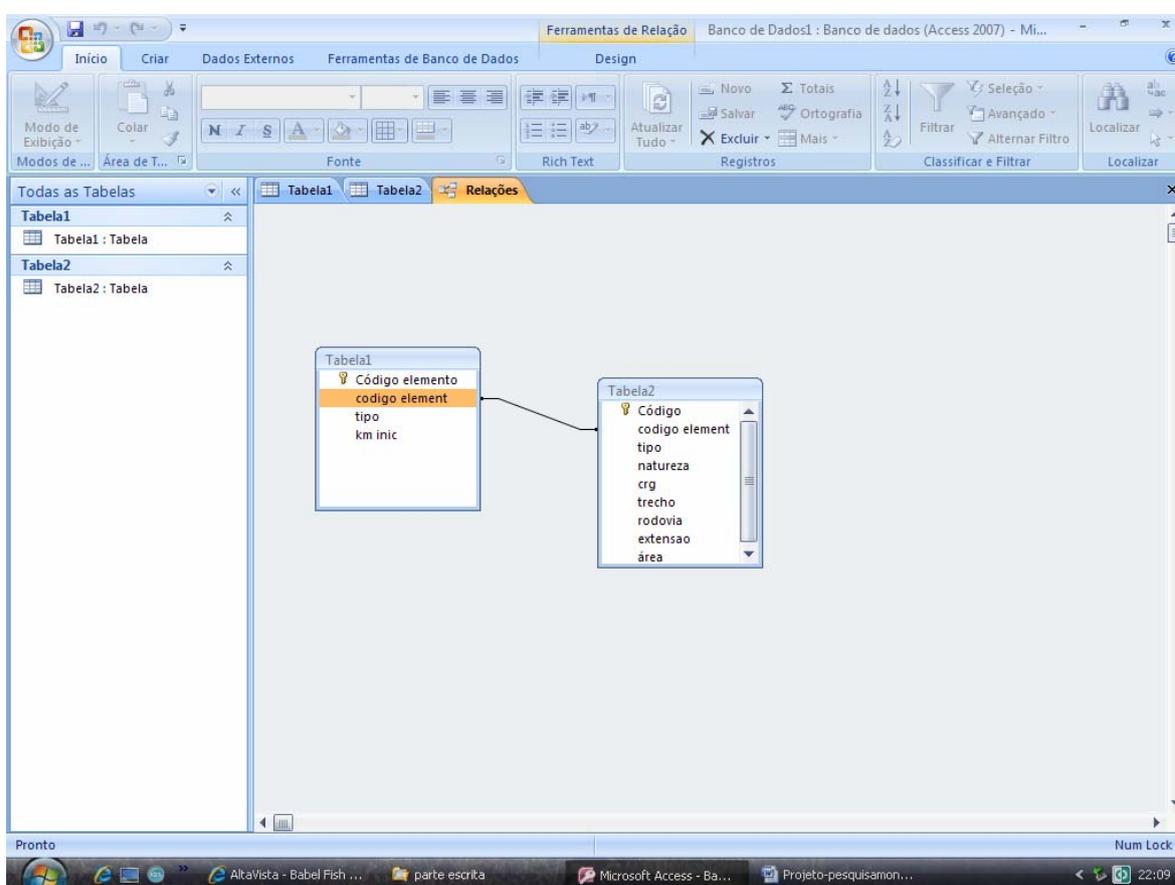


Fig. 29 – Associação através do Microsoft Office Access.

A Figura 30 apresenta o mapa temático do uso e ocupação da faixa de domínio da rodovia MG-050, trecho: Mateus Leme – Entroncamento MG-431 em Itaúna, referente à todas ocupações existentes do km 74 ao km 76.

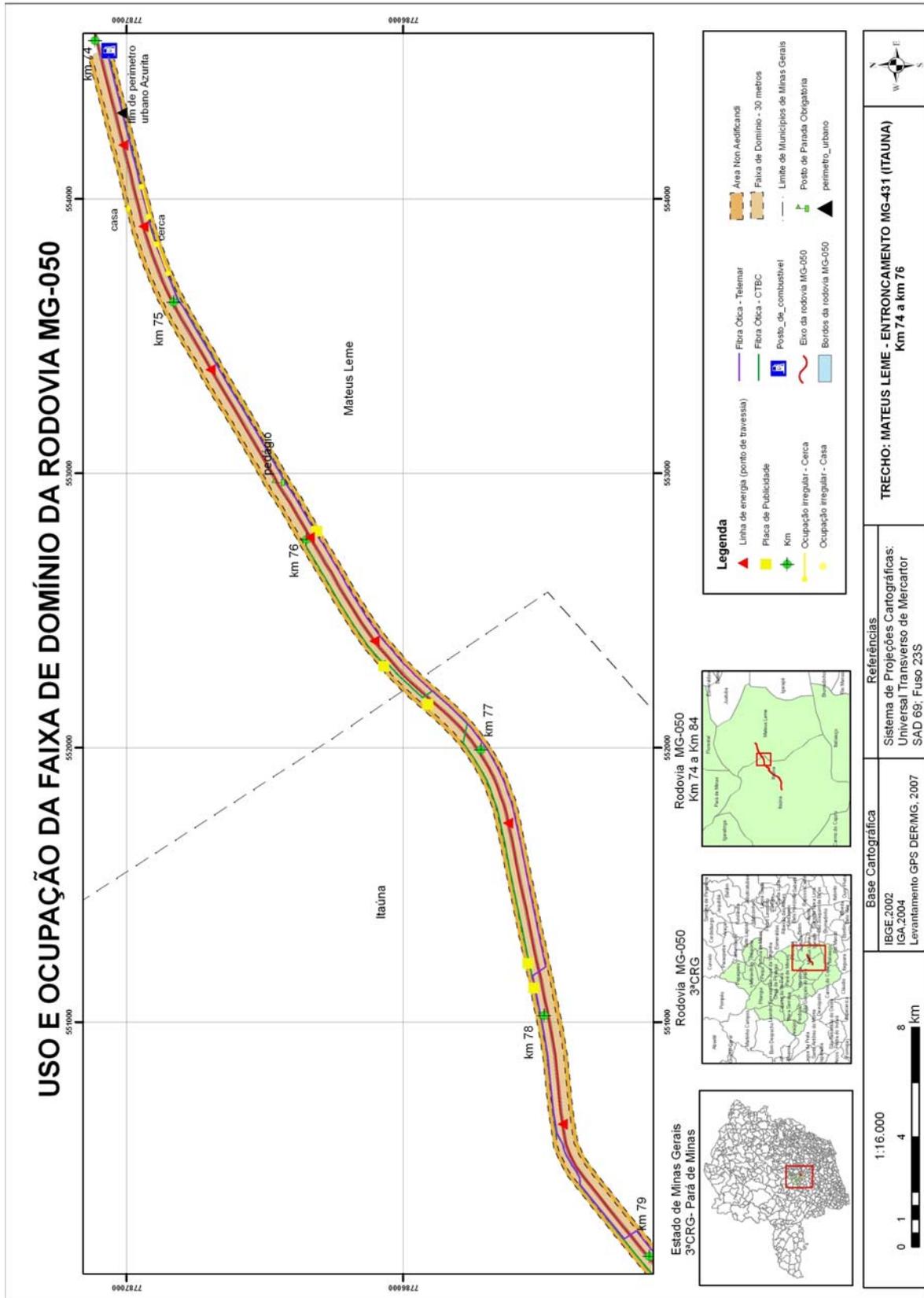


Fig. 30 – Mapa temático das ocupações.

## 5. CONCLUSÕES

Os principais resultados deste trabalho foram as consultas espaciais por atributos/localização através do SIG criado, como foi demonstrado nas Figuras 21 a 24. Esse SIG possibilita também realizar diversos tipos de consultas espaciais baseadas em outros atributos da tabela do banco de dados do DER\MG. A partir da criação dos buffers que delimitaram a área exata da faixa de domínio, que nesta rodovia foi de 30 metros para cada lado, e a área non aedificandi que ocupa uma área de 15 metros de cada lado a partir da faixa de domínio, podem ser realizadas outras consultas por localização dos elementos das ocupações, como por exemplo, das ocupações irregulares, demonstradas nas Figuras 25 e 27. Percebeu-se uma otimização na rotina de trabalho do DER\MG com a construção deste SIG, que proporcionou integrar informações dos seus diferentes setores, além de gerar informações espacializadas em um menor tempo, que possibilitará assim intervenções mais eficazes e imediatas da fiscalização. A produção de mapas temáticos e relatórios baseados nas consultas demonstram mais uma vez que a organização e associação destas informações são essenciais para o DER\MG.

Do ponto de vista técnico - científico pode-se considerar que este trabalho teve sua importância concentrada principalmente no resgate de dados organizados em um banco de dados convencional, atribuindo-lhes uma abordagem espacial. Desta forma as relações espaciais não percebidas em uma tabela alfanumérica puderam ser identificadas no SIG. Este procedimento confirma mais uma vez a importância da aplicação de técnicas de geoprocessamento nas instituições em que suas atribuições são também focadas na cobrança de tarifas e na fiscalização de serviços, como foi o estudo de caso aplicado. A cobrança destas tarifas bem como a fiscalização e o monitoramento são procedimentos que tem uma relação direta com a localização geográfica das ocupações e dos seus tipos de uso na faixa de domínio e área non aedificandi.

Com a utilização das geotecnologias apresentadas, cuja localização geográfica se faz inerente a elas, a fiscalização, o monitoramento e a cobrança de taxas poderão ser feitas, a partir de então, de uma forma mais eficaz, precisa e atualizada, visto o potencial de monitoramento que tais ferramentas proporcionam na execução deste serviço.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa relativa ao monitoramento das ocupações e diferentes usos, muito importante para o controle do seu licenciamento, não foi desenvolvida neste trabalho, já que a proposta inicial se concentrou na captura dos dados em campo e no resgate das informações já existentes em banco de dados do DER/MG para o SIG construído. Esta etapa contemplaria a possível continuidade deste trabalho e aplicação futura do mesmo. Para isso, caberia a administração do DER/MG decidir sobre a utilização de produtos como imagens de satélite de alta resolução ou ortofotos, e de ferramentas como o GPS diferencial ou levantamento aerofotogramétrico, para que esta fase seja desenvolvida a um custo benefício interessante para o DER/MG.

Ainda cabe ressaltar que se pretendeu com este trabalho desenvolver e apresentar um procedimento metodológico capaz de ser aplicado, adaptado e aperfeiçoado em outras situações, que direcionem seus olhares para pesquisas do mesmo tema aqui apresentado: cobrança de tarifas das ocupações nas faixas de domínio em rodovias e do monitoramento das ocupações existentes.

Esta metodologia, aplicada para um universo de estudo bem reduzido, como foi o caso da rodovia MG-050, pode ser estendida para estudos cuja abrangência seja maior. Neste caso é importante destacar que como se trata de um número maior de elementos a serem trabalhados faz-se necessária a utilização de um sistema gerenciador de banco de dados. Este sistema possibilitará uma maior e melhor organização, manipulação e atualização dos dados a serem trabalhados. E por fim para a associação de um banco de dados cartográfico e alfanumérico a um banco de dados convencional, sugere-se desenvolver o procedimento da geocodificação através do código do elemento de cada ocupação, que permitirá a atualização automática.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Decreto-lei nº. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 20 dez. 1979
- CARVALHO, K.R. **Integração da Base Rodoviária Georreferenciada- Banco de Dados do DER/MG**. Belo Horizonte, 2002, 45p. Monografia de Especialização em Geoprocessamento- Instituto de Geociências – UFMG
- DAVIS C. A. & Fonseca F. T. 1994. **Erros na conversão de dados CAD/GIS**; In: Revista Fator GIS, 6, 22-24, São Paulo.
- DER/MG. Diretoria de Operações. **Boletim Rodoviário**. Belo Horizonte: Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica, 2006. 360p.
- ESTADO DE MINAS GERAIS. Decreto-lei nº 43.932, de 21 de dezembro de 2004 - Aprova o Regulamento do Uso ou Ocupação da Faixa de Domínio e Área Adjacente das Rodovias (RFDR) e da respectiva Taxa de Licenciamento para Uso ou Ocupação da Faixa de Domínio das Rodovias (TFDR).
- MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e Planejamento Urbano**. Belo Horizonte, 2005.
- NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH 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.
- REIS, N. DE A.; SCHWAB, S. **Publicidade visual nas rodovias sob a circunscrição ou jurisdição do DER/MG - RT – 06.02.a**. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br> Acesso em: 10 out. 2007
- REIS, N. DE A.; SCHWAB, S. **Uso e ocupação da faixa de domínio de rodovia sob a circunscrição ou jurisdição do DER/MG - RT – 06.01.a**. Disponível em: [http://www.der.mg.gov.br/images/stories/der\\_docs/normas\\_tecnicas/rt0601a.pdf](http://www.der.mg.gov.br/images/stories/der_docs/normas_tecnicas/rt0601a.pdf) Acesso em: 10 out. 2007.
- XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro, 2001.
- XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento e Análise Ambiental**. Aplicações. Rio de Janeiro, 2004.