

Grover Lopes Carvalho

Geoprocessamento como Apoio à
Elaboração do Plano Diretor do
Município de Tocantins/MG

X Curso de Especialização em
Geoprocessamento



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

GROVER LOPES CARVALHO

**GEOPROCESSAMENTO COMO APOIO À ELABORAÇÃO DO PLANO
DIRETOR DO MUNICÍPIO DE TOCANTINS/MG**

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

Orientadora: Ana Clara Mourão Moura

Belo Horizonte

2007

Carvalho, Grover Lopes

Geoprocessamento como Apoio à Elaboração do Plano Diretor da Cidade de Tocantins/MG - Grover Lopes Carvalho. Belo Horizonte, 2007.

vi, 56f: il.

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

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho tornou-se possível graças à força das pessoas que sempre me acompanharam. Agradeço ao amigo Renato Santos, pela apresentação e indicação do curso.

Aos meus pais, idealizadores e incentivadores desta caminhada pelo conhecimento. Aos meus irmãos, pelos exemplos.

À Nadja pela paciência e insistência no incentivo à elaboração deste trabalho. À Aparecida, pela busca de informações junto aos órgãos municipais, visando a melhoria da qualidade deste trabalho.

A todos os meus familiares que aqui estão e àqueles que já não estão entre nós, mas que sem eles, não seria o que sou.

A todos os mestres deste curso, destacando a Professora Maria Márcia Magela Machado, que anos atrás na graduação, também foi minha mestre. Aos monitores.

Especialmente à Ana Clara, orientadora deste trabalho, que em todos os momentos, demonstrou disponibilidade para me auxiliar.

A todos vocês, muito obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
3. ÁREA DE ESTUDO	10
3.1 Histórico do município	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4.1. Base de Dados	14
4.2. Metodologia.....	14
4.2.1. Organização da Base de Dados Alfanumérica	15
4.2.2. Organização da Base de Dados Vetorial	17
4.2.3. Processamento Digital de Imagens.....	19
4.2.4. Processamento dos Dados	21
4.2.4.1 Áreas de Proteção Permanente e Áreas de Conflitos do Uso do Solo.....	21
4.2.4.2 Potencial de Expansão Urbana	23
4.2.5. Disponibilização dos Resultados Obtidos	25
5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	26
5.1. Mapas Gerados a partir da Organização da Base de Dados Alfanumérica	26
5.2. Mapas Gerados a partir da Organização da Base de Dados Vetorial	46
5.3. Mapas Gerados a partir do processamento digital de imagens.....	54
5.4. Mapas Gerados a partir do processamento dos dados	59
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS

Mapa 01 – Mapa de situação	13
Mapa 02 – Mapa de Distribuição dos Setores Censitários	28
Mapa 03 – Mapa de Densidade Demográfica.....	29
Mapa 04 – Mapa de Classificação Etária da População – Crianças de 0 a 14 anos	30
Mapa 05 – Mapa de Classificação Etária da População – Jovens de 15 a 29 anos	31
Mapa 06 – Mapa de Classificação Etária da População – Adultos de 30 a 64 anos	32
Mapa 07 – Mapa de Classificação Etária da População – Idosos com mais de 65 anos	33
Mapa 08 – Mapa de Classificação por Sexo – Percentual de Homens.....	34
Mapa 09 – Mapa de Classificação por Sexo – Percentual de Mulheres.....	35
Mapa 10 – Mapa de Educação – Alfabetizados com mais de 5 anos	36
Mapa 11 – Mapa de Educação – Analfabetos com mais de 5 anos.....	37
Mapa 12 – Mapa de Educação – Escolaridade dos Chefes de Família	38
Mapa 13 – Mapa de Distribuição de Renda – Renda Média dos Chefes de Família	39
Mapa 14 – Mapa de Infra-Estrutura – Abastecimento com Rede de Água.....	40
Mapa 15 – Mapa de Infra-Estrutura – Atendimento com Rede de Esgoto.....	41
Mapa 16 – Mapa de Infra-Estrutura – Coleta de Lixo por Serviço Público ou Caçamba ..	42
Mapa 17 – Mapa de Domicílios – Casas	43
Mapa 18 – Mapa de Domicílios – Apartamentos	44
Mapa 19 – Mapa de Domicílios – Propriedades Particulares Permanentes	45
Mapa 20 – Mapa de Altimetria.....	47
Mapa 21 – Mapa de Declividades	48
Mapa 22 – Mapa de Topos de Morros.....	49
Mapa 23 – Mapa de Faixa de Domínio de Hidrografia	50
Mapa 24 – Mapa de Rodovias e Ferrovias	51
Mapa 25 – Mapa de Faixa de Domínio de Rodovias.....	52
Mapa 26 – Mapa de Sistema Viário	53
Mapa 27 – Imagem Landsat ETM+ de 2001	55
Mapa 28 – Mapa de Uso do Solo.....	56
Mapa 30 – Mapa da Mancha Urbana em 1993.....	57
Mapa 31 – Mapa da Mancha Urbana em 2001	58
Mapa 32 – Mapa de Áreas de Proteção Permanente	60

Mapa 33 – Mapa de Áreas de Conflitos	61
Mapa 34 – Mapa de Potencial de Expansão Urbana	62

RESUMO

O geoprocessamento pode ser utilizado como ferramenta para diagnosticar determinados cenários. Diante deste fato, tem crescido a participação do geoprocessamento como apoio às decisões a serem tomadas em diversas áreas. O sistema de informações geográficas, ajuda a mapear problemas e determinar medidas a serem tomadas como correções destes problemas. Este trabalho descreve a metodologia de formação e uso de um SIG como base para a elaboração do plano diretor do município de Tocantins – Minas Gerais. A cidade de Tocantins não tem a obrigatoriedade de elaborar um plano diretor, segundo às recomendações da Lei 10.257 de 2001. Entretanto, diante da importância de tal documento, pequenas cidades estão procurando elaborar um método de regulamentar o crescimento urbano. Este trabalho tem como finalidade descrever toda a complexidade do município, possibilitando uma análise por diversos setores. Portanto, representa um importante estudo que pode auxiliar a tomada de decisões político-administrativas dentro do contexto municipal, direcionando as intervenções a serem realizadas. O trabalho foi desenvolvido a partir das bases de dados fornecidos pelo IBGE, GEOMINAS e pela Prefeitura Municipal. Para a realização do SIG foi utilizado o *software* ArcMap, uma ferramenta poderosa para o alcance do objetivo deste trabalho. Os resultados serão disponibilizados para os usuários interessados. Para isto, o trabalho será exportado para o *software* TerraView.

1. INTRODUÇÃO

O município de Tocantins/MG está localizado na Zona da Mata, a aproximadamente 270 km da capital do estado, Belo Horizonte. A unidade territorial tem uma área de cerca de 174,0 km². A população atual de Tocantins é de 15.704 habitantes⁽¹⁾.

A coleta de dados em pequenos municípios brasileiros é uma tarefa complicada. As informações sobre diversas áreas são poucas ou inexistentes nestes municípios. Os cadastros são escassos e a confiabilidade dos dados é comprometida devido aos métodos utilizados para coleta e processamento dos mesmos.

Atualmente é possível realizar uma coleta de dados mais confiável junto a órgãos do governo e empresas particulares. Dados que caracterizam o município, relativos a habitação, população, instrução, infra-estrutura, além de imagens de satélite são facilmente adquiridos. O geoprocessamento tem como finalidade organizar estes dados e posteriormente processá-los obtendo produtos mais confiáveis.

Em 10 de julho de 2001, foi sancionada a lei nº10.257 - Estatuto da Cidade⁽²⁾ - que exige a elaboração de planos diretores para cidades com população superior a vinte mil habitantes. Porém, devido a enorme importância de um plano diretor, pequenas cidades também estão em busca da execução de um documento que direcione seu crescimento e desenvolvimento. A ausência de um plano diretor - instrumento básico de desenvolvimento e expansão urbana - reflete o crescimento desordenado e a criação das periferias, vilas, favelas, além de inúmeros fatores negativos que também descendem desta desordem.

“A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas.” (Cap. III, Art.39 - Lei nº 10.257, 2001, p.15)

⁽¹⁾ IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – informações disponíveis on-line em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>.

⁽²⁾ Ministério das Cidades – a Lei 10.257, de 2001 está disponível on-line em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/Lei_10_257_2001 – Estatuto da Cidade.pdf.

O geoprocessamento e suas ferramentas é capaz de caracterizar um município, servindo como base para uma compreensão maior da realidade, etapa inicial na elaboração de um plano diretor, cujo objetivo fundamental é definir o conteúdo da função social da cidade e da propriedade urbana, de forma a garantir o acesso a terra urbanizada e regularizada, o direito à moradia, ao saneamento básico, aos serviços urbanos a todos os cidadãos, e implementar uma gestão democrática participativa.

Após caracterização do município, o geoprocessamento pode ser utilizado como ferramenta de apoio à tomada de decisões, uma vez que elabora diversas análises como expansão urbana e restrições ao crescimento urbano. Desta forma, é capaz de direcionar as intervenções a serem realizadas pela administração municipal.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como alvo realizar um diagnóstico do município de Tocantins/MG, apoiado pelo geoprocessamento, visando caracterizar a realidade urbana-rural, com o intuito de auxiliar a elaboração do plano diretor da cidade.

O estudo alvitra especificamente os seguintes objetivos:

- . Elaboração de mapas temáticos relativos à população;
- . Elaboração de mapas temáticos relativos aos domicílios;
- . Elaboração de mapas temáticos relativos à infra-estrutura urbana;
- . Classificação de imagens de satélite para definição do crescimento da mancha urbana, e elaboração de mapa de uso do solo;
- . Elaboração de mapas de áreas de proteção permanente, segundo a legislação vigente;
- . Análise de multicritérios, avaliando o potencial de expansão urbana do município.

3. ÁREA DE ESTUDO

Tocantins é um município brasileiro do estado de Minas Gerais. Localiza-se a uma latitude 21°10'30" sul e a uma longitude 43°01'04" oeste, estando a uma altitude de 363 metros. A cidade está inserida na microrregião de Ubá. (**Mapa 01** – página 13)

O trabalho foi realizado dentro dos limites do distrito de Tocantins, coincidentes com os limites do município.

3.1 HISTÓRICO DO MUNICÍPIO

Tocantins é um município que teve como primeiros moradores grupos indígenas associados etnologicamente ao grupo Jê. Os Puri-coroados, que habitavam os sertões do Rio Pomba foram colonizados no final do século XVIII pelo padre Manoel de Jesus Maria, um dos nomes mais importantes na história do devassamento e da dominação dos povos indígenas na Zona da Mata.

Os principais posseiros que atuaram no local foram o Alferes Manoel Joaquim da Rocha e o Capitão José Antônio Machado. Relata-se também a presença de José Rodrigues Vicente, que entre os anteriores participou da doação das terras para a formação do patrimônio de São José do Paraopeba, em 07 de julho de 1812.

Durante muito tempo, o lugar teve a denominação popular de São José da Prateleira devido ao fato de um tropeiro ter deixado em uma choupana do lugar uma imagem de São José. Nessa época meados do século XIX, o curato pertencia à Paróquia de “São Manoel do Rio das Pombas, dos Índios Coropós e Coroados”. O curato somente se tornaria independente em 22 de dezembro de 1863, através da Lei 1.171 que acabou sendo revogada em 19 de dezembro de 1865, pela Lei 1.261⁽³⁾.

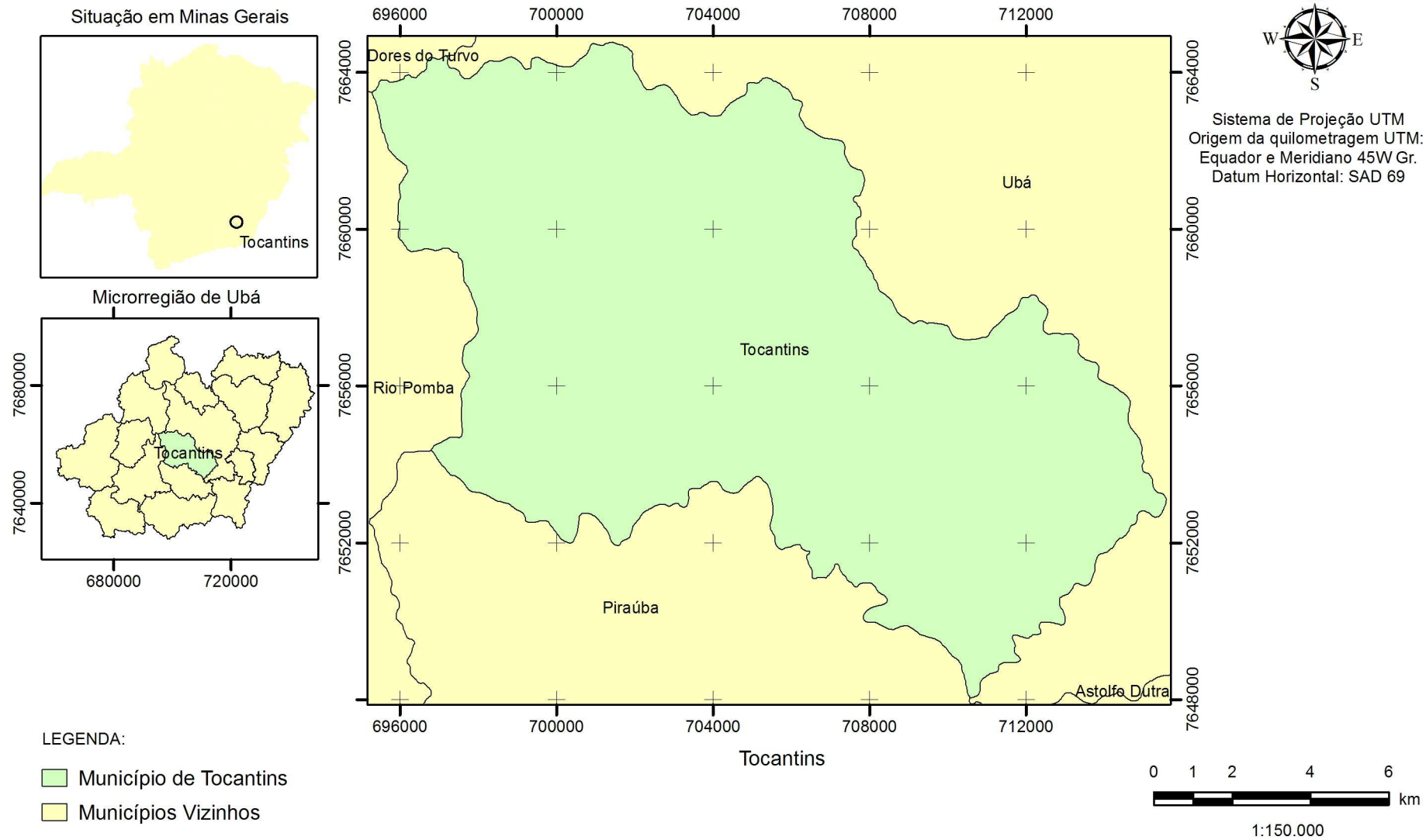
Em 1868, o distrito de São José do Paraopeba foi incorporado ao Município de Rio Pomba pela lei 1.492 de 13 de julho. Em 01 de dezembro de 1873, foi incorporado ao município de Ubá, pela Lei nº 2.035. Em 1878 recebe o nome de São José do Tocantins por lei nº 2.500 de 12 de novembro. O nome atual “Tocantins” foi estabelecido pela lei 843 de 07 de setembro de 1923, e a emancipação se deu em 27 de dezembro de 1948, através da lei nº 336⁽⁴⁾.

⁽³⁾ COSTA, Joaquim Ribeiro. **Toponímia de Minas Gerais. Com estudo histórico da divisão territorial e administrativa**. Belo Horizonte, BDMG Cultural, 1997.

⁽⁴⁾ COSTA, op. cit. p. 450

A cidade de Tocantins começou a se formar na primeira metade do século XIX, através do núcleo de povoação que surgiu na encosta da colina onde se edificou a primitiva capela e depois a Igreja Matriz de São José. Nas proximidades a cidade tomou dois eixos de crescimento: em direção à esquerda da Matriz formou-se um bairro mais pobre, enquanto no núcleo da Matriz e da Igreja do Rosário, a classe mais abastada, foi se estabelecendo, sobretudo no século XX.

Mapa 01 - Mapa de Situação



4. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho é viável exclusivamente com a aquisição da base de dados capaz de atender às necessidades de construção das análises temáticas. A metodologia consiste generalizadamente na organização dos dados coletados, sejam eles de caráter alfanuméricos ou vetoriais, no processamento digital de imagens e realização de análises após agrupamento das variáveis, gerando como produtos mapas temáticos que representam os recursos e limitações da realidade municipal.

O aplicativo de geoprocessamento selecionado para a realização dos estudos foi o ArcMap, por ser um *software* que possui uma interface de relacionamento de tabelas e realiza as análises necessárias para este tipo de trabalho. O trabalho também será disponibilizado para o visualização no *software* TerraView, por ser uma ferramenta gratuita e bastante amigável.

4.1. BASE DE DADOS

A primeira etapa do trabalho consiste na formação da base de dados. A coleta de informações foi realizada através dos materiais disponibilizados pelo IBGE, Prefeitura Municipal, GEOMINAS e Universidade de Maryland . A base de dados alfanumérica do município foi fornecida pelo IBGE, e se refere ao censo 2000. A coleta de dados vetoriais foi realizada junto ao GEOMINAS e à Prefeitura Municipal. As informações vetoriais são referentes aos dados de curvas de nível, hidrografia, rodovias, ferrovias e sistema viário da cidade. As imagens do satélite Landsat foram obtidas no site da Universidade de Maryland. As imagens utilizadas são as Landsat TM e Landsat ETM+, datadas respectivamente de 24 de junho de 1993 e 10 de setembro de 2001.

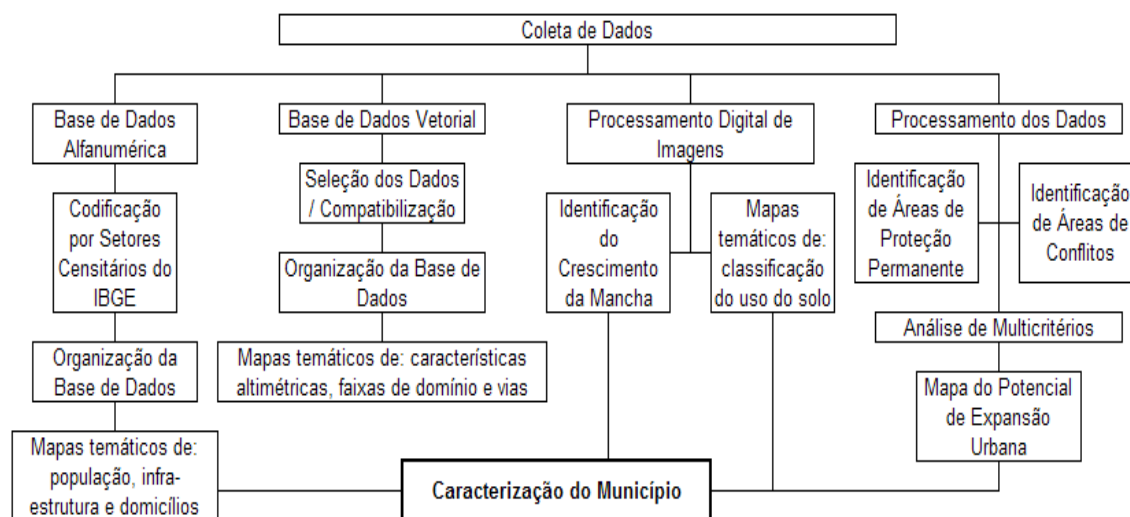
4.2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho é realizado basicamente em cinco etapas:

- Organização da base de dados alfanumérica;
- Organização da base de dados vetorial;

- Processamento digital de imagens;
- Processamento dos dados;
- Disponibilização dos resultados obtidos.

As etapas podem ser observadas no fluxograma seguinte.



A seguir são descritas detalhadamente as etapas citadas anteriormente, com as metodologias aplicadas para desempenhar cada uma delas.

4.2.1. Organização da Base de Dados Alfanumérica

Os dados alfanuméricos foram adquiridos no formato Microsoft Excel. A filtragem dos dados referentes ao município em estudo foi o primeiro passo para a organização da base alfanumérica. Após o ajustamento das tabelas, foi realizada a indexação dos dados, tendo como base o código de setores censitários do IBGE.

Para realizar a indexação geográfica dos dados, foi realizada uma vetorização dos setores censitários do município. A vetorização foi realizada a partir do Mapa Municipal Estatístico e a base vetorial dos setores censitários urbanos, fornecidos pelo IBGE, referentes à coleta do Censo 2000. A base do limite de município utilizada foi retirada da base cartográfica do GEOMINAS e exportada para o formato AutoCad, como o auxílio do

software GPS TrackMacker. A vetorização foi realizada no AutoCad, posteriormente exportada para o ArcMap, onde o arquivo final recebeu o formato *shapefile*. Algumas edições dos setores foram realizadas, devido às diferenças apresentadas entre os dados fornecidos.

Realizados os procedimentos iniciais de ajustes de indexadores, o passo seguinte foi realizar a soma das tabelas. Neste caso, o *software* utilizado foi o MapInfo. Primeiramente foi feita a conversão do arquivo *shapefile* para a extensão do MapInfo. Em seguida, foi aberta a tabela do formato Microsoft Excel. A partir do indexador chave - código IBGE - foram criadas na tabela do arquivo convertido, as colunas de referência da tabela base do Microsoft Excel. Em seguida, foi realizada a soma das tabelas.

O arquivo gerado foi novamente exportado para o formato *shapefile*, para que fossem gerados os mapas temáticos referentes aos dados de população, infra-estrutura urbana, e domicílios.

Os produtos gerados nesta etapa do trabalho são apresentados no capítulo 5 e constam de:

- Mapa de Distribuição dos Setores Censitários;
- Mapa de Densidade Demográfica;
- Mapas de Classificação Etária da População;
- Mapas de Classificação por Sexo;
- Mapas de Educação;
- Mapa de Distribuição de Renda;
- Mapas de Infra-Estrutura;
- Mapas de Domicílios.

4.2.2. Organização da Base de Dados Vetorial

A base de dados vetorial foi adquirida nas formas de *shapefile*, formato AutoCad e MapInfo. A partir desses dados foi possível a elaboração de vários mapas. O primeiro passo foi trabalhar a base de dados topográficos, constante de curvas de nível equidistantes de 20 m, além de pontos cotados. Os arquivos, fornecidos pelo GEOMINAS, foram importados para o ArcMap, onde foram realizados os primeiros ajustes. Primeiramente foi realizada a fusão das curvas de nível, que estavam decompostas em dois arquivos. Posteriormente foi realizado o corte das curvas inscritas no limite municipal. Em seguida, com ferramentas do *software* foram gerados os mapas de altimetria e declividades. No mapa de declividades as classes foram divididas de forma a atender às recomendações da Lei 6.766 de 1979 (Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano), que define as áreas não edificáveis.

Ainda com a base topográfica, foi gerado o modelo digital de elevação no Spring para realização da extração de topos de morros. Este procedimento foi realizado neste software por possuir ferramentas especializadas para esta operação, que segue as indicações da Resolução CONAMA n° 303 de 2002 (Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente). Primeiramente foi realizada a importação do *shapefile* da topografia processada no ArcMap. Em seguida foi determinada a malha triangular como base para geração da grade retangular e imagem, possibilitando a operação de extração de topos de morros. Como resultado, o programa gera uma isolinha representativa do terço superior da diferença de nível do terreno inscrito no município. Isto é, através das cotas máxima e mínima das curvas de nível inscritas no limite do município, o software calcula a cota que representa o limite de altitude onde se inicia a área de proteção permanente. A isolinha resultante foi exportada em formato *shapefile* e levada ao ArcMap para a conclusão do mapa de topos de morros. Destaca-se que o resultado obtido no Spring foi uma polinha, e não um polígono, como esperado. Isto deve-se ao fato de que as maiores altitudes encontram-se próximas ao limite municipal. Desta forma, ao percorrer a curva de nível delimitadora do topo de morro, o software realiza quebras no limite do município. Sendo assim, o polígono de topo de morro foi gerado manualmente, a partir da isolinha exportada do Spring e do limite municipal.

A segunda base de dados trabalhada foi a hidrografia, do GEOMINAS, que também foi importada para o ArcMap, onde os procedimentos de corte e fusão também foram feitos. Em uma segunda etapa, foi realizado o *buffer* de 30 metros da camada hidrografia, atendendo também às recomendações da Lei 4.771 de 1965 (Institui código florestal).

O terceiro dado processado foi o de rodovias e ferrovias. As bases foram geradas a partir de dados fornecidos pelo IBGE. Os arquivos foram trabalhados no AutoCad e exportados para o ArcMap. Para delimitar a faixa de domínio da rodovia foi realizado um *buffer* de 50 metros sobre a camada. Ressalta-se que foram realizados alguns ajustes dos *layers*, uma vez que houveram pequenas distorções das informações fornecidas. A faixa de domínio da ferrovia foi desconsiderada, uma vez que esta encontra-se abolida dentro do limite municipal, restando apenas, como patrimônio histórico do município, a estação Tocantins.

“A estação de Tocantins foi inaugurada em 1886 pela E. F. Leopoldina, no prolongamento da linha que uniria a estação de Guarani à de Ubá. Este trecho da Leopoldina na verdade era uma junção de várias linhas isoladas originalmente, construídas em épocas diferentes. Na linha que passava por Tocantins rodaram trens de passageiros até a primeira metade dos anos 70, e foi suprimida oficialmente somente em 1994, depois de anos sem uso.” (Cap. II, Campo 4, Histórias e Memória, 2007, p.9)

O último dado vetorial a ser organizado foi o sistema viário. Esta base foi fornecida pela Prefeitura Municipal, porém apresentava muitos problemas, como incompatibilidade nos arruamentos e erros de escala. Devido ao pequeno prazo para realização do presente estudo, pretende-se compatibilizar estes dados em etapa futura, uma vez que são dados mais completos. Desta forma, os dados usados neste mapa foram os fornecidos pelo IBGE. A base fornecida foi importada para o ArcMap, onde foi gerado o mapa de sistema viário.

Os resultados obtidos a partir da organização da base de dados vetoriais, constam de:

- Mapa de Altimetria;
- Mapa de Declividades;
- Mapa de Topos de Morros;
- Mapa de Faixa de Domínio de Hidrografia;
- Mapa de Rodovias e Ferrovias;
- Mapa de Faixa de Domínio de Rodovias;
- Mapa de Sistema Viário.

4.2.3. Processamento Digital de Imagens

A etapa seguinte deste estudo é o processamento das imagens. Os arquivos foram obtidos junto ao *site* da Universidade de Maryland sob a forma de geotiff. As bandas selecionadas foram as de número 3, 4 e 5 que permitem a realização das análises propostas. A banda de número 3 – visível (vermelho) – é utilizada na discriminação de vegetação. A banda 4 – infravermelho próximo – é empregada na identificação de culturas. Finalmente a banda 5 – infravermelho médio – serve para o mapeamento do solo e vegetação.

As imagens Landsat TM de 1993 e Landsat ETM+ de 2001, atendem o propósito de identificar o crescimento da mancha urbana do município, uma vez que foram adquiridas em décadas diferentes. Concomitantemente, também servem para a classificação do uso do solo, outro aspecto a ser mapeado a partir das imagens. A resolução destas imagens é de cerca de 30 metros. As imagens utilizadas são apresentadas ao final deste tópico.

O processo de classificação inicia com a importação das bandas para o Spring. A configuração RGB para a imagem foi selecionada de forma que a composição colorida traduza a informação espectral da melhor forma possível. Deste modo, a correlação RGB foi feita com as bandas 5, 4 e 3 respectivamente. O segundo passo foi realizar o realce de contraste das imagens, buscando uma melhora na qualidade visual da mesma. Cada banda foi realçada através da manipulação do histograma da imagem.

Com o realce realizado, o terceiro passo foi a classificação das imagens, procedimento com a finalidade de mapear a superfície terrestre. O primeiro passo da classificação foi a definição das classes a serem identificadas na imagem. As classes escolhidas foram:

- . Agricultura;
- . Área urbana;
- . Campo;
- . Mata;
- . Pastagem;
- . Solo exposto.

A segunda etapa foi a seleção de amostras realizada pelo método da interpretação visual da imagem. Em seguida foi realizada a classificação da imagem pelo método da máxima verossimilhança – MAXVER com limiar de decisão de 99,9%. Isto significa que o método adotado é do tipo pixel a pixel, sendo ignorados 0,1% os pixels de menor probabilidade de pertencerem às classes determinadas. Após a primeira classificação foi realizada uma avaliação das amostras, com base na análise dos resultados gerados. Algumas amostras foram dispensadas, e outras refeitas. Desta forma, conseguimos um resultado melhor. Ressalta-se que o número de amostras coletadas é pequeno, devido ao tempo de execução deste trabalho. Com isso o resultado apresentado na classificação não foi aceitável, apresentando alguns espaços sem classificação e uma matriz um pouco confusa.

Diante do resultado não satisfatório, adotou-se um procedimento alternativo na classificação das imagens. Primeiramente foi realizada a segmentação das imagens. Com o auxílio das estatísticas de amostras, verificou-se que o valor 10 para similaridade e 20 para quantidade de pixels a serem agrupados não era satisfatório. Com a análise realizada, adquirindo amostras para as feições que desejava classificar, adotou-se um valor de 30 para similaridade e 10 para área. Após segmentação da imagem, o passo seguinte foi classificar a imagem a partir das regiões de segmentação, utilizando o classificador ISOSEG com limiar de decisão de 95%. Em seguida, foi feito o mapeamento das classes.

Ressalta-se que, em etapa futura, com maior disponibilidade de tempo, deverá ser verificada a veracidade das informações obtidas com o auxílio de GPS de navegação.

O resultado foi exportado para o ArcMap em formato *shapefile* para que fossem processadas as informações decorrentes do processo de classificação.

O resultado desta etapa é apresentado no capítulo seguinte e consta de:

- Mapa de Uso do Solo;
- Mapa da Mancha Urbana – 1993;
- Mapa da Mancha Urbana – 2001.

4.2.4. Processamento dos Dados

Criados as mapas temáticos, retratando as variáveis selecionadas, pode-se partir para a etapa de processamento de dados. Esta etapa consta da combinação de diversas variáveis, visando obter novos produtos.

4.2.4.1 Áreas de Proteção Permanente e Áreas de Conflitos do Uso do Solo

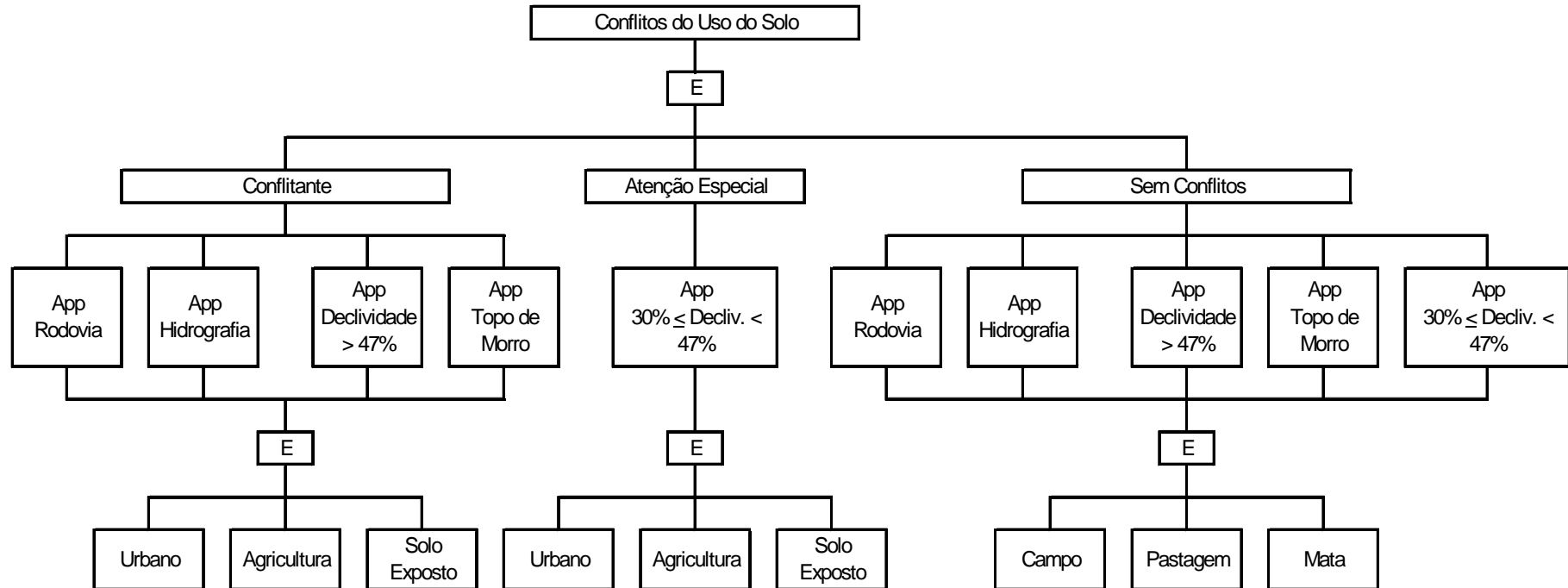
A primeira análise efetuada é a das áreas de proteção permanente. Nesta etapa, é realizada a combinação das variáveis dos mapas de faixas de domínio, declividades, e topos de morros. Para obter o mapa temático das App's, foram filtradas as declividades das classes 30% a 47%, e maior que 47%. Além disso, foram sobrepostos neste mapa as faixas de domínio de hidrografia e rodovia, e também os topos de morros extraídos. Observa-se que dentro do limite municipal não consta nenhuma área de parque florestal ou reserva ambiental. Ressalta-se também, que não consta nenhuma represa de grande porte que poderia ser retratada como área de proteção permanente.

A segunda análise é a das áreas de conflitos do uso do solo. Ela é realizada combinando as variáveis que se sobrepõe em determinados limites. Nesta etapa são determinadas as áreas que necessitam de atenção especial, as conflitantes e as áreas sem conflitos. A lógica das combinações é apresentada no diagrama a seguir.

Os resultados das análises descritas acima são apresentados após o diagrama a seguir e constam de:

- Mapa de Áreas de Proteção Permanente;
- Mapa de Áreas de Conflitos.

Diagrama de Conflitos do Uso do Solo



4.2.4.2 Potencial de Expansão Urbana

Esta etapa de trabalho é realizada a partir dos mapas gerados anteriormente. O procedimento, também conhecido como árvore de decisões é um conjunto de técnicas e métodos cujo objetivo é facilitar as decisões referentes a um problema, quando se tem que levar em conta múltiplos pontos de vista. A análise de multicritérios será usada em apoio à construção do cenário do município. Sua aplicação permite priorizar, ou reduzir, os vários fatores que devem ser levados em consideração.

Para realizar esta análise, a etapa inicial é a escolha das variáveis que assinalam o objeto de estudo. Estas variáveis são capazes de representar a realidade a ser avaliada. Elas são representadas por *pixels*, que devem ter resolução compatível com o objetivo da análise. Para o caso de estudo, a dimensão do pixel é de 20 m, já que simula o tamanho real de um lote, unidade de análise de um plano diretor.

O resultado desta etapa é o mapa de potencial de expansão urbana, que é apresentado no capítulo seguinte. As ponderações vinculadas a cada fator pode ser observada na planilha da análise de multicritérios a seguir, e foi baseada em estudos anteriores sobre o assunto.

					do setor com serviço	0 a 10 %	Nota	10
					do setor com serviço	10 a 65 %	Nota	8
			Peso	50%	do setor com serviço	65 a 90%	Nota	6
					do setor com serviço	90 a 95 %	Nota	3
					do setor com serviço	95 a 100%	Nota	0
					do setor com serviço	0 a 10 %	Nota	10
					do setor com serviço	10 a 30 %	Nota	7
Peso	25%	Infra-Estrutura	Peso	30%	do setor com serviço	30 a 50 %	Nota	3
					do setor com serviço	50 a 90 %	Nota	2
					do setor com serviço	90 a 100%	Nota	0
					do setor com serviço	0 a 10 %	Nota	10
					do setor com serviço	10 a 30 %	Nota	8
			Peso	20%	do setor com serviço	30 a 80 %	Nota	3
					do setor com serviço	80 a 90 %	Nota	2
					do setor com serviço	90 a 100%	Nota	0
					Rodovias	Bloqueio	Nota	0
Peso	25%				Hidrografia	Bloqueio	Nota	0
					Topo de Morro	Bloqueio	Nota	0
					Declividade > 47 %	Bloqueio	Nota	0
					Pastagem	-	Nota	5
					Campo	-	Nota	10
Peso	25%				Solo Exposto	-	Nota	10
					Urbano	-	Nota	5
					Mata	-	Nota	0
					Agricultura	-	Nota	5
					-	0 a 5 %	Nota	5
Peso	25%				-	5 a 30 %	Nota	10
					-	30 a 47%	Nota	1
					-	> 47 %	Nota	0
Total	100%							

Nota:

As notas são atribuídas de acordo com o grau de potencial de expansão urbana. A nota 0 corresponde a um baixo potencial e a nota 10 a um alto potencial. A soma dos pesos é de 100%. As variáveis habilitadas com "Bloqueio" são aquelas cuja expansão é restrita por lei, portanto devem ser exclusas da análise.

4.2.5. Disponibilização dos Resultados Obtidos

Os resultados obtidos são apresentados no capítulo seguinte. Em etapa futura todo o material produzido será disponibilizado para usuários fazerem consultas e análises. Para tanto, os arquivos serão exportados para o *software* TerraView, que está disponível gratuitamente para qualquer usuário.

5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da metodologia descrita no capítulo anterior.

5.1. MAPAS GERADOS A PARTIR DA ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS ALFANUMÉRICA

Os mapas 02 a 19, foram obtidos a partir da organização da base de dados alfanumérica. Estes mapas representam o município sob diversos aspectos e foram desenvolvidos a partir do mapa de setores censitários, baseados no IBGE (**Mapa 02** – página 28). Uma breve análise destas representações permite algumas observações.

Através do mapa de densidade demográfica (**Mapa 03** – página 29) nota-se uma concentração demográfica na região nuclear da área urbana, que também abriga o maior percentual de apartamentos (**Mapa 18** – página 44), mostrando uma tendência de verticalização destas regiões. Apesar deste fato, ressalta-se que o percentual de casas é maior em todos os setores do município (**Mapa 17** – página 43).

Os mapas que representam as divisões por sexo no município (**Mapa 08** – página 34, **Mapa 09** – página 35) revelam que os maiores percentuais de homens estão em zonas rurais, e podem indicar a presença de trabalho camponês, dedicados à lavoura.

Comparando os mapas de renda (**Mapa 13** – página 39), escolaridade do chefe de família (**Mapa 12** – página 38), apartamentos e percentual de jovens (**Mapa 05** – página 31), nota-se que o setor censitário de maior percentual de apartamentos, abriga a menor percentagem de jovens de 15 a 29 anos da zona urbana, o que demonstra um movimento migratório dos filhos de chefes de família com maior escolaridade e renda, para outros centros urbanos, em busca de uma melhor formação, oferecida por escolas de melhor nível e universidades.

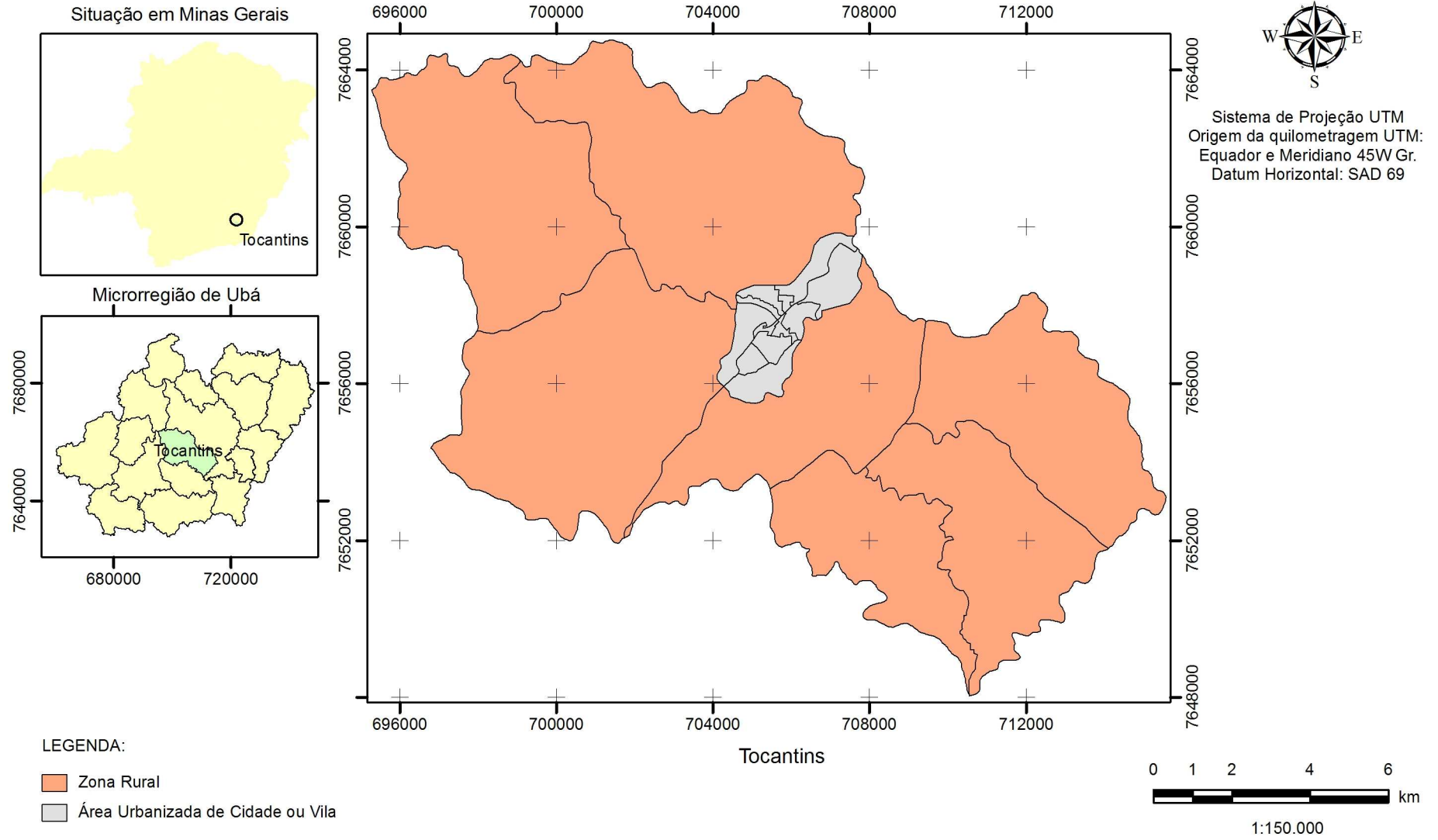
O mapa de crianças (**Mapa 04** – página 30), juntamente com o mapa de alfabetizados maiores de 5 anos, revela que as crianças dos setores urbanos têm maior percentual de alfabetização, indicando que deve-se investir mais em educação nos setores rurais.

O mapa de adultos (**Mapa 06** – página 32), revela que esta faixa etária é a predominante no município, indicando uma presença massiva da população ativa. Desta forma, a geração de empregos deve ser uma preocupação constante da administração municipal.

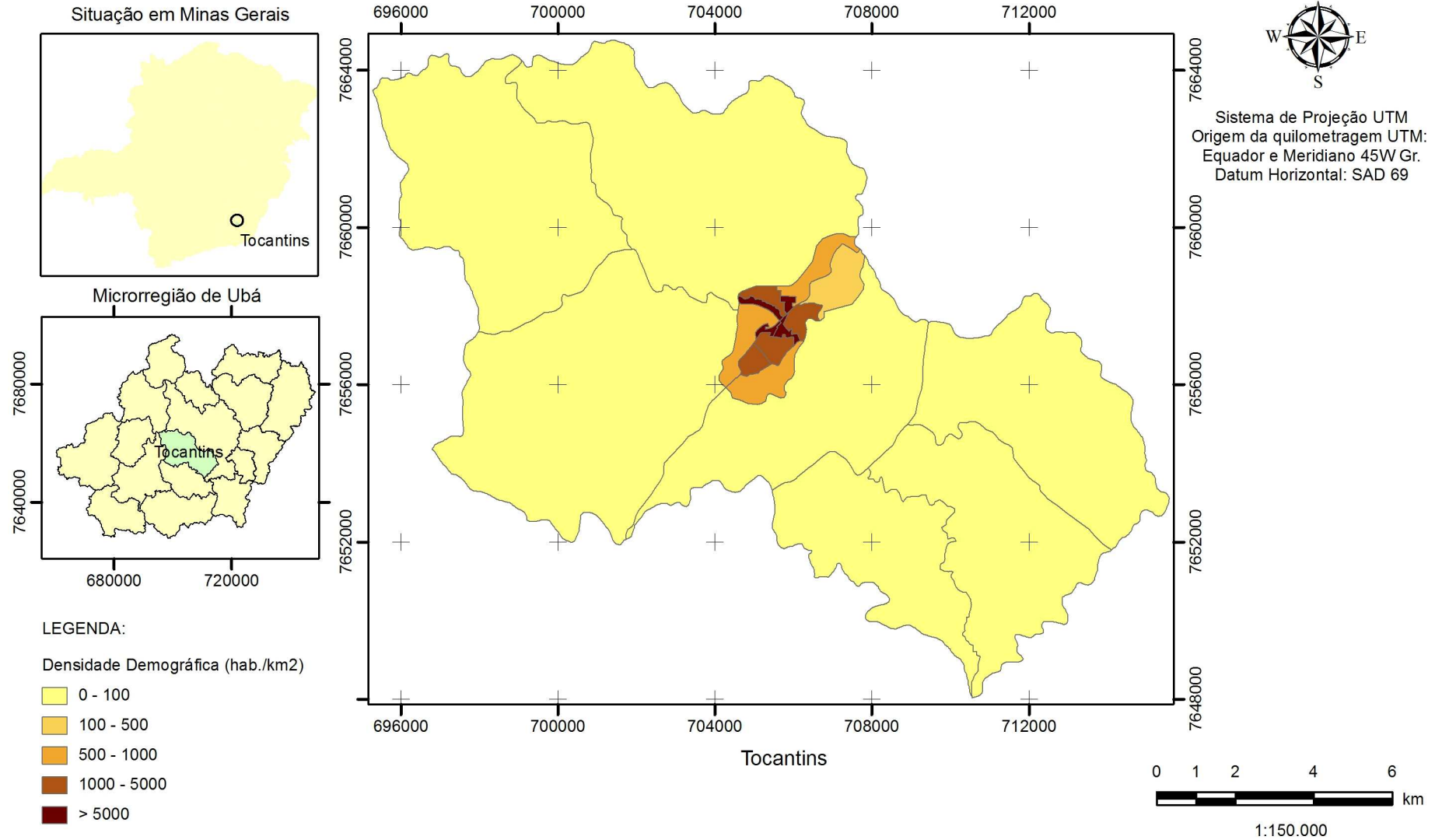
Outro fato interessante é que o maior percentual de idosos (**Mapa 07** – página 33) registra-se em um setor censitário rural, que apesar de uma menor infra-estrutura (**Mapa 14** – página 40, **Mapa 15** – página 41, **Mapa 16** – página 42) se comparada aos setores urbanos, registra os melhores índices da zona rural de atendimento por redes de esgoto e água.

A região leste do município é notavelmente a mais carente de serviços básicos como infra-estrutura urbana e educação (**Mapa 10** – página 36, **Mapa 11** – página 37), uma área que deve ser priorizada caso pretenda-se nivelar os moradores do município. Nota-se também que esta região é a de menor número de propriedades particulares permanentes (**Mapa 19** – página 45).

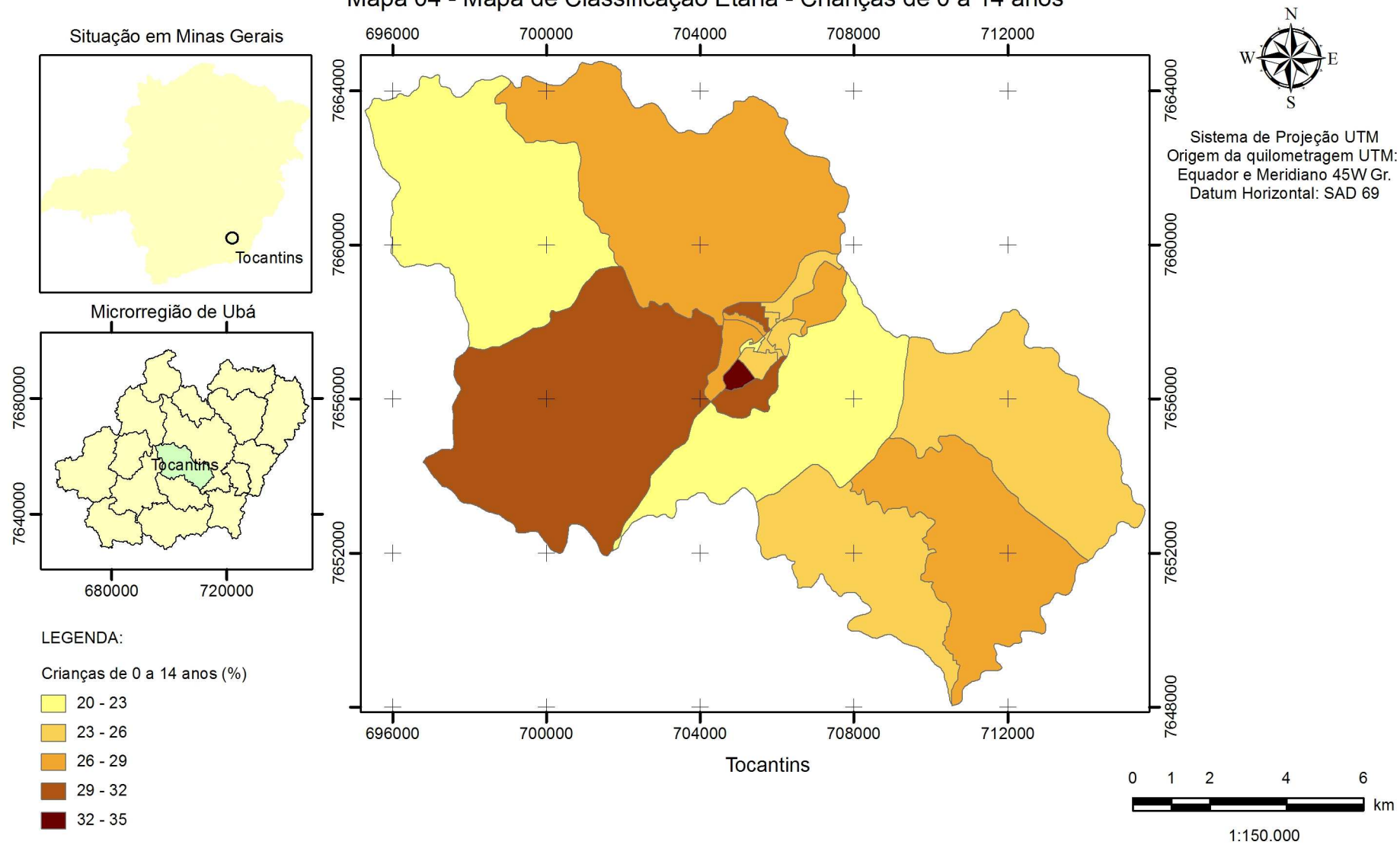
Mapa 02 - Mapa de Distribuição de Setores Censitários



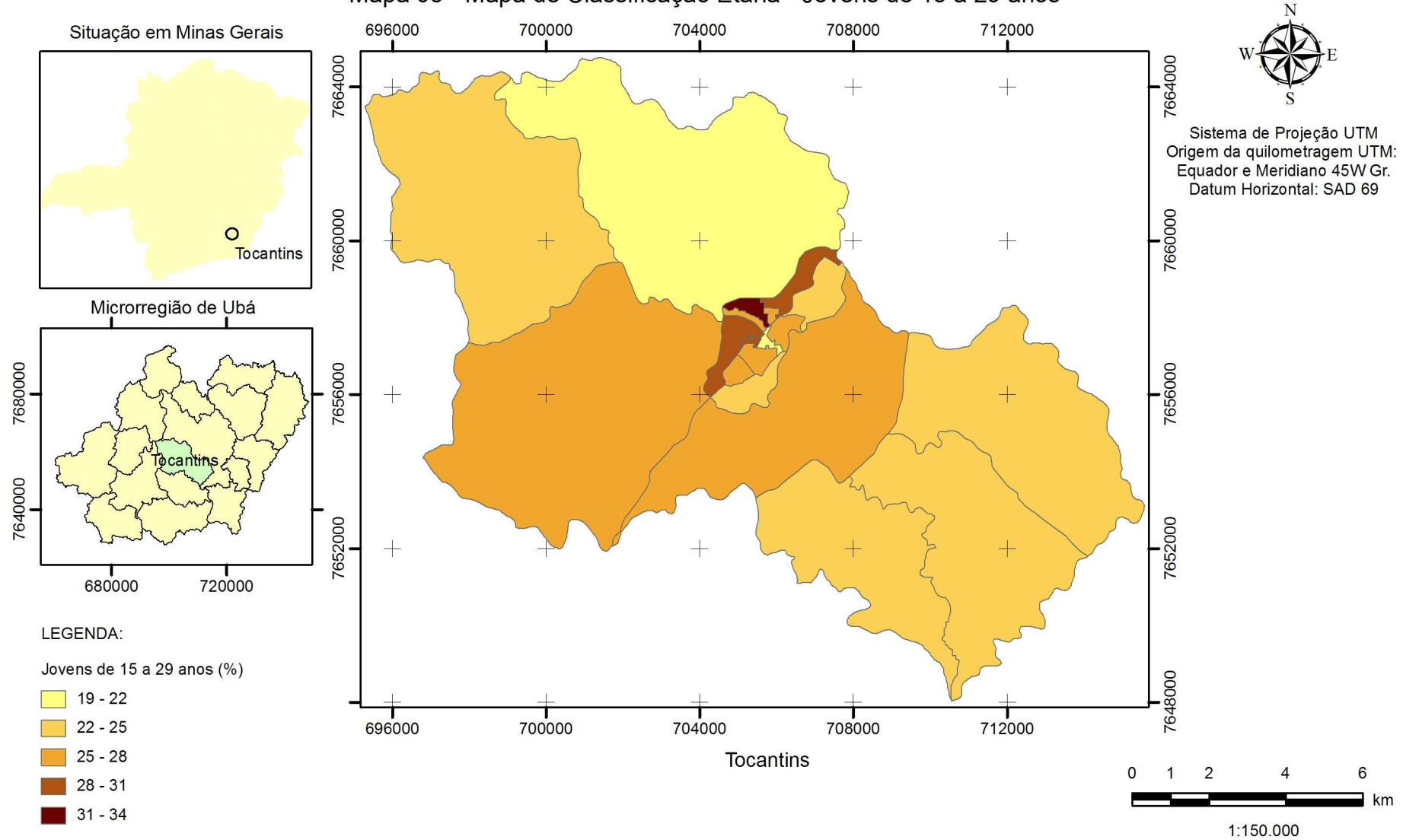
Mapa 03 - Mapa de Densidade Demográfica



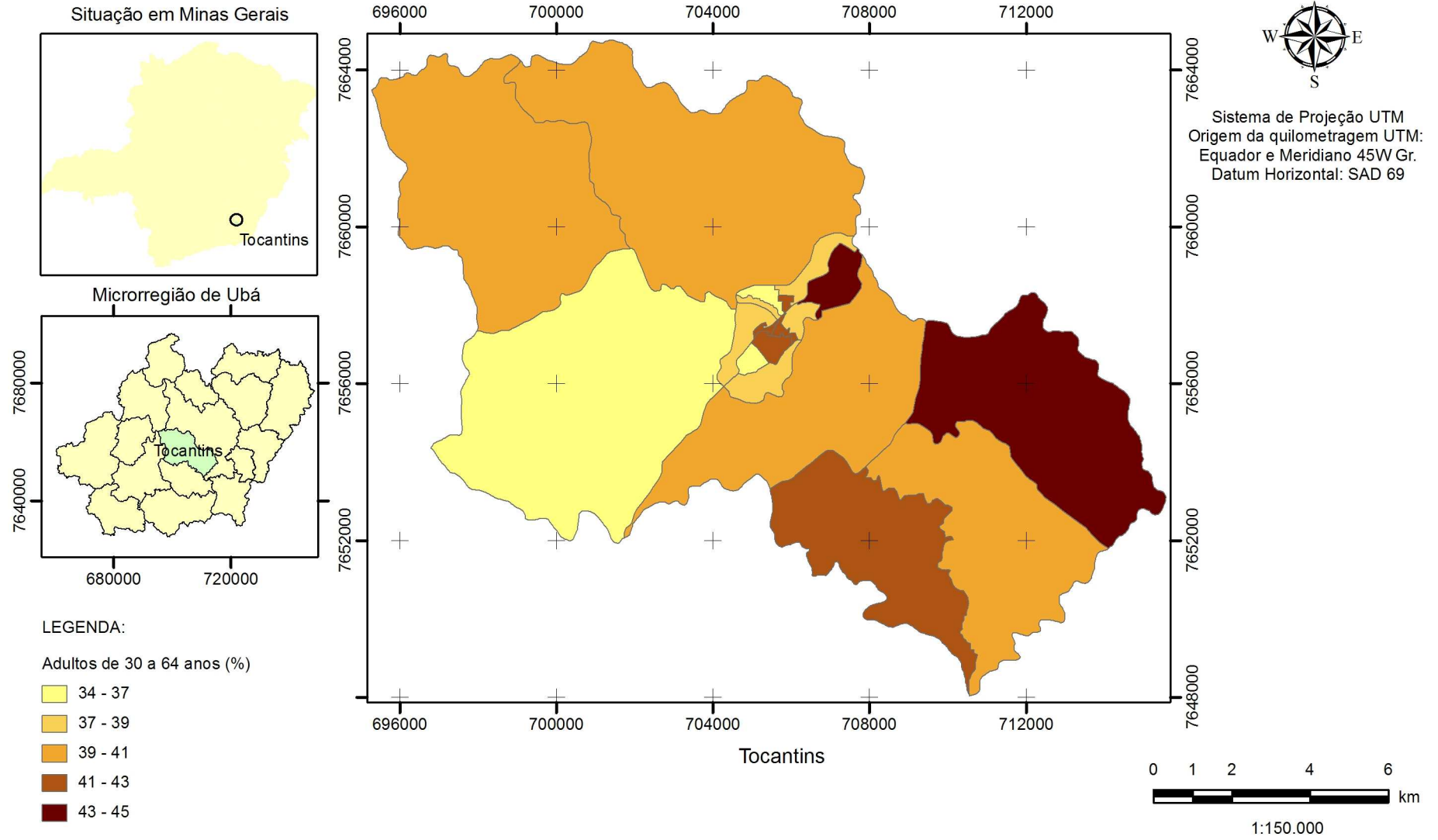
Mapa 04 - Mapa de Classificação Etária - Crianças de 0 a 14 anos



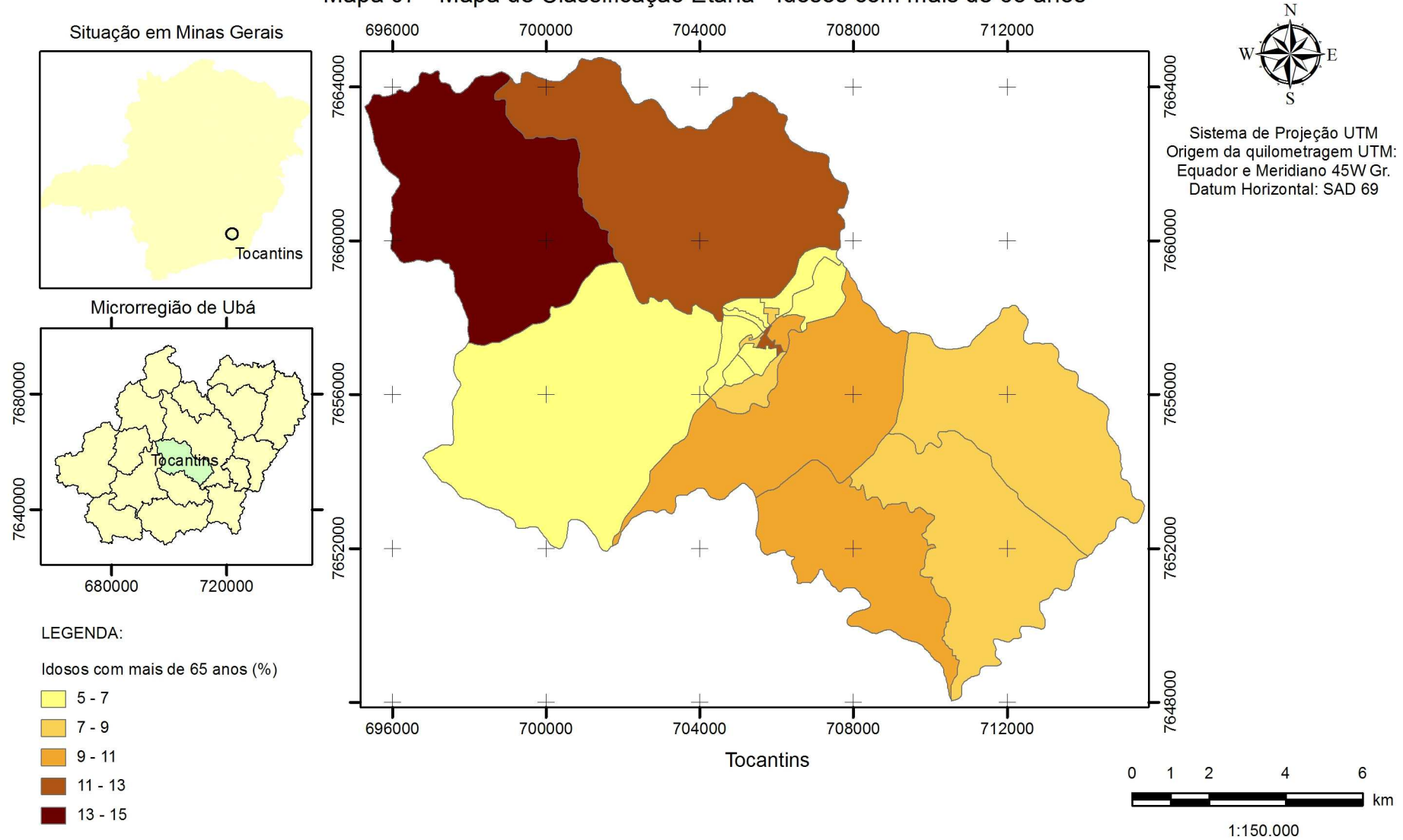
Mapa 05 - Mapa de Classificação Etária - Jovens de 15 a 29 anos



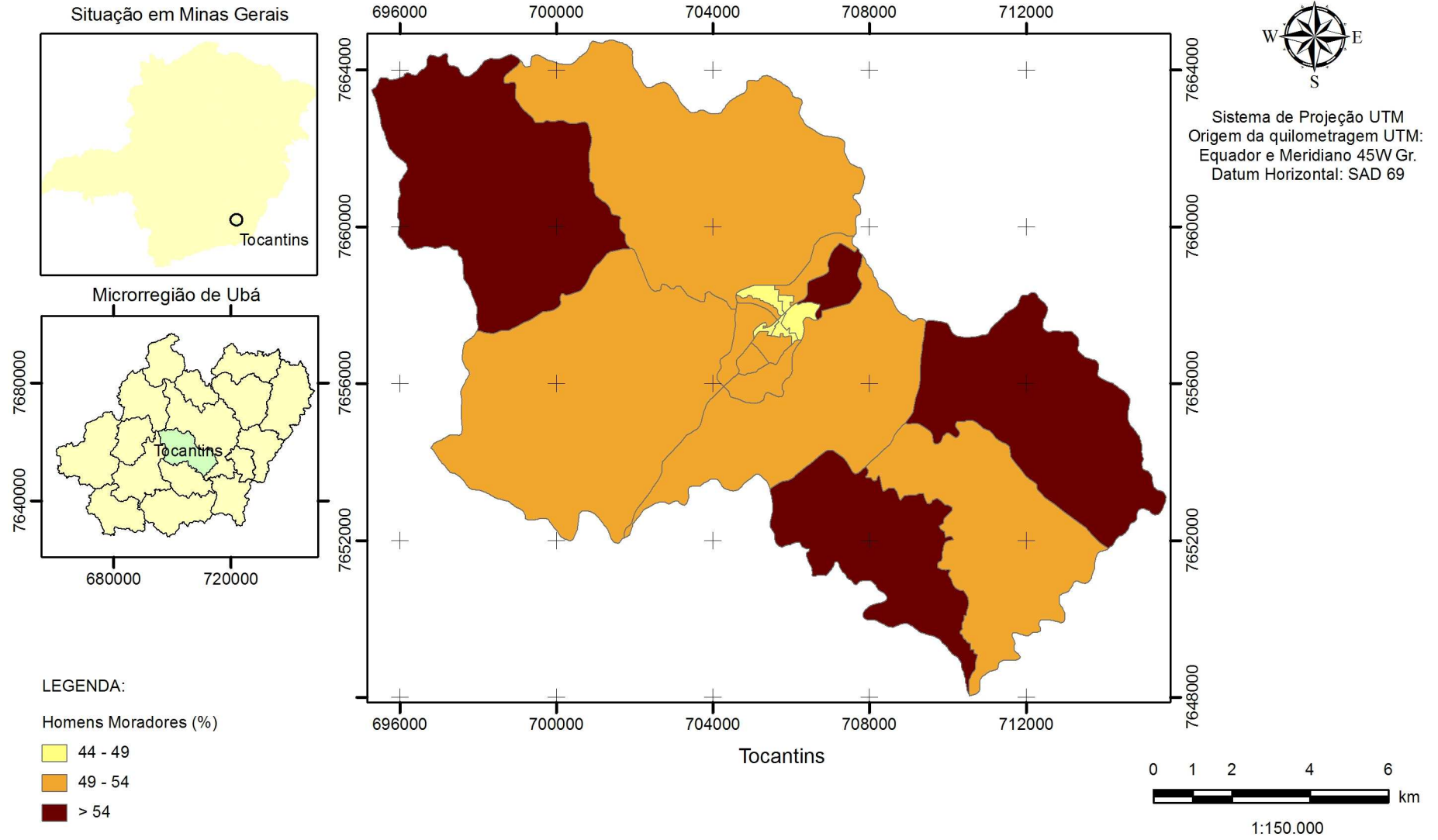
Mapa 06 - Mapa de Classificação Etária - Adultos de 30 a 64 anos



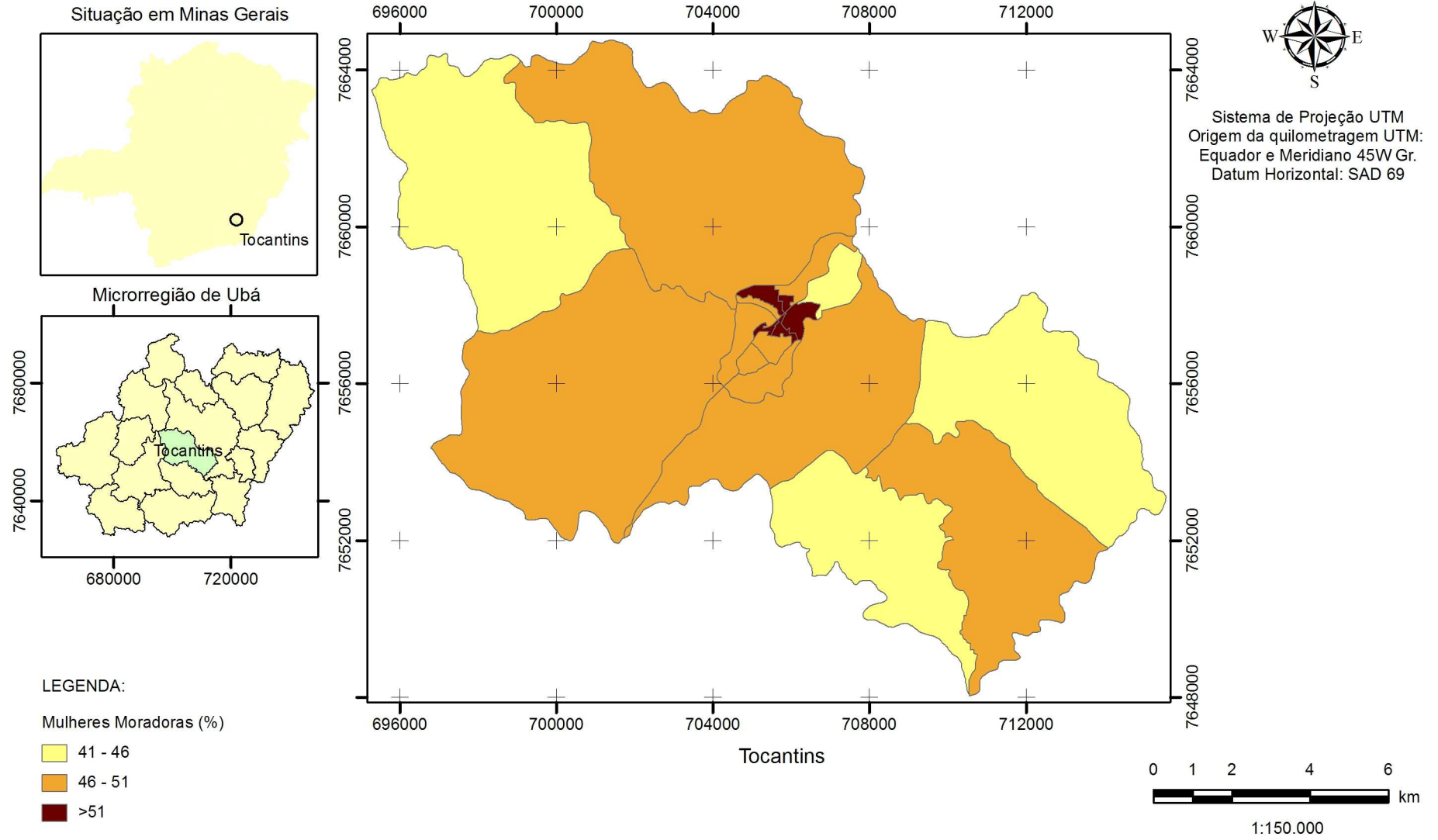
Mapa 07 - Mapa de Classificação Etária - Idosos com mais de 65 anos



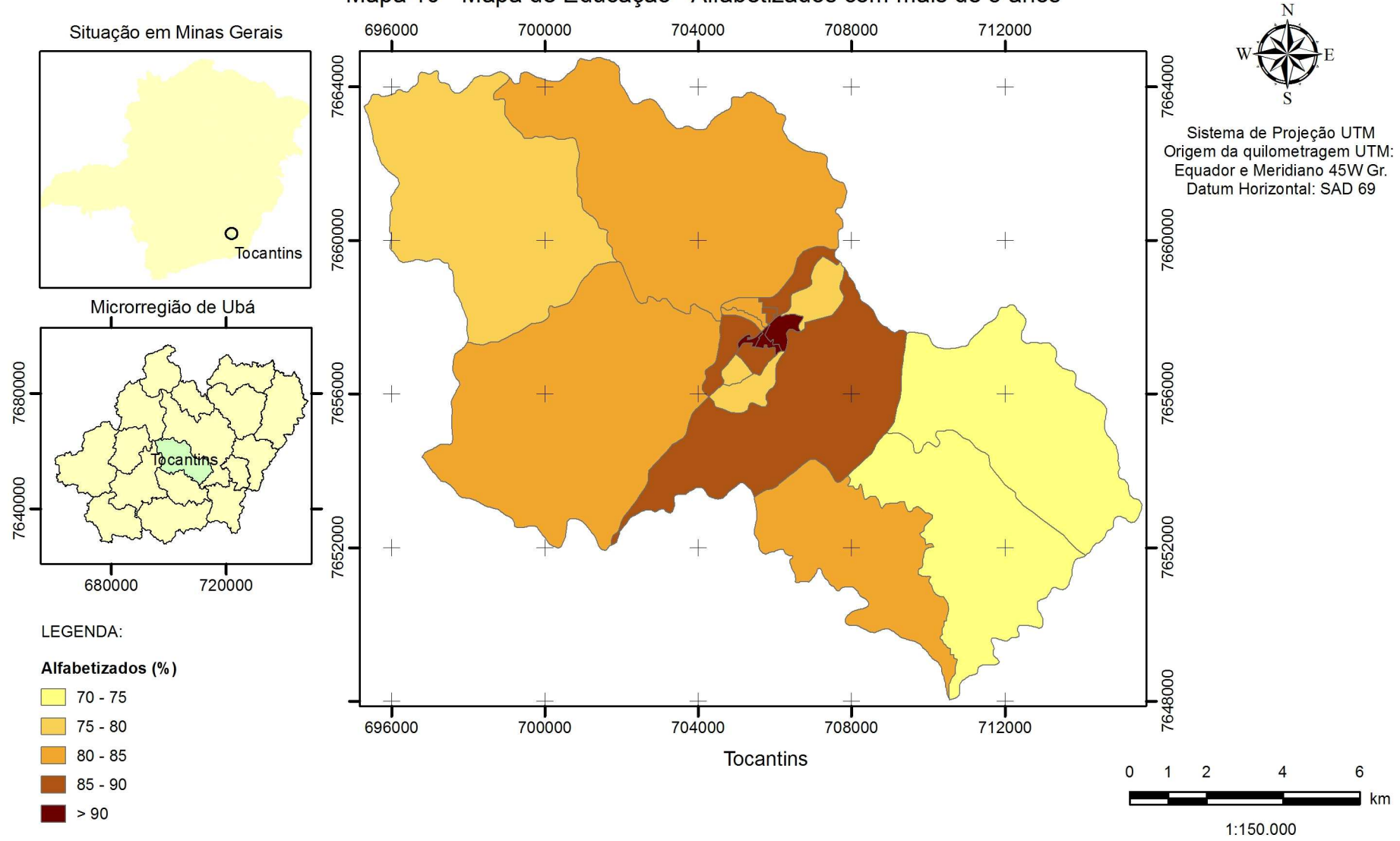
Mapa 08 - Mapa de Classificação por Sexo - Percentual de Homens



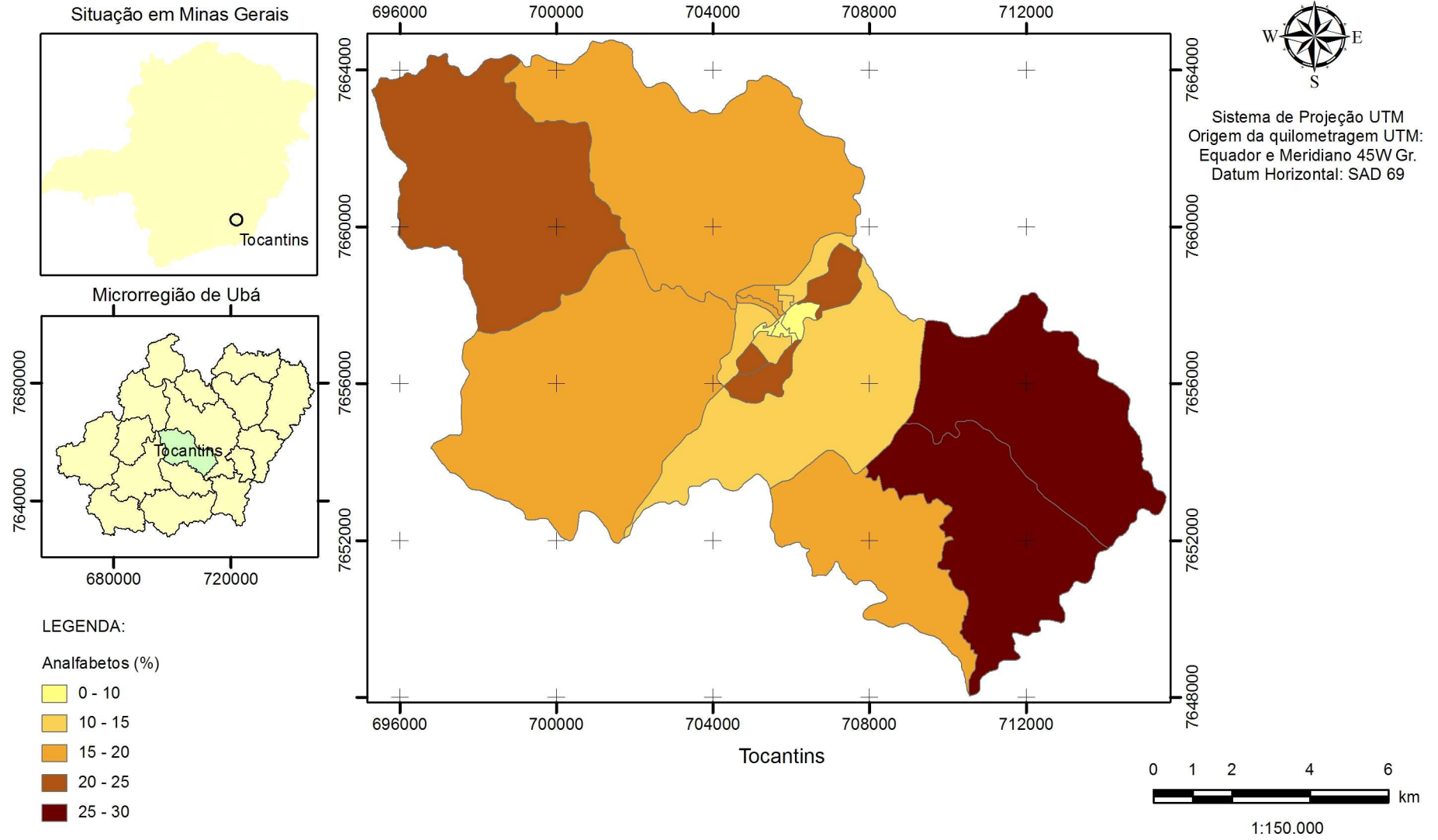
Mapa 09 - Mapa de Classificação por Sexo - Percentual de Mulheres



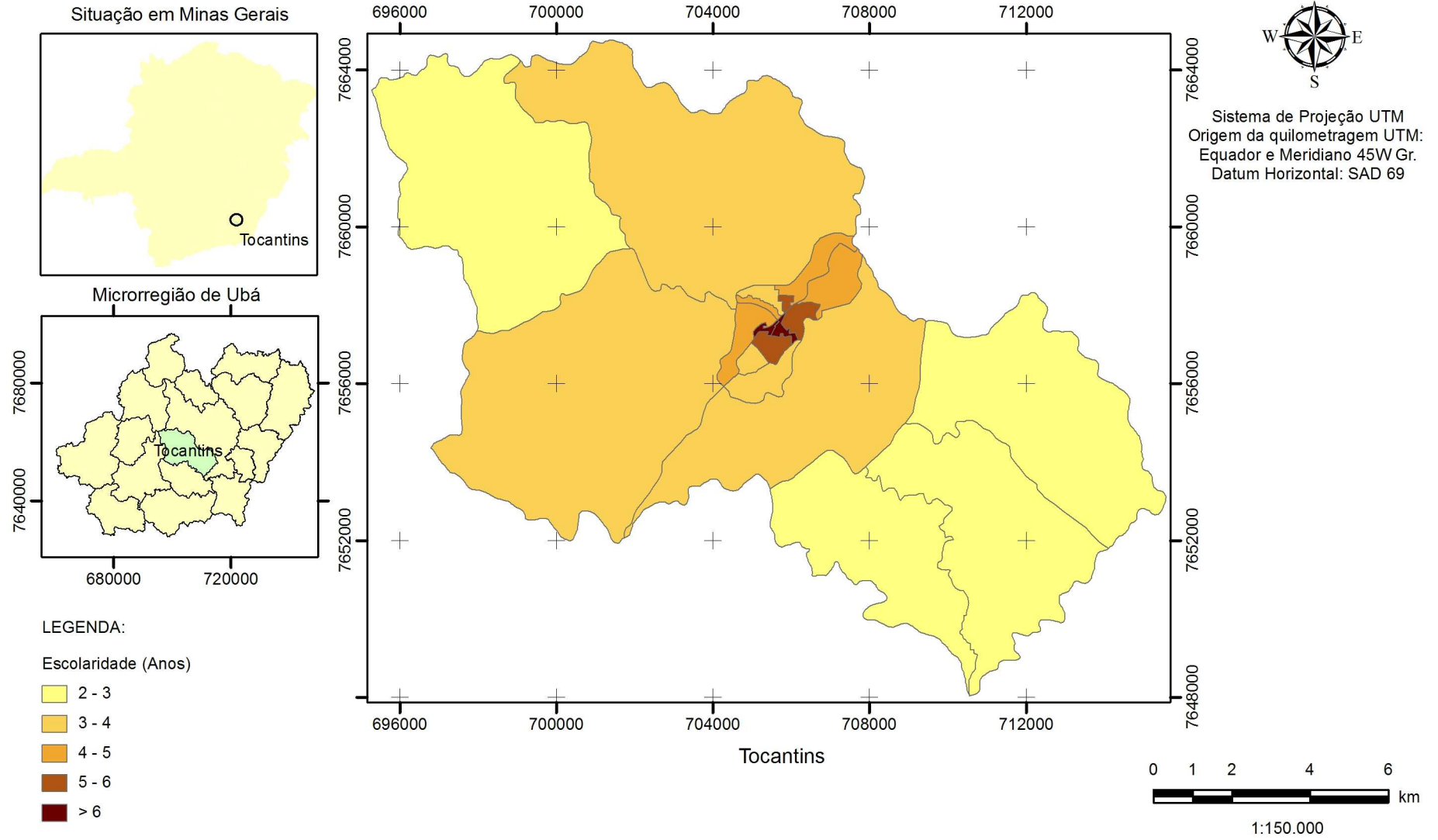
Mapa 10 - Mapa de Educação - Alfabetizados com mais de 5 anos



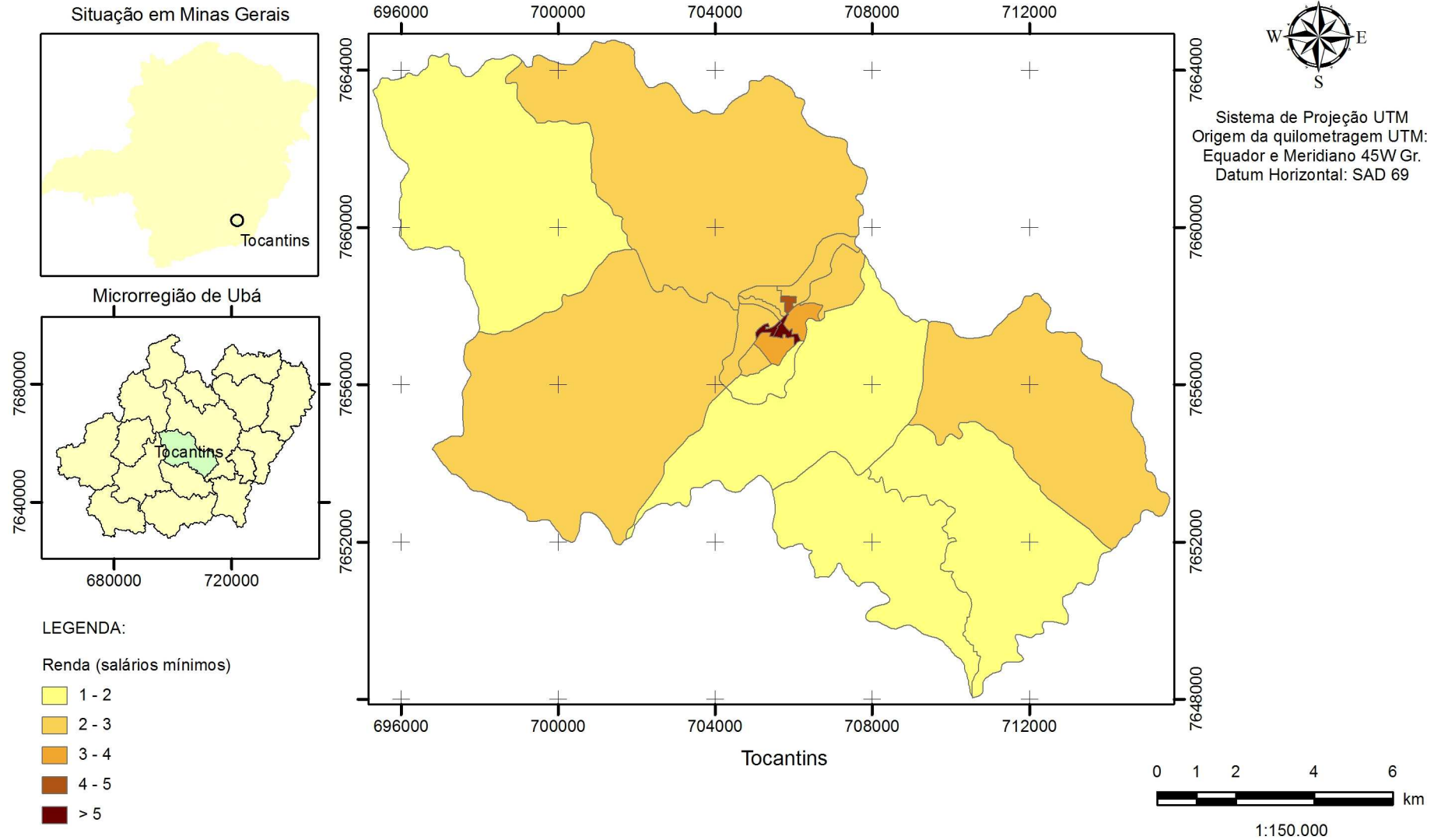
Mapa 11 - Mapa de Educação - Analfabetos com mais de 5 anos



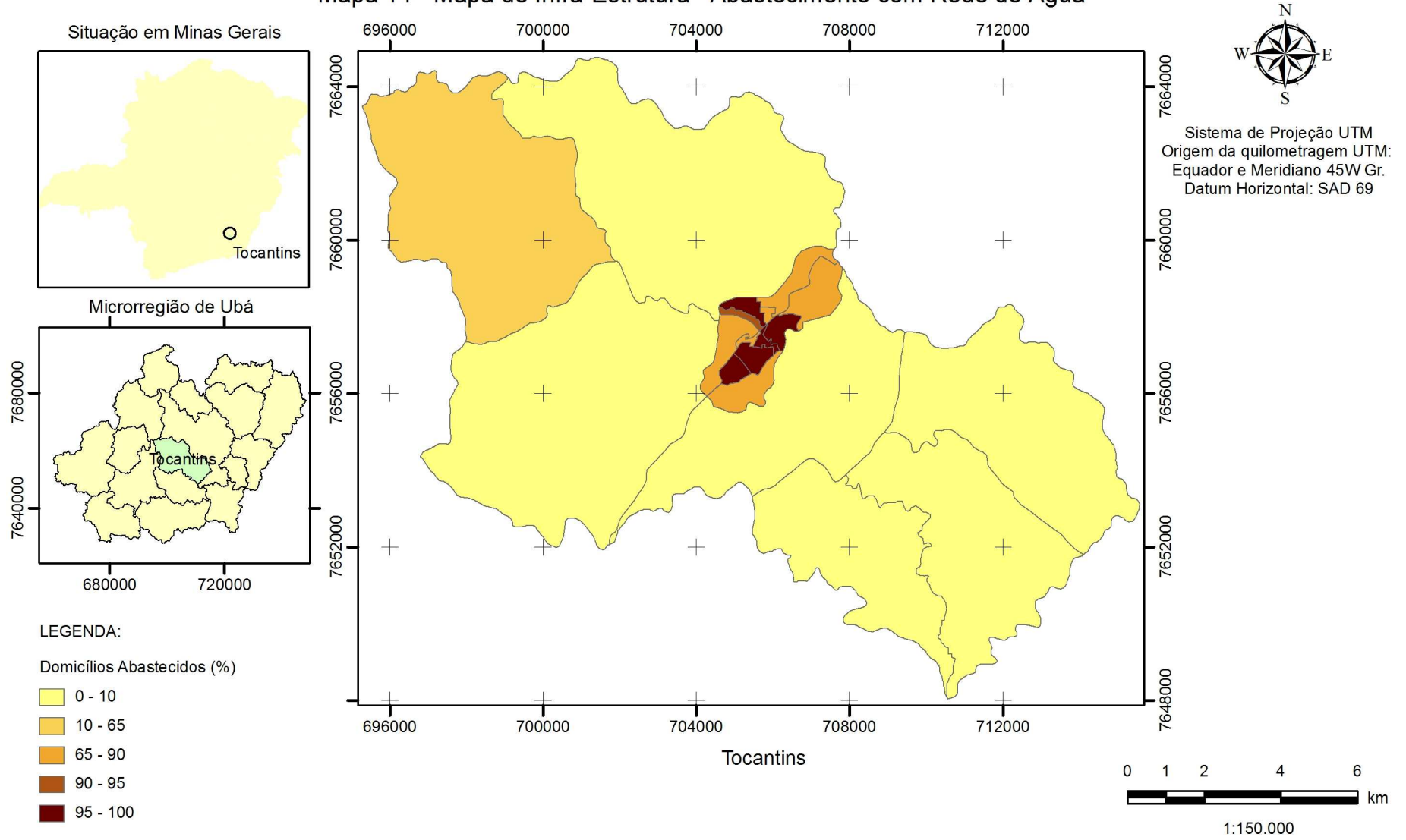
Mapa 12 - Mapa de Educação - Escolaridade dos Chefes de Família



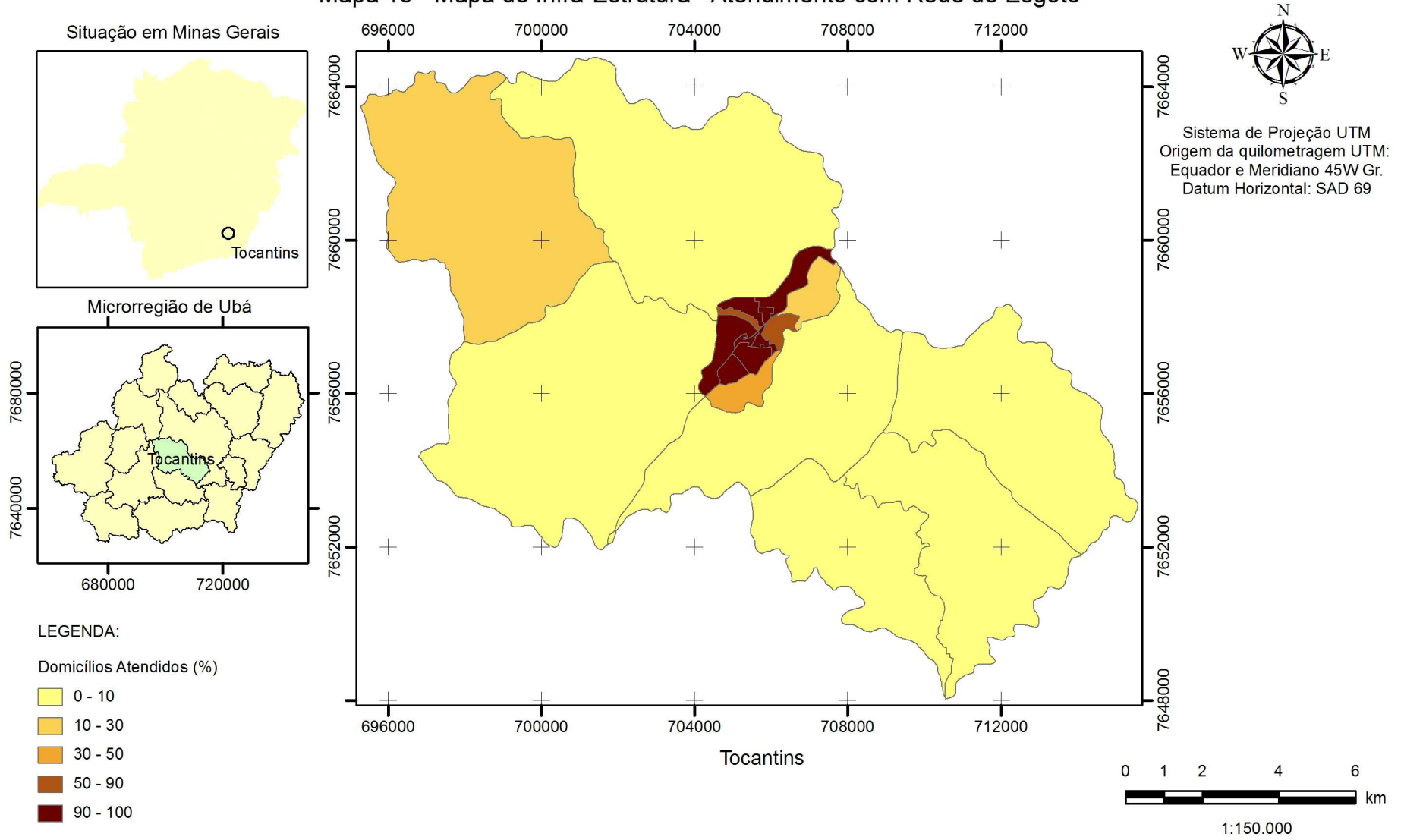
Mapa 13 - Mapa de Distribuição de Renda - Renda Média dos Chefes de Família



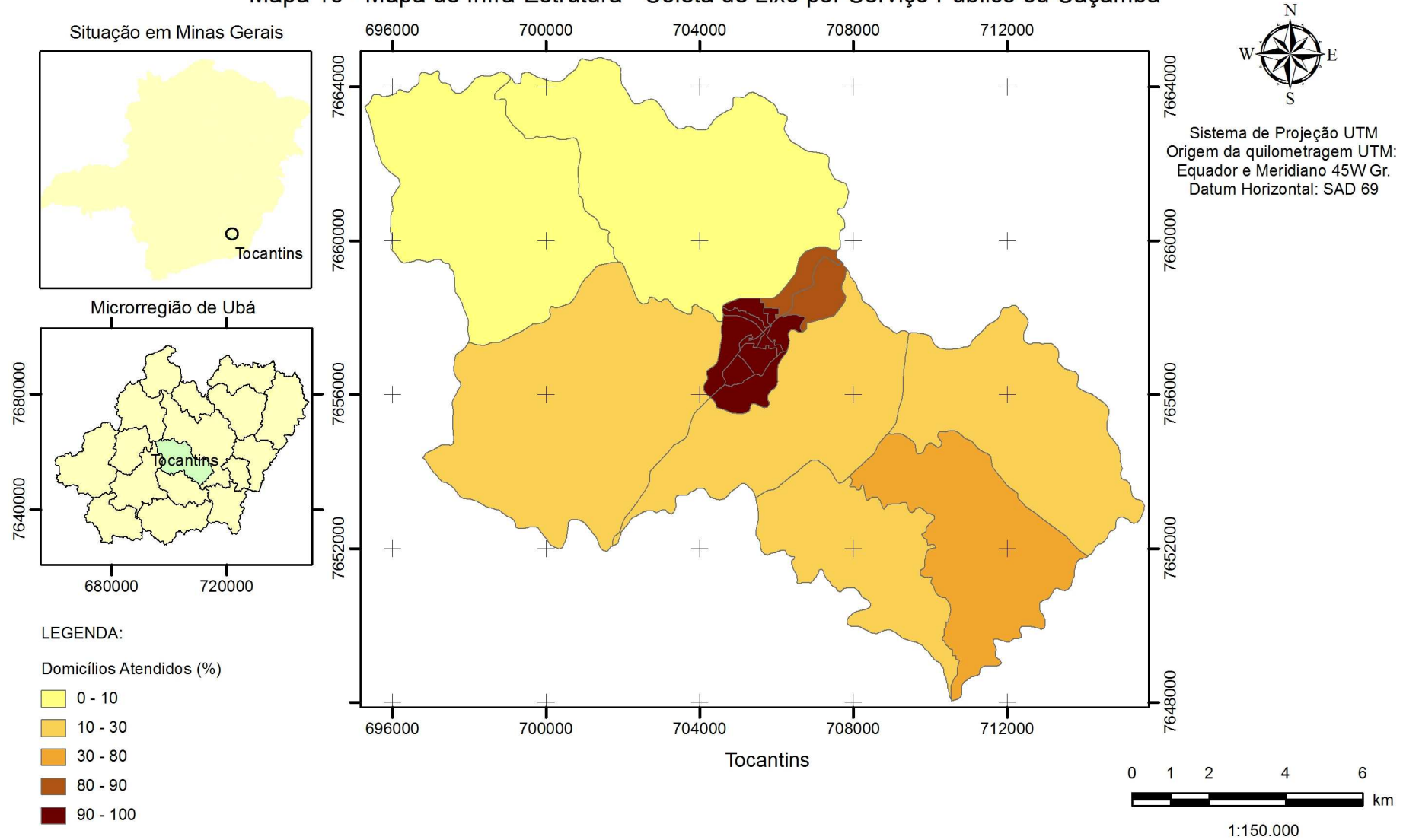
Mapa 14 - Mapa de Infra-Estrutura - Abastecimento com Rede de Água



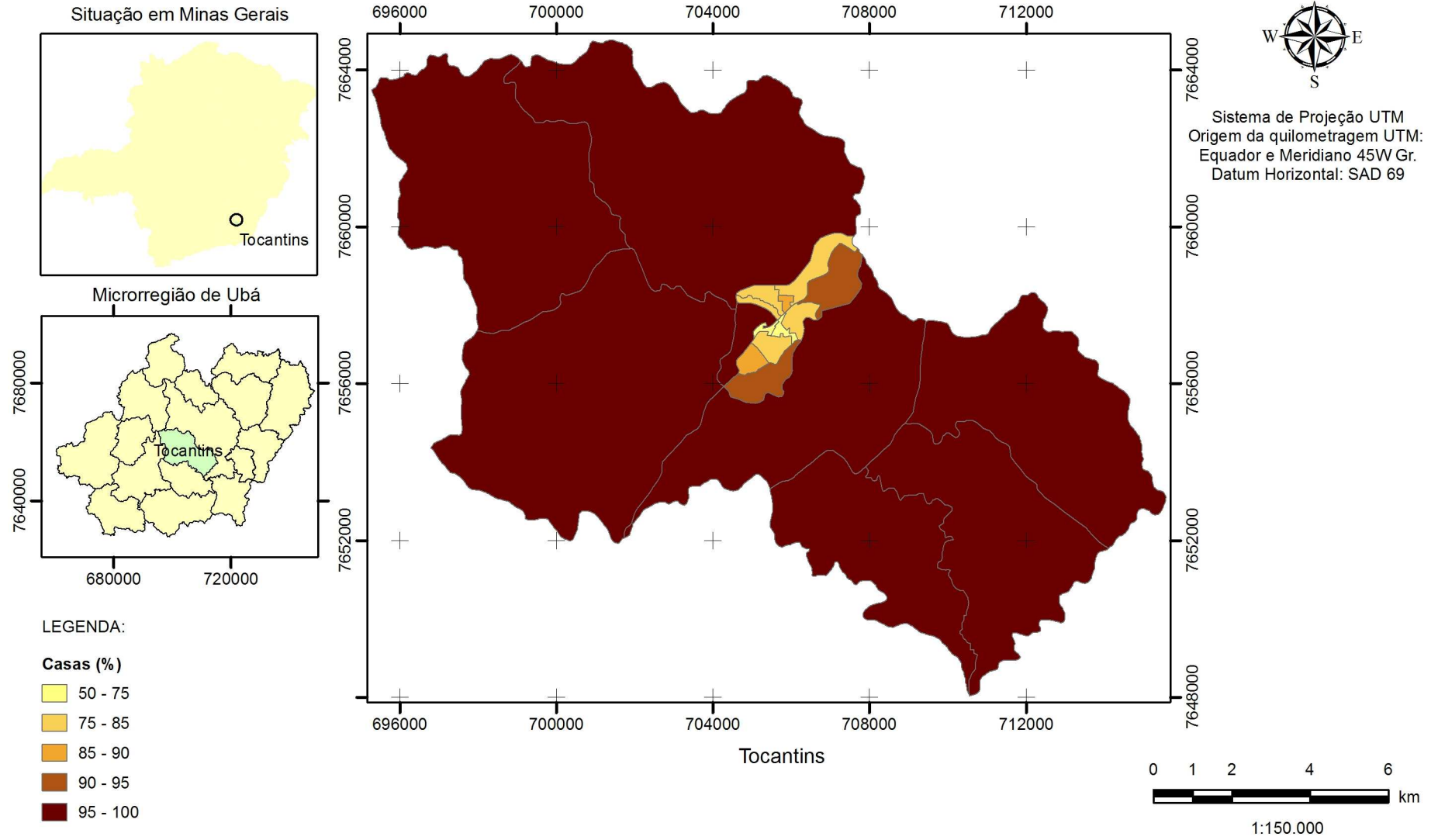
Mapa 15 - Mapa de Infra-Estrutura - Atendimento com Rede de Esgoto



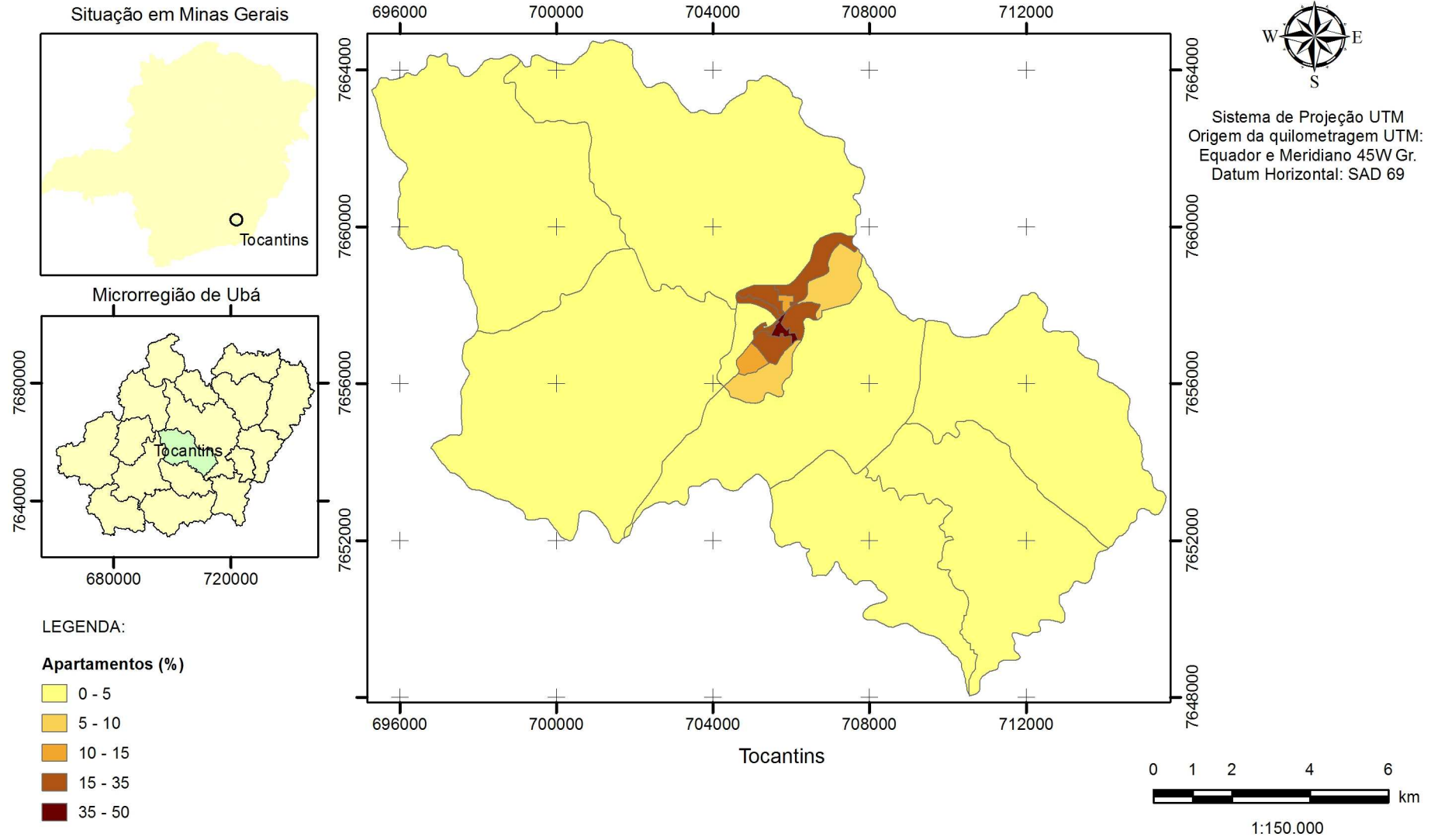
Mapa 16 - Mapa de Infra-Estrutura - Coleta de Lixo por Serviço Público ou Caçamba



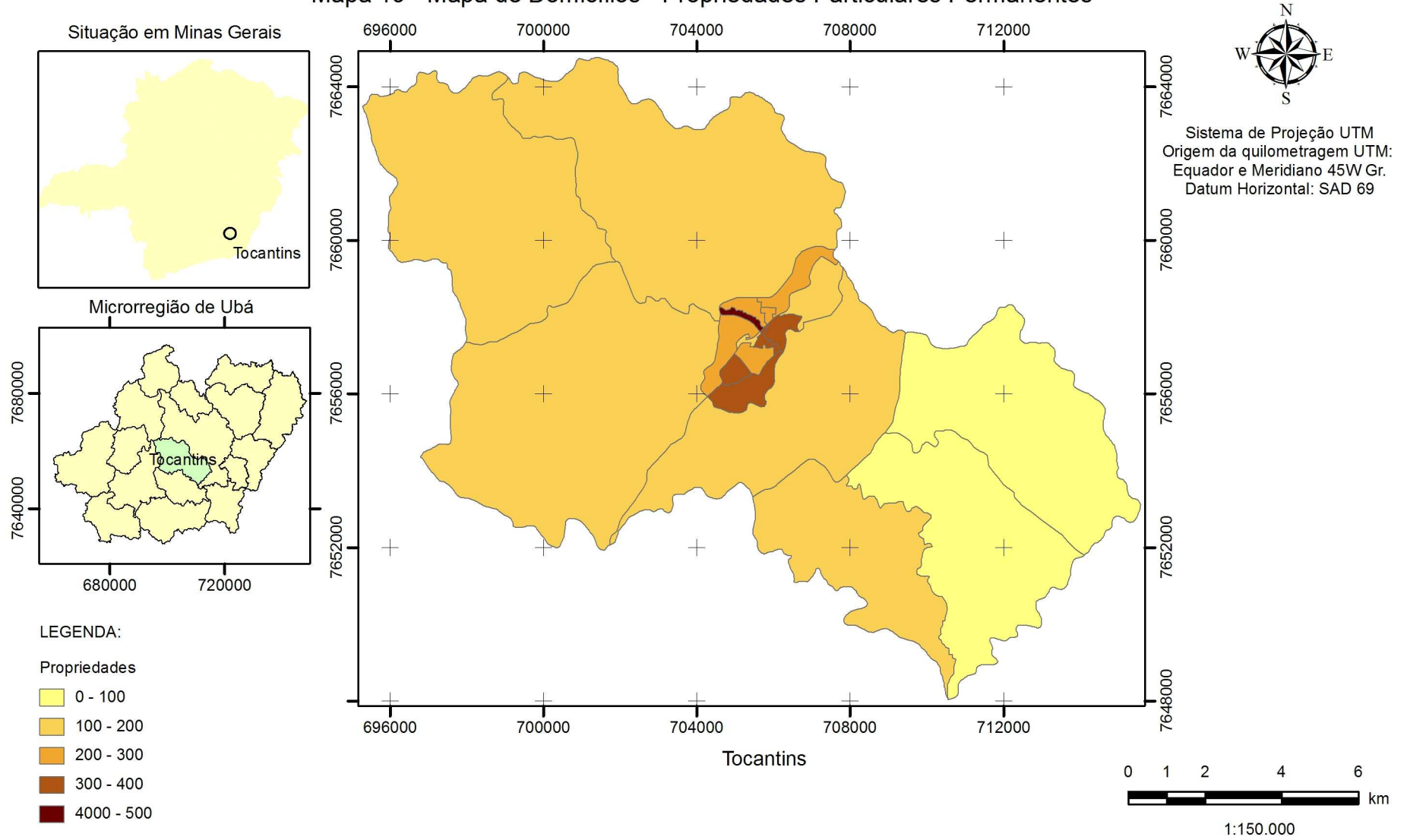
Mapa 17 - Mapa de Domicílios - Casas



Mapa 18 - Mapa de Domicílios - Apartamentos



Mapa 19 - Mapa de Domicílios - Propriedades Particulares Permanentes



5.2 MAPAS GERADOS A PARTIR DA ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS VETORIAL

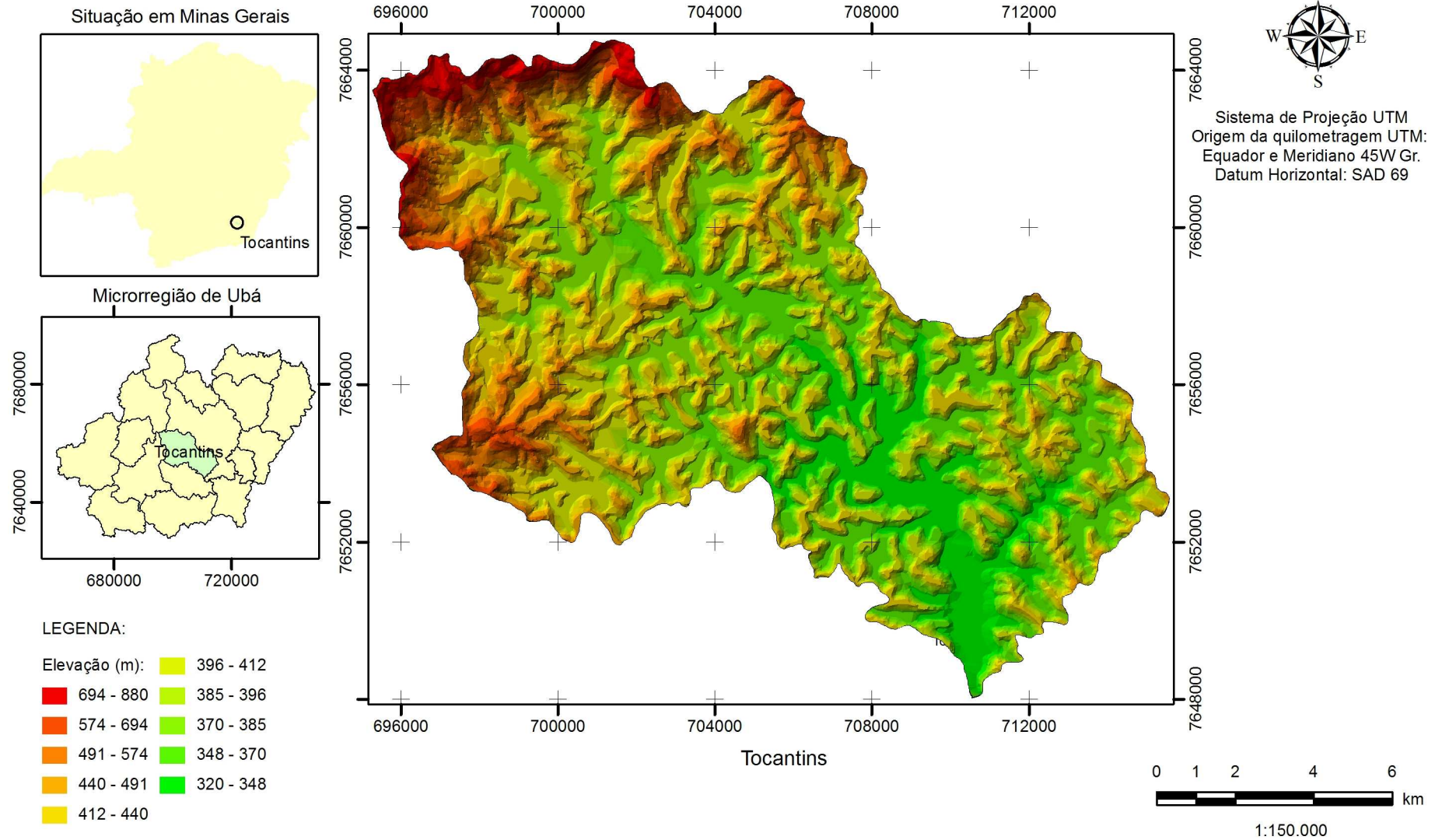
Os mapas 20 a 26, foram obtidos a partir da organização da base de dados vetorial. Estes mapas representam características físicas do município sob várias formas.

Os mapas de altimetria (**Mapa 20** – página 47), declividades (**Mapa 21** – página 48) e hidrografia (**Mapa 23** – página 50) revelam um fator que deve ser analisado com cuidado. As maiores altitudes e declividades estão localizadas no extremo oeste do município. Nota-se que as divisas municipais são claros divisores de águas. Pode ser verificado que boa parte do município apresenta declividades muito baixas, o que pode significar um acúmulo de água representativo nas partes baixas do município. A cidade não dispõe de uma rede de drenagem eficiente, o que reflete o grave problema de inundações constantes nos períodos de chuvas. Nota-se que a área urbana também é afetada por esta dificuldade, o que sugere medidas emergenciais como obras de contenção, drenagem pluvial, e dispositivos de drenagem para mitigar estes problemas.

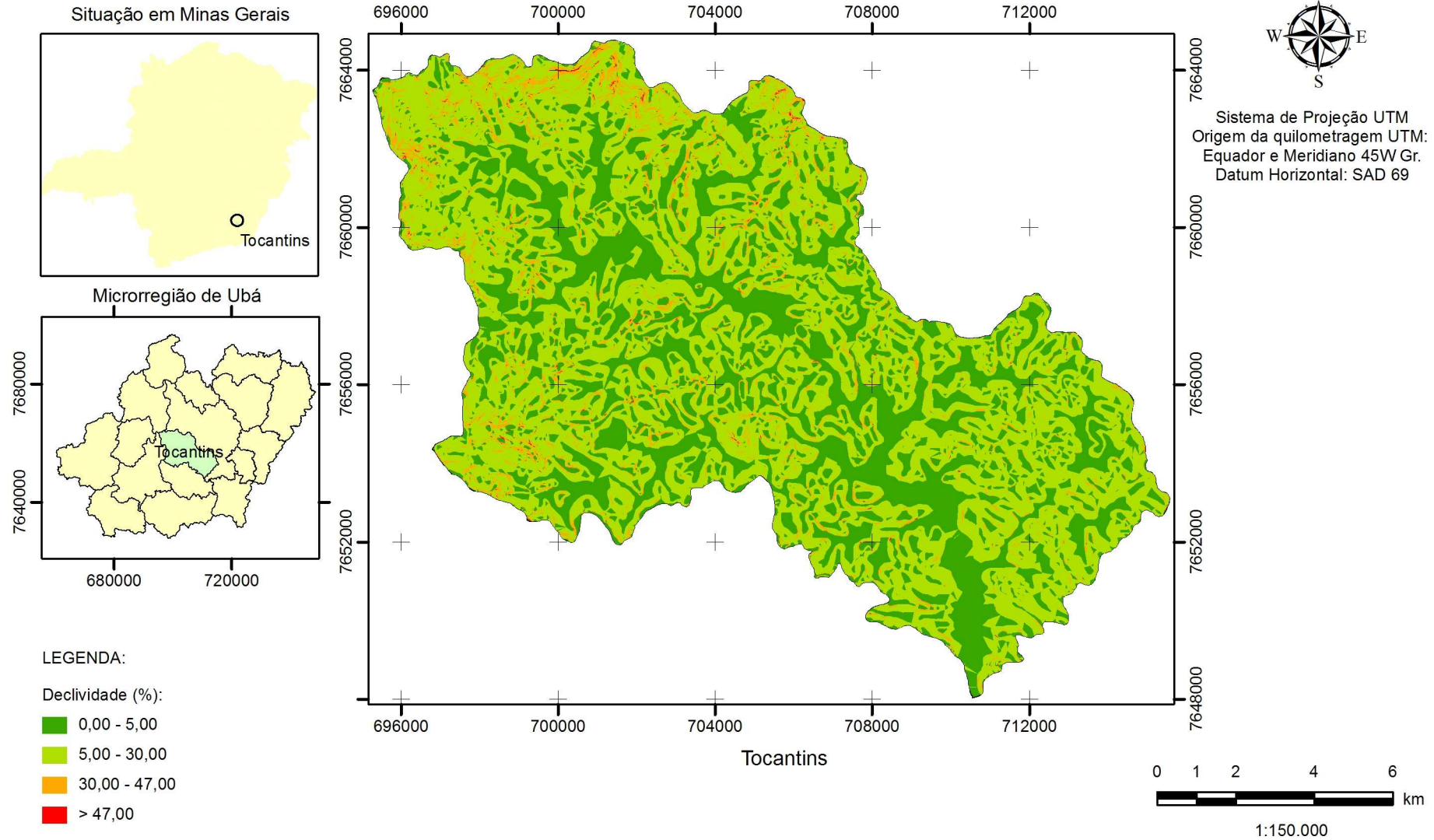
Através dos mapas de vias apresentados (**Mapa 24** – página 51, **Mapa 25** – página 52), nota-se um desenvolvimento da cidade no entorno da rodovia que corta todo o município. A implantação de uma rodovia é quase sempre um fator de desenvolvimento de uma região, e este é mais um exemplo, onde nota-se a implantação de vários estabelecimentos às margens da rodovia, permitindo uma melhor acessibilidade ao setor comercial.

O mapa viário (**Mapa 26** – página 53), apesar de incompleto reflete uma hierarquização viária tipo espinha de peixe, onde o dorso está na rodovia BR-265. O mapa de topos de morros (**Mapa 22** – página 49) reflete também a concentração das grandes altitudes no extremo oeste do município, o que demonstra que a análise proposta pela resolução CONAMA n° 303 de 2002 é um pouco falha quanto aos critérios desta área de proteção permanente.

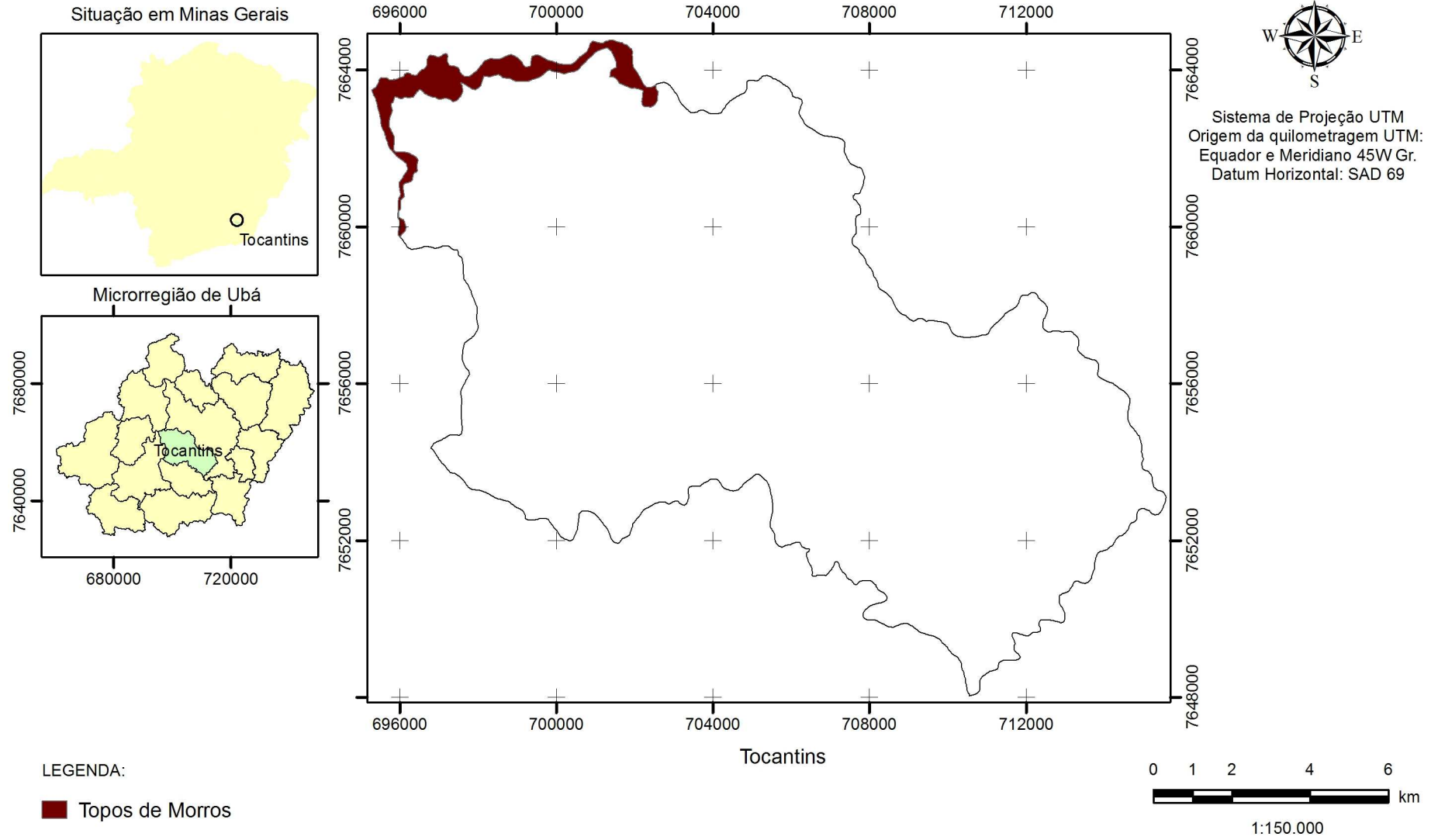
Mapa 20 - Mapa de Altimetria



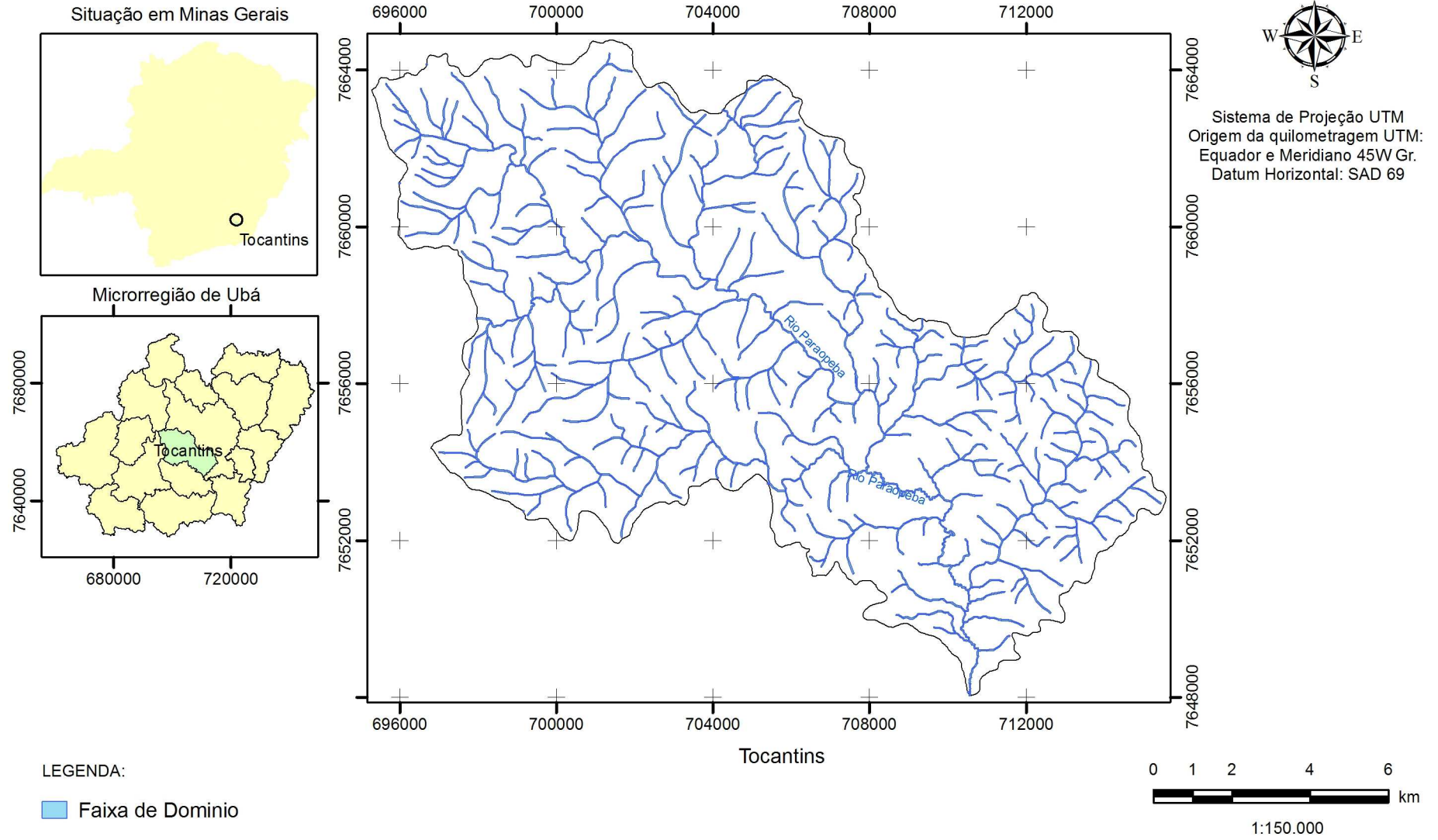
Mapa 21 - Mapa de Declividades



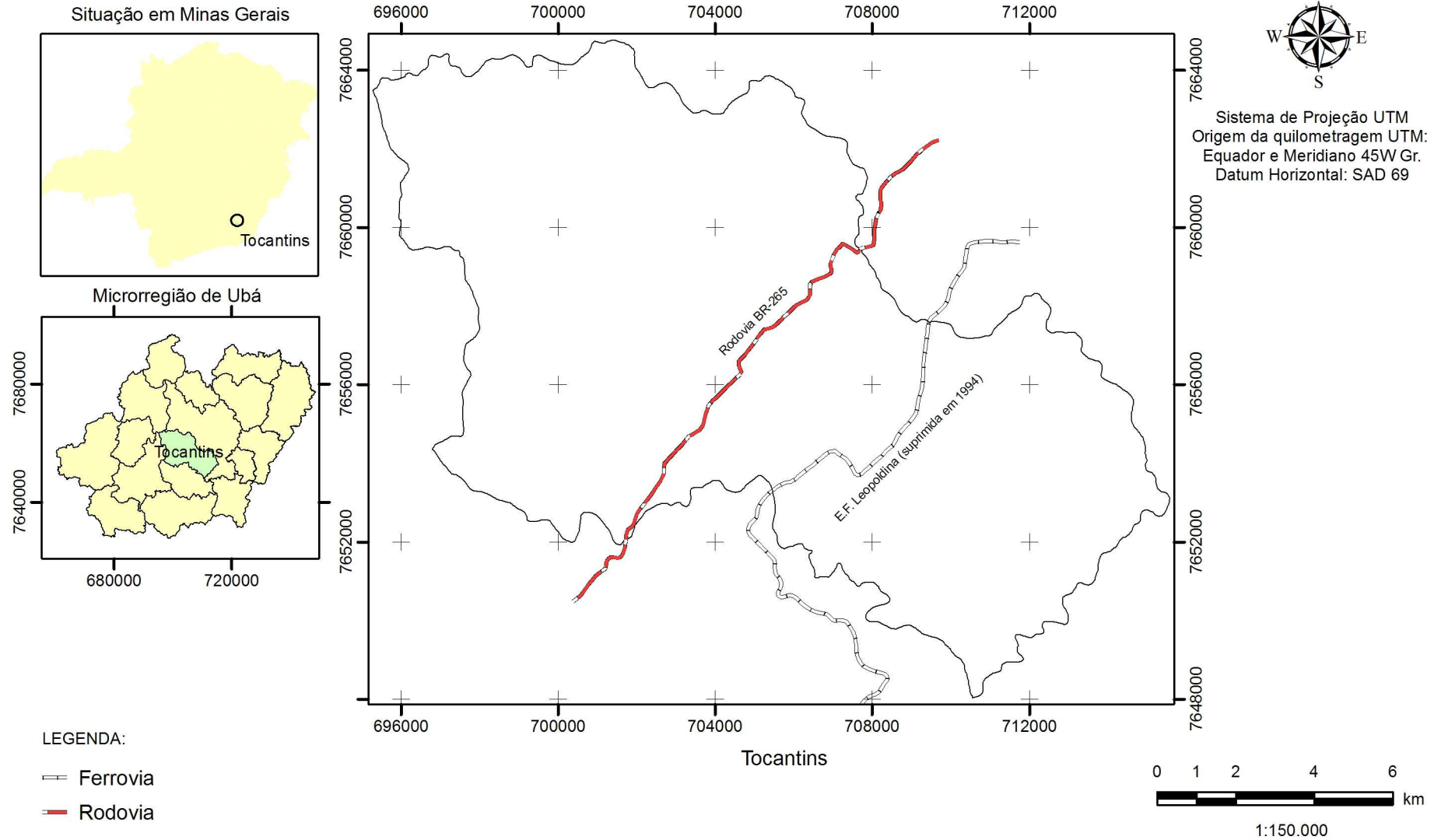
Mapa 22 - Mapa de Topos de Morros



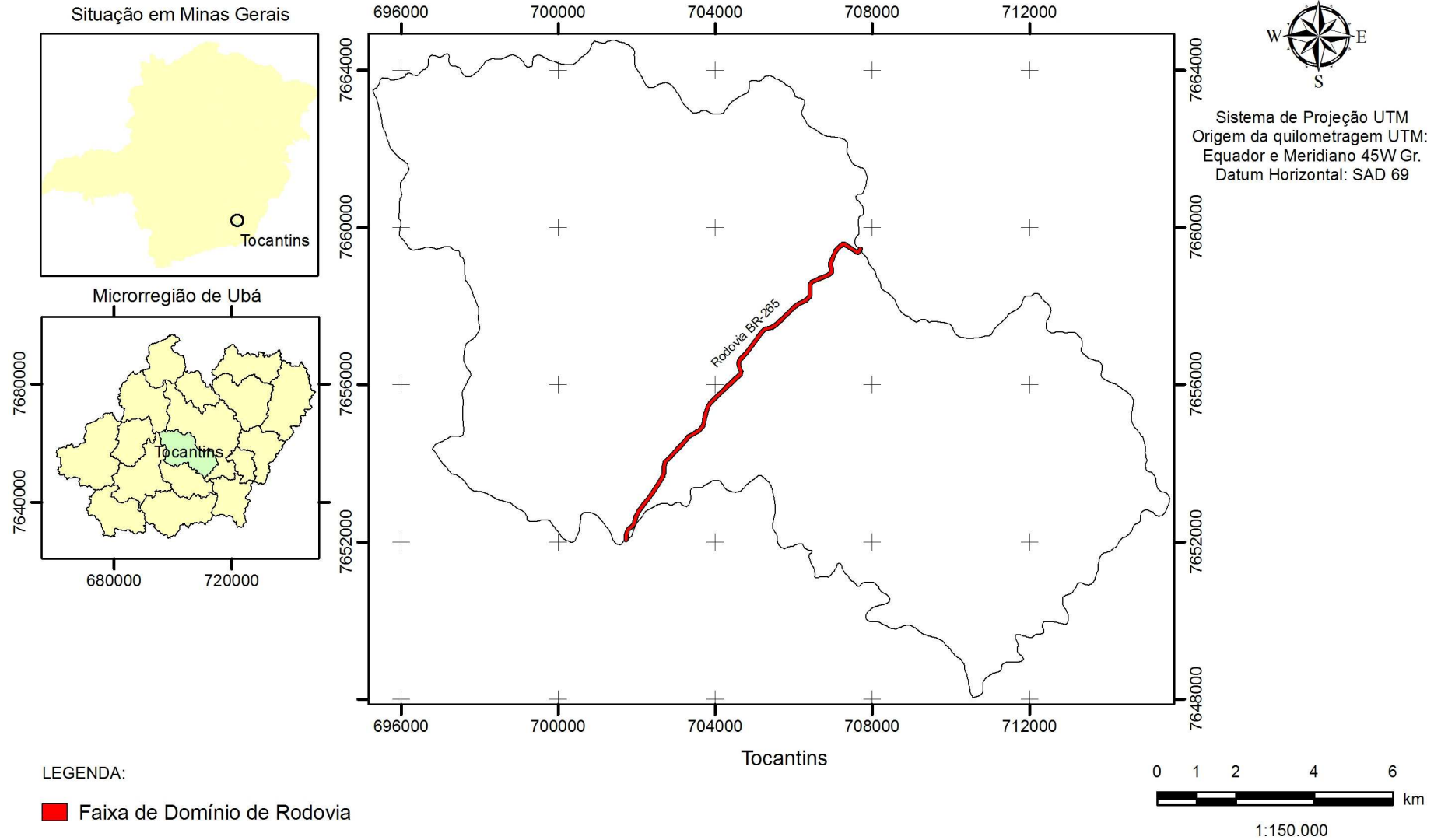
Mapa 23 - Mapa de Faixa de Domínio de Hidrografia



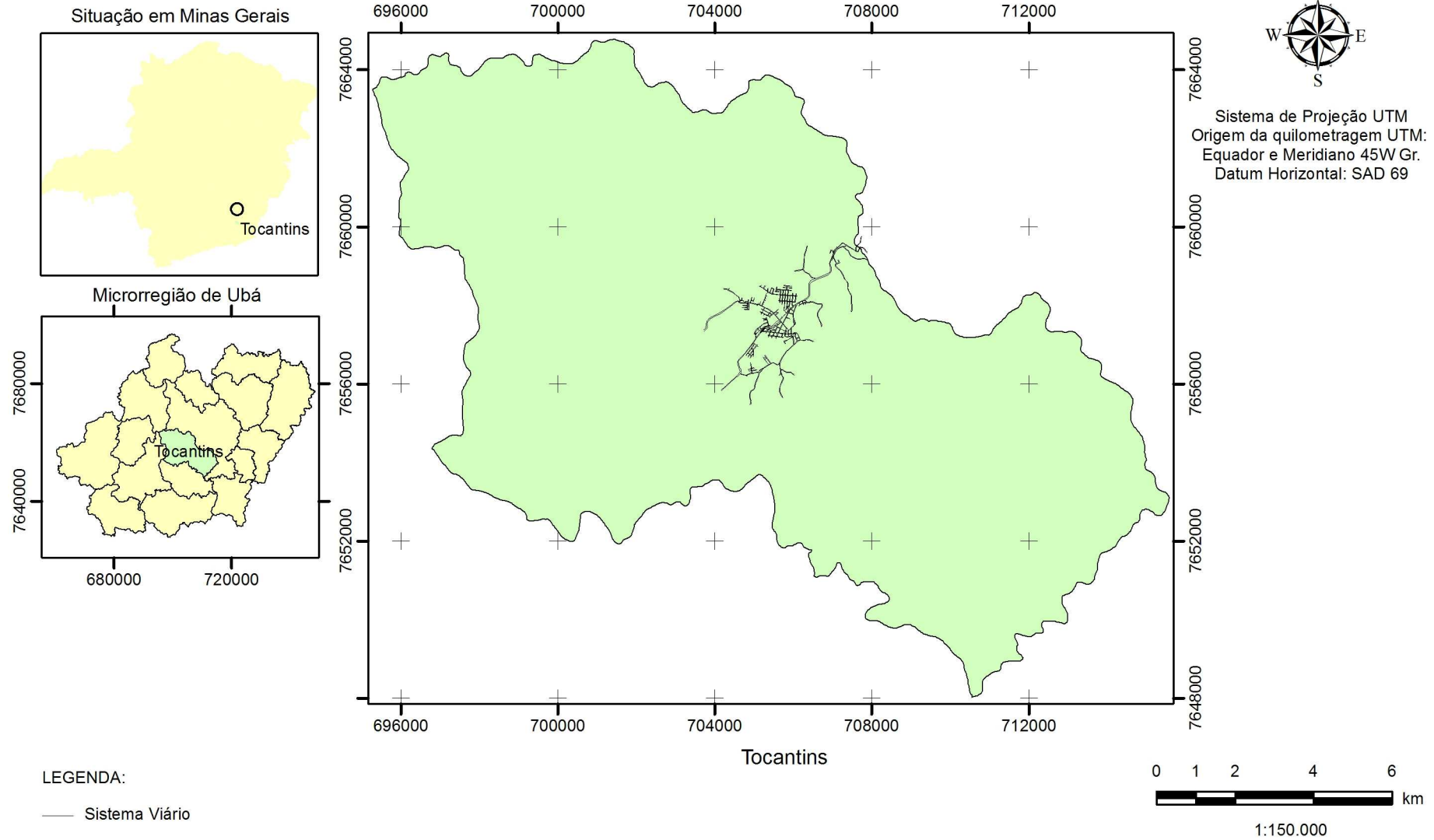
Mapa 24 - Mapa de Rodovias e Ferrovias



Mapa 25 - Mapa de Faixa de Domínio de Rodovias



Mapa 26 - Mapa do Sistema Viário



LEGENDA:

— Sistema Viário

5.3 MAPAS GERADOS A PARTIR DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

A imagem Landsat ETM+ de 2001 é apresentada a seguir. (**Mapa 27** – página 55)

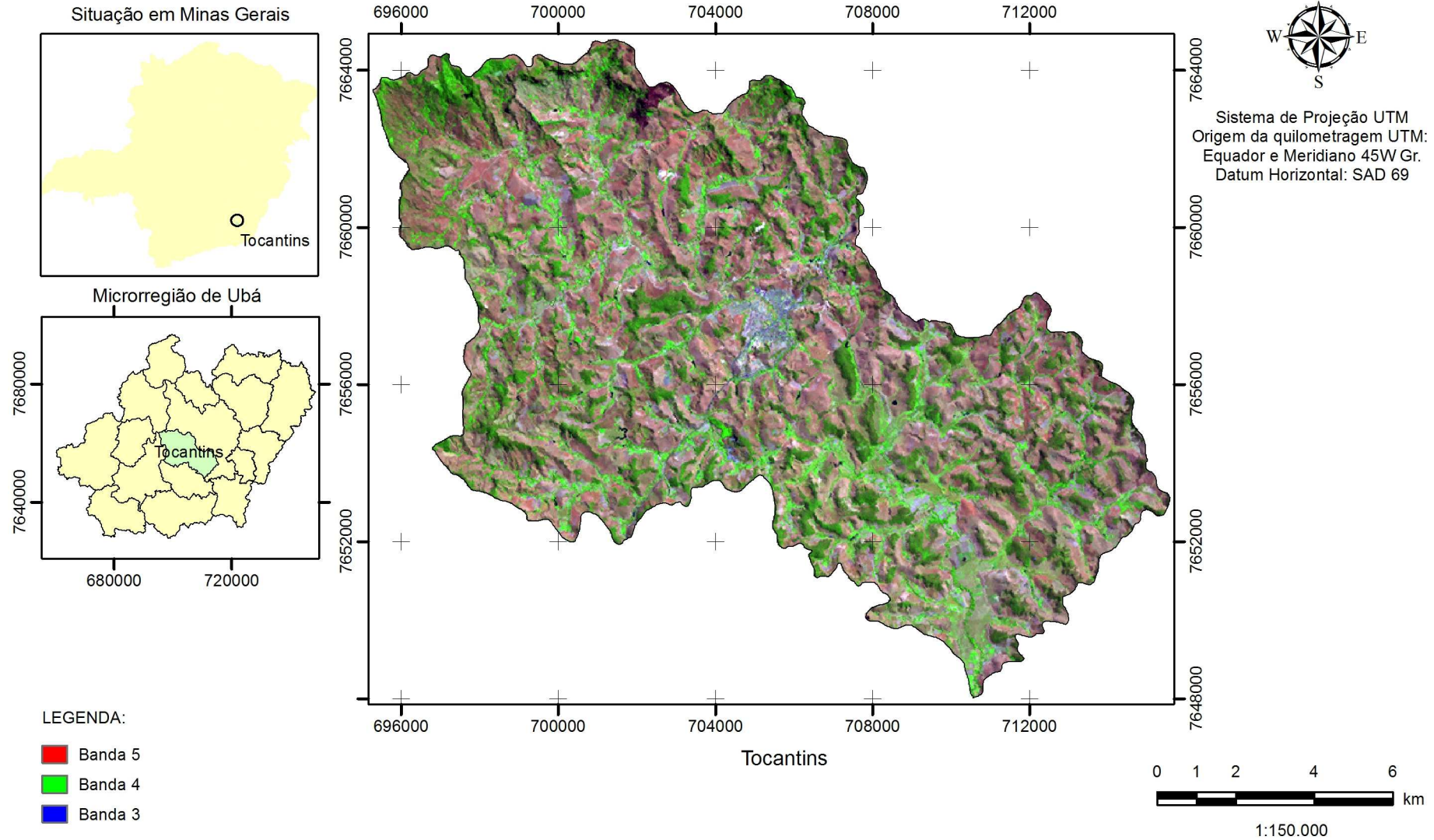
Os mapas 29 a 31, foram obtidos a partir do processamento digital de imagens. Estes mapas representam a cobertura do solo e o desenvolvimento da mancha urbana entre os anos de 1993 e 2001.

No mapa de Uso do Solo (**Mapa 28** – página 56) nota-se que as áreas de menores altitudes do município são predominantemente cobertas por pastagens, observadas principalmente na direção sudeste municipal.

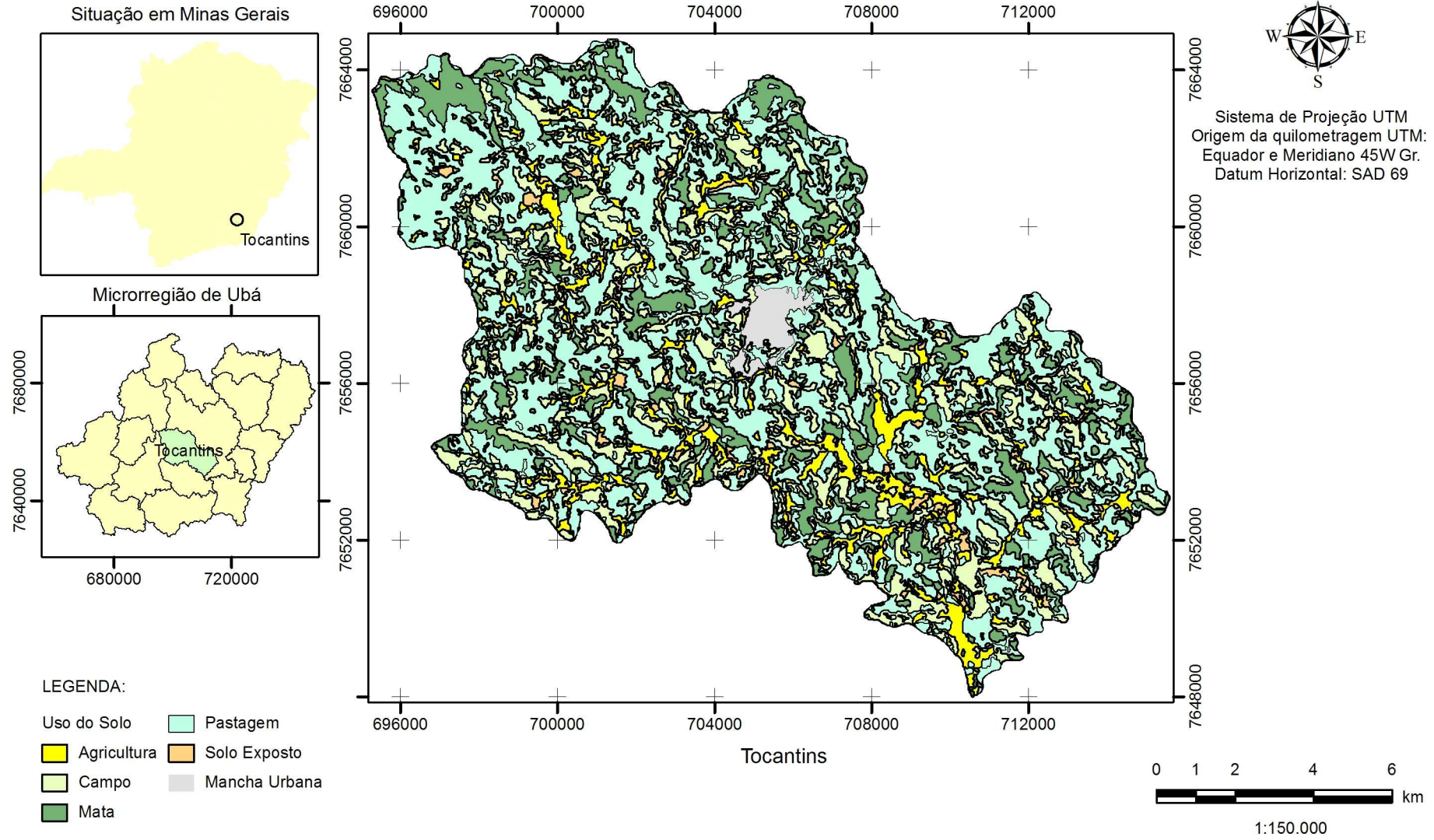
Analisando os mapas das manchas urbanas em 1993 (**Mapa 29** – página 57) e 2001 (**Mapa 30** – página 58), observa-se um crescimento urbano predominante na direção oeste do município.

Nota-se também um crescimento da atividade agrícola no município. Regiões de solo exposto passaram por recomposições e hoje predominam as pastagens sobre estas áreas. Verifica-se que grande parte das áreas de matas permanecem preservadas, o que indica uma conscientização dos proprietários de terras sobre a questão ambiental.

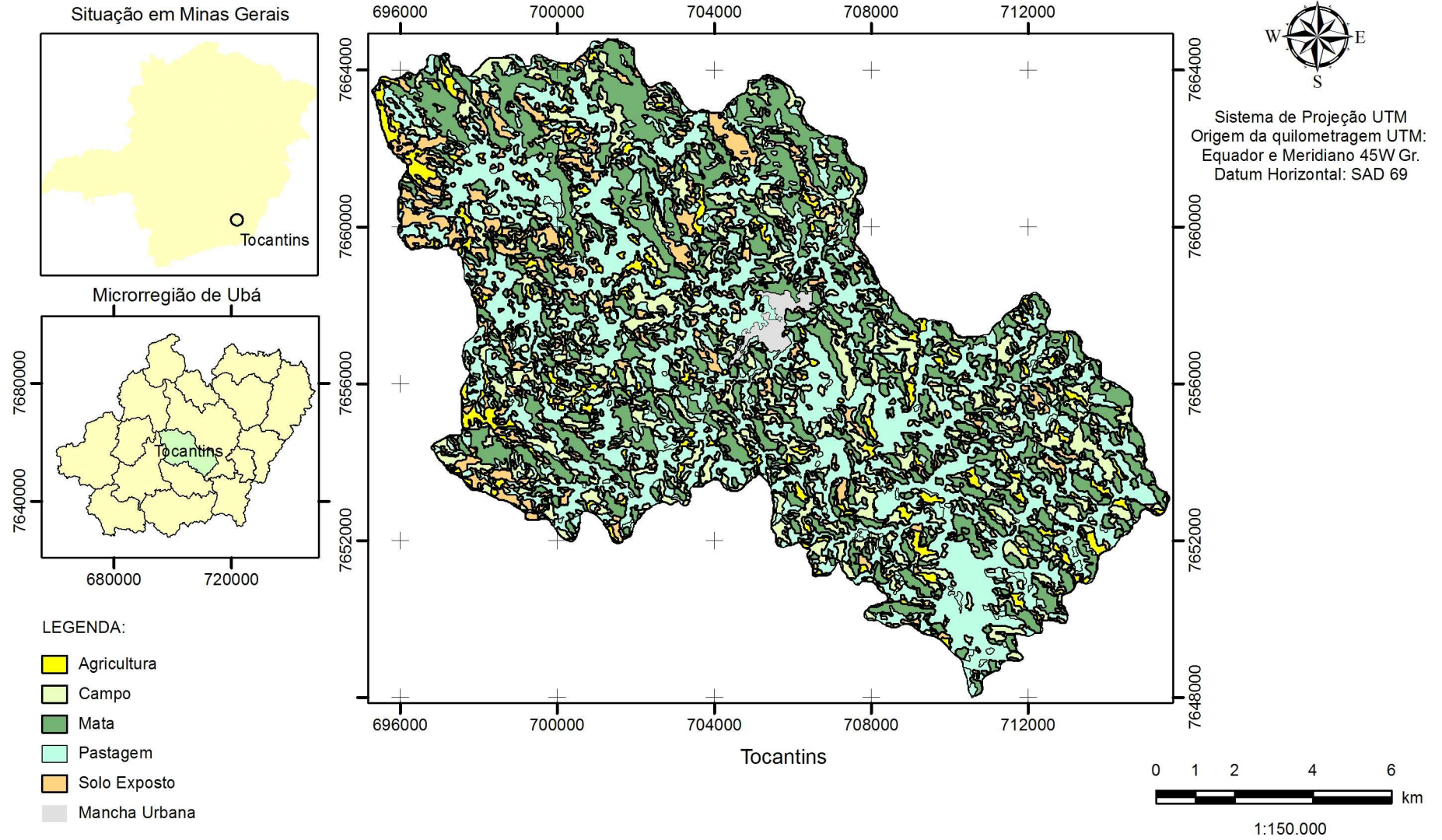
Mapa 27 - Imagem Landsat ETM+ de 2001



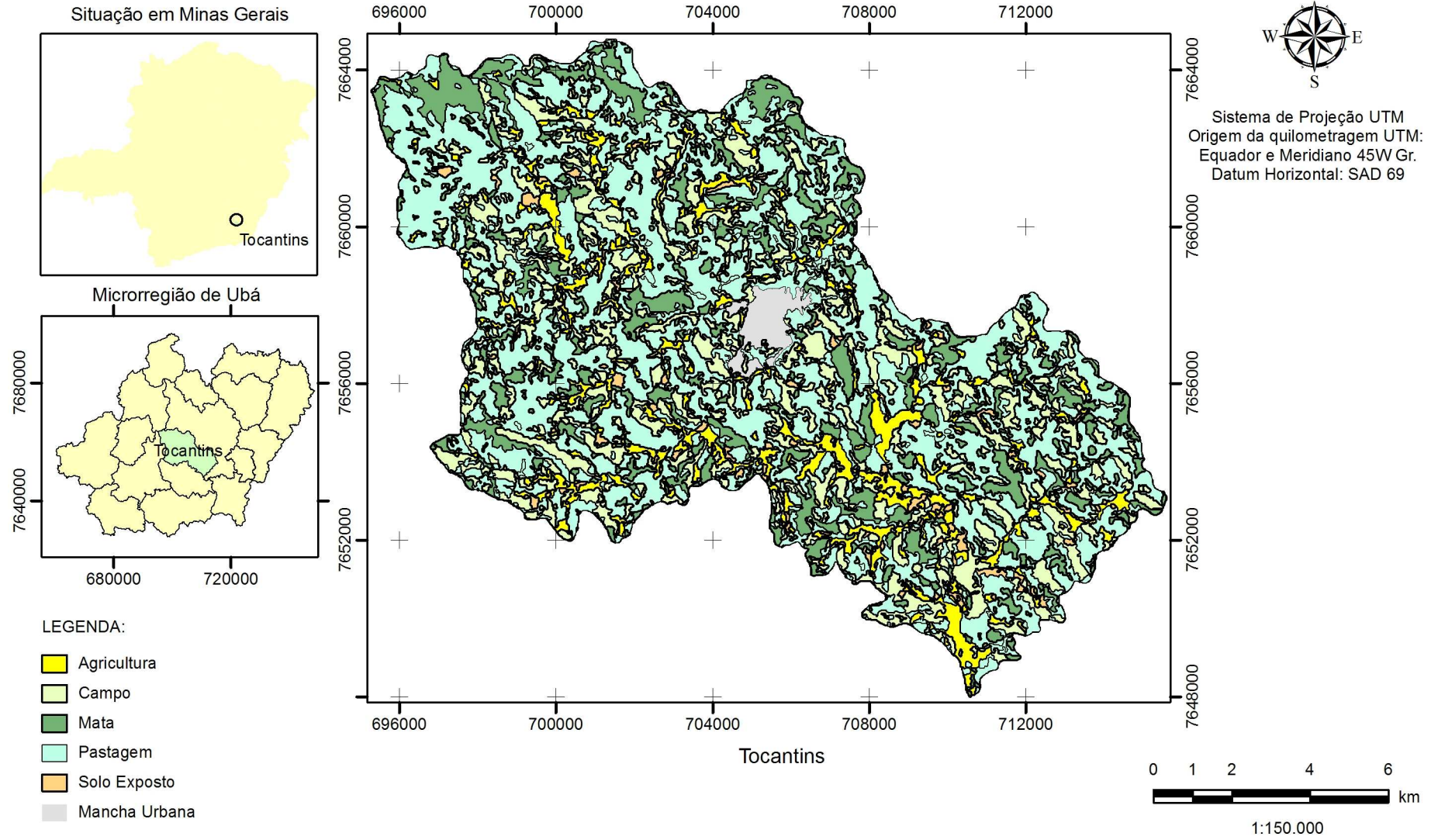
Mapa 28 - Mapa de Uso do Solo



Mapa 29 - Mapa da Mancha Urbana em 1993



Mapa 30 - Mapa da Mancha Urbana em 2001



5.4 MAPAS GERADOS A PARTIR DA ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS

Os mapas 31 a 33, foram obtidos a partir do processamento dos dados. Estes mapas representam análises cobertura do solo e o desenvolvimento da mancha urbana entre os anos de 1993 e 2001.

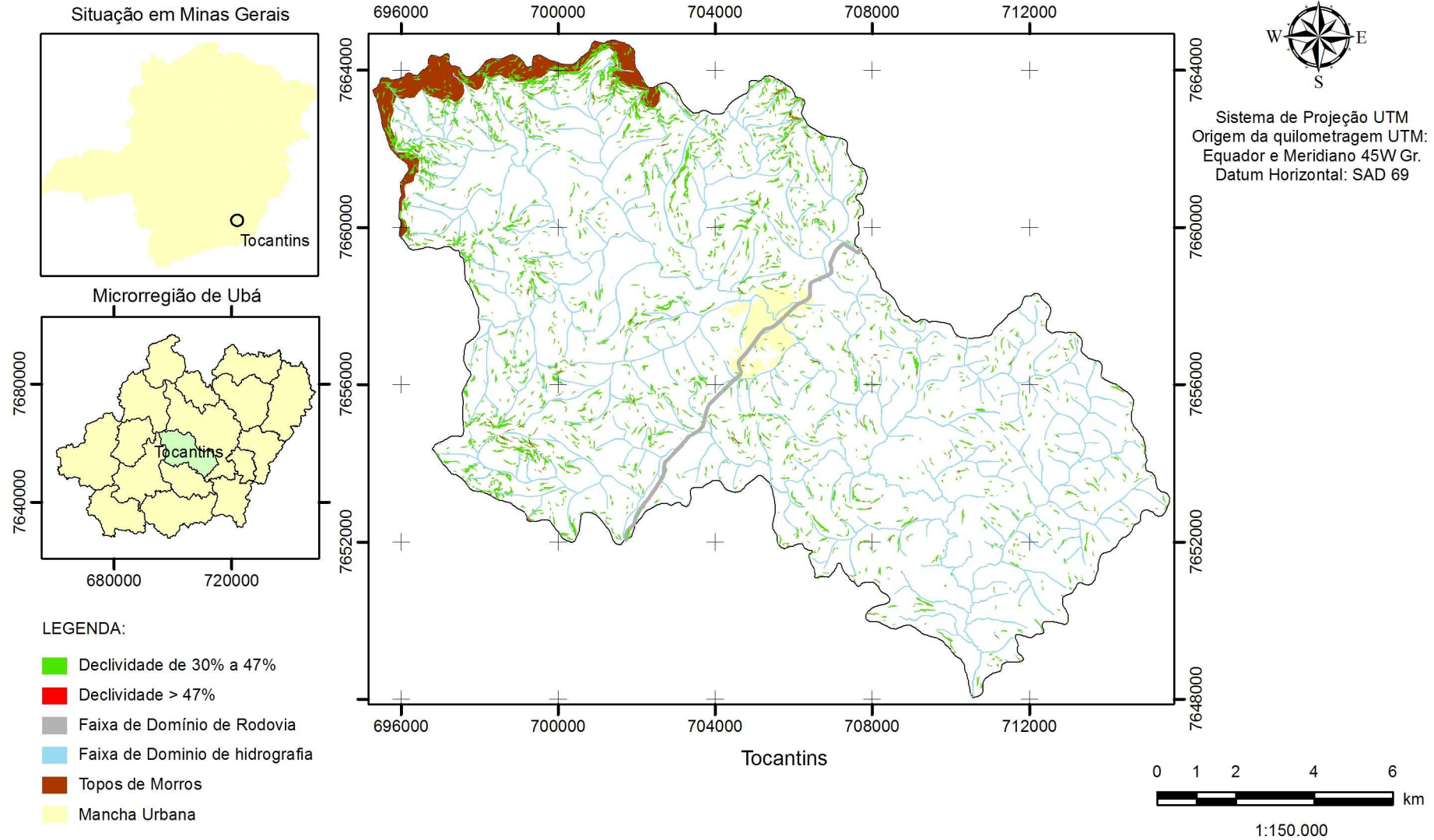
O primeiro mapa apresentado neste item mostra os pontos localizados de áreas de proteção permanente (**Mapa 31** – página 60). Não se identifica grandes extensões de regiões de proteção permanente, uma vez que o município não possui parques de preservação.

Nota-se no mapa de áreas de conflitos (**Mapa 32** – página 61) que a maior concentração de regiões conflitantes está na área urbana. Isto significa que deve-se analisar os pontos conflitantes com maior atenção nesta área, uma vez que esta possui um grande potencial de expansão.

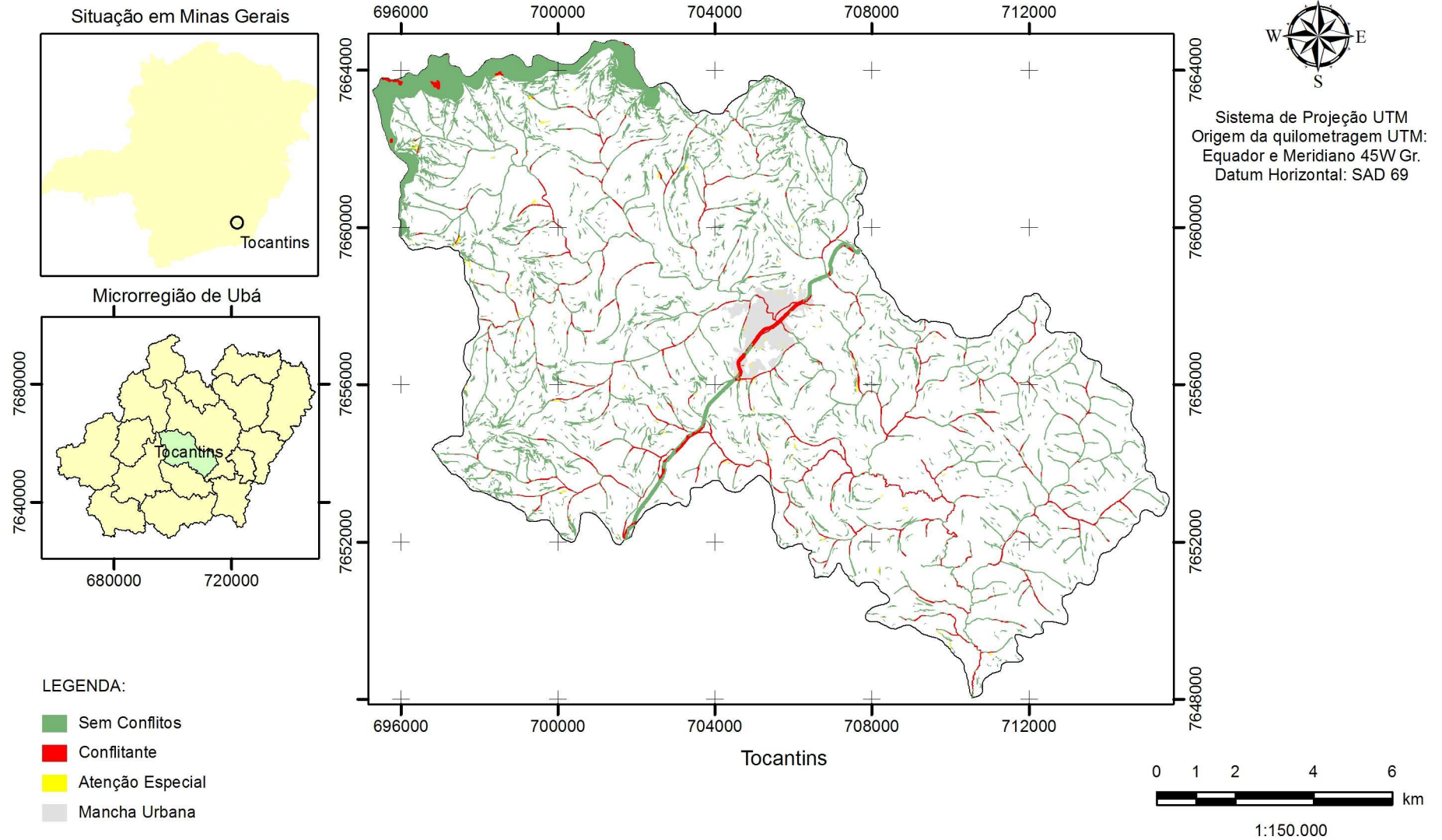
O mapa que finaliza o presente trabalho representa o potencial de expansão urbana (**Mapa 33** – página 62). Pode ser utilizado como elemento de apoio à toma de decisões, pois combina diversos fatores objetivando avaliar as áreas com melhores condições de desenvolvimento urbano dentro do município. O potencial de crescimento urbano é notavelmente maior nas áreas do entorno da mancha urbana. O que significa que provavelmente a cidade continuará se desenvolvendo próxima às margens da rodovia. Nota-se uma forte tendência de consolidação da área urbana em pontos que ficaram ilhados dentro da mancha urbana atual.

Analisa-se que a região noroeste do município apresenta altos índices de potencial de expansão urbana, que só não são maiores devido às más condições de infra-estrutura urbana se comparadas às dos setores urbanos. Desta forma, esta área deve ser vista como uma área de grande potencial de expansão a partir de medidas de infra-estruturação destes setores. Para tanto seria necessário também a criação de novos acessos à estas regiões.

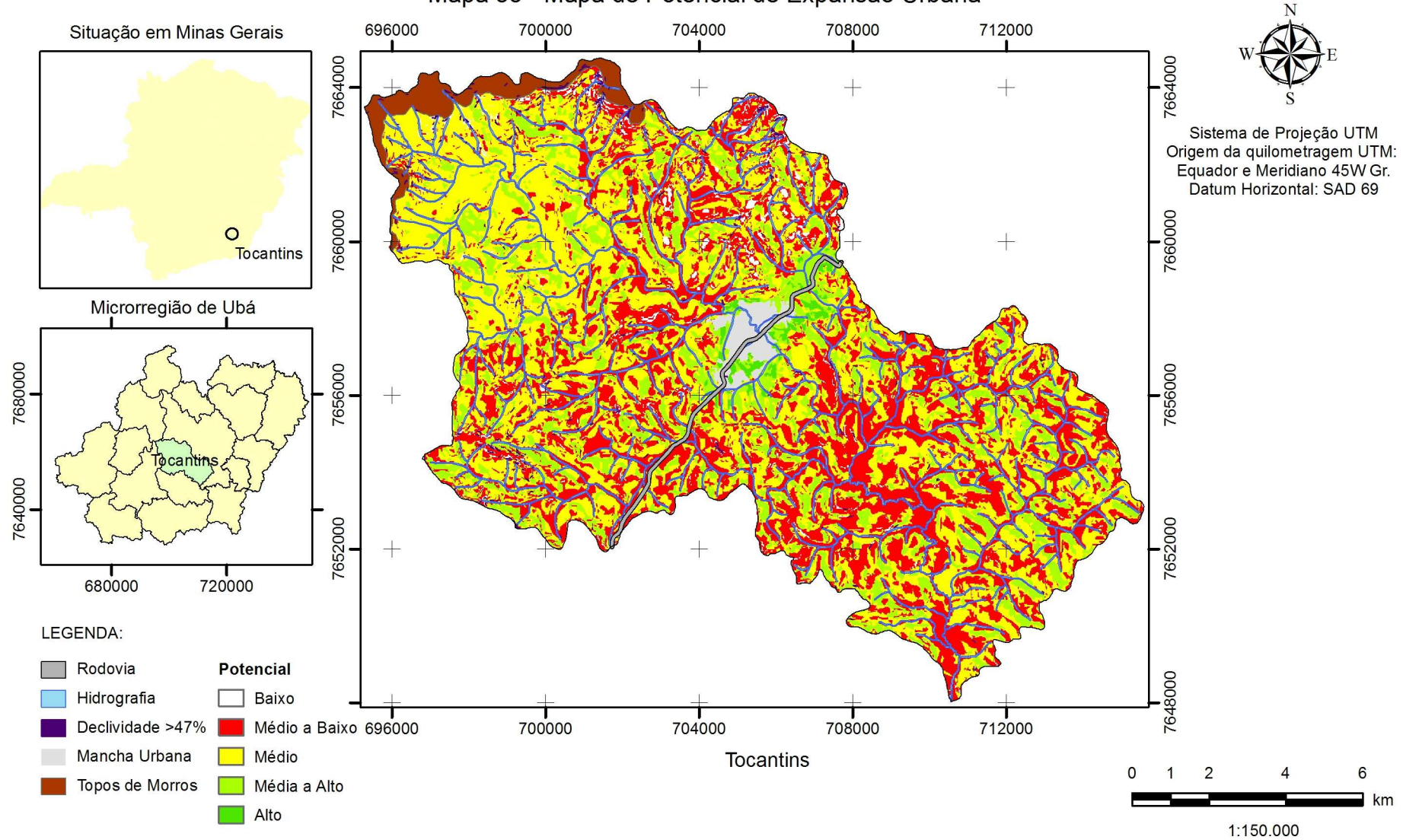
Mapa 31 - Mapa de Áreas de Proteção Permanente



Mapa 32 - Mapa de Áreas de Conflitos



Mapa 33 - Mapa de Potencial de Expansão Urbana



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste estudo, pode-se observar a importância do geoprocessamento como apoio ao desenvolvimento do plano diretor. Ao utilizar suas ferramentas é capaz de retratar o cenário municipal, realizando um diagnóstico completo do município.

Com a organização de dados e processamento dos mesmos pode-se detectar pontos necessários de intervenções, corrigir problemas e prever situações futuras. Dessa maneira convém também como subsídio à tomada de decisões, visando a melhoria da qualidade de vida do município, servindo como direcionador de ações políticas, priorizando as intervenções mais imperativas.

Ressalta-se que o trabalho realizado pode ser elaborado para qualquer município, mas o importante é as prefeituras possuam pessoas qualificadas para fazerem uso das informações que ele fornece. É necessário que a análise dos resultados seja feita por profissionais capazes de dar continuidade ao que ele se propões que é diagnosticar o município.

Este trabalho serve para que as pessoas responsáveis tenham a visão generalizada dos problemas e das qualidades existentes na cidade. O fundamental é que o término deste estudo seja o início de uma nova etapa, base de futuras decisões, visando melhorar o desenvolvimento social do município.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. **Lei Nº 10.257** - de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

Brasil. **Lei nº 4.771**, de 15 de Setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.

Brasil. **Lei nº 6.766**, de 19 de Dezembro de 1979, Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002, Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanentes.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

< <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2007.

University of Maryland - GLCF: Earth Science Data Interface. Disponível em:

< <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>>. Acesso em: 11 nov. 2007.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Disponível em: < <http://www.inpe.br/>>.

Acesso: 11 nov. 2007.