

George Caetano da Silva

Monitoramento da Expansão Urbana no
Município de Ribeirão das Neves - MG,
através do Processamento
Digital de Imagens

IX Curso de Especialização em Geoprocessamento



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

George Caetano da Silva

**Monitoramento da Expansão Urbana no Município
de Ribeirão das Neves – MG, utilizando
o Processamento Digital de Imagens**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial a obtenção de título de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Luciano Dutra

Belo Horizonte, 2006.

Silva, George Caetano da.

Monitoramento da Expansão Urbana no Município De Ribeirão das Neves – MG, através do Processamento Digital de Imagens/ George Caetano da Silva. Belo Horizonte, 2006.

xiii, 51 f.: il

Monografia (Especialização). Universidade Federal De Minas Gerais. Departamento de Cartografia, 2006.

Orientador: Luciano Vieira Dutra

1. Geoprocessamento 2. Expansão Urbana
3. Técnicas de Sensoriamento Remoto

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, pois sem Ele nada sou e nada posso fazer;

Aos meus pais pela força e apoio que sempre me deram;

A Stephanie pelo amor e paciência que, tem crescido a cada dia, apesar dos desafios.

Aos monitores Sheyla, Ana Maria e Vladimir pela disposição que sempre tiveram durante todo o curso e, pela ajuda no desenvolvimento desta monografia;

Ao professor Luciano Dutra pela dedicação e, em especial a professora Ana Clara, por acreditar tanto neste curso de especialização.

RESUMO

O trabalho visa utilizar o processamento digital, em imagens de satélite Landsat 5 TM, de modo a realçar as alterações de uso e ocupação do solo no período de 1989 a 2002, dentro do perímetro municipal de Ribeirão das Neves. Foram utilizados os softwares ArcGis, Spring e SAGA. O município por estar localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH apresenta um dos maiores crescimentos populacionais, já analisado dentre todos os outros municípios limítrofes. Conseqüentemente devido à intensa especulação imobiliária e a influência da Capital. A utilização de imagens orbitais com 3 bandas associadas às cores do sistema RGB mostrou ser uma técnica adequada para os objetivos. O uso associado de fontes adicionais de informações à técnica utilizada permitiu identificar a direção da expansão urbana e as alterações sobre a vegetação.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. JUSTIFICATIVA.....	4
4. A IMPORTÂNCIA DA CARTOGRAFIA PARA O ESTUDO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO	5
4.1 Fundamentos do sensoriamento remoto	5
4.1.1 Principais características e aplicações das bandas Landsat TM 5.....	7
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	9
5.1 Localização.....	9
5.2 Quadro físico	11
5.3 Breve histórico da formação de Ribeirão das Neves.....	12
5.4 População	13
5.5 Ocupação do solo.....	16
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
6.1 Materiais	18
6.2. Seqüência metodológica.....	19
6.2.1. Trabalho de Campo	19
6.2.2. Processamento digital das imagens	22
6.2.2.1. Registro e contraste das imagens.....	22
6.2.2.2. Segmentação e Classificação.....	23
6.2.3. Tratamento das bases cartográficas matriciais (raster).....	27
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
8. AVALIAÇÃO DOS SOFTWARES UTILIZADOS.....	39
9. CONCLUSÃO.....	40
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

Listas

Figuras

Figura 1. Localização do Município de Ribeirão das Neves.....	10
Figura 2. Local: Distrito de Justinópolis.	12
Figura 3. Aterro Sanitário do município.....	20
Figura 4. Área de extração de argila.....	20
Figura 5. Área central da Sede.....	21
Figura 6. Pólo industrial de Ribeirão das Neves	21
Figura 7. Imagem: Landsat TM 5 – 2002.....	23
Figura 8. Exemplo de Segmentação	24
Figura 9. Classificação 1989	26
Figura 10. Classificação 1997	26
Figura 11. Classificação 2002	27
Figura 12. O uso do aplicativo Monitoria/ SAGA.	28
Figura 13. Assinatura no SAGA.....	29
Figura 14. Dinâmica da área urbana entre os anos 1989 e 1997	31
Figura 15. Dinâmica da área urbana entre os anos 1997 e 2002.	32
Figura 16. Dinâmica da área urbana entre os anos 1989 e 2002.	33
Figura 17. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1989/ 1997.....	35
Figura 18. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1997/ 2002.....	36
Figura 19. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1989/ 2002.....	37

Tabelas

Tabela 1. Crescimento populacional do município.	14
Tabela 2. Índice populacional ente a Capital e Ribeirão das Neves.....	15
Tabela 3. Relatório da Assinatura 1989/ 1997	34
Tabela 4. Relatório da Assinatura 1997/ 2002	34
Tabela 5. Relatório da Assinatura 1989/ 2002	34
Tabela 6. Relatório da alteração da vegetação no período 1989/2002.	38

Quadros

Quadro 1 – Características do sensor Landsat.....	6
Quadro 2 – Características do sensor SPOT.....	6
Quadro 3 – Características do sensor IKONOS II.....	7
Quadro 4 – Comportamento das bandas na Faixa do Espectro Eletromagnético.....	7
Quadro 5 – Aplicações das bandas Landsat TM	8

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e intensificada nas últimas décadas tem produzido aglomerados populacionais, nos quais por razões sócio-econômicas e forte especulação imobiliária agravam os efeitos negativos da ocupação desordenada.

Estes efeitos que hoje presenciamos são frutos dos desafios enfrentados pelas cidades brasileiras, ao final da década de 50 e início da década de 60. Onde os investimentos em serviços sociais e infra-estruturas não acompanhavam proporcionalmente o crescimento das cidades.

No período em questão, graças a ações do governo federal, as cidades brasileiras passaram a experimentar um crescimento no setor industrial. Setor que efetivamente se converteu em unidade chave da estrutura econômica, com a intensificação da produção de bens de capital e duráveis de consumo, tendo à frente a indústria automobilística.

Com a dinamização do setor industrial, Belo Horizonte passou a conviver com a intensificação das atividades urbanas e, devido à defasagem da produtividade entre campo e cidade, uma acentuada migração da população rural. Dados do PLAMBEL de 1991 demonstram que, no período de 1950-1960, Belo Horizonte e seus municípios limítrofes quase que dobraram a sua população, que passou a crescer a taxas de 6,5%, sendo a imigração responsável por 59% deste crescimento.

O dinamismo industrial e a intensificação do ritmo de crescimento urbano de Belo Horizonte e municípios vizinhos tem ao longo dos anos desencadeado um conjunto de conflitos, provocando o acentuado processo de concentração/dispersão. Por trás desse processo estão os efeitos, cada vez mais intensos, da especulação imobiliária.

Diante dessa realidade, torna-se necessária a análise e entendimento da ocupação urbana em relação ao meio físico, através de mapeamentos multitemporais que proporcionem diagnosticar suas tendências e os fenômenos que a condicionam.

Iwai (2005) afirma que o sensoriamento remoto surge como uma técnica alternativa e bastante eficiente para avaliar o processo de crescimento do espaço urbano. Esta técnica, aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar além do crescimento urbano, os problemas ambientais decorrentes do processo de expansão da mancha urbana.

Uma grande parte dos alvos a serem estudados apresentam variações no tempo, assim sendo os aspectos temporais são de grande importância na interpretação de imagens. Os imageadores dos satélites permitem analisar essas variações através das mudanças nos padrões de tonalidade e de textura dos alvos.

Segundo Vieira (2005), “(...) são desenvolvidas propostas metodológicas incluindo pré-processamento de dados, análises digitais e visuais para a detecção de alterações em ambientes urbanos, bem como a integração de dados cartográficos pré-existentes ao Sistema de Informações Geográficas – SIG, visando obter informações úteis ao monitoramento da expansão urbana e sua compatibilização com os aspectos físicos e ambientais da região”.

O município de Ribeirão das Neves, a área selecionada para o desenvolvimento desse trabalho, é um exemplo típico da ocorrência do acelerado processo de expansão urbana, devido aos efeitos da especulação imobiliária e do crescimento demográfico, decorrente na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Avaliar as alterações ocorridas no uso e ocupação do solo do município de Ribeirão das Neves ao longo dos anos de 1989 a 2002.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer trabalho de campo na área de estudo.
- Processar digitalmente, através do software Spring, imagens Landsat TM 5, de modo a destacar as alterações ocorridas sobre o ambiente estudado..
- Gerar bases cartográficas matriciais para serem diagnosticadas no software SAGA.
- Analisar o grau de expansão urbana dentro da área de estudo.
- Analisar as alterações ocorridas sobre a vegetação do município.
- Gerar mapas de comparação entre os anos correspondentes às imagens Landsat.
- Levantamento bibliográfico.

3. JUSTIFICATIVA

A partir da década de 50, o município, que tinha 2253 habitantes, passa a sofrer as conseqüências do processo de metropolização, quando lhe é imposta a condição de periferia.

As correntes migratórias, que demandavam os empregos ofertados principalmente no eixo Leste/ Oeste da RMBH, batiam de frente com os problemas sociais: o alto custo dos terrenos próximos aos postos de trabalho e a ausência de oferta de moradias para a população de baixa renda.

A maior parte desta demanda reprimida passou a se assentar em Ribeirão das Neves, alimentada pela oferta de lotes sem quaisquer infra-estrutura. Criando com isso graves problemas sócio-econômicos. Sendo que até o momento, a cidade apresenta um quadro de baixo desenvolvimento econômico. Caracterizando a cidade como “dormitório”.

Segundo Boaviagem (1998), “(...) a caracterização da cidade como dormitório foi devido à ausência de um desenvolvimento industrial local capaz de absorver o grande contingente de mão-de-obra deslocado para o município”.

Devido a sua proximidade com a capital, Ribeirão das Neves tem sido palco já há alguns anos de um intenso crescimento urbano, sofrendo um processo acelerado de expansão com Belo Horizonte, Contagem, Esmeraldas e Pedro Leopoldo.

Em virtude desses problemas faz-se necessário um monitoramento e mapeamento do solo, através de imagens de satélite combinadas às técnicas do processamento digital de imagens, com o intuito de favorecer a análise sobre as transformações ocorridas sobre a região, verificadas ao longo do tempo.

4. A IMPORTÂNCIA DA CARTOGRAFIA PARA O ESTUDO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO

Entende-se por cartografia – a Ciência e a Arte que se propõe a representar através de mapas, cartas, plantas e/ou outras formas gráficas (computação gráfica) os diversos ramos do conhecimento do homem sobre a superfície e o ambiente terrestre.

Moura (1993: 24-25) defende que a cartografia deve ser o principal instrumento de trabalho nas análises urbanas, e justifica este argumento:

“A dinâmica inerente ao espaço urbano impõe a necessidade de trabalhar com uma visão sistêmica do conjunto. A representação de elementos espaciais que se interligam e, ao mesmo tempo, são identificáveis individualmente, traz consigo a valorização da cartografia temática como elemento de comunicação visual das análises e das propostas para as questões urbanas”.

Para bem cumprir os seus objetivos a Cartografia se apóia em várias tecnologias e ciências, algumas já bem consolidadas e outras em constante evolução. É neste sentido que nos apropriamos do geoprocessamento, por apresentar um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. No nosso caso, como o objetivo será analisar a expansão urbana no Município de Ribeirão das Neves é de convir que seja importante a compreensão do papel do Sensoriamento Remoto.

4.1 Fundamentos do sensoriamento remoto

Segundo Dutra (2005), no caso de monitoramento do crescimento e da expansão urbana, fazem-se necessários conjuntos de dados multitemporais, não sendo as fotografias aéreas produtos facilmente disponíveis nessas condições.

As imagens de Sensoriamento Remoto são multiespectrais, isto é, a mesma cena é imageada simultaneamente em várias bandas do espectro eletromagnético. Nesse sentido, ao trabalharmos com este tipo de dado, devemos levar em conta que o comportamento espectral dos alvos urbanos é altamente dependente da resolução espacial do sensor utilizado.

Em sensoriamento remoto, o termo resolução pode ser subdividido em três diferentes abordagens: resolução espacial, resolução espectral e resolução radiométrica.

A **resolução espacial** é definida pela capacidade do sistema sensor em “enxergar” objetos na superfície terrestre, ou seja, quanto menor o objeto possível de ser visto, melhor a resolução espacial do sistema.

A **resolução radiométrica** é dada pelo número de níveis de cinza usados para representar os dados coletados pelo sensor.

A **resolução espectral** é um conjunto inerente às imagens multiespectrais de sensoriamento remoto, e é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda.

O sensor orbital Landsat 5 TM, cujas imagens foram disponibilizadas para este estudo, apresenta resolução espacial de 30 por 30 metros. Mas, além desta resolução, outras resoluções do sensor Landsat, poderiam satisfazer o nosso objetivo. Como pode ser observado no quadro 1. Já nos quadros 2 e 3, apresentamos dois outros sensores orbitais que, com suas características específicas, podem também serem usados para a resolução do objetivo proposto.

CARACTERÍSTICAS DOS SENSORES A BORDOS DOS SATÉLITES LANDSAT				
Sensor	MSS <i>Multispectral Scanner</i>	RBV <i>Return Beam Vidicon</i>	TM <i>Thematic Mapper</i>	ETM <i>Enhanced TM</i>
Resolução espacial	79x82m	80m (LANDSAT 1 E 2) 30m (LANDSAT 3)	30m (bandas 1-5 e 7) 120m (banda 6)	15m (banda pan-X) 30m (multispectral) 60m (IV térmico)
Número de bandas	4	3	7	8
Descrição das bandas espectrais	banda 4 0,5-0,6 μm banda 5 0,6-0,7 μm banda 6 0,7-0,8 μm banda 7 0,8-1,1 μm	banda 1 0,475-0,575 μm banda 2 0,580-0,680 μm banda 3 0,690-0,830 μm	banda 1 0,45-0,52 μm banda 2 0,52-0,60 μm banda 3 0,63-0,69 μm banda 4 0,76-0,90 μm banda 5 1,55-1,75 μm banda 6 10,4-12,5 μm banda 7 2,08-2,35 μm	As mesmas bandas que o TM com uma banda pancromática adicional: SIPD 0,50 -0,90 μm
Plataformas	LANDSAT 1-5	LANDSAT 1-3	LANDSAT 4-5	LANDSAT 7

Quadro 1 – Características do sensor Landsat

CARACTERÍSTICAS DOS SENSORES DOS SATÉLITES SPOT	
Sensor	HRV <i>Haute Resolution dans le Visible</i>
Resolução espacial	20mx20m Multiespectral 10mx10m Pancromático
Número de bandas	4
Descrição das bandas espectrais	banda MX1 0,50-0,59 μm banda MX2 0,61-0,68 μm banda MX3 0,79-0,89 μm banda PX 0,51-0,73 μm
Plataformas	SPOT 1-4

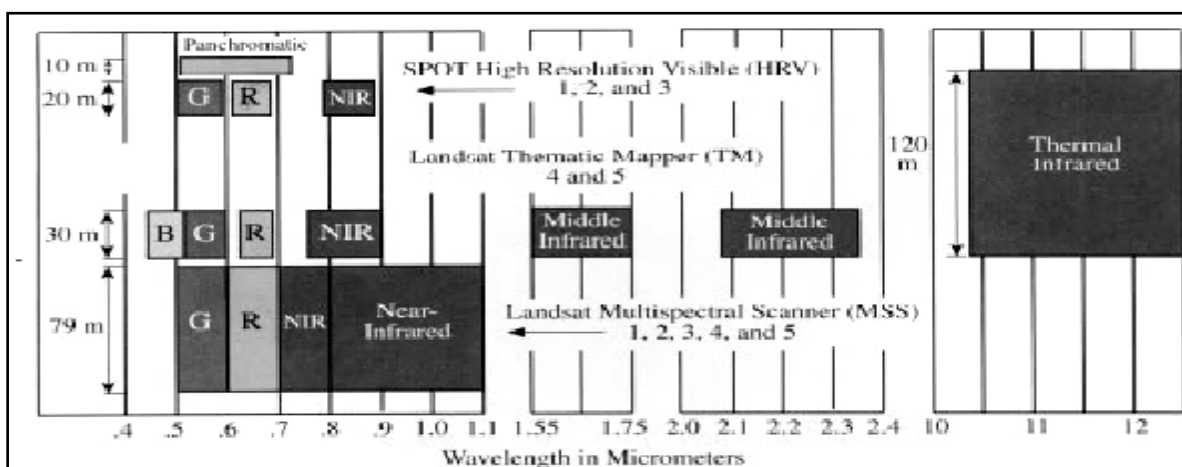
Quadro 2 – Características do sensor SPOT

CARACTERÍSTICAS DO SENSOR DO IKONOS II	
Sensor	WFI <i>Wide Field Imager</i>
Resolução espacial	4m x 4m multiespectral 1m x 1m pancromático
Número de bandas	4
Descrição das bandas espectrais	Azul 0.45 - 0.52 μ Verde 0.52 - 0.60 μ Vermelho 0.63 - 0.69 μ IV próximo 0.76 - 0.90 μ
Faixa de imageamento	13 km x 13 km no Nadir
Resolução radiométrica	2048 níveis (11 bits)

Quadro 3 – Características do sensor IKONOS II

4.1.1 Principais características e aplicações das bandas Landsat TM 5

Cada uma das bandas do Landsat TM 5 apresentam um determinado comportamento espectral nas Faixas do Espectro Eletromagnético. O que possibilita ao usuário, selecionar quais as bandas que se deseja trabalhar, segundo as características e as aplicações que cada uma delas apresenta. Ver quadros 3 e 4.



Quadro 4 – Comportamento das bandas na Faixa do Espectro Eletromagnético

Fonte: Apostila do curso de especialização em geoprocessamento – 2000, UFMG.

Banda	Intervalo espectral (μm)	Principais características e aplicações das bandas <i>TM</i> do satélite LANDSAT-5
1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidroterma

Quadro5 – Aplicações das bandas Landsat TM

Fonte: DPI – Inpe

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1 Localização

A cidade de Ribeirão das Neves é localizada pelas coordenadas geográficas 19° 45' 56" de latitude sul e 44° 05' 12" de longitude oeste.

Limitando-se a Leste com Belo Horizonte e Vespasiano, ao Norte com Pedro Leopoldo, a Oeste com Esmeraldas e ao Sul com Contagem, Ribeirão das Neves compõe com outros 25 municípios a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Ver figura – 1.

A divisão territorial e administrativa do município é formada pelo distrito Sede e por Justinópolis, apresentando uma área total de 154,02 Km².

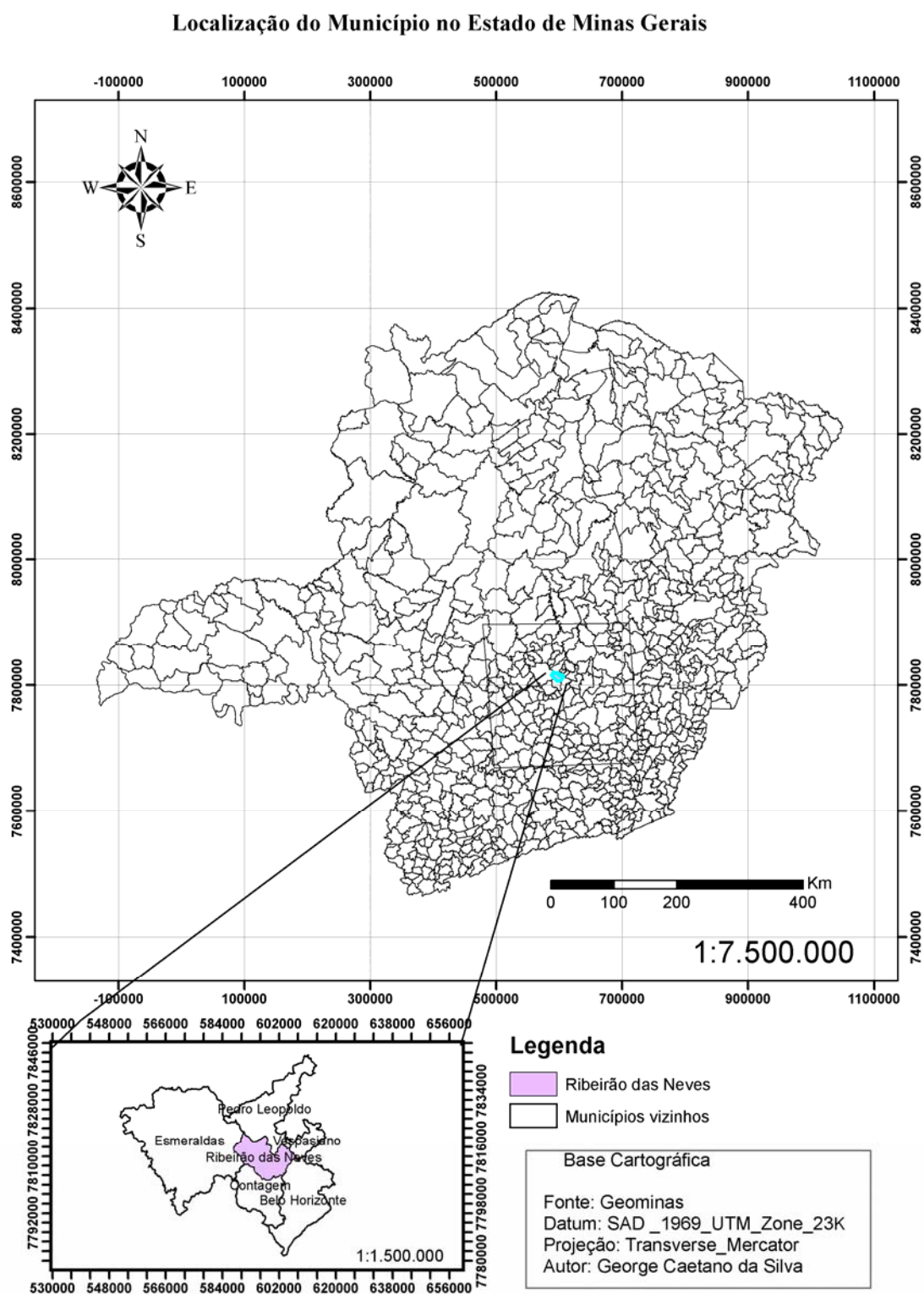


Figura 1. Localização do Município de Ribeirão das Neves

5.2 Quadro físico

Os córregos, do Cacique, Café, Água Fria e o Ribeirão das Neves constituem os cursos d'água principais do município. Estes por sua vez, estão localizadas a limítrofes, com os municípios de Esmeraldas e Pedro Leopoldo. Já no distrito de Justinópolis, o Ribeirão das Areias, se destaca como sendo o principal curso d'água local, por atravessar de norte a sul todo o distrito.

No entanto, a partir de 1970, com o acelerado processo de crescimento urbano na RMBH em direção a Ribeirão das Neves, os cursos d'água do município, ou foram canalizados ou acabaram sendo assoreados. É o caso, por exemplo, do Córrego do Café, principal curso d'água do Bairro Colonial. Este, em consequência da intensa ocupação clandestina na região acabou sendo assoreado, transformando o seu leito em uma “estrada de areia”.

Devido a sua proximidade com a Capital, o clima de Ribeirão das Neves se enquadra no tipo *tropical – Aw*, na classificação de Köppen. O clima da região é caracterizado por temperaturas médias anuais entre 20 a 22° Celsius, com ocorrência de chuvas no verão e índices pluviométricos anuais oscilando entre 1150 a 1500mm (Ribeiro, 1985).

Quanto ao relevo, é na região oeste do município que estão localizadas as mais elevadas declividades. Partindo da área central da Sede seguindo em direção ao distrito de Justinópolis a declividade é bem menos elevada.

Segundo os dados do PLAMBEL (1979), o núcleo urbano da sede municipal situa-se no fundo do vale contínuo formado pelo Ribeirão das Neves e seus contribuintes, espalhando-se mais recentemente na direção das encostas das colinas côncavo-convexas que caracterizam a sua paisagem, seguindo os eixos principais de ligação interna com os demais núcleos da RMBH: ligação com a BR 040, ligação com Justinópolis e Venda Nova, ligação com Pedro Leopoldo. Tem, portanto, pequenas declividades, variando entre 0 e 10%, predominantemente.

O município está localizado nos terrenos mais antigos da RMBH, de idade Pré-Cambriano, constituídos de rochas gnáissicas bastante intemperizadas e intrusões de diabásio. Em algumas várzeas e calhas de rios, encontram-se depósitos aluvionares, de idade Quaternária, com sedimentos areno-argilosos não consolidados.

Segundo Boaviagem (1998), esse material aluvionar constitui as areias utilizadas normalmente na construção civil. Os solos lixiviados dificultam as práticas agrícolas e, no caso do município, favorecem ocupação urbana incorreta. As rochas de diabásio se decompõem originando os depósitos argilosos, explorados economicamente na região pela indústria de cerâmica. Fato que pode ser comprovado através da figura 2.



FIGURA 2 – Local: Distrito de Justinópolis.
Coordenadas Planas: E: 0601700, N: 7810126. A antiga lagoa que havia no local, transformou-se em uma grande área de extração e depósito de argila.

5.3 Breve histórico da formação de Ribeirão das Neves

O povoamento do município iniciou-se por volta de 1747, quando erguida a Capela de Nossa Senhora das Neves, ligada à Paróquia do Curral Del Rei. Segundo dados do Plambel (1980), o povoamento deve ter surgido valendo-se da faixa de domínio público ao longo do Ribeirão das Neves, na medida em que, de acordo com as antigas cartas sesmarias, toda faixa de meia-légua margeando cursos d'água que se prestassem à passagem em canoas era de domínio público.

No entanto, a partir de 30 de agosto de 1911, com a elevação do distrito de Contagem a Vila, Neves passou a integrá-lo, como povoado do distrito de Vera Cruz. Em 1923 o povoado de Neves foi elevado ao título de distrito, permanecendo ao município de Contagem até 1938, quando foi transferida a sua jurisdição para a comarca de Betim. Em 1943, Neves passa a pertencer ao município de Pedro Leopoldo. Sua emancipação data de 12 de dezembro de 1953, tendo como distrito, Justinópolis, antigo Campanhã.

Dados históricos do município nos revelam que desde o início de formação da cidade, os distritos Sede e Justinópolis distinguem-se quanto ao crescimento urbano e populacional. O distrito Sede foi fortemente influenciado pela Penitenciária Agrícola de Neves (PAN), inaugurada em 1937. Fonseca (1976) reforça esta afirmação ao escrever que, em 1929 a Câmara de Vereadores de Contagem reconhece explicitamente o impacto da Penitenciária na vida de Neves, pois um ofício solicita com urgência a presença de policiamento no local da construção devido ao aumento de população nos arredores da Penitenciária.

Neves, ao ser escolhida para sediar essa Penitenciária - que é denominada atualmente Centro de Recuperação José Maria Alkimim, abriu portas para que outras instituições penais se instalassem posteriormente no município, tornando-se pólo penitenciário.

A ocupação de Justinópolis ocorreu sob a influência do processo de periferação de Belo Horizonte, através do crescimento da região de Venda Nova. Em 1988 e 1992, Justinópolis tentou através de um plebiscito emancipar-se de Ribeirão das Neves, mas não conseguiu por falta de quorum eleitoral.

5.4 População

A análise sobre a população do município tem como ênfase identificar, o crescimento populacional gerado ao longo dos anos.

O crescimento populacional em Ribeirão das Neves começa a se tornar intenso, a partir de 1950 quando se buscavam valer das vantagens geradas com a forte expansão de Belo Horizonte na direção norte. A partir daí podemos destacar os aprovados loteamentos, no distrito de Justinópolis, como Jardim de Alã, Urca e Botafogo. Tais loteamentos, no entanto, só viriam ser abertos e começariam a ser ocupados no final da década de 60 e

início da década de 70, quando o município de Neves passa a ser efetivamente atingido pela frente de expansão Norte de Belo Horizonte.

Nas décadas de 50 e 60 o crescimento demográfico de Ribeirão das Neves foi de 4,1 e 4,3% ao ano, respectivamente, e inferior ao da RMBH que foi de 6,5 e 6,1 %, respectivamente ao mesmo período. Já na década de 70, a Região Metropolitana de Belo Horizonte cresceu 4,6% ao ano, enquanto o crescimento do município saltou para 21,3%. Veja a tabela 1 que demonstra claramente o salto populacional da cidade.

INDICE DEMOGRÁFICO DE RIBEIRÃO DAS NEVES - MG			
Demografia - População Total		Ribeirão das Neves - MG	
	Total	Masculino	Feminino
1970	9.707	5.381	4.326
1980	67.249	34.560	32.689
1991	143.853	71.916	71.937
2000	246.846	123.531	123.315
Estimativa das populações residentes			
2001	259.203		
2002	268.516		
2003	278.574		
2004	299.687		
2005	311.372		

Gráfico de pizza mostrando a distribuição de gênero da população em 2000: Masculina 50,04% e Feminina 49,96%. Ano de referência: 2000.

Tabela 1. Crescimento populacional do município.

Fonte: Fonte: IBGE Censo Demográfico 2000

Segundo o Plambel (1980), o processo que levou a essa explosão demográfica, principalmente em Justinópolis, pode ser explicado através de várias causas: proximidade com a Capital, baixo preço da terra, pouca fiscalização do Poder Público Municipal sobre os loteadores com ofertas de lotes a baixo custo, porém sem compromisso com a infraestrutura e em locais impróprios, etc.

Em virtude destes motivos, ao analisarmos os dados do IBGE (1950- 2000), podemos verificar que, em 1950 a população da Sede era quase três vezes maior, precisamente, 2,77 vezes, que a de Justinópolis. Em 1970, a diferença populacional da Sede para o distrito cai para 2,02 vezes. Não é muito diferente nas décadas seguintes, pois se verifica um contínuo aumento populacional de Justinópolis ainda nos anos de 1980, 1991 e 2000, como pode ser verificado na tabela 2.

**POPULAÇÃO DE BELO HORIZONTE E RIBEIRÃO DAS NEVES POR DISTRITOS
SEGUNDO A SITUAÇÃO NO PERÍODO 1950-2000.**

Municípios/ Distritos	Anos					
	1950	1960	1970	1980	1991	2000
Belo Horizonte	352724	693328	1235030	1780855	2020161	2232747
Urbano	340853	663215	1228342	1775082	2013257	2232747
Rural	11871	30113	6688	5773	6904	..
Sede	346265	671197	1108594	1442616	1531186	1629515
Urbano	338585	642912	1106967	1441567	1531186	1629515 (1)
Rural	7680	28285	1627	1040	..	..
Venda Nova	6459	22131	126436	338239	488975	603232
Urbano	2268	20303	121375	333515	482071	603232
Rural	4191	1828	5061	4724	6904	..
Ribeirão das Neves	4267	6391	9707	67249	143853	246.846
Urbano	2624	4189	5547	61670	119925	245143
Rural	1643	2202	4160	5587	23928	1446
Sede	2732	4165	4909	14050	54387	110089
Urbano	1915	3260	3792	11397	34376	108807
Rural	817	905	1117	2653	20011	1282
Justinópolis	1535	2226	4798	53207	89466	136500
Urbano	709	929	1755	50273	85549	136336
Rural	826	1295	3043	2932	3917	164

Tabela 2. Índice Populacional ente a Capital e Ribeirão das Neves

Fonte: Censos Demográficos – IBGE, 1950-2000

(1) Está incluso o total de 263 214 pessoas que residem no novo distrito do Barreiro.

Quando se compara o crescimento populacional de Belo Horizonte e de Ribeirão das Neves no período dos anos 50 com os anos 70, verifica-se que o crescimento da Capital foi quase duas vezes menor que em 50, e que, em contrapartida, Ribeirão das Neves teve a sua taxa populacional quintuplicada em termos totais e quase sextuplicada se considerar a área urbana.

Isso vem demonstrar a expansão territorial e o avanço da periferização de Belo Horizonte em direção ao distrito de Venda Nova e desse em direção ao distrito de Justinópolis, até atingir a Sede do município de Ribeirão das Neves.

No final da década de 60, a Fundação João Pinheiro fez um estudo sobre a localização da população dentro do município, chegando à seguinte conclusão: na Sede Municipal, encontravam-se ocupadas áreas em torno do centro, estendendo-se ao longo das estradas de ligação com Pedro Leopoldo e Venda Nova e, ainda, paralelamente ao Ribeirão das Neves

e Córrego do Café que constituíam, junto com a área da Penitenciária, condicionantes da ocupação da região. Na área do distrito de Justinópolis, a ocupação se dava nos dois pequenos núcleos de Justinópolis e Areias.

Estudos recentes sobre a cidade revelam que o percurso da população nestas últimas décadas não sofreu alteração. A população continua se instalando próximo das vias, como a BR 040 e MG 06, em loteamentos recém instalados em Areais e no Bairro Veneza.

5.5 Ocupação do solo

Segundo a classificação de capacidade de uso da terra (documento elaborado pelo Plambel), a maior parte da área municipal (57, 16%) é constituída de terrenos da classe VII, isto é, áreas de baixa fertilidade, com processos acentuados de erosão e solos rasos, o que limita o seu aproveitamento com segurança.

Entretanto, a Prefeitura Municipal de Pedro Leopoldo e, posteriormente de Ribeirão das Neves, influenciadas pela forte ação dos especuladores imobiliários, desprezaram essa classificação, no sentido que aprovaram diversos loteamentos sem quaisquer infra-estruturas.

Assim Corrêa (1993) explica que a ação dos agentes sociais é complexa, e inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial e renovação urbana, incorporando novas áreas, transformando e adensando o uso do solo, com uma realocação diferenciada da infra-estrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade.

Através dos estudos podemos identificar algumas fases, nas quais o parcelamento do solo trouxe diversas transformações na paisagem e na sociedade como um todo.

De 1950 a 1959, os primeiros loteamentos foram lançados no distrito de Justinópolis, como resultado da influência da urbanização periférica de Belo Horizonte em direção a Venda Nova. Eram três, totalizando 727 lotes.

Estes loteamentos foram alvos de uma ocupação ainda lenta no final da década de 50, característica essa que prevalece até a década de 60. Daí poder-se dizer que Ribeirão das Neves “não foi muito afetada coma safra de loteamentos especulativos característicos do efeito Pampulha e da criação da Cidade Industrial, realizados ao longo dos anos 40 e 50” (Fundação João Pinheiro: 2000, 218).

Nos anos de 1965 a 1968, segundo o documento Mercado da Terra na RMBH, o período é marcado pelo crescimento dos preços de terrenos em função da disponibilidade de recursos provenientes do BNH (Banco nacional da Habitação) e do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço), o que faz com que o número de aprovações de loteamentos e a oferta de lotes novos, tenham um grande impulso. Houve crescimento do preço da terra em todos os vetores de crescimento da Região metropolitana, principalmente nos vetores norte, na região de Venda Nova e oeste, em Contagem. (Plambel, 1987, p.141).

A partir da década de 70, mais precisamente em 1975, teve início, de fato, o acelerado processo de transformações na paisagem do município. Logo após a criação da *Zona de Expansão Metropolitana*, houve conseqüentemente, a mudança de comportamento de alguns fazendeiros, principalmente, daqueles que nada produziam e que, tendo suas terras valorizadas, passaram a vender ou se associar aos empreendedores para formar os primeiros parcelamentos. Nas décadas de 80 e 90, houve a continuação deste processo de transformação, com o surgimento de mais quatro novos loteamentos, sendo dois projetos de conjuntos habitacionais.

Na realidade, todo o território do município de Ribeirão das Neves encontra-se subordinado pelas forças metropolitanas que estruturam sua ocupação. É tipicamente uma cidade “dormitório”, muito fragmentada, ocupada pela população de baixa renda, caracterizando-se como periferia do Aglomerado Metropolitano.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Para possibilitar os objetivos propostos nesta monografia, foi realizado primeiramente o levantamento das imagens de satélite disponíveis e o levantamento bibliográfico sobre a área de estudo (monografias, fotografias aéreas, artigos científicos e outros). Tendo estes dados em mãos, após a seleção dos dados, realizamos visitas de campo, com o intuito de colher pontos de controle e a fim de verificar-se o uso e ocupação do solo.

No segundo momento realizamos a classificação das imagens Landsat e a edição de mapas em raster, com o intuito de fazer-se o monitoramento e a análise das alterações dentro do município.

6.1 Materiais

- Folhas da carta 1/25000 – Melo Viana, Pedro Leopoldo, Lagoa Santa, Caracóis, Ribeirão das Neves, Venda Nova. Plambel, 1977. Auxiliaram no reconhecimento de campo e na interpretação visual das imagens.

- GPS Etrex Garmin – Utilizado na aquisição dos pontos de controle, para o registro e o georeferenciamento das imagens no Spring.

- Imagens Digitais

Foram usadas imagens do Landsat TM 5, nas bandas 3,4 e 5, correspondendo às faixas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio, respectivamente. As imagens originais foram colhidas junto ao IGC (Instituto de Geociências – Laboratório de Cartografia) da UFMG, datadas em: 24.09.1989; 12.07.1997; 15.08.2002 ; Órbita Ponto: 218/74, com espaçamento entre pixel de 30x30 metros em formato *Geo Tiff*.

- Softwares utilizados

No processamento digital das imagens utilizou-se o software Spring 4.1 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), que é um software livre, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Após o processamento das imagens no Spring passamos a utilizar o software SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental). Software desenvolvido pelo Lageop – Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Para a edição da monografia, a confecção das tabelas e do mapa temático de localização do município, foram utilizados, respectivamente, os seguintes softwares: Word 2003, Excel 2003 e o ArcGis, através do aplicativo ArcMap.

6.2. Seqüência metodológica

6.2.1. Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi um dos métodos indispensáveis para o cumprimento dos objetivos desta monografia. Isto porque, partindo do pressuposto que as imagens de satélite que foram disponibilizadas apresentam a resolução espacial de 30metros, pouco teríamos condições de visualização das feições da paisagem usando apenas as imagens orbitais. Neste sentido, o trabalho de campo serviu para que pudéssemos comparar e associar as feições contidas no terreno com as imagens.

Reconhecidas algumas feições no terreno que são facilmente visíveis nas imagens, coletamos no total de dezessete coordenadas, através do GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Garmin Etrex, para que fosse possível usar estas coordenadas como pontos de controle nas imagens no momento do registro. Nas figuras (3 a 6) é possível visualizarmos alguns exemplos de locais, onde foram registrados pontos de controles.



Figura 3 – Na parte central da imagem é possível visualizarmos parte do Aterro Sanitário do município. Localizado nas proximidades da rodovia MG 6, saída para a Sede.

Coordenadas Planas UTM: E: 0601172, N: 7809229. Ponto de Controle: 14



Figura 4 - Área de extração de argila, dentro do distrito de Justinópolis.

Coordenadas Planas UTM: E: 0602087, N: 7810189 Ponto de Controle: 15



Figura 5 - Área central da Sede – Cruzamento entre a Rua: Raimundo Nonato de Souza e a Avenida Nogueiras.
Ponto de Referência: Praça Nossa Senhora
Coordenadas Planas UTM: E: 0595670, N: 7814166 Ponto de Controle: 16



Figura 6 – Na parte central da figura é possível visualizar alguns armazéns, representando o pólo industrial de Ribeirão das Neves.
Local: Distrito Sede – Ponto de Referência: nas proximidades da rodovia MG 06.
Coordenadas Planas UTM: E: 0596875, N: 7812610. Ponto de Controle: 17

6.2.2. Processamento digital das imagens

Tendo como base a folha da carta do Plambel, definimos para o tratamento dos dados no Spring, o retângulo envolvente para as imagens orbitais.

A dimensão da área de estudo apresenta como superfície uma área de 23,210 por 17,990 quilômetros, delimitada pelas as coordenadas UTM 585450, 7804250 (canto inferior esquerdo) e 608660,7822240 (canto superior direito).

6.2.2.1. Registro e contraste das imagens

O intuito que nos levou a fazermos o registro das imagens foi que estávamos tratando com imagens que apresentam espaços temporais diferenciados.

Segundo Lopes (2002), o registro é uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha e coluna) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (aeronave ou satélite).

Fizemos primeiramente um registro via teclado da imagem de 2002, estando esta imagem registrada no Spring, modo via teclado, partimos para o registro das imagens de 1989 e 1997, no modo via tela.

Depois de processado o registro das imagens, utilizamos a técnica de realce de contraste, com o objetivo de conseguir uma melhor visualização e interpretação das feições contidas no espaço terrestre. Optamos por trabalhar com as bandas 3,4 e 5 por reconhecer que trariam um resultado satisfatório para as interpretações das classes: urbano, vegetação, água e solo exposto. Ver figura7.



Figura 7: Imagem: Landsat TM 5 – 2002

Localização dos pontos de controle, obtidos em campo. Composição colorida, nas bandas: 3(B), 4(G) e 5 (R) – BGR

6.2.2.2. Segmentação e Classificação

O próximo passo foi fazer a segmentação. Este processo nos apresenta como resultado o agrupamento de vários conjuntos de “pixels” contíguos e que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade. Segundo Lopes (2002), a divisão por regiões consiste basicamente em um processo de crescimento de regiões, de detecção de bordas ou detecção de bacias.

Para a segmentação deste trabalho, optamos pelo método de crescimento de regiões. Inicialmente este processo de segmentação rotula cada “pixel” como uma região distinta. Calcula-se um critério de similaridade para cada par de regiões adjacentes espacialmente. O critério de similaridade baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A seguir, divide-se a imagem em um conjunto de sub-imagens e então se

realiza a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido, Lopes (2002). Ver figura 8.

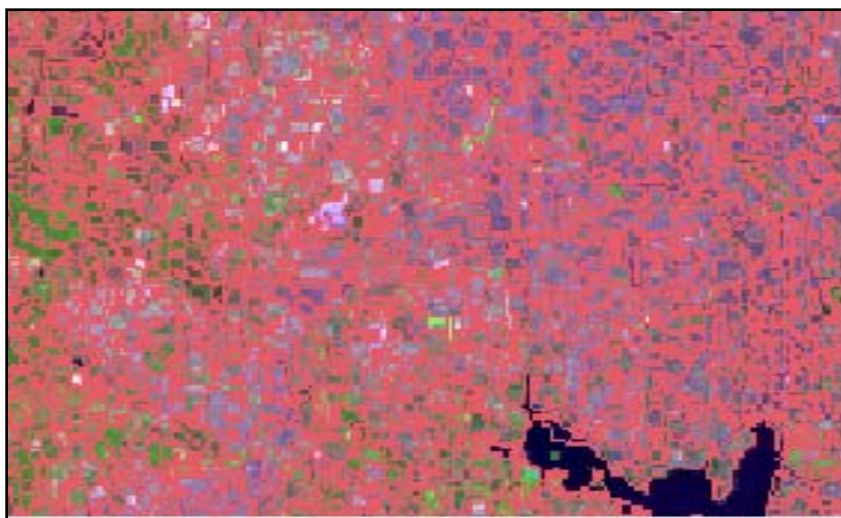


Figura 8 – Exemplo de Segmentação

Observa-se que a imagem após passar pelo processo de segmentação, apresenta vários conjuntos de “pixels” semelhantes e regiões diferenciadas. Nesta imagem, datada de 2002, utilizamos a similaridade: 10 e a Área (pixels): 20, por determinarmos, depois de vários testes que, estes seriam os valores ideais para se conseguir um bom agrupamento das classes semelhantes em todas as imagens utilizadas neste trabalho. O passo seguinte foi o processo de execução da classificação das imagens.

Para o cumprimento do processo de classificação, utilizamos dois métodos: o método Treinamento e o método Classificação. No Treinamento foram criadas as classes com suas respectivas cores temáticas e selecionadas as amostras. Onde por sua vez foram selecionadas 18 amostras de aquisição e 12 amostras de teste para cada uma das classes: vegetação (identificada pela cor verde), solo exposto (identificada pela cor amarela), água (identificada pela cor azul) e urbano (identificada pela cor roxa). Ao passo que, no final da seleção das amostras o software Spring nos deu condições de analisar o grau de desempenho médio destas amostras. Sendo:

- Para a imagem 1989 o desempenho médio foi de: 98,5%
- Na imagem 1997 obtemos um desempenho médio de: 99,1%
- E na imagem 2002 o desempenho médio foi de: 92,8%.

E em seguida o método classificação. Através do método classificação é possível extrair informações das imagens, visando reconhecer padrões e objetos homogêneos. Para tal utilizam-se programas apropriados, denominados algoritmos estatísticos. Dependendo do algoritmo utilizado, a classificação é dita supervisionada ou não-supervisionada.

A classificação dita supervisionada ocorre quando as amostras são estabelecidas em áreas da imagem cujas feições no campo são conhecidas e guiam o computador para encontrar áreas com características espectrais semelhantes. Verifica-se novamente, a importância de se fazer o trabalho de campo. Pois, para a seleção das amostras é necessário um conhecimento prévio da área de estudo.

Já na classificação não-supervisionada, o algoritmo define as classes existentes, sem interferência do analista. O algoritmo identifica as principais classes baseando-se nas características espectrais de cada pixel (SOUZA,2003).

Segundo Lopes (2002), o SPRING utiliza os classificadores conhecidos pelas siglas:

- Isoseg, análise por regiões, não-supervisionado;
- Bhattacharyya, análise por regiões, supervisionado;
- O classificador – MAXVER, análise por pixel, supervisionado;
- Mínima Distancia Euclidiana, análise por pixel, supervisionado.

Para este trabalho foi utilizado o classificador supervisionado Bhattacharyya, que considera os segmentos criados previamente pelo processo de segmentação. Após vários testes para definir o melhor limiar de aceitação decidimos pelo limiar de 99,9%, por apresentar um melhor resultado na discriminação das classes: vegetação, urbano, solo exposto e água. Sendo, as mesmas classes para as três imagens landsat: 1989, 1997 e 2002. Ver Figuras 9,10 e 11.

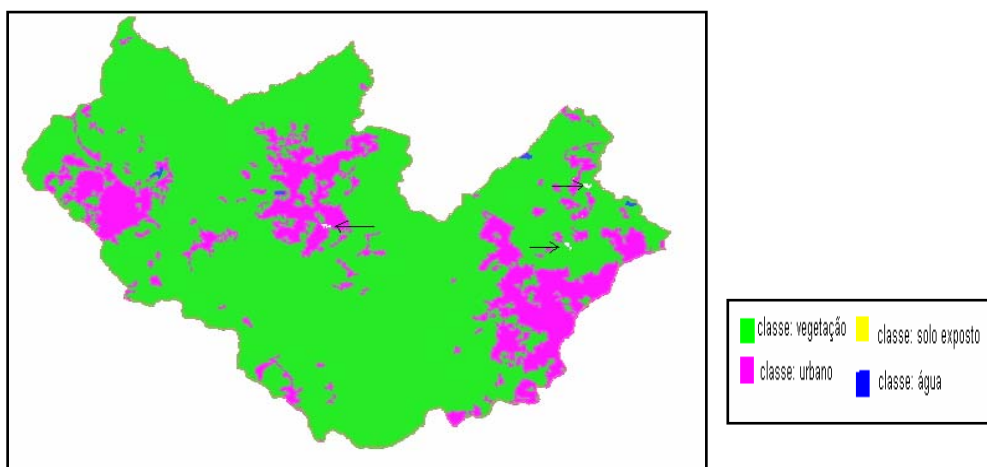


Figura9 - Classificação 1989, apresentando o recorte do limite municipal.
Nesta imagem apenas as classes: água, urbano e vegetação podem ser identificadas.

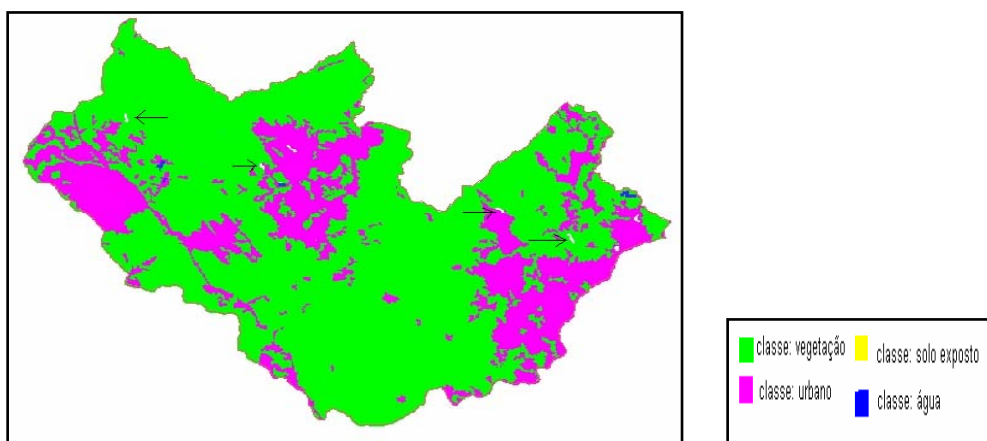


Figura 10 – Classificação 1997, apresentando o recorte do limite municipal
Nesta imagem, observa-se apenas as classes: água, urbano e vegetação.

A comparação entre as classificações 1989 e 1997 nos permite algumas conclusões. Tais como os locais de maior crescimento da área urbana, como também, a direção deste crescimento.

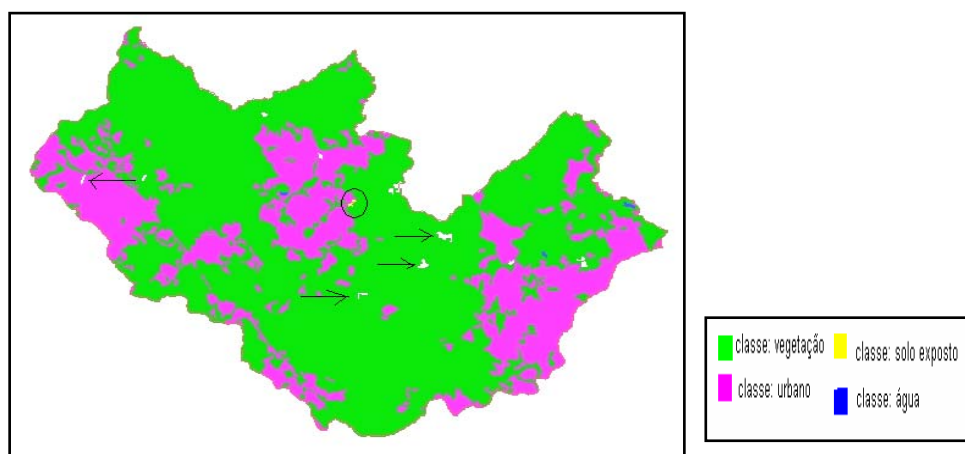


Figura 11 – Classificação 2002, apresentando o recorte do limite municipal.

Nesta imagem todas as classes podem ser visualizadas, inclusive a classe solo exposto que não apareceu na classificação de 1989 e 1997. Para uma melhor visualização da classe solo exposto, fizemos um círculo em volta do local.

Ao ser comparada as classificações: 1989, 1997 e 2002, conseguimos perceber a intensa urbanização, principalmente na direção leste do município.

Em todas as classificações indicamos com uma seta, alguns locais onde não houve a determinação de uma classe específica por parte do classificador Bhattacharyya. Estes locais aparecem na imagem com a cor branca.

Para resolver este erro foi preciso fazer a edição matricial do mapa temático gerado a partir da classificação. No método de edição matricial podemos editar as áreas em branco para uma classe específica, como também, classificar pixels para outras classes.

6.2.3. Tratamento das bases cartográficas matriciais (raster)

Realizado o processamento digital de todas as imagens no software Spring, exportamos as bases cartográficas matriciais (raster), em formato *tiff*, para o software SAGA. A conversão tornou-se necessária, devido o fato dos aplicativos do SAGA/UFRJ, apresentarem uma lógica de operação e métodos de análise ambiental em estrutura matricial.

Para o tratamento dos dados no SAGA/UFRJ foi preciso definir um novo projeto para o retângulo envolvente das imagens.

O novo retângulo envolvente passou a ter as seguintes dimensões: 586000,7805000 (canto inferior esquerdo) e 608000, 7821000 (canto superior direito), cobrindo uma superfície de 22 por 16 quilômetros. Onde também foi necessária a mudança da resolução espacial das imagens, de 30 para 25 metros. Isto porque, o módulo *CRIAR – SAGA* não aceita editar produtos de saída para o formato SAGA Raster (.RST), caso as dimensões da área de estudo apresentem coordenadas que não sejam múltiplas de 500 m.

Uma vez montados os mapas, o SAGA/UFRJ disponibiliza ferramentas para procedimentos diagnósticos e procedimentos prognósticos. Segundo Moura (2006), os procedimentos diagnósticos caracterizam-se pela análise da situação espacial vigente, enquanto os prognósticos, somando-se aos conhecimentos dos diagnósticos, permitem antever situações e construir propostas de intervenção ambiental.

Entre os procedimentos diagnósticos é possível realizar: a Monitoria Ambiental, a Planimetria e a Assinatura.

O aplicativo Monitoria Ambiental proporciona ao usuário fazer o acompanhamento de alterações ambientais de diversas naturezas. No entanto, o uso da monitoria requer alguns cuidados, tais como:

- A utilização de mapas que apresentam o mesmo georeferenciamento e que abrangem a mesma área geográfica, trabalhando-se com dois mapas de cada vez.
- A monitoria tem que ser feita para um tipo de legenda de cada vez, ou seja, um mesmo objeto de estudo. Ver Figura 12.

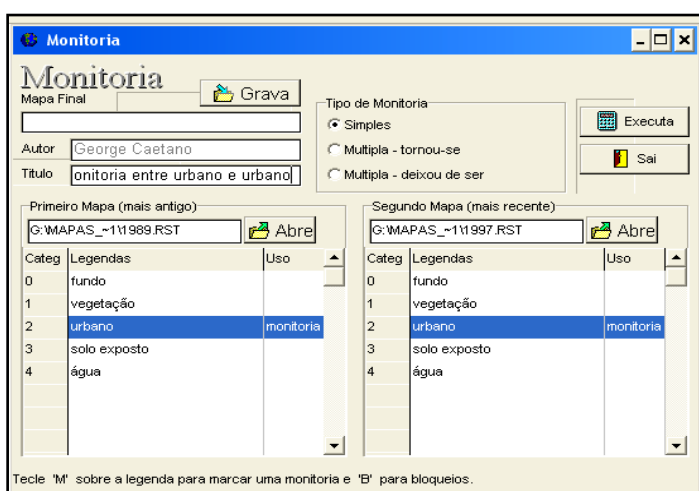


Figura12 – O uso do aplicativo Monitoria/SAGA

É possível realizar três formas de Monitoria - a Simples, a Múltipla – Deixou de ser/ Tornou-se.

A Monitoria Simples consiste em fornecer um resultado da comparação entre duas categorias de legenda, analisadas as suas ocorrências segundo quatro situações possíveis, que são:

- Deixou de ser: refere-se àquelas áreas que apresentavam a categoria monitorada no mapa mais antigo e não apresentam a mesma categoria no mapa mais recente;
- Permaneceu: refere-se às áreas que não se alteraram ao longo do tempo, permanecendo com a categoria monitorada no mapa mais recente;
- Tornou-se: refere-se às áreas que não apresentavam a categoria considerada no mapa mais antigo e passaram a apresentá-la no mapa mais recente;
- Não encontrado: representa as outras categorias que não incidem sobre a categoria monitorada, em outras palavras, áreas que não continham a categoria monitorada no mapa mais antigo e nem a contém no mapa mais recente.

Já a monitoria Múltipla – Deixou de Ser/ Tornou-se, estabelece a monitoria de alterações verificadas nas duas classes geradas pela Monitoria Simples, permitindo: indicar quais foram as categorias originais substituídas pela ocorrência da nova classe “tornou-se” e quais as categorias que substituíram no mapa mais novo, classe “deixou de ser”.

O aplicativo Assinatura possibilita ao usuário conhecer às características da área de estudo, usando diversos mapas temáticos que apresentam variáveis distintas, tais como: vegetação, solo exposto etc. O conhecimento das características da área selecionada pelo usuário se dá através de um relatório gerado por este aplicativo. Ver Figura 13 e Tabelas 3 a 6.

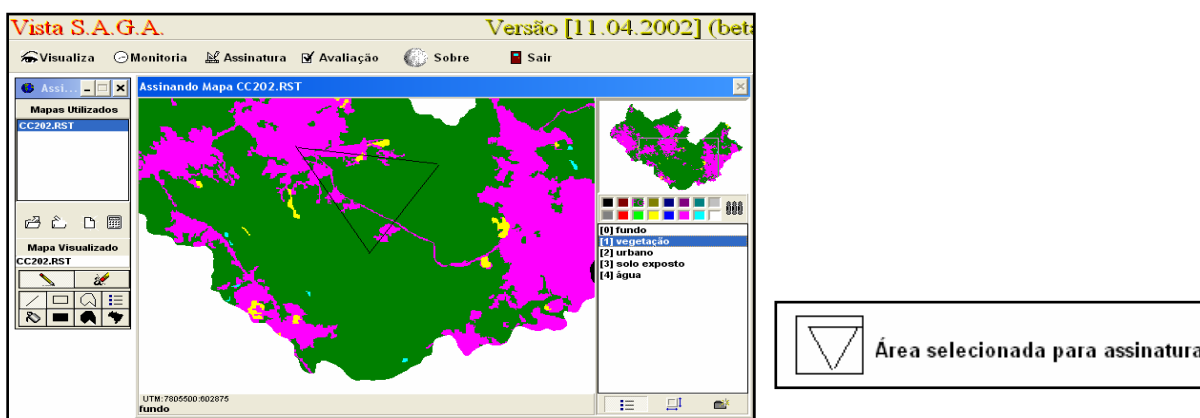


Figura 13 – Assinatura no SAGA

Na nossa área de estudo, aplicamos primeiramente a monitoria e num segundo momento, utilizamos a aplicativo Assinatura para fazer uma varredura de toda a superfície do município, buscando identificar através do relatório gerado pelo aplicativo Assinatura, as alterações em hectares, das categorias: urbano e vegetação.

7. ANALISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos nesta pesquisa aborda a questão do potencial de expansão urbana e o índice de perda da vegetação do município de Ribeirão das Neves – MG. Para isso, utilizamos como base as imagens Landsat TM 5, nas bandas 3,4 e 5 (RGB).

Após uma etapa de processamento das imagens no Spring, conseguimos como resultado os mapas temáticos de cada uma das imagens Landsat (1989, 1997 e 2002). Como pode ser observado através das Figuras 9 a 11.

Se comparássemos visualmente cada um destes mapas, já teríamos bons resultados. No entanto, como estamos trabalhando com imagens de sensoriamento remoto, precisávamos identificar o quanto houve de alteração em uma determinada classe (urbano, vegetação, solo exposto ou água) sobre uma determinada quantidade de pixels da imagem.

Neste sentido, aplicamos alguns métodos diagnósticos, através do software SAGA, para cada um dos mapas temáticos. Um dos métodos utilizado foi o aplicativo Monitoria – SAGA. Este aplicativo gera a partir da comparação de dois mapas, de anos diferentes, um mapa resultante, onde é possível identificar o quanto havia de área urbana em um determinado ano e o quanto aumentou no ano mais recente. Este método foi aplicado para os períodos: 1989 e 1997 - 1997 e 2002 – 1989 e 2002. Podendo ser comprovado nas Figuras 14 a 16.

Podemos identificar através dos mapas que a direção da expansão urbana tomou dois sentidos: um em direção a BR 040 região do bairro Veneza (lado oeste do mapa) e outra no distrito de Justinópolis. Explicando a forte influência da Capital sobre o distrito

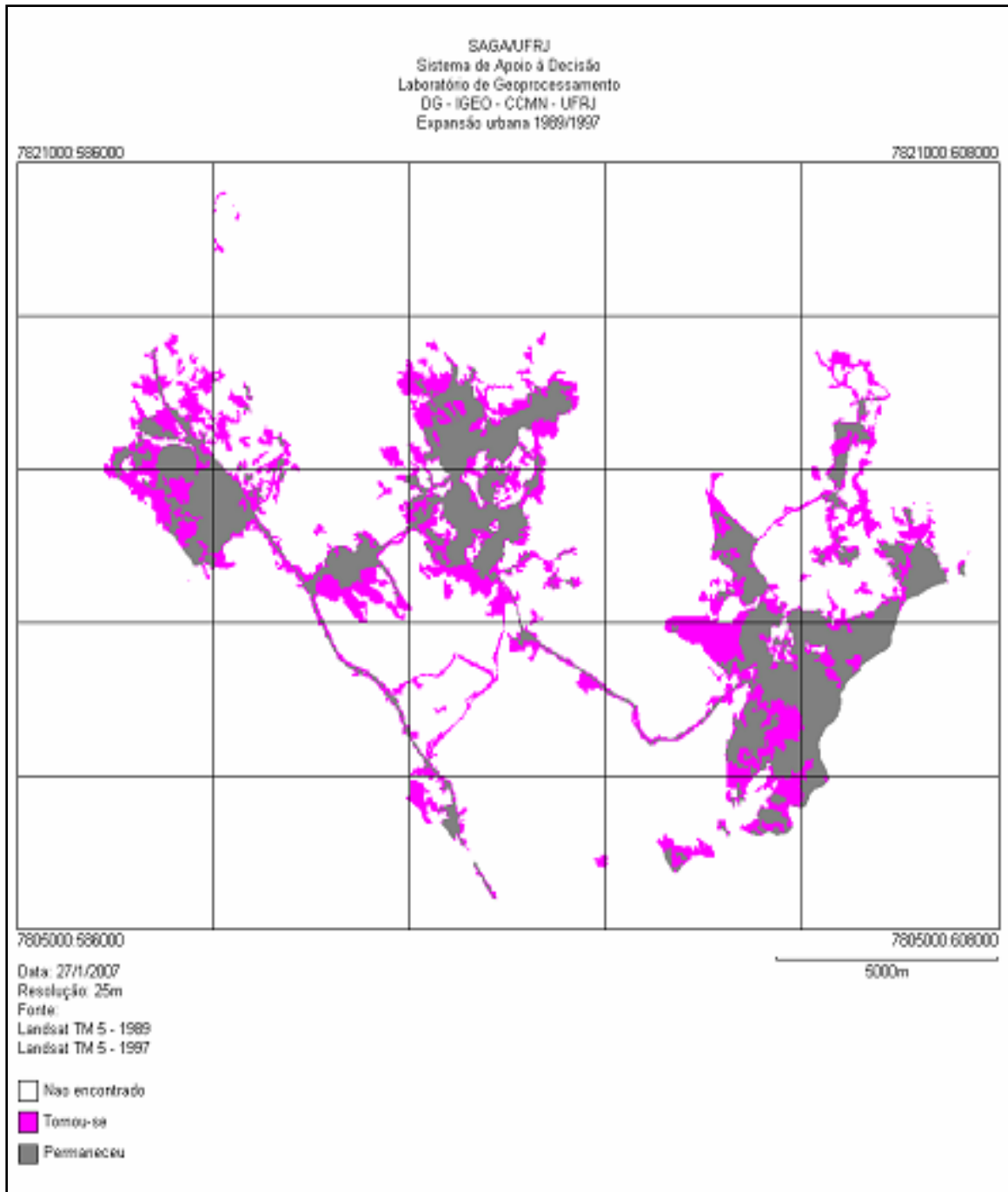


Figura 14 - Dinâmica da área urbana entre os anos de 1989 e 1997.

Este mapa é o resultado do cruzamento da classe urbana, a partir da imagem SAGA/Raster de 1989, com a imagem SAGA/ Raster de 1997. Este cruzamento de informações se deu através do aplicativo Monitoria/SAGA.

As categorias de legenda: Permaneceu e Tornou-se, fazem referência ao tamanho da área urbana no ano de 1989 e ao seu crescimento até o ano de 1997, respectivamente.

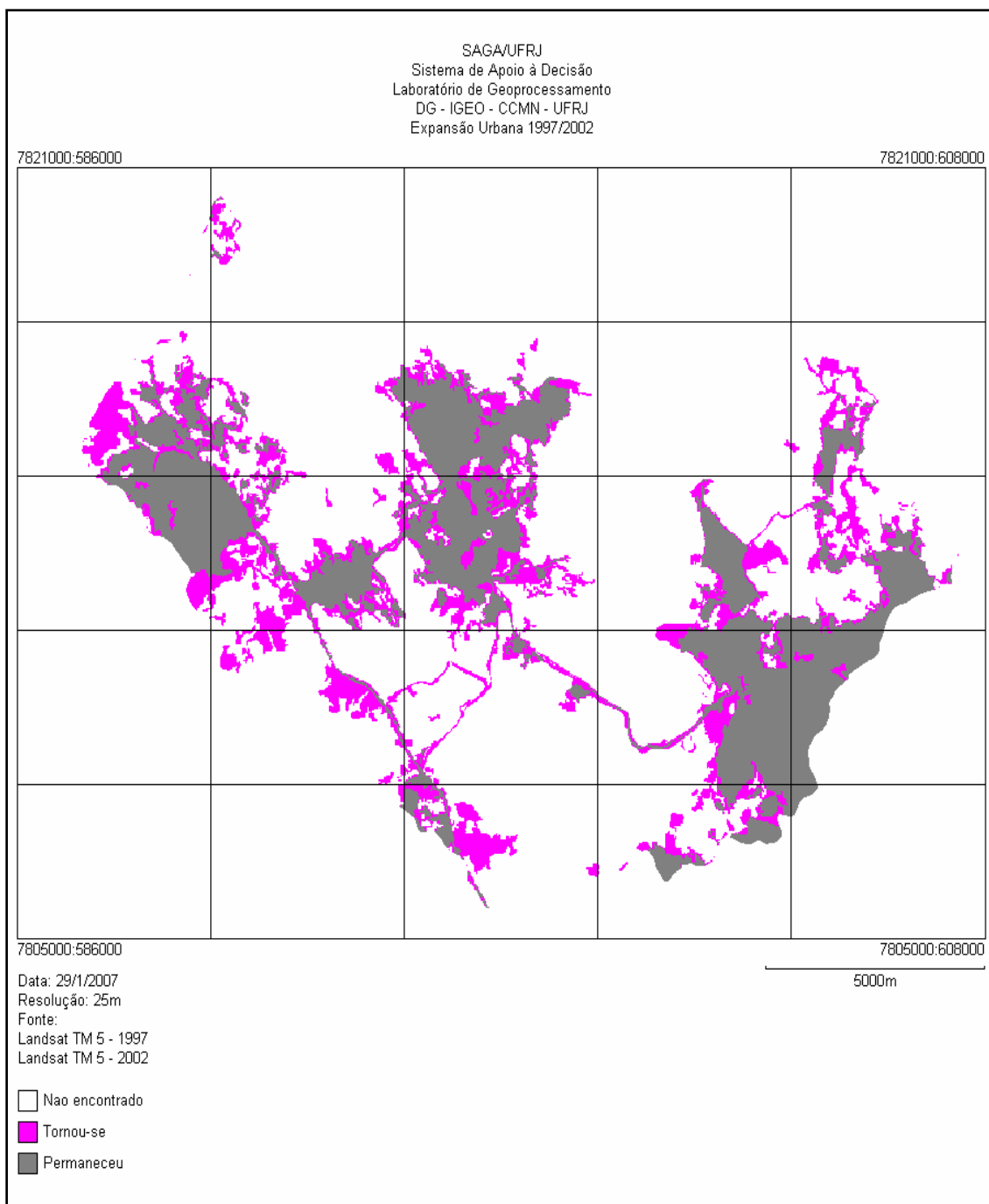


Figura 15. Dinâmica da área urbana entre os anos de 1997 e 2002

Após o cruzamento da classe urbana, a partir da imagem SAGA/Raster de 1997, com a imagem SAGA/Raster de 2002, conseguimos obter neste mapa, a mais próxima noção do tamanho do crescimento urbano dentro deste período de tempo.

As categorias de legenda: Permaneceu e Tornou-se, fazem referência ao tamanho da área urbana no ano de 1997 e ao seu crescimento até o ano de 2002, respectivamente.

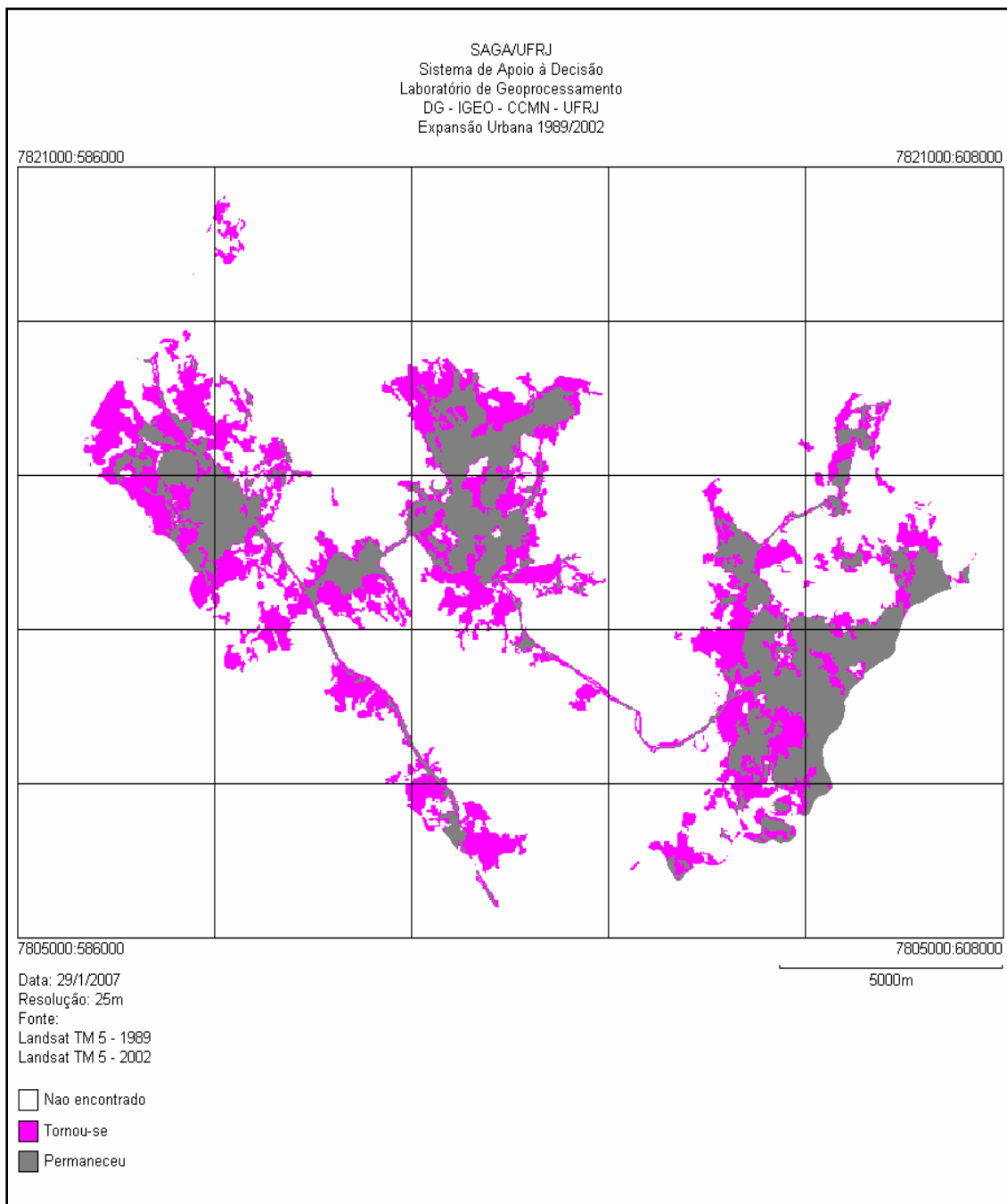


Figura 16. Dinâmica da área urbana entre os anos de 1989 e 2002

O cruzamento da classe urbana de todo o período determinado por este trabalho, 1989 a 2002 nos permite obtermos uma compreensão sobre a intensa urbanização dentro do município. Visto que, as categorias de legenda: Permaneceu e Tornou-se, fazem referência ao tamanho da área urbana no ano de 1989 e ao seu crescimento até o ano de 2002, respectivamente.

O segundo processo foi a obtenção de um relatório, no qual nos daria informações sobre a quantidade de pixels para cada uma das categorias do mapa resultante da comparação. Para isso utilizamos o aplicativo Assinatura – SAGA. Ver tabela3.

Tabela - Resultado da assinatura do mapa de comparação 1989/1997						
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)		Assinado (Ha)		% Categoria	% Área Delimitada
0 - Nao encontrado	494044	(30877,7500)	0	(0,0000)	...	....
1 - Tornou-se	34033	(2107,0625)	29188	(1824,2500)	100,0000	45,3857
2 - Permaneceu	35123	(2195,1875)	35123	(2195,1875)	100,0000	54,6143
Total	563200	(35200,0000)	64311	(4019,4375)	...	....

Tabela 3. Relatório da Assinatura 1989/1997

A partir da Assinatura das categorias: tornou-se e permaneceu, verifica-se que o crescimento urbano, dentro do período predeterminado foi de mais de 45%. Isto é, em oito anos, a cidade de Ribeirão das Neves quase dobrou a sua área urbanizada.

No entanto, percebe-se através da Assinatura do período de 1997/2002 que o crescimento urbano sofreu uma desaceleração. Ver tabela 4.

Tabela - Resultado da assinatura do mapa de comparação 1997/2002						
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)		Assinado (Ha)		% Categoria	% Área Delimitada
0 - Nao encontrado	473498	(29593,6250)	0	(0,0000)	...	....
1 - Tornou-se	35040	(2190,0000)	25391	(1586,9375)	100,0000	31,7177
2 - Permaneceu	54662	(3416,3750))	54662	(3416,3750)	100,0000	68,2823
Total	563200	(35200,0000)	80053	(5003,3125)	...	....

Tabela 4 Relatório da Assinatura 1997/2002

Nota-se que o crescimento urbano foi de 31,7%, bem menor que no período anterior. Mas, se analisarmos o relatório da Assinatura do período de 1989 a 2002 (tabela 5), compreenderemos que o crescimento urbano mais do que dobrou. Visto que mais de 47633 hectares tornaram-se urbanizados.

Resultado da assinatura do mapa de comparação 1989/2002						
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)		Assinado (Ha)		% Categoria	% Área Delimitada
0 - Nao encontrado	479373	(29960,8125)	0	(0,0000)	...	....
1 - Tornou-se	47633	(2977,0625)	43859	(2741,1875)	100,0000	54,7875
2 - Permaneceu	36194	(2262,1250)	36194	(2262,1250)	100,0000	45,2125
Total	563200	(35200,0000)	80053	(5003,3125)	...	....

Tabela 5. Relatório da Assinatura 1989/2002.

Quanto à análise da alteração da vegetação existente dentro do município, utilizamos o método Monitoria Tornou-se do SAGA, onde comparamos novamente as imagens, mas levando em consideração o quanto de área tornou-se em classe urbana. Os resultados foram os mapas que podem ser observados nas figuras: 17 a 19.

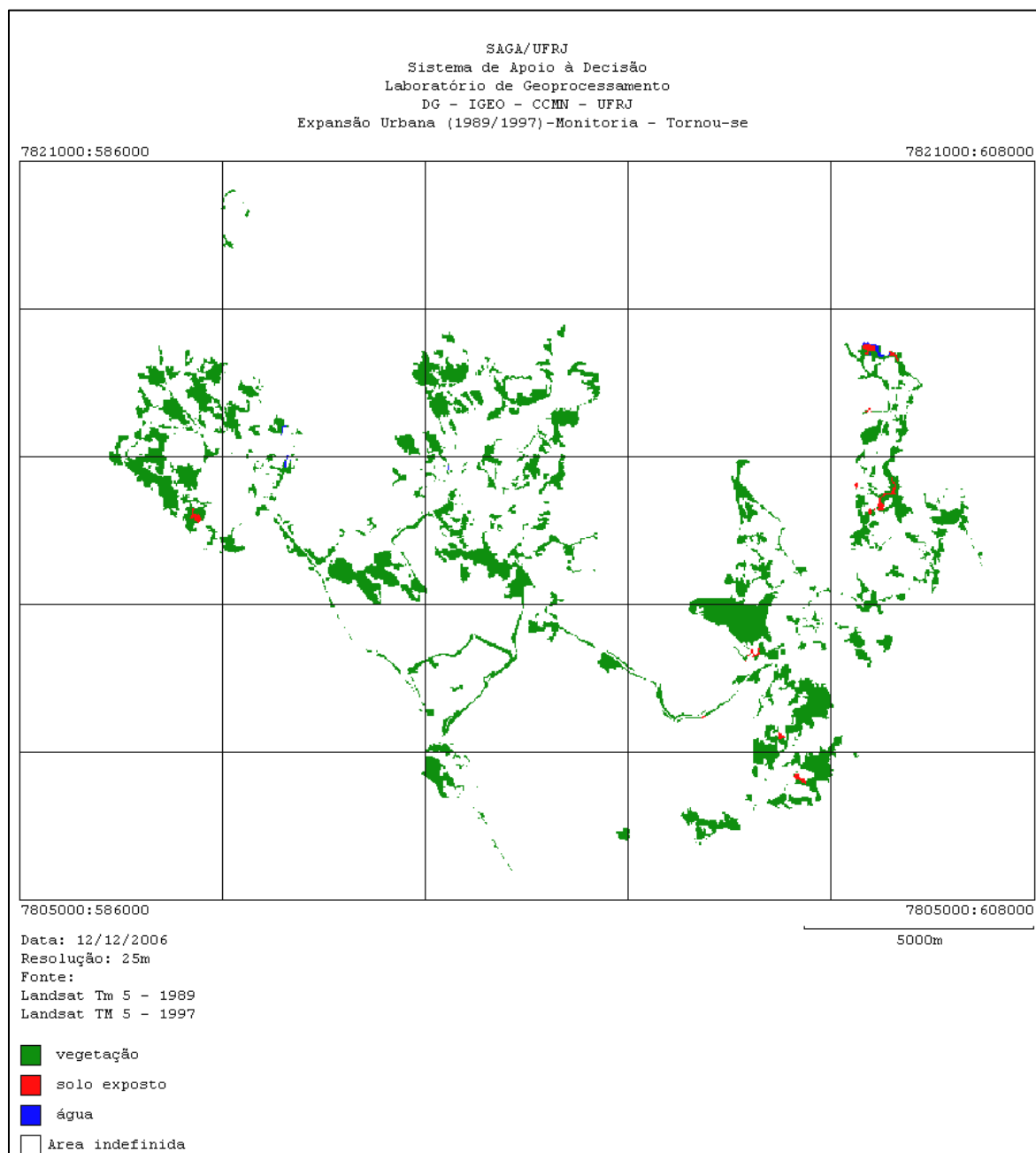


Figura 17. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1989/1997

Para obtenção deste resultado, cruzamos as informações das imagens em raster/ SAGA dos mapas de 1989 e 1997, dentro do aplicativo Monitoria/ SAGA, utilizando o método Monitoria Múltipla Tornou-se.

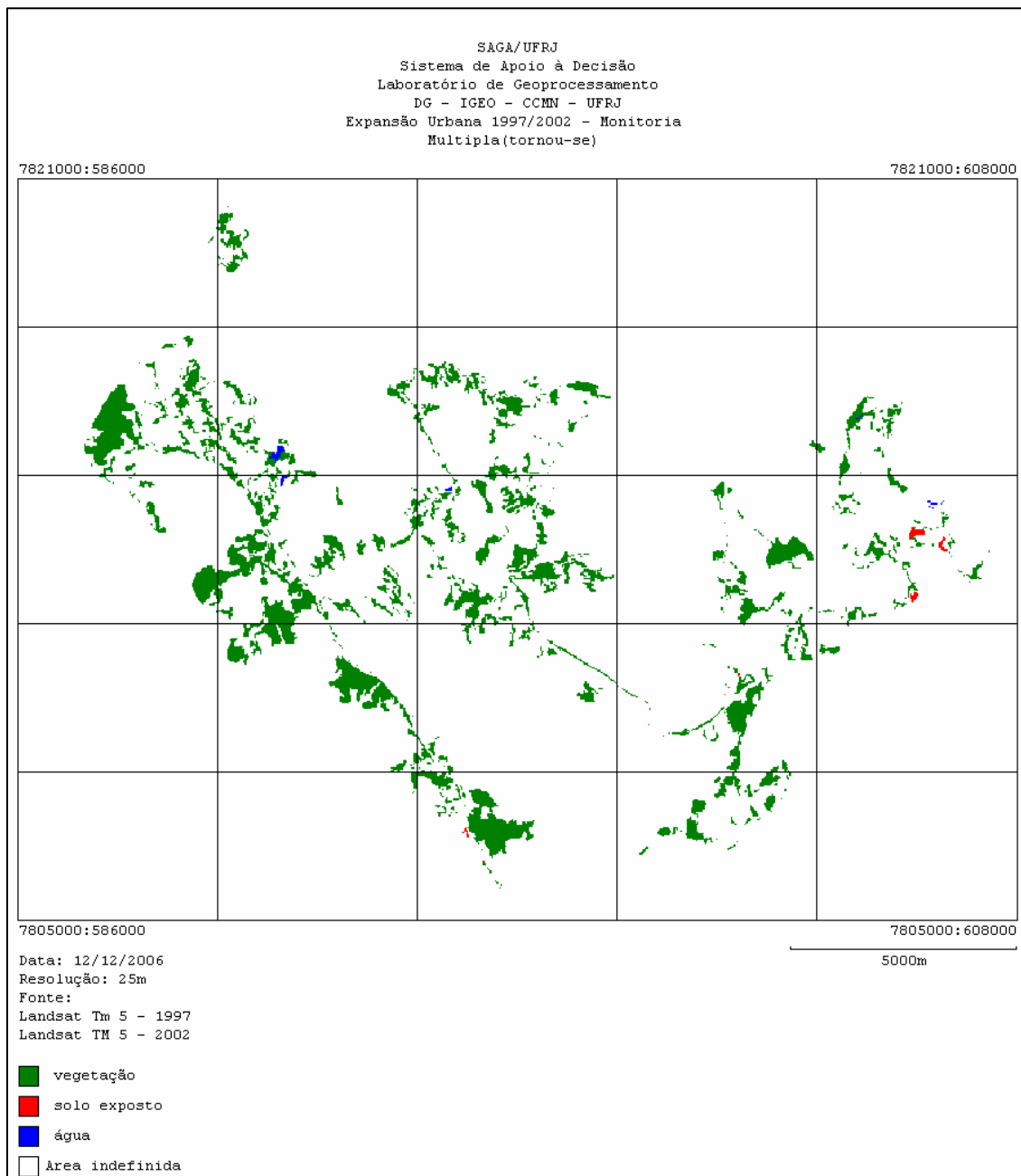


Figura 18. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1997/2002

Este mapa é fruto do cruzamento das informações das imagens em raster/ SAGA dos mapas de 1997 e 2002, dentro do aplicativo Monitoria/ SAGA, utilizando o método Monitoria Múltipla Tornou-se.

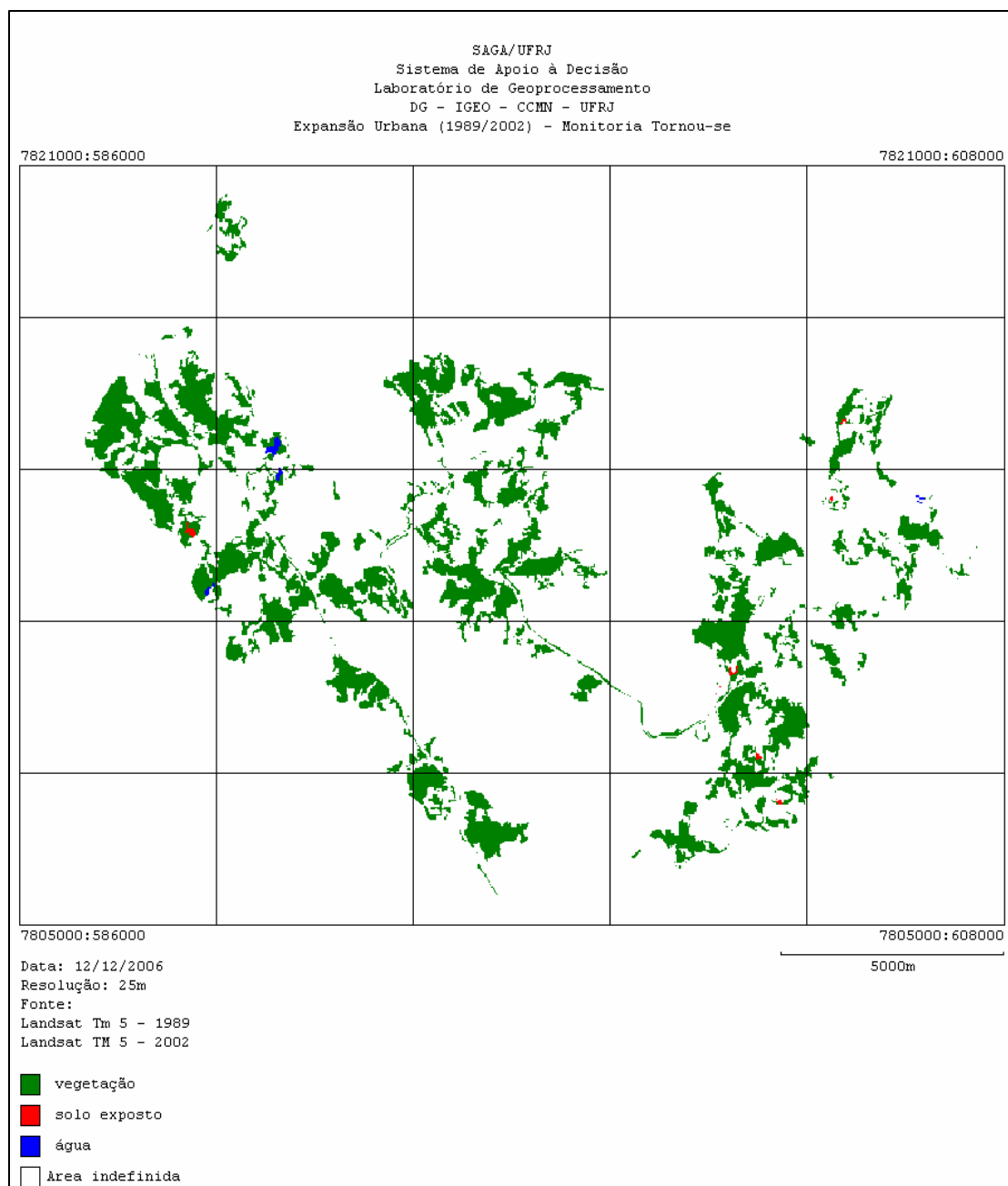


Figura 19. Mapa resultante da Monitoria Tornou-se 1989/2002

Para se conseguir este resultado, cruzamos as informações das imagens em raster/ SAGA dos mapas de 1989 e 2002, dentro do aplicativo Monitoria/ SAGA, utilizando o método Monitoria Múltipla Tornou-se.

Como já foi salientado neste trabalho, sabe-se que o método Monitoria Múltipla Tornou-se, tem como finalidade estabelecer a monitoria das alterações verificadas nas duas classes geradas pela Monitoria Simples, permitindo: indicar quais foram as categorias originais substituídas pela ocorrência da nova classe “tornou-se”. Neste trabalho, utilizamos este método, pois desejávamos reconhecer o quanto se perdeu das categorias originais:

vegetação (cor verde), solo exposto (cor vermelha) e da classe água (cor azul), para se dar lugar a categoria urbano.

Ao final do processo de cruzamento de todos os mapas e gerados assim os mapas resultantes, observamos que em todos os períodos, a categoria vegetação foi a que mais sofreu alteração. Para comprovar esta interpretação, aplicamos novamente o método Assinatura, chegando ao seguinte resultado. Ver tabela 6.

Tabela - Resultado da assinatura do mapa Monitoria Tornou-se 1989/2002.RST				
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)	Assinado (Ha)	% Categoria	% Área Delimitada
1 - Vegetação	43514 (2719,6250)	43514 (2719,6250)	100,0000	99,2134
3 - Solo exposto	150 (9,3750)	150 (9,3750)	100,0000	0,3420
4 - Água	195 (12,1875)	195 (12,1875)	100,0000	0,4446
5 - Área indefinida	519341 (32458,8125)	0 (0,0000)	...	...
Total	563200 (35200,0000)	43859 (2741,1875)	....	....

Tabela 6. Resultado da assinatura do mapa Monitoria Tornou-se 1989/2002.RST

Dentre as categorias apresentadas na tabela 6, a vegetação é que mais se destaca, totalizando mais de 99,2% de área que sofreu alteração.

Os resultados encontrados a partir do processamento digital das imagens e do diagnóstico realizado no SAGA nos dão condições de chegarmos a outros tipos de análises.

8. AVALIAÇÃO DOS SOFTWARES UTILIZADOS

Dos muitos softwares utilizados, aqueles que mais destacamos para uma avaliação foram: O Spring, o SAGA e o ArcGis.

No processamento digital das imagens orbitais decidimos trabalhar com o software Spring – versão 4.1. O Spring foi escolhido por ser um software brasileiro e que nos deu alguns resultados satisfatórios.

Tivemos algumas dificuldades na hora de se fazer a segmentação e a classificação das imagens. Isto porque, o processo de segmentação do Spring agrupa pixels que apresentam feições muito semelhantes, mas que na realidade não eram da mesma classe. Devido a isto, tivemos que fazer vários testes para conseguirmos gerar uma boa classificação das imagens.

Na análise das bases matriciais decidimos trabalhar com o software SAGA. Visto que os seus aplicativos apresentam métodos bastantes objetivos para se conseguir o diagnóstico da área de estudo. Este sistema também nos deu condições de criarmos mapas temáticos.

Das poucas dificuldades encontradas ao se trabalhar com o SAGA, destacamos a exigência do software em trabalhar com bases matriciais, diferentemente do sistema de operação do Spring.

Quanto ao ArcGis, o aplicativo ArcMap encontrado neste software, nos deu boas condições de criarmos layouts temáticos. Este sistema apresenta uma extensa lista de ferramentas que permitem ao usuário criar mapas de diferentes aspectos.

9. CONCLUSÃO

O espaço urbano sofre continuamente alterações e gera modificações sobre o meio ambiente. O índice populacional nas grandes cidades está cada vez maior e é destacada a falta de infra-estrutura para atender a população. É em virtude destes agravos que foi proposto utilizar as imagens orbitais para alcançar um resultado que nos desse um melhor entendimento destes agravos.

Avaliar alterações de uso e ocupação do solo no município de Ribeirão das Neves, só iria ser possível através de uma metodologia que nos desse condições de identificar o quanto a cidade cresceu ao longo dos anos. Nesse sentido, partindo do pressuposto que as bases disponíveis eram imagens Landsat TM 5, nos concentramos em processar estas imagens no software Spring.

O processamento digital das imagens nos deu resultados satisfatórios, mas que precisavam passar um intenso diagnóstico. Ao aplicarmos os métodos de análise do software SAGA, nos deparamos com resultados numéricos bem mais satisfatórios. Nos levando a entender que, dos anos 1989 a 1997 a cidade experimentou um dos maiores crescimentos urbanos já registrados no município.

Fato que pode ser explicado, quando a partir da investigação em referências bibliográficas e interpretando as imagens, chegamos ao entendimento de que são fatores externos que geraram a intensa urbanização. Isto porque, os maiores loteamentos dentro de Ribeirão das Neves estão localizados á limítrofes de Belo Horizonte. Compreende-se que a influência da Capital passou a ser bastante intensa a partir da década de 50 e continuou até o final da década de 90.

Relacionado com a influência da Capital temos a intensa exploração por parte dos especuladores imobiliários. Estes por sua vez, foram os responsáveis diretos pela à abertura de loteamentos sem quaisquer infra-estrutura. Conseqüentemente tem-se notado ao longo dos anos, o acelerado processo de assoreamento dos cursos d'água e o desmatamento de área verdes.

Acreditamos que utilizando a metodologia empregada neste trabalho, juntamente com o importante papel do Geoprocessamento, os órgãos públicos responsáveis pelas diferentes atividades na cidade podem planejar melhor suas ações, de acordo com as áreas que mais sofreram alterações.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOAVIAGEM, Elizabeth Marques. **Alterações de Uso e Ocupação do Solo do Município de Ribeirão das Neves entre os anos 1989 e 1996, através da Técnica de Composição Colorida Multitemporal**. Belo Horizonte, 1998. 63p. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia.

CASTELLS, Manuel. **A questão urbana**. São Paulo: Paz e Terra, 1972/ 2000.

MOURA, Ana Clara M. Tendências recentes nos estudos urbanos e o papel da cartografia temática. ARQUITETURA. Cadernos de arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.23-25, abr.1993.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. 4 ed. São Paulo: Ática, 1993.

COSTA, Aline Nogueira. ALVES, Maria da Glória. **Monitoramento da Expansão Urbana no Município de Campos dos Goytacazes – RJ, utilizando Geoprocessamento**. Campos dos Goytacazes – RJ, abr, 2005. Universidade Estadual do Norte Fluminense.

DUTRA, Luciano Vieira. **Fundamentos de Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Apostila do curso de Pós- graduação em Geoprocessamento, Belo Horizonte, p. 5-7, set. 2003

FONSECA, Geraldo. **Contagem perante a história**. Prefeitura Municipal de Contagem. 1976.

IWAI, Olga Kazuto. QUINTANILHA, José Alberto. **Utilização de Imagens como ferramenta de Auxílio ao Planejamento Urbano**. Revista de Geografia, Norte Grande, dez, n. 034. Pontifícia Universidade Católica do Chile. Santiago, Chile, ano. 2005. pp.65-82.

LOPES, Eymar S.S. **Tutorial 10 aulas Spring 4.1**. São José dos Campos: Inpe, 2002.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano/ Ana Clara Mourão Moura**. 2^a . ed. Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2005.p.43.113-168.

MOURA, Ana Clara M. **Tendências recentes nos estudos urbanos e o papel da cartografia temática**. ARQUITETURA. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 23-25.

OLIVEIRA, Isabela M.D. COSTA, Sandra M.F. **Monitoramento da Expansão Urbana, utilizando dados de Sensoriamento Remoto – Estudo de Caso**. São José dos Campos-SP, abr,2001. Universidade do Vale do Paraíba.

PLANEJAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PLAMBEL, Belo Horizonte. **Plano de Desenvolvimento Integrado de Ribeirão das Neves: Quadro físico**, Belo Horizonte, 1979. p. 5

PLANEJAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PLAMBEL, Belo Horizonte. **Plano de Desenvolvimento Integrado de Ribeirão das Neves: formação e evolução**, Belo Horizonte, 1980. p. 80

PLANEJAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PLAMBEL, Belo Horizonte. **Mercado da Terra na RMBH**, Belo Horizonte, 1987. p. 141-144.

PLANEJAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - PLAMBEL. **Plano de Desenvolvimento Integrado de Ribeirão das Neves**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte. ano.1991. p. 83-124.

RIBEIRO, C.M, MÓL, CRF. **Avaliação das mudanças climáticas em Belo Horizonte: análise dos parâmetros Temperatura e Precipitação**. In: SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE, 1985, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: ABGE, 1985.p. 67-77

SOUZA, Jorge Batista de. **Análise do uso e ocupação do solo no município de Lagoa Santa/MG, através de técnicas de sensoriamento remoto**. Belo Horizonte, 2003. p. 1-29. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia.

VIEIRA, Ieda Maria. **Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Estudo e Análise da Expansão Urbana em Ambientes Litorâneos**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, São José dos Campos –SP. Ano. 2005.p.01-06.