

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

FILIPE DE LORENZO FRAMIL

ANÁLISE DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA NO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO
SUPERVISIONADA DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT 5 TM DOS
ANOS DE 1985, 1998 E 2011.

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2013

FILIPPE DE LORENZO FRAMIL

ANÁLISE DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA NO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO
SUPERVISIONADA DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT 5 TM DOS
ANOS DE 1985, 1998 E 2011.

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: André Luiz Lopes de Faria

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2013

FILIFE DE LORENZO FRAMIL

ANÁLISE DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA NO
MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO
SUPERVISIONADA DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT 5 TM DOS
ANOS DE 1985, 1998 E 2011.

Monografia, apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em Geografia.

Michelle Milanez França

Pablo de Azevedo Rocha

Prof. André Luiz Lopes de Faria
(Orientador)

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo produzir uma análise das mudanças no uso e cobertura da terra no município de Viçosa – MG através da classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, dos anos de 1985, 1998 e 2011. As imagens de satélite dos anos supracitados foram submetidas a três etapas de processamento digital, sendo elas: pré-processamento, realce das imagens e classificação das imagens através do método de Máxima Verossimilhança (Maxver). Após a classificação das imagens observou-se que a classe que mais sofreu alteração, foi a classe Reflorestamento/Plantação, com um aumento de 107,25% no período analisado. As classes Urbanização e Vegetação/Mata/Capoeira também obtiveram um aumento significativo em suas áreas no período analisado o que demonstra que, apesar do grande crescimento populacional e da malha urbana neste período, políticas florestais de incentivo e fiscalização possibilitaram manter a vegetação primária e secundária do município em uma situação mais favorável do que na data inicial do período analisado. A classe Pastagem seguiu a tendência da microrregião de que faz parte o município de Viçosa – MG e teve um decréscimo significativo. Este decréscimo ocorreu principalmente pela gradual substituição das pastagens, em sua maioria degradadas, por reflorestamentos e ou plantações de gêneros alimentícios. Ao fim da pesquisa o método de classificação supervisionado de Máxima Verossimilhança (Maxver) em imagens de satélite Landsat 5 TM mostrou-se de grande valia para a análise das mudanças no uso e cobertura da terra.

Palavras-chave: Classificação supervisionada. Landsat 5. Maxver. Uso e cobertura da terra.

ABSTRACT

This research aims to produce an analysis of the changes in the use and occupation of land in Viçosa - MG through supervised classification of satellite images Landsat 5 TM sensor, of the years 1985, 1998 and 2011. Satellite images of the years mentioned above were subjected to three stages of digital processing, which are: preprocessing, enhancement of images and image classification by the method of Maximum Likelihood Classifier. After classification of the images showed that the class suffered the most changes, the class was Reforestation/Plantation, an increase of 107.25% in the period. Classes Urbanization and Vegetation/Forest/Secondary Vegetation also had a significant increase in their areas during the period analyzed which shows that, despite the population and the urban net growth in this period, forest policies and governmental incentive to keep the vegetation enabled primary and secondary forests in a better situation than the initial date of the analyzed period. The class Pasture, followed the trend of the region of the part Viçosa - MG and had a significant decrease. This decrease was mainly due to gradual replacement of pastures, mostly degraded, for reforestation and foodstuffs. At the end of the research method of supervised classification of Maximum Likelihood Classifier on satellite images Landsat 5 TM proved to be valuable for the analysis of changes in the use and occupation of the land.

- Key words: Supervised classification. Landsat 5. Maxver. Land use/cover change (LUCC).

Lista de ilustrações

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE VIÇOSA - MG.....	25
FIGURA 2: GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DO PIB DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG. ANO 2009. FONTE IBGE	28
FIGURA 3: COMPOSIÇÃO LANDSAT 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)	33
FIGURA 4: COMPOSIÇÃO LANDSAT 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)	33
FIGURA 5: COMPOSIÇÃO LANDSAT 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)	34
FIGURA 6: COMPOSIÇÃO LANDSAT 5 TM 3(R) 4(G) 5(B)	34
FIGURA 7: COMPOSIÇÃO LANDSAT 5 TM 3(R) 4(G) 5(B)	35
FIGURA 8: MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 1985.....	39
FIGURA 9: MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 1998.....	40
FIGURA 10: MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 2011.....	41
FIGURA 11: GRÁFICO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG, 1985.	42
FIGURA 12: GRÁFICO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG, 1998.	43
FIGURA 13: GRÁFICO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG, 2011.	44
FIGURA 14: GRÁFICO DA VARIAÇÃO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NOS ANOS DE 1985, 1998 E 2011.....	45

Lista de tabelas

TABELA 1: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SENSOR TM DO SATÉLITE LANDSAT 5.....	29
TABELA 2: TABELA DE DESEMPENHO DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA.	36
TABELA 3: TABELA DE ACEITAÇÃO DOS RESULTADOS DO ÍNDICE KAPPA. LANDIS E KOCH, 1977. (EXTRAÍDO DE CNPQ, 2012).....	36
TABELA 4: MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICAÇÃO DO ANO DE 1985	37
TABELA 5: MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICAÇÃO DO ANO DE 1998	37
TABELA 6: MATRIZ DE ERROS DE CLASSIFICAÇÃO ANO DE 2011	38
TABELA 7: CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 1985.....	42
TABELA 8: CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 1998.....	43
TABELA 9: CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG NO ANO DE 2011	44

Sumário

1.	Introdução.....	10
2.	Objetivos.....	12
2.1.	Geral.....	12
2.2.	Específicos.....	12
3.	Revisão bibliográfica.....	13
3.1.	Conceitos	13
3.1.1.	Espaço geográfico.....	13
3.1.2.	Paisagem	16
3.2.	O sensoriamento remoto	17
3.3.	Uso e cobertura da terra	19
4.	Materiais e Métodos.....	24
4.1.	Delimitação da área de estudo	24
4.1.1.	Aspectos Geográficos	24
4.1.2.	Aspectos socioeconômicos	27
4.2.	Imagens de satélite.....	29
4.3.	Processamento digital das imagens do satélite Landsat 5.....	30
4.3.1.	Pré-processamento das imagens	30
4.3.2.	Realce das imagens.....	31
4.3.3.	Classificação das imagens	31
4.4.	Definição das classes de uso e cobertura da terra.....	32
5.	Resultados e discussões.....	36
5.1.	Análise das variações por classes de uso e cobertura da terra	46
5.1.1.	Pastagem	46
5.1.2.	Mata natural	46
5.1.3.	Reflorestamento/Café	47
5.1.4.	Área urbana.....	48
5.1.5.	Água.....	48

6.	Conclusões.....	49
7.	Referências Bibliográficas.....	50
	APÊNDICE A – Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 1985.....	53
	APÊNDICE B - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 1985.....	54
	APÊNDICE C - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 1998.....	55
	APÊNDICE D - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 1998.....	56
	APÊNDICE E - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 2011.....	57
	APÊNDICE F - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 2011.....	58

1. Introdução

Em uma época onde as questões ambientais emergem como tema de destaque dentro e fora do universo acadêmico, impõe-se a necessidade da produção de pesquisas objetivando a utilização de ferramentas que possibilitem a utilização racional e o monitoramento dos recursos naturais existentes.

Sob esta ótica os mapeamentos de uso e cobertura da terra ganham importância, pois possibilitam visualizar e quantificar a distribuição dos recursos existentes em uma determinada paisagem. Além disto, o uso indevido do solo pode acarretar diversos efeitos negativos ao meio ambiente, a economia e ao bem estar da sociedade.

Os avanços científicos e tecnológicos alcançados no século XX, principalmente a partir da segunda metade deste, permitiram o desenvolvimento de aparatos tecnológicos e computacionais que possibilitaram a aquisição e manipulação de informações geográficas em uma escala nunca antes vista. A utilização destas tecnologias nos estudos de uso e cobertura da terra propiciou uma nova metodologia que torna possível o desenvolvimento de uma concepção teórica que oriente a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local. (IBGE, 2006).

Ao relacionar Geografia, Geoprocessamento e análise ambiental, Da Silva (2004) apresenta o que para ele são os princípios básicos da pesquisa geográfica. Segundo o autor a pesquisa realizada no âmbito da geografia deve seguir os seguintes princípios: Todo fenômeno é localizável; Todo fenômeno tem uma extensão espacial e temporal determinável; Todo fenômeno está em constante alteração; todo fenômeno apresenta correlações e por fim todo fenômeno tem causas (DA SILVA, 2004)

A realização de mapeamentos de uso e cobertura da terra sob uma apreensão temporal permite a percepção de tendências e processos espaciais á que o local pesquisado está sujeito, além de possibilitar o monitoramento dos recursos naturais, tais como as florestas nativas.

O município de Viçosa e em especial a região da Zona da Mata mineira já foram objeto de diversos estudos relativos ao uso e cobertura do solo. Souza, Toledo e Filho (2009) desenvolveram um estudo intitulado Uso do solo na Zona da Mata, onde produziram um importante levantamento histórico do uso e cobertura do solo na região. A apreciação deste trabalho fornece informações importantes para a compreensão do(s) processo(s) que

influenciaram na organização espacial do Município de Viçosa – MG tanto no passado quanto no presente.

A presente pesquisa pretende elaborar uma análise multitemporal das mudanças do uso e cobertura do solo no município de Viçosa – MG comparando o resultado das classificações supervisionadas das imagens de satélite Landsat 5 TM dos anos de 1985, 1998 e 2011.

A escolha deste período deu-se principalmente pelo fato de que as maiores transformações socioeconômicas do município de Viçosa tiveram seu início a partir do fim da década de 70 do século passado. (PANIAGO, 1990). Neste período, o município de Viçosa – MG passou por um grande crescimento populacional, e conseqüentemente surgiram novas demandas sociais e econômicas que direta ou indiretamente influenciaram nas mudanças ocorridas no uso e na cobertura da terra no município de Viçosa ao longo dos anos analisados.

2. Objetivos

2.1. Geral

Produzir, com o auxílio de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, órbita 217, ponto 074, referentes ao município de Viçosa-MG e técnicas de Geoprocessamento, uma análise das mudanças no uso e cobertura da terra no município de Viçosa-MG no período relativos aos anos de 1985, 1998 e 2011.

2.2. Específicos

- Realizar uma classificação supervisionada, com a utilização do algoritmo MAXVER nas imagens do satélite Landsat 5.
- Produzir mapas temáticos de uso e cobertura da terra do município de Viçosa-MG referentes aos anos de 1985, 1998 e 2011;
- Identificar as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra no município de Viçosa-MG no período compreendido entre os anos de 1985, 1998 e 2011.

3. Revisão bibliográfica

3.1. Conceitos

3.1.1. Espaço geográfico

O conceito de Espaço Geográfico passou por diversas reformulações desde a instauração da Geografia como Ciência, no último quarto do século XIX. Dentro da Geografia Tradicional, até meados da década de 1950, tal conceito não era tido como sendo um conceito-chave na análise geográfica. Neste período Hartsorne, baseado em uma visão Kantiana, define o espaço como sendo “um conjunto de pontos que tem existência em si, sendo independente de qualquer coisa. É um quadro de referencia que não deriva da experiência, sendo apenas intuitivamente utilizado na experiência.” (CORREA, 1995 p.18). Segundo esta visão o espaço é visto como um receptáculo que contém todas as coisas.

Com o surgimento da geografia teórica-quantitativa, na década de 1950, o espaço aparece em papel de destaque nos estudos geográficos de autores como Schaefer (1953), Ullman (1954), Watson (1955), entre outros. (CORREA, 1995). Segundo esta corrente do pensamento geográfico “o espaço é considerado sob duas formas que não são mutuamente excludentes. De um lado através da noção de planície isotrópica e, de outro, de sua representação matricial.”. (CORREA, 1995 p.20). No entanto esta definição de espaço mostrou-se limitada e insuficiente para uma satisfatória apreensão do conceito, já que importantes aspectos inerentes ao espaço, tais como as contradições, os agentes sociais, o tempo e as transformações estão subjugados a um segundo plano. Apesar disso, é indiscutível, segundo Correa, (1995) que ocorreram avanços quanto à operacionalidade do conceito espaço, e que, despido de alguns de seus principais pressupostos, tais como a planície isotrópica, os estudos realizados sob esta égide podem ser importantes ferramentas para obtenção de informações acerca da organização espacial.

A partir dos anos 70, do século passado, houve uma renovação epistemológica no âmbito da ciência geográfica. Neste momento houve uma aproximação dos geógrafos com as teorias marxistas, o que levou a uma nova forma de pensar a geografia. Baseados em uma teoria calcada nos moldes do materialismo histórico e na dialética, a geografia crítica buscou romper com os moldes propostos pela geografia tradicional e pela geografia teórica-quantitativa. Dentro deste novo contexto, buscava-se produzir uma geografia que pudesse

desmascarar as contradições e mazelas inerentes ao sistema capitalista de produção. Desta forma, colocava-se um fim na neutralidade científica, sugerindo um maior engajamento político e ideológico por parte dos geógrafos, além de propor uma aproximação da geografia com os movimentos sociais populares. Sob o viés da geografia crítica o espaço se torna o “locus da reprodução das relações sociais de produção, isto é, reprodução da sociedade.” (CORREA, 1995).

Sob a influência de autores desta corrente geográfica, Milton Santos (1926 – 2001) elabora, partindo da evolução do conceito de formação socioeconômico para o conceito de formação socioespacial, uma definição do espaço geográfico que pretende abarcar toda a complexidade inerente a ele. O autor propõe um conceito híbrido, baseado na noção de forma-conteúdo, não podendo ser de forma alguma ser o espaço analisado de forma separada. A presente pesquisa pretende utilizar-se do conceito espaço como proposto por Santos (1996) e a partir deste conceito realizar a análise da dinâmica das transformações ocorridas no uso e na cobertura da terra que a pesquisa se propõe.

Segundo Milton Santos (1996, p.39) “O espaço è formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá.”. Para Santos (1996) a dinâmica de (re) produção espacial se dá através das relações existentes entre o sistema de objetos e o sistema de ações. No qual, “De um lado, os sistemas de objetos condicionam a forma como se dão as ações e, de outro lado, o sistema de ações leva à criação de objetos novos ou se realiza sobre objetos preexistentes” (SANTOS, 1996, p.39).

Esta pesquisa pretende realizar uma análise multitemporal das mudanças de uso e cobertura da terra no município de Viçosa – MG. Tal análise permitirá observar a dinâmica espacial das modificações ocorridas na utilização e da cobertura da terra do município, dentro do período analisado. Uma das características fundamentais do espaço segundo Santos (1996) é o seu aspecto dinâmico, estando este sempre em processo de transformação. Ao utilizarmos tal conceito, devemos estar cientes das dificuldades e limitações que este impõe ao ser trabalhado com o auxílio das geotecnologias.

Observa-se que a maioria dos trabalhos produzidos com o auxílio de geotecnologias têm se utilizado de conceitos advindos da chamada Nova Geografia, onde os modelos matemáticos, estatísticos e computacionais são utilizados para representar o espaço e suas categorias de análise. Sob o viés desta corrente de pensamento geográfico o espaço é “considerado sob duas formas que não são mutuamente excludentes. De um lado através da noção de planície isotrópica e, de outro, de sua representação matricial.” (CORREA, 1995).

No entanto, nos dias atuais, esta visão mostra-se limitada para a compreensão do espaço geográfico.

Melgaço (1999) enfatiza a dificuldade de transpor o conceito de espaço, como proposto por Santos, (1996), para o ambiente computacional, pois para este autor, não é possível, ainda, reproduzir de forma satisfatória os sistemas de objetos e principalmente os sistemas de ações. Dias e Batista (2008) ressaltam a existência de dimensões subliminares que compõem as dinâmicas ambientais, tais como a imprevisibilidade da ação humana no meio, o que dificulta a representação computacional do espaço em sua totalidade.

Câmara, Monteiro e Medeiros, (2000) destacam que o conceito de espaço proposto por Santos (1996), no qual o define como sendo formado por sistemas de objetos e sistemas de ações possui limitações representacionais na área de Geoprocessamento. Tal limitação acontece segundo Câmara, Monteiro e Medeiros, (2000) pelo fato de ser “essencialmente infactível capturar, num ambiente de geoinformação, todas as dimensões do conceito como ‘sistemas de objetos e sistemas de ações’”. Castillo, (2009) afirma que os produtos do sensoriamento remoto, tais como as imagens de satélite, são capazes de “somente apreender parcialmente ou matematicamente a paisagem.” Desta forma, assim como Santos, (1996), Castillo (2009) destaca o fato de que a paisagem é apenas uma materialidade congelada e parcial do espaço geográfico e que, portanto não deve de forma alguma ser confundido com o espaço geográfico, pois desta forma estaríamos reduzindo o espaço geográfico à sua dimensão material, retirando desta forma a noção de totalidade inerente ao conceito. Apesar da dificuldade de se representar as dinâmicas espaciais no ambiente computacional, Castillo (2009) destaca que uma abordagem multitemporal seria uma forma de apreender, de forma limitada, as dinâmicas espaciais ocorridas no âmbito da paisagem.

No entanto Câmara, Monteiro e Medeiros, (2000) afirmam que o conceito de Espaço geográfico proposto por Santos (1996) ao enfatizar os aspectos do processo de (re)produção espacial em detrimento dos aspectos estáticos, característicos das representações computacionais atuais, trouxe, além de desafios, uma grande contribuição para o desenvolvimento de uma nova geração de Sistemas de Informações geográficas que possa abarcar o espaço em sua concepção mais complexa como a proposta por Santos (1996). Câmara, Monteiro e Medeiros, (2000), dentro desta concepção, orienta na direção de uma análise voltada aos processos e transformações ocorridas no espaço direcionando a ênfase para os processos socioespaciais que acompanham tais transformações.

3.1.2. Paisagem

O conceito paisagem possui uma grande variedade de definições dentro da ciência geográfica. Tais definições vão desde visões organicistas, de cunho descritivo naturalista, comuns no final do século XIX e início do século XX, perpassando por definições de cunho funcionalista e cultural a partir dos anos 60 do século XX (SCHIER, 2003).

No início do século XX o conceito de Paisagem proposto pelo norte-americano Carl O. Sauer (1889 – 1975) partia da premissa da existência de uma paisagem natural e uma paisagem cultural.

Segundo Sauer, (1998):

Não podemos formar uma ideia de paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas ao espaço. Ela está em um processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição. Assim, no sentido corológico, a alteração da área modificada pelo homem e sua apropriação para o seu uso são de importância fundamental. A área anterior à atividade humana é representada por um conjunto de fatos morfológicos. As formas que o homem introduziu são um outro conjunto.

Bertrand (1971) afirma que “estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método”. Para este autor a paisagem é vista de forma sistêmica sendo definida assim:

[...] a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Milton Santos (1996) previne para a necessidade epistemológica de distinguir o conceito de Espaço do conceito de Paisagem, pois segundo tal autor, estes não são sinônimos. A Paisagem para este autor é definida como um “conjunto de formas que num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza.” (SANTOS 1996, p.103). O Espaço não pode ser reduzido apenas ao material, ou seja, aos objetos que possuem diferentes temporalidades e que, no entanto coexistem no momento atual. O Espaço para este autor vai além da materialidade dos objetos e agrega o fator humano e suas complexas relações materiais e sociais com o meio. Segundo Santos (1996) a materialidade em si, ou seja, os objetos, criados pelo homem ou naturais, não

participam da dialética inerente aos fenômenos sócio-espaciais, ou seja, não existe, segundo Santos (1996, p.109), dialética entre sociedade e paisagem, já que a paisagem é constituída essencialmente pela materialidade. Portanto para este autor:

[...] a contradição principal é entre sociedade e espaço, entre um presente invasor e ubíquo que nunca se realiza completamente, e um presente localizado, que também é passado objetivado nas formas sociais e nas formas geográficas encontradas.

Esta pesquisa não pretende se ater a uma única visão do conceito de paisagem, pois entendemos que a paisagem não deve ser analisada de forma fragmentada, mas sim sob a ótica da interação dialética da sociedade com o meio em que ela está inserida, tanto nos aspectos físicos quanto nos aspectos bióticos e culturais.

3.2. O sensoriamento remoto

Rosa (2006) define o sensoriamento remoto como sendo “a forma de obter informações de um objeto, ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo.” (ROSA, 2006. P.83). Segundo Fitz (2008) o sensoriamento remoto é “a técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distancia, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre.” (FITZ, 2008. P.97). Steffen, Moraes e Gama, (1996) definem o sensoriamento remoto como sendo “o conjunto das técnicas relacionadas com a aquisição e análise de dados de sensores remotos”.

Em relação aos sensores, Fitz (2008) os define como:

[...] Dispositivos capazes de captar a energia refletida ou emitida por uma superfície qualquer e registrá-la na forma de dados digitais diversos. Estes por sua vez, são passíveis de ser armazenados, manipulados e analisados por softwares específicos.

Fitz (2008) destaca que para a aquisição das informações pelos sensores, se faz necessária a presença de três elementos básicos, sendo eles: fonte/energia radiante, objeto de visada e sistema de imageamento óptico e detector (FITZ, 2008 p.98).

Os sistemas sensores podem ser classificados em diferentes categorias, segundo a resolução espacial, a fonte de radiação e segundo o sistema de registro (ROSA, 2005 p.83).

Quanto à resolução espacial existem os sensores do tipo imageadores e não-imageadores. Fitz (2008) define os sensores imageadores como sendo aqueles sensores que traduzem as informações coletadas na forma de uma imagem, semelhante a uma fotografia. Já

os sistemas não-imageadores expressam os dados coletados sob a forma de gráficos e dados digitais de diferentes tipos (FITZ, 2008 p.98).

No que tange a classificação dos sensores quanto à fonte de radiação, os sensores podem ser passivos ou ativos. Os sensores ativos são definidos como sendo aqueles que possuem uma fonte de energia própria, ou seja, os próprios sensores emitem certa quantidade de energia em direção aos alvos para depois captar sua reflexão. (FITZ, 2008). Os radares são um bom exemplo de sensor remoto ativo. Os sensores passivos, como os utilizados nos satélites orbitais, são aqueles que não possuem energia própria, ou seja, estes sensores necessitam de uma fonte externa de energia (energia solar) que reflita no alvo para ser então receptada pelo sensor (FITZ, 2008).

Os produtos gerados a partir do sensoriamento remoto possuem cinco tipos diferentes de resolução. Tais resoluções são determinadas pelo tipo de sensor em questão e suas características. As imagens geradas por diferentes sensores remotos se diferem pelas suas resoluções espacial, temporal, radiométrica, espectral e digital.

Segundo Castillo (2009):

A diversidade de plataformas e sensores, dotados das mais variadas resoluções espaciais, temporais e espectrais, juntamente com o acelerado desenvolvimento técnico dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) contribuem de maneira inequívoca para um grande avanço instrumental para a Geografia (e também para outras ciências) e, portanto, para a produção do conhecimento geográfico como um todo.

Câmara, Davis e Monteiro (2001) destacam o esforço realizado pelo professor Jorge Xavier da Silva, na década de 1980, no desenvolvimento e divulgação do Geoprocessamento no Brasil. Tal esforço resultou na vinda, em 1982, de um dos criadores do primeiro SIG, o Canadian Geographical Information System, o que propiciou um maior interesse por parte dos pesquisadores brasileiros a respeito do tema. Além disso, o professor Jorge Xavier da Silva participou com destaque na criação do programa gratuito SAGA (Sistema de Análise Geo-Ambiental) pela UFRJ, lançado em 1983.

Desde então o que se observou, foi um crescente interesse de diversas instituições de ensino e pesquisa na utilização dos produtos do sensoriamento remoto como ferramenta de análise espacial. Apesar de não satisfazer completamente as expectativas, hoje em dia observa-se na maioria dos cursos superiores de geografia, a existência de disciplinas

relacionadas à utilização e interpretação dos produtos gerados a partir das técnicas do sensoriamento remoto.

Novo (1988) destaca que os produtos do sensoriamento remoto fornecem apenas informações sobre a cobertura do terreno, sendo assim não podem ser utilizados como única fonte de informações para a produção de um mapeamento do uso e cobertura da terra. Desta forma, para a elaboração de um mapeamento de uso e cobertura da terra torna-se imprescindível a aquisição de informações a respeito da área a ser mapeada. Tais informações devem ser obtidas através de exaustiva revisão bibliográfica e visitas ao campo. O IBGE (2006) seguindo esta linha de raciocínio aponta que as imagens geradas pelos sensores remotos não são capazes, por si só, de gerar todas as informações necessárias para um mapeamento do uso e cobertura da terra. Segundo o IBGE (2006), as imagens geradas a partir do sensoriamento remoto:

[...] podem ser correlacionados com a cobertura da terra e usados para mapear o tema. Entretanto, como o sensor remoto não registra a atividade diretamente, mas características da superfície da terra que retratam o revestimento do solo, as atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura precisam ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno.

A utilização de imagens de satélite em pesquisas que buscam analisar as transformações no uso e cobertura da terra tem se mostrado de grande importância para a realização de tais trabalhos. Florenzano (2002) destaca que o uso de imagens de satélites permite uma análise multitemporal de grandes porções do território, possibilitando uma visão integrada e sinóptica da área de estudo.

3.3. Uso e cobertura da terra

A Geografia tem como um dos principais objetivos a análise das interações humanas com a superfície terrestre. Sendo assim muitos geógrafos tiveram a preocupação de representar de forma confiável a organização espacial das diferentes formas de interação do homem com o meio, ou seja, representar a distribuição espacial da materialidade das ações humanas. Tal representação pode ser feita através de mapas ou sob a forma de dados tabulares (LUCHIARI, 2006, p.145).

No campo da ciência geográfica, Luchiari (2006) destaca o geógrafo Sauer (1919) como sendo o pioneiro nos estudos relativos ao mapeamento das ações do homem sobre a

Terra, em uma época em que a Geografia, recentemente reconhecida como ciência, começava a realizar os seus primeiros inventários. Segundo Luchiari (2006, p.145), Sauer (1919) propunha uma análise baseada na caracterização dos modos de uso da terra e dos relativos graus de utilização desta. A análise proposta por Sauer (1919) centrava a sua atenção aos aspectos econômicos relativos à distribuição espacial dos diferentes usos da terra.

A partir de 1930, através do mapeamento do uso e cobertura do solo realizado na Grã Bretanha, tal procedimento ganhou maior visibilidade, devido ao grande número de pessoas envolvidas e pela grandeza do projeto. Mais tarde, no ano de 1949, foi lançada no congresso internacional de geografia, em Lisboa, a proposta para um mapeamento em escala mundial do uso e cobertura do solo. A partir daí, foi criada uma comissão para a realização de um inventário em que constasse o uso e cobertura do solo em todas as partes do mundo. Segundo esta comissão os mapas deveriam ser produzidos na escala de 1:1.000.000. , com destaque para os países em desenvolvimento. (LUCHIARI, 2006). A principal contribuição da comissão foi a elaboração dos esquemas de categorias de uso e cobertura do solo que são, ainda hoje, a base de muitas classificações atuais. Deve-se ressaltar que neste período a maioria dos mapeamentos de uso e cobertura do solo era realizada com o auxílio de fotografias aéreas, na qual através da interpretação das imagens somada aos trabalhos de campo eram feitos os mapas de uso e cobertura do solo.

No Brasil, os primeiros mapeamentos de uso e cobertura da terra foram feitos no final dos anos trinta, do século passado. Tais mapeamentos tinham como objetivos principais fornecer informações sobre as áreas de colonização no sul do país e também de áreas distantes, como a Amazônia que estavam sujeitas a um processo de povoamento (IBGE, 2006). A partir dos anos 50 até o fim dos anos 60, houve um novo direcionamento na elaboração de mapas de uso e cobertura da terra, com ênfase nos padrões espaciais. Neste momento, buscava-se analisar os padrões espaciais sob o viés da produção, espacializando e classificando as estruturas produtivas (IBGE, 2006). Autores como Ceron e Diniz (1966), Gerardi (1972) e Sanchez (1972), desenvolveram em Rio Claro – SP, na atual UNESP, pesquisas pioneiras sobre o uso de fotografias aéreas nos mapeamentos de uso e cobertura da terra no Brasil. Como consequência, a Faculdade de Filosofia, Ciências e letras de Rio Claro – SP (atual UNESP) foi pioneira na implantação de uma disciplina específica voltada para a interpretação de fotografias aéreas no curso de Geografia (LUCHIARI, 2006, p.148).

Nos anos 70, do século XX, houve uma revolução na aquisição de informações geográficas. O lançamento, em 1972, do programa de satélites denominado ERTS (Earth Resources Technology Satellites) iniciou, como destaca Luchiari (2006), a produção de

imagens multiespectrais com o intuito de realizar os mais diversos levantamentos de recursos terrestres, incluindo o uso e cobertura da terra. Florenzano (2002) destaca que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE desde 1973 tem acesso a tais imagens multiespectrais produzidas pelo system ERTS (atual Landsat) e desenvolve pesquisas com a utilização destas imagens para os estudos de fenômenos ambientais.

Em 1978 aconteceu o I Simpósio de Sensoriamento Remoto onde foram divulgados os primeiros resultados de tais pesquisas desenvolvidas pelo INPE. Neste período os pesquisadores buscavam analisar as potencialidades das imagens multiespectrais em estudos referentes a temas da geografia. (LUCHIARI, 2006, p.149). Neste período, década de 70, se deu início aos estudos das formas e das dinâmicas de uso da terra, observando desta forma as alterações nas paisagens e nas dinâmicas sociais ocorridas dentro de determinados períodos (IBGE, 2006).

Nos anos 80, do século XX, Novo (1988) destaca a participação de profissionais de diversas áreas, principalmente a Agrônômica, nas pesquisas ligadas ao uso e cobertura da terra, com a utilização de imagens geradas por sensores multiespectrais remotos. Neste período, em relação a estudos relativos ao uso e cobertura da terra, destacaram-se os trabalhos realizados por autores como Pereira, Kurkdjian e Sampaio (1987), Foresti (1987), Pompéia e Foresti (1987), Faria et al. (1987) e Covre (1987). (LUCHIARI, 2006, p. 150).

O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em seu Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006) destaca a importância dos mapeamentos de uso e cobertura da terra como sendo uma importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão. Segundo o IBGE (2006), o mapeamento do uso e da cobertura da terra:

[...] Indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada através de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando a sua classificação e espacialização através de cartas.

Para a elaboração de um mapeamento de uso e cobertura da terra, o IBGE (2006), em seu manual do uso da terra, orienta para uma análise voltada aos recursos da terra com preocupações socioeconômicas e ambientais. Sendo assim se faz necessário que se definam os conceitos de uso da terra e cobertura da terra.

Segundo Heymann (1994) apud IBGE (2006) “o uso da terra está relacionado à função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica.” (HEYMANN, 1994). Para Bie; Leeuwen; Zuidema, 1996 apud IBGE (2006) o uso do solo é

“uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra”

A cobertura da terra é definida, segundo Bie; Leeuwen; Zuidema, 1996 apud IBGE (2006) como sendo “os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra.” (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996).

Apesar dos avanços obtidos na aquisição de informações geográficas, através da aquisição de imagens multiespectrais advindas de sensores remotos, Luchiari (2006) orienta que para a realização de mapeamentos de uso e cobertura da terra, é necessário que o pesquisador faça, também, trabalhos de coleta de informações no campo, pois segundo tal autor:

[...] o trabalho e a coleta de dados em campo ainda é um procedimento fundamental das etapas de mapeamento de uso e cobertura da terra. Os trabalhos executados em campo fornecem aquelas informações que não podem ser obtidas por meio da análise da imagem, constituindo no diferencial do resultado final do mapeamento.

Estudos relacionados às mudanças no uso e na cobertura da terra têm sido utilizados como ferramentas de gestão territorial, principalmente no que diz respeito à manutenção dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, tornando-se atualmente um importante instrumento de tomada de decisão. IBGE (2006).

Diversos autores desenvolveram estudos relacionados às mudanças no uso e na cobertura da terra. Fidalgo et al (2002) destaca a importância do mapeamento do uso e da cobertura vegetal como sendo de grande importância no desenvolvimento de uma política territorial que vise a sustentabilidade ambiental.

Dias e Batista (2008), enfatizam a importância de se monitorar as intervenções humanas no meio físico, desta forma, torna-se mais eficiente o processo de fiscalização e acompanhamento do uso dos recursos naturais. Sreenivasulu (2010) afirma que as alterações no uso e na cobertura do solo podem exercer influências no regime hidrológico, na redução de áreas agricultáveis, no aumento de processos erosivos entre outros. É seguindo esta orientação que esta pesquisa pretende analisar as principais alterações no uso e na cobertura da terra do município de Viçosa-MG, para que os processos de transformação da paisagem, ocorridos entre os anos de 1985, 1998 e 2011, possam ser observados e analisados sob a ótica da manutenção sustentável dos recursos naturais.

Faria, A et al, (2009) destaca a necessidade de se acompanhar as mudanças no uso e cobertura da terra, afirmando que alterações em tal uso podem causar impactos socioeconômicos nas localidades. A partir de uma imagem de satélite Aster, Faria et al (2009) produziu um mapa de uso e cobertura do município de Viçosa-MG no qual a categoria pastagem degradada correspondia a 35% da área do município. Os autores alertam para o problema da degradação ambiental no município, já que uma das principais atividades econômicas do município no meio rural é a pecuária leiteira. (FARIA et al, 2009 p.73).

Da Silva (2004) no livro Geoprocessamento para análise ambiental afirma que os problemas ambientais possuem uma localização e uma dinâmica. A produção de análises multitemporais permite, segundo o autor, observar as dinâmicas espaciais das transformações ambientais ocorridas em uma determinada localidade, permitindo, em certa medida a predição da evolução do fenômeno e suas consequências ambientais. (DA SILVA, 2004).

4. Materiais e Métodos

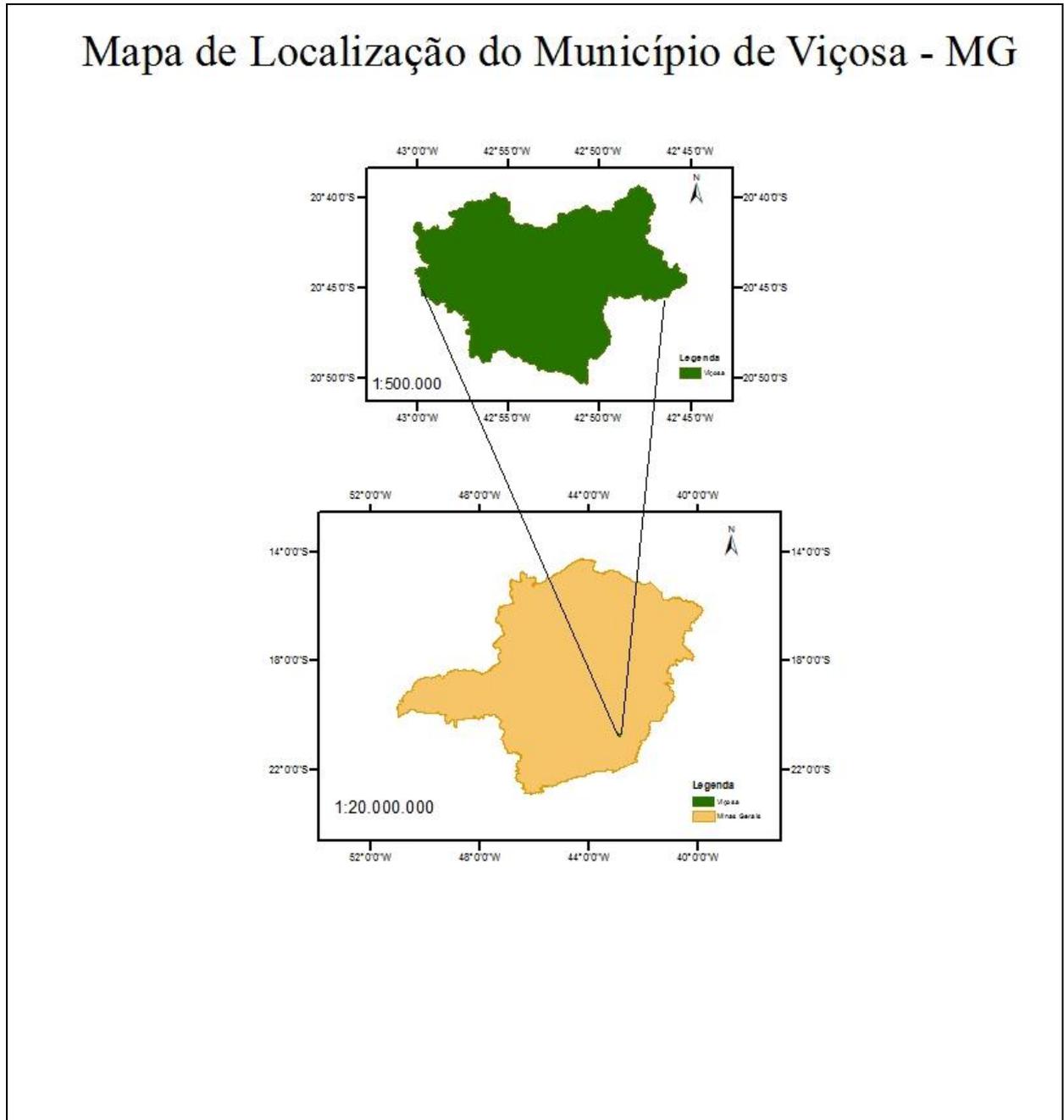
4.1. Delimitação da área de estudo

4.1.1. Aspectos Geográficos

O Município de Viçosa está localizado ao norte da Zona da Mata de Minas Gerais, a 229 km de Belo Horizonte. Situado entre as latitudes de 20° 60' S a 20° 90' S e, entre as longitudes de 43° 10' W a 42° 90' W, a uma altitude média de 650 metros, o município abrange uma área de 300,2 km². Como pode ser observado na figura 1, além da sede, o município possui mais três distritos, sendo eles: Cachoeira de Santa Cruz, São José do Triunfo e Silvestre (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2012).

O município faz fronteira ao Norte com os municípios de Teixeiras e Guaraciaba, ao Sul com os municípios de Paula Cândido e Coimbra, Cajuri e São Miguel do Anta a Leste e a oeste faz fronteira com o município de Porto Firme (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2012).

Figura 1: Mapa de Localização de Viçosa - MG



Viçosa-MG está inserida no domínio morfoclimático Mares de Morros. Sua cobertura vegetal é composta predominante por pastagens e cultivos, além de fragmentos florestais formados por floresta estacional semidecidual (SILVA, 2002). Segundo o inventário florestal de Minas Gerais, disponibilizado na internet pelo governo de Minas Gerais, o município de Viçosa possui em sua cobertura vegetal além de floresta estacional semidecidual Montana, alguns fragmentos de cultivo de eucalipto. (SCOLFORO, MELLO, 2006).

Localizada sobre uma formação gnáissica do período Pré-Cambriano, o município de Viçosa possui um relevo fortemente ondulado, no qual predominam cadeias de montanha íngremes e vales estreitos (SILVA et al, 2010). Este relevo possui como característica a ocorrência de diversos processos erosivos, principalmente a formação de ravinas anfiteátricas e voçorocas, sendo comum a presença, nas encostas, de marcas ocasionadas por deslizamento de solo. (FARIA, 2009).

A cidade possui, segundo a classificação de Köppen, clima tropical de altitude (Cwb), com uma estação bastante chuvosa, principalmente nos meses de dezembro e janeiro. A temperatura média no município de Viçosa- MG observada entre os anos de 2001 a 2009 foi de 21, 50° C (SILVA et al, 2010).

Em relação aos aspectos hidrográficos, o município de Viçosa – MG possui dois cursos d'água que são de grande importância para o abastecimento de água da cidade. O Ribeirão São Bartolomeu, que corta a área urbana da cidade, e o Rio Turvo Sujo, que além de viçosa compreende municípios como Cajuri, Coimbra, Teixeiras e Guaraciaba (FARIA, 2009). No entanto devido a limitação imposta pela média resolução espacial das imagens produzidas pelo sensor TM do satélite Landsat 5, os cursos dos rios que cortam o município de viçosa não serão representados nos resultados finais da pesquisa.

Apesar da existência de diversos trabalhos relativos ao uso e cobertura da terra em viçosa e região, fica evidente a existência de pouco material relativo a análises multitemporais de mudanças no uso do solo, pelo menos aqueles que abrangem um período mais longo de tempo. Florenzano (2011) destaca a importância da realização de análises multitemporais nos estudos das transformações espaciais ocorridas tanto no meio rural quanto no meio urbano.

4.1.2. Aspectos socioeconômicos

Os aspectos socioeconômicos de uma localidade possuem influência direta sobre as formas de uso e cobertura da terra. Alterações populacionais, na economia, ou mesmo culturais, trazem consigo reflexos que ao longo do tempo se imprimem na paisagem das localidades. Sendo assim, na busca de indícios que expliquem as causas das mudanças no uso e cobertura da terra no município de Viçosa – MG, esta pesquisa faz uma breve descrição dos principais aspectos socioeconômicos do município em questão, de forma a situar o leitor quanto à realidade do local pesquisado.

Segundo dados do Censo 2010, o município de Viçosa possui 72.220 habitantes segundo os dados divulgados pelo Censo 2010, a maioria da população, 93,2% vive na área urbana do município, e os 6,8% restantes vivem na zona rural. A densidade demográfica do município é de 241,20 hab./Km² (IBGE, 2010).

Devido à presença de diversas instituições de ensino básico e superior, entre elas a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o colégio de aplicação Coluni, a cidade possui uma grande população flutuante, que pode chegar a 15.000 pessoas, entre estudantes e professores (SILVA et al, 2010). A partir dos anos de 1980, devido ao substancial aumento do número de alunos da UFV, a cidade passou por um intenso processo de verticalização urbana, com o intuito de aumentar a oferta por domicílios próximos à universidade. Este processo de verticalização foi acompanhado de uma grande valorização das áreas centrais e próximas da universidade, o que levou as populações de baixa renda a migrarem para bairros periféricos, recém-criados, com pouca ou nenhuma infraestrutura urbana. (PEREIRA, 2005). Atualmente o número de apartamentos já ultrapassa o número de casas no município, representando 44% das moradias, enquanto que as casas representam 42%. Na região central a verticalização é ainda mais intensa, representando 85% das moradias (SILVA et al, 2010).

O índice de desenvolvimento humano (IDH) do município de Viçosa é, segundo o Atlas de desenvolvimento humano de 2003, 0,809 no ano de 2000, obtendo uma melhora no índice em relação à pesquisa realizada em 1991, onde o município de Viçosa – MG atingiu o valor de 0,723. Com isso, o IDH do município passou de médio desenvolvimento humano, para alto índice de desenvolvimento humano (PNUD, 2003).

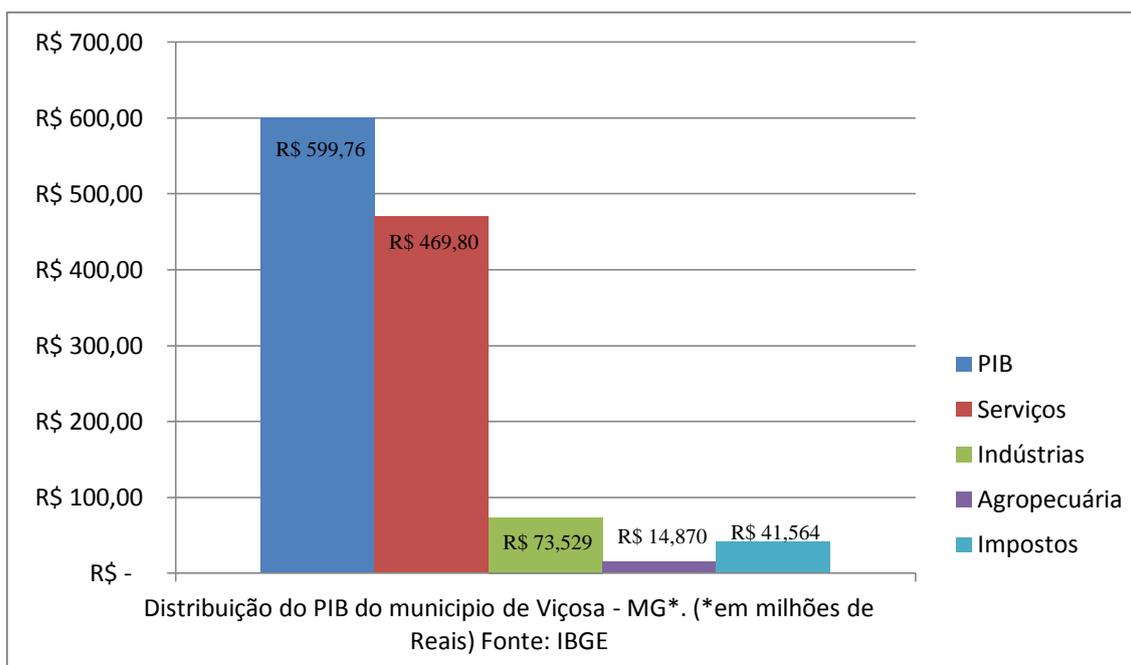
A economia do município é em sua maior parte voltada para o setor terciário, composta principalmente por comércios de pequeno porte e atividades de prestação de serviços. Boa parte deste setor está ligada diretamente à presença da elevada população

flutuante, composta em sua maioria de estudantes universitários (PEREIRA, 2005). O setor terciário responde por 78,33% do PIB total do município de Viçosa – MG calculado para o ano de 2009 (IBGE, 2012).

O setor industrial é responsável por 12,26% do PIB do município, e é composto em sua maioria por agroindústrias ligadas ao setor alimentício e indústrias da construção civil (IBGE, 2012).

Composto em sua maioria por pequenas propriedades, o setor agropecuário representa hoje em dia, apenas 2,48% do PIB do município. Grande parte destes pequenos estabelecimentos rurais está ligado à pecuária e a avicultura (PEREIRA, 2005). Outra grande parte dos estabelecimentos rurais do município de Viçosa exerce a agricultura familiar na produção de gêneros alimentícios para subsistência e em alguns casos para a venda de tais produtos em feiras, em Viçosa e nas cidades vizinhas. A cultura de café, muito importante no passado, ainda resiste no município e marca a paisagem local no entorno da área urbana de Viçosa – MG (PEREIRA, 2005).

Figura 2: Gráfico da distribuição do PIB do município de Viçosa - MG. Ano 2009. Fonte IBGE



4.2. Imagens de satélite

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper), órbita 217, ponto 074. As imagens são referentes ao mês de julho dos anos de 1986, 1998 e 2011 e possuem baixa cobertura de nuvens sobre a área de interesse da pesquisa. As imagens foram adquiridas junto ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE na data de 16/06/2012. A Divisão de Processamento de Imagens – DPI do INPE disponibiliza gratuitamente, para os usuários cadastrados no site, imagens de diversos satélites, entre eles o Landsat 5.

O sensor TM do satélite Landsat 5 possui sete bandas espectrais com as características de cada uma delas descritas na tabela abaixo.

Tabela 1: Principais características do sensor TM do satélite Landsat 5.

Sensor	Bandas *Infravermelho	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
TM	1 - Azul	0,45-0,52 μm	30 m	16 dias	185 Km ²	8 bits
	2 - Verde	0,52-0,60 μm	30 m			
	3 - Vermelho	0,63-0,69 μm	30 m			
	4 - IV* próximo	0,76-0,90 μm	30 m			
	5 - IV* médio	1,55-1,75 μm	30 m			
	6 - IV* termal	10,4-12,5 μm	120 m			
	7 - IV* médio	2,08-2,35 μm	30 m			

Fonte: Adaptado de EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2009.

Sendo o objetivo da pesquisa analisar as transformações ocorridas no uso e na cobertura da terra no município de Viçosa-MG, optou-se para a sua realização na utilização das imagens do sensor TM, do satélite Landsat 5. Esta opção ocorreu devido ao fato de que este satélite foi lançado em sua órbita em primeiro de março de 1984, estando em atividade até os dias de hoje. Sendo assim, devido a este grande período de operacionalidade torna-se possível a realização de uma análise multitemporal com um intervalo temporal de vinte e sete anos, onde será possível analisar as principais alterações no uso e na cobertura da terra no município de Viçosa-MG ocorridas de 1985 até o ano de 2011.

Portanto, a opção pelas imagens do satélite Landsat 5 deveu-se a dois fatores decisivos, sendo eles, o tempo de imageamento do sensor TM (desde março de 1984) e o fato destas imagens estarem disponíveis gratuitamente no site do INPE. (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>).

Florenzano (2001) destaca a importância da escolha do período em que a imagem foi obtida, pois segundo a autora, para a realização de mapeamentos do uso e da cobertura do solo, em áreas de relevo acidentado, as imagens selecionadas para a realização do estudo devem ser obtidas no período do verão, pois tais imagens possuem menor sombreamento, facilitando a identificação das classes de uso da terra. Isto ocorre segundo Florenzano (2011) devido ao movimento de translação da Terra, que faz com que a iluminação solar na superfície terrestre varie durante o ano. No entanto, o período do verão é também o período do ano em que existe a maior presença de nuvens nas imagens disponíveis. Para a realização desta pesquisa, optou-se pela obtenção de imagens com a menor presença de nuvens. Sendo assim foram utilizadas imagens obtidas no mês de julho que apesar de possuírem um sombreamento maior, tais imagens possuem menos de 10% de cobertura de nuvens.

4.3. Processamento digital das imagens do satélite Landsat 5

O processamento digital de imagens de satélite pode ser segundo Santos (2010) dividido em três etapas fundamentais. O pré-processamento, realce das imagens e por fim a etapa de classificação das imagens.

4.3.1. Pré-processamento das imagens

Na primeira etapa, pré-processamento, são realizados procedimentos preliminares nos dados brutos, tendo como principais objetivos a correção radiométrica, a correção geométrica e o registro da imagem. Santos (2010, p.38) destaca que o pré-processamento das imagens digitais tem a finalidade de se reduzir ao máximo as distorções existentes na imagem, sejam elas radiométricas ou geométricas.

As imagens utilizadas nesta pesquisa foram georreferenciadas com base no mosaico de imagens do Serviço Geológico Americano (USGS, 2012), que está disponível gratuitamente endereço <http://glovis.usgs.gov/>. O processo de correção geométrica foi realizado no programa gvSIG 1.12, disponibilizado gratuitamente no site <http://www.gvsig.org/web/>. Foi realizado o modelo polinomial de segundo grau nas imagens e o erro RMS foi inferior a 1,0 pixels em todas as imagens, sendo utilizados seis pontos de controle para cada uma das imagens.

4.3.2. Realce das imagens

Após os procedimentos relativos ao pré-processamento das imagens, elas foram submetidas a técnicas de realce, que visam melhorar a qualidade visual das imagens. A técnica de realce aplicada as imagens foi a ampliação linear de contraste, que consiste em expandir a distribuição dos dados originais para todo o intervalo possível (FLORENZANO, 2011, p.72). “No aumento linear de contraste as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, uma vez que a função de transferência é uma reta. O histograma de saída será idêntico em formato ao histograma de entrada, exceto que ele terá um valor médio e um espalhamento diferentes.” (SPRING, 2009). Para a realização deste procedimento foi utilizado o programa gratuito SPRING, versão 5.2, disponibilizado pelo INPE no endereço <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>.

O sensor TM do satélite Landsat 5 possui resolução radiométrica de 8 bits, gerando um intervalo de 0 a 255 níveis de cinza. Nas imagens contidas no apêndice observa-se o ganho de qualidade após a aplicação do realce.

4.3.3. Classificação das imagens

Segundo Fitz (2010), o processo de classificação de imagens de satélite é “a identificação de determinados elementos nelas presentes pela associação de cada um de seus pixels a uma determinada classe pré-estabelecida.” Santos, A.R.; Peluzio, T.M.O. e Saito, N.S. definem a classificação de imagens digitais de satélite como sendo “o processo de assinalar pixels às classes.” (FITZ, 2010, p.96).

Dentre os diferentes tipos de classificações existentes, para a realização desta pesquisa foi feita a opção por uma classificação supervisionada, pixel a pixel, com a utilização do algoritmo de Máxima Verossimilhança.

A classificação supervisionada é aquela em que se utiliza de conhecimentos prévios sobre as classes definidas pelo analista. Seguindo este método, o analista, através da área de treinamento, utiliza amostras de identidade conhecida para classificar pixels de identidade desconhecida. (SANTOS; PELUSIO e SAITO, 2010, P.98). Meneses e Almeida, (2012) destacam a importância do papel do analista na obtenção das amostras de treinamento, pois é necessário que haja algum conhecimento prévio da área de estudo para a definição e identificação das classes pertencentes à classificação. Diversos autores, tais como Fitz (2010)

destacam a importância de se obter amostras, homogêneas de pixels para a definição das classes de interesse.

Dizer que a classificação é pixel a pixel, quer dizer que é utilizada no processo de classificação, somente a informação espectral isoladamente de cada pixel para encontrar uma região homogênea, (IBGE, 1999).

O algoritmo da Máxima Verossimilhança utiliza a média e a covariância dos pixels amostrados, calculando a probabilidade de um pixel externo às amostras serem pertencentes a ela. (SANTOS; PELUSIO e SAITO, 2010).

4.4. Definição das classes de uso e cobertura da terra

As classes de uso e cobertura da terra escolhidas para esta pesquisa foram definidas com base nas orientações contidas no Manual Técnico de Uso da Terra, (IBGE, 2006). Foram também analisados trabalhos produzidos anteriormente relativos ao uso e cobertura da terra no município de Viçosa – MG e região, tais como Faria *et al* (2009) e Souza , Toledo e Filho (2009).

Sendo assim foram definidas as seguintes classes de uso e cobertura da terra para o município de Viçosa – MG:

- Área urbana – áreas de utilização intensiva, estruturada por edificações e sistema viário. Para a identificação desta classe de uso e cobertura da terra foi criada uma composição colorida Landsat 5 TM 3(B), 4(R) e 5(G). Nesta composição a classe Área urbana aparece destacada com a cor verde claro como pode se observar na figura 3.

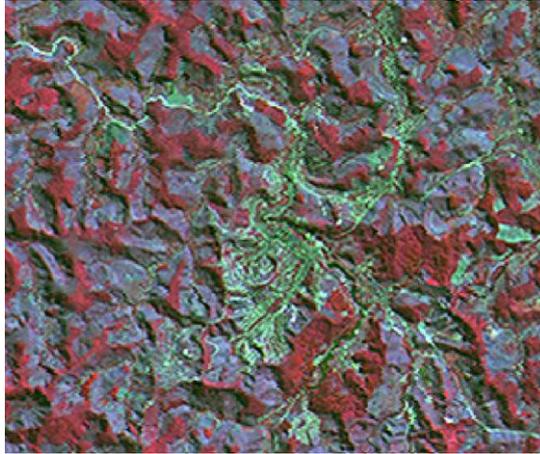


Figura 3: Composição Landsat 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)

- Mata natural - áreas que possuem cobertura florestal em estágio primário e estágios evoluídos de recomposição florestal. Em sua maior parte é composta por Floresta Estacional Semidecidual. Para a identificação desta classe de uso e cobertura da terra foi criada uma composição colorida Landsat 5 TM 3(B), 4(R) e 5(G). Nesta composição a classe Mata natural aparece destacada com a cor vermelho escuro como pode se observar na figura 4.

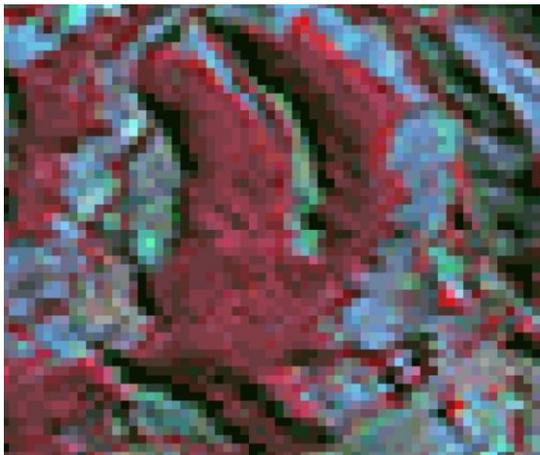


Figura 4: Composição Landsat 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)

- Reflorestamento / Café – áreas compostas de lavouras permanentes e silvicultura (reflorestamentos). Para a identificação desta classe de uso e cobertura da terra foi criada uma composição colorida Landsat 5 TM 3(B), 4(R) e 5(G). Nesta composição a classe Reflorestamento / Café aparece destacada com a cor vermelho claro como pode se observar na figura 5.

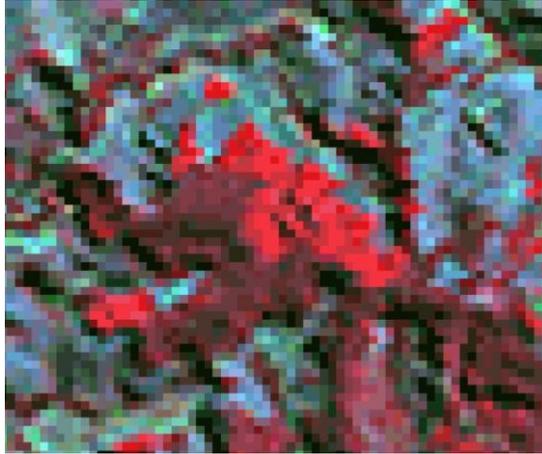


Figura 5: Composição Landsat 5 TM 3(B) 4(R) 5(G)

- Pastagem – áreas cobertas com pastagens, degradadas ou não. Para a identificação desta classe de uso e cobertura da terra foi criada uma composição colorida Landsat 5 TM 3(R), 4(G) e 5(B). Nesta composição a classe Pastagem aparece destacada com a cor rosa claro como pode se observar na figura 6.

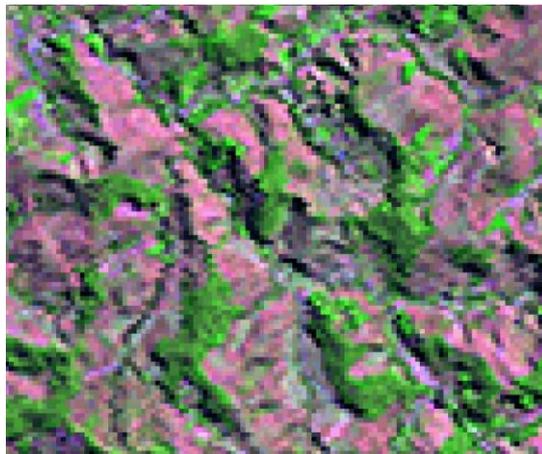


Figura 6: Composição Landsat 5 TM 3(R) 4(G) 5(B)

- Água: Para a identificação desta classe de uso e cobertura da terra foi criada uma composição colorida Landsat 5 TM 3(R), 4(G) e 5(B). Nesta composição a classe Água aparece destacada com a cor preta como pode se observar na figura 7.

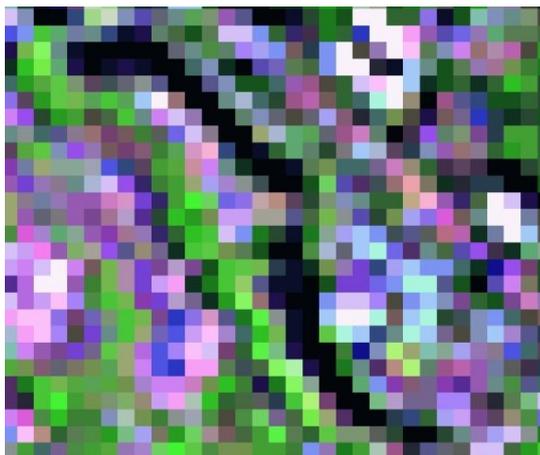


Figura 7: Composição Landsat 5 TM 3(R) 4(G) 5(B)

A utilização de imagens do satélite Landsat 5 nesta pesquisa é um fator limitante na definição das classes de uso e cobertura da terra, pois devido a sua resolução espacial de 30 metros, não é possível detectar alvos de área menor que 900 m² (área do pixel), tais como o leito dos rios que cortam o município de Viçosa – MG.

5. Resultados e discussões

Após o processo de obtenção das amostras de treinamento foram analisadas as matrizes de erro de classificação, que resultaram nos valores contidos na tabela 2:

Ano:	Desempenho geral:	Confusão média:	Abstenção média:	Estatística KHAT:
1985	86.83 %	11.88 %	1.29 %	82.29 %
1998	90.17 %	8.39 %	1.44 %	87.17 %
2011	90.48 %	8.22 %	1.30 %	87.32 %

Tabela 2: Tabela de Desempenho da Classificação Supervisionada

Observou-se que as amostras de treinamento dos anos de 1985, 1998 e 2011 obtiveram índice Kappa (Estatística KHAT) maiores que 0,8, sendo classificadas como excelente, de acordo com a tabela 3. Todo este procedimento foi realizado com o programa SPRING versão 5.2.

ÍNDICE KAPPA (K)	CARACTERÍSTICAS
0 – 0,2	Ruim
0,2 – 0,4	Razoável
0,4 – 0,6	Boa
0,6 – 0,8	Muito boa
0,8 – 1,0	Excelente

Tabela 3: Tabela de aceitação dos resultados do índice Kappa. LANDIS e KOCH, 1977. (extraído de CNPQ, 2012)

Abaixo nas tabelas 4,5 e 6 estão contidos os valores referentes às matrizes de erros de classificação para cada ano analisado.

Tabela 4: Matriz de erros de classificação do ano de 1985

	Mata natural	Reflorestamento Café	Pastagem	Área urbana	Água	Abstenção	Soma lin.
Mata natural	844 25.91%	72 2.21%	0 0.00%	8 0.25%	28 0.86%	5 0.15%	957
Reflorestamento Café	36 1.10%	277 8.50%	2 0.06%	5 0.15%	1 0.03%	7 0.21%	328
Pastagem	1 0.03%	0 0.00%	1050 32.23%	86 2.64%	0 0.00%	12 0.37%	1149
Área urbana	19 0.58%	7 0.21%	65 2.00%	555 17.03%	32 0.98%	15 0.46%	693
Água	5 0.15%	2 0.06%	2 0.06%	16 0.49%	103 3.16%	3 0.09%	131
Soma col.	905	358	1119	670	164	42	3258

Tabela 5: Matriz de erros de classificação do ano de 1998

	Mata natural	Reflorestamento Café	Pastagem	Área urbana	Água	Abstenção	Soma lin.
Mata natural	476 19.57%	17 0.70%	0 0.00%	4 0.16%	18 0.74%	1 0.04%	516
Reflorestamento Café	18 0.74%	340 13.98%	1 0.04%	6 0.25%	0 0.00%	6 0.25%	371
Pastagem	0 0.00%	1 0.04%	578 23.77%	45 1.85%	0 0.00%	15 0.62%	639
Área urbana	17 0.70%	16 0.66%	36 1.48%	692 28.45%	12 0.49%	6 0.25%	779
Água	5 0.21%	3 0.12%	1 0.04%	4 0.16%	107 4.40%	7 0.29%	127
Soma col.	516	377	616	751	137	35	2432

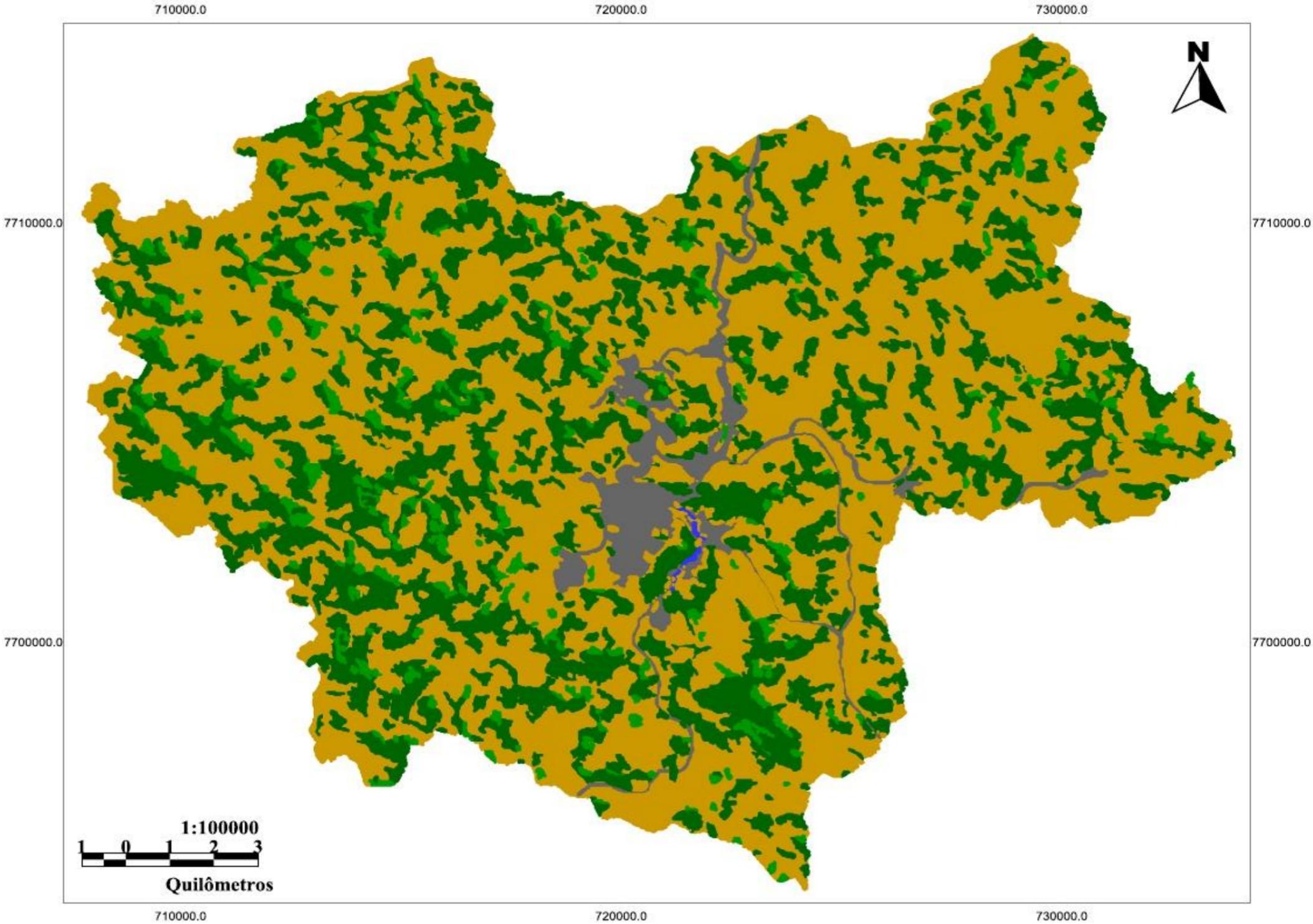
Tabela 6: Matriz de erros de classificação ano de 2011

	Mata natural	Reflorestamento Café	Pastagem	Área urbana	Água	Abstenção	Soma lin.
Mata natural	828 22.46%	37 1.00%	0 0.00%	4 0.11%	20 0.54%	6 0.16%	895
Reflorestamento Café	15 0.41%	433 11.74%	0 0.00%	1 0.03%	0 0.00%	19 0.52%	468
Pastagem	1 0.03%	0 0.00%	1206 32.71%	59 1.60%	0 0.00%	8 0.22%	1274
Área urbana	21 0.57%	1 0.03%	50 1.36%	780 21.16%	66 1.79%	11 0.30%	929
Água	7 0.19%	3 0.08%	4 0.11%	14 0.38%	89 2.41%	4 0.11%	121
Soma col.	872	474	1260	858	175	48	3687

Observaram-se através dos dados das tabelas 4, 5 e 6 relativas às matrizes de erros de classificação dos anos de 1985, 1998 e 2011, que houve, em todas as classificações, confusão entre as classes Mata natural e Reflorestamento/Café e também entre as classes Pastagem e Área urbana. Esta confusão está relacionada às semelhanças das respostas espectrais que estas classes possuem entre si. Houve, também confusão entre a classe Água e Mata natural, no entanto tal confusão foi devido ao sombreamento causado pelo relevo montanhoso que o município possui.

Após o procedimento de classificação supervisionada de máxima verossimilhança nas imagens do satélite Landsat 5 (bandas 3,4,5) referentes aos anos de 1985, 1998 e 2011, foram produzidos, no programa gvSIG 1.12.0, mapas de uso e cobertura da terra no município de Viçosa – MG para os respectivos anos. Os mapas de uso e cobertura da terra referentes aos anos supracitados estão expostos nas figuras 8, 9 e 10. Adiante estão as tabelas 7, 8 e 9 e os gráficos (figuras 13, 12 e 11) contendo informações relativas à área de cada classe em seus referidos anos.

Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Município de Viçosa - MG no Ano de 1985



LEGENDA

CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA

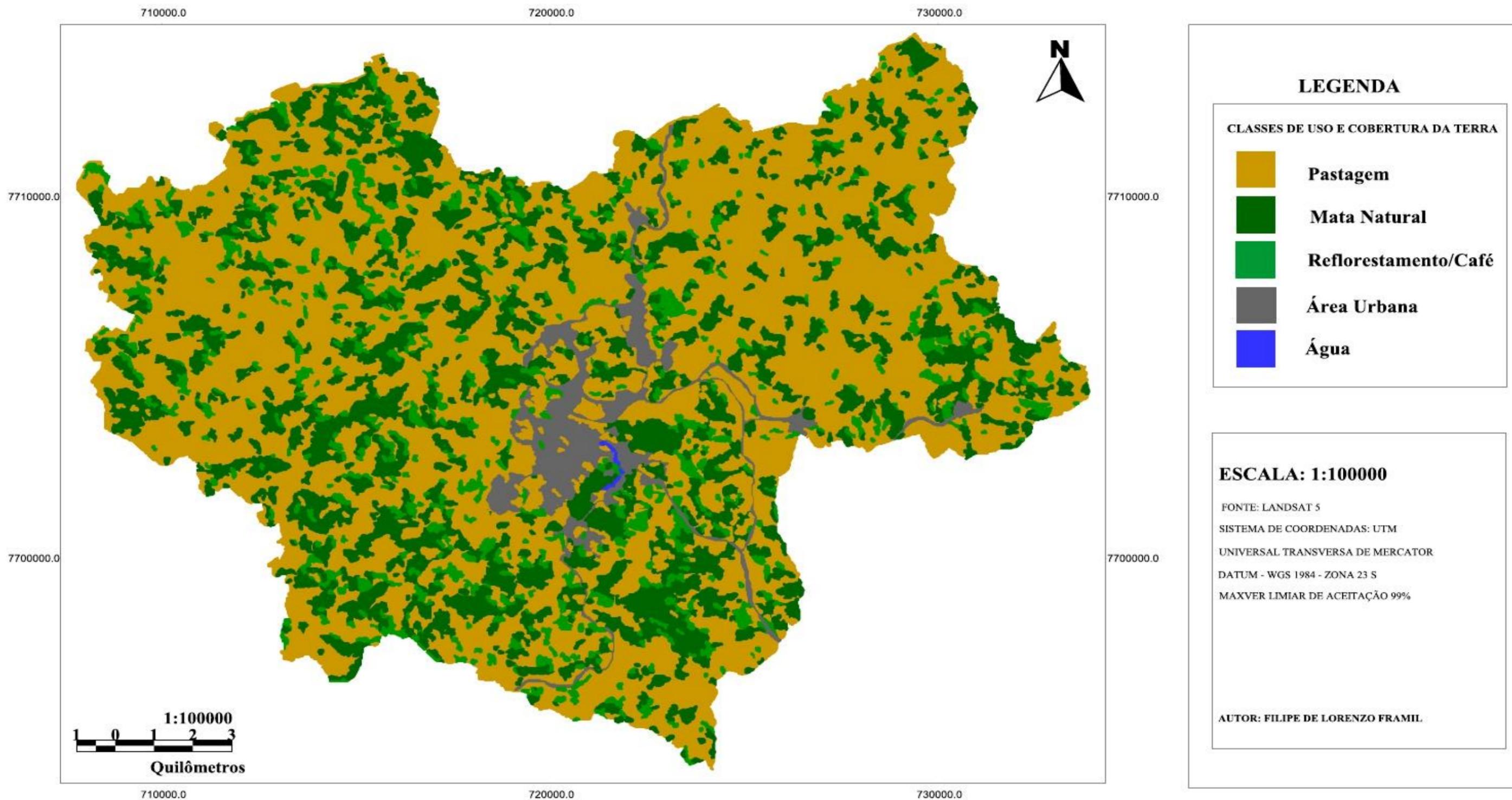
- Pastagem**
- Mata Natural**
- Reflorestamento/Café**
- Área Urbana**
- Água**

ESCALA: 1:100000

FONTE: LANDSAT 5
 SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM - WGS 1984 - ZONA 23 S
 MAXVER LIMAR DE ACEITAÇÃO 99%

AUTOR: FILIPE DE LORENZO FRAMIL

Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Município de Viçosa - MG no Ano de 1998



Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Município de Viçosa - MG no Ano de 2011

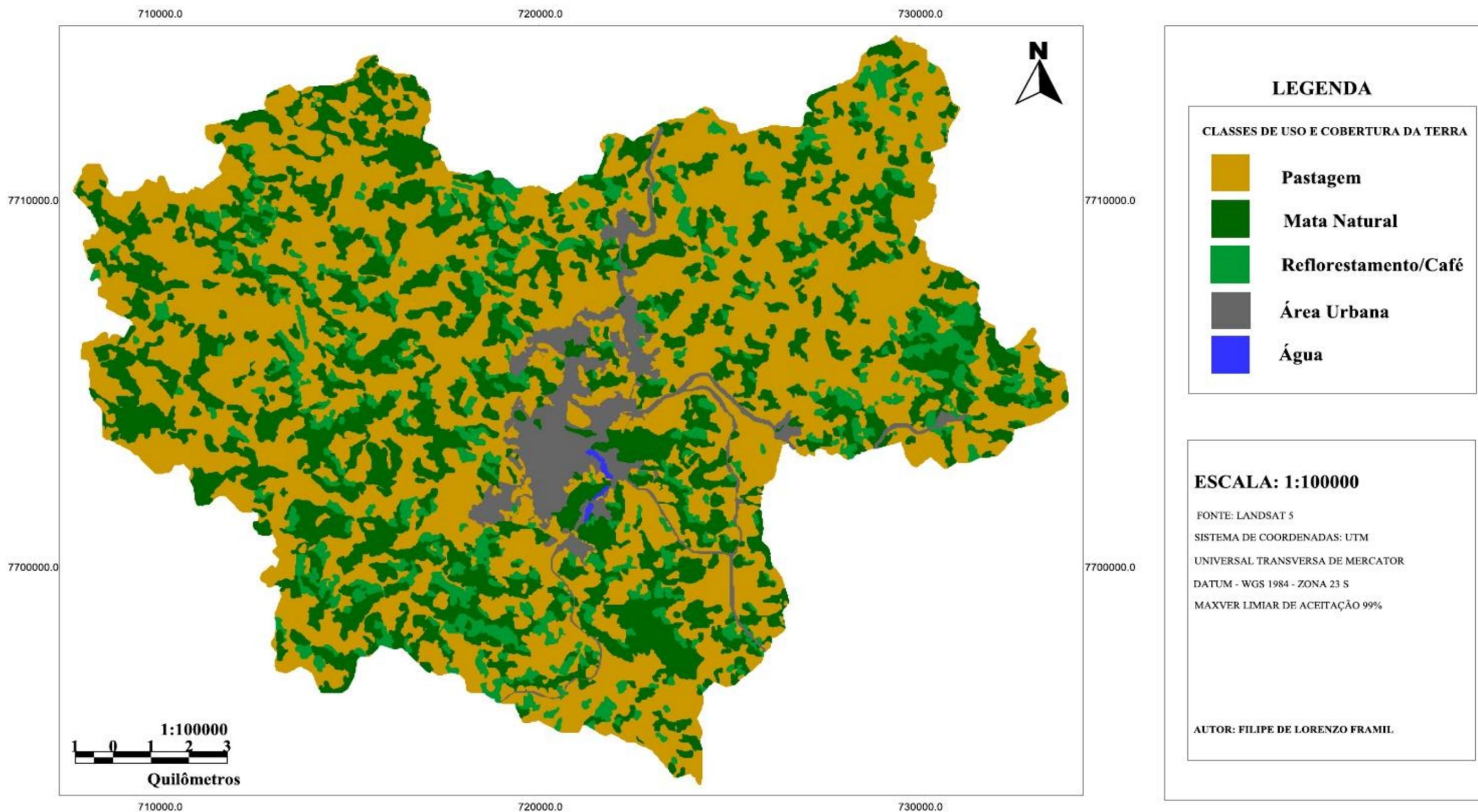


Tabela 7: Classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG no ano de 1985.

Classes de uso e cobertura da terra:	Área (hectares):	Porcentagem em relação à área do município:
Pastagem	19.605 ha	65,615 %
Mata natural	7.991 ha	26,744 %
Reflorestamento/Café	1.152 ha	3,855 %
Área urbana	1.114,3 ha	3,730 %
Água	16,2 ha	0,0543 %

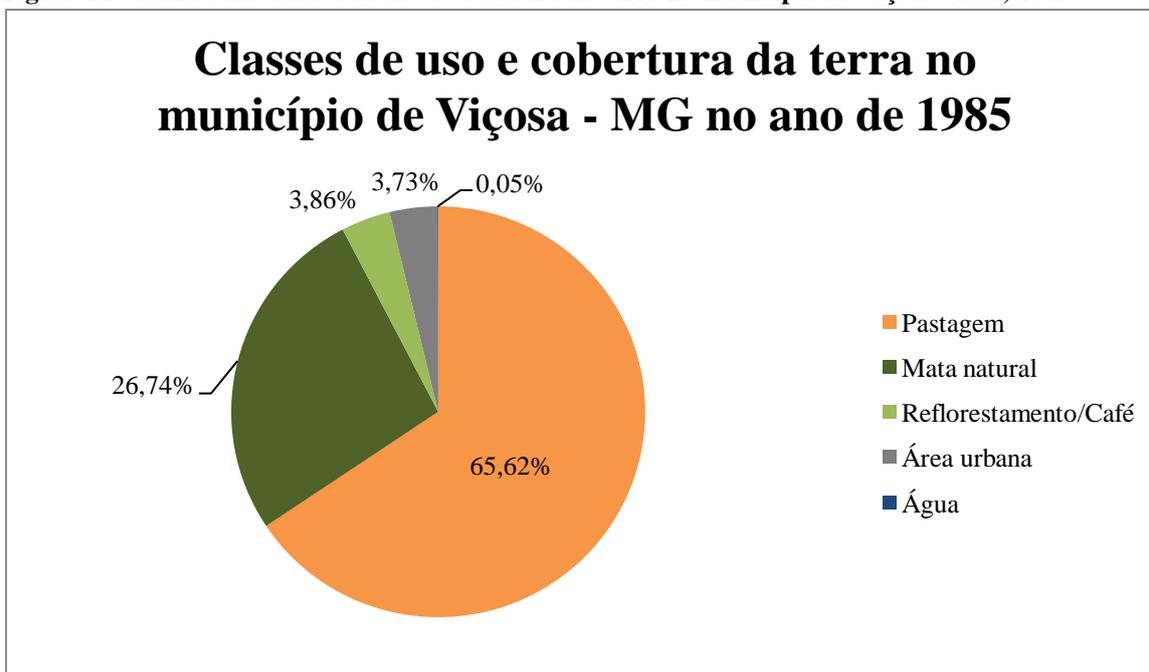
Figura 11: Gráfico das classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG, 1985.

Tabela 8: Classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG no ano de 1998

Classes de uso e cobertura da terra:	Área (hectares):	Porcentagem em relação à área do município:
Pastagem	19.338 ha	65,504 %
Mata natural	6.794 ha	23,013 %
Reflorestamento/Café	2.227 ha	7,544 %
Área urbana	1.152 ha	3,902 %
Água	10,85 ha	0,037 %

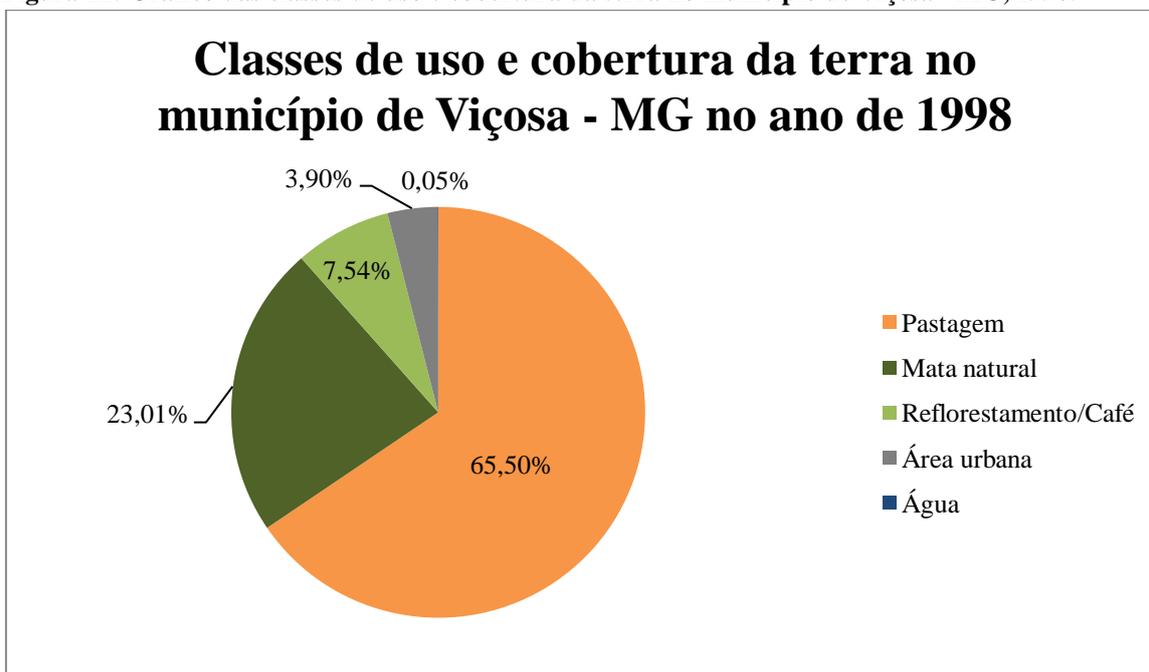
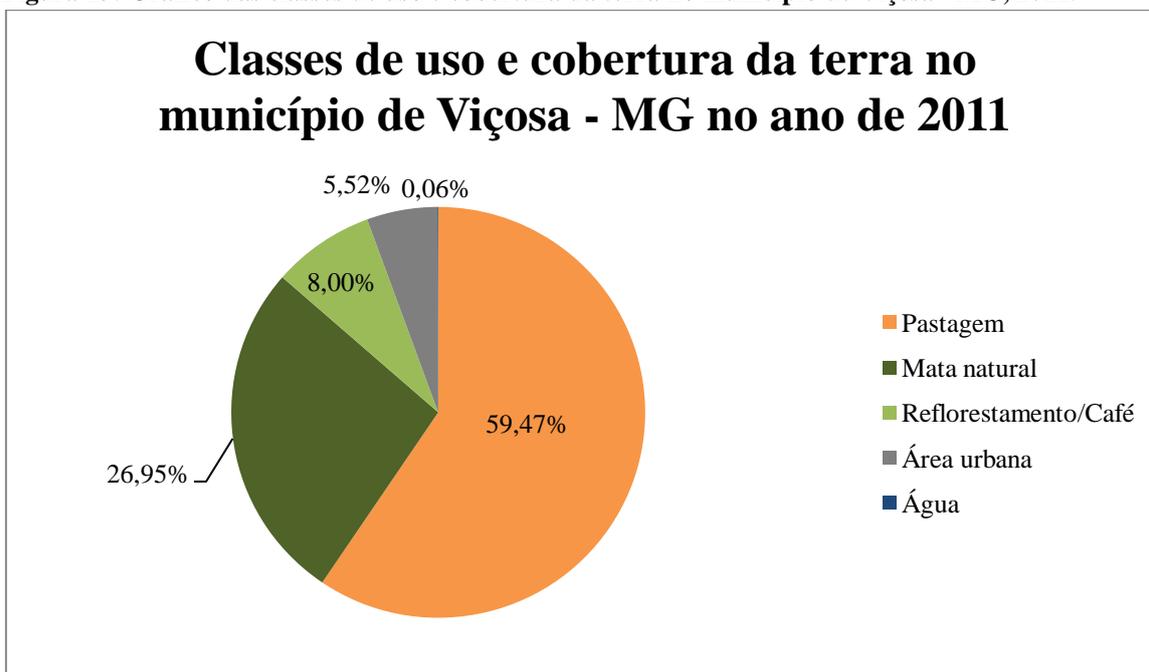
Figura 12: Gráfico das classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG, 1998.

Tabela 9: Classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG no ano de 2011

Classes de uso e cobertura da terra:	Área (hectares):	Porcentagem em relação à área do município:
Pastagem	17.822 ha	59,470 %
Mata natural	8.078 ha	26,954 %
Reflorestamento/Café	2.397 ha	8,000 %
Área urbana	1.654 ha	5,520 %
Água	19,000 ha	0,060 %

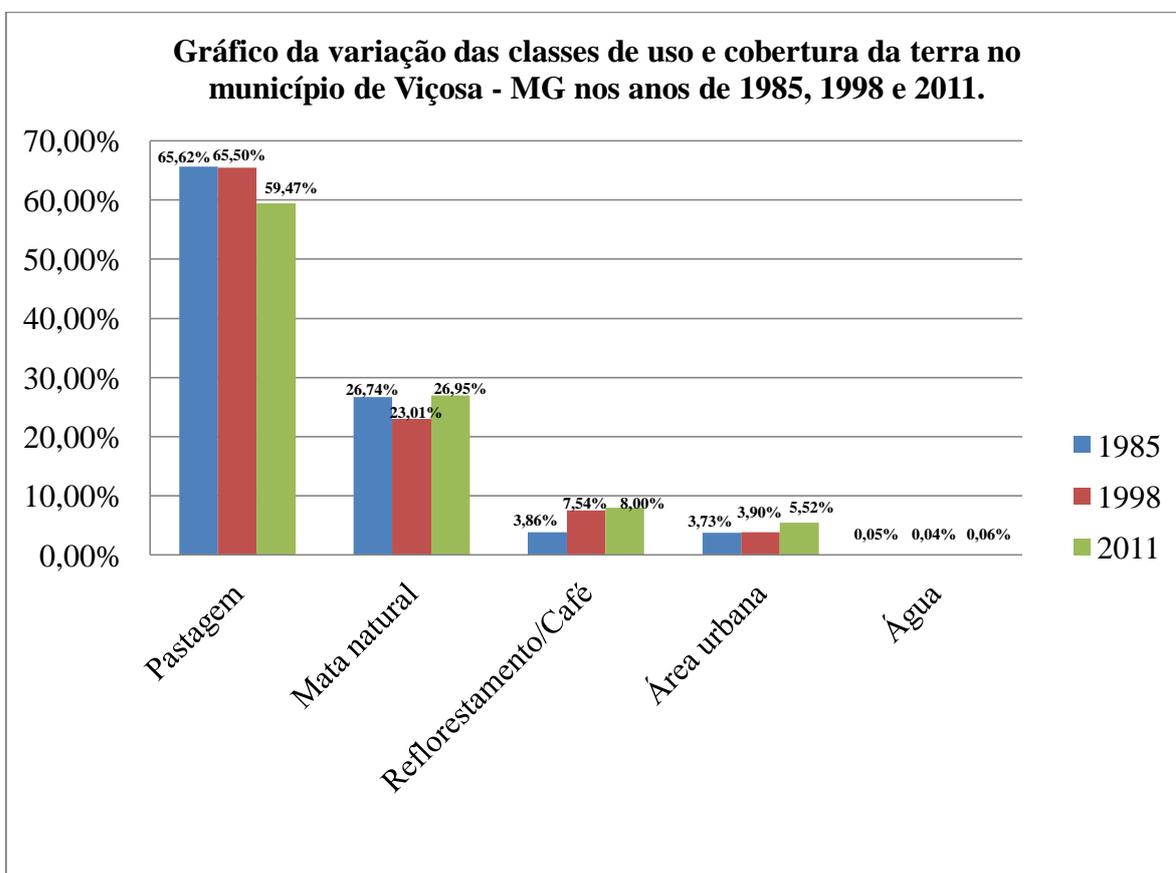
Figura 13: Gráfico das classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG, 2011.

Com base nos dados observados acima se observou que:

- A classe de uso e cobertura da terra que sofreu a maior alteração em área no período analisado foi a classe Pastagem com um decréscimo de 1.700 hectares em relação ao ano de 1985.

- A classe Mata natural apesar de mostrar uma pequena variação em relação ao ano inicial analisado (+0,8%) demonstrou um aumento significativo em relação ao ano de 1998 (~17%).
- A maior variação percentual ocorreu com a classe Reflorestamento/Café que obteve no ano de 2011 um acréscimo de 107,25% em relação ao ano de 1985. No entanto quando comparado ao ano de 1998, a variação positiva desta classe é de apenas 11.1%.
- A classe Área urbana também obteve um acréscimo significativo em sua área, (+41,5%) no período analisado, mas ao contrario daquela, o período em que ocorreu de forma mais intensa o crescimento desta classe foi o compreendido entre os anos de 1998 e 2011.

Figura 14: Gráfico da variação das classes de uso e cobertura da terra no município de Viçosa - MG nos anos de 1985, 1998 e 2011.



5.1. Análise das variações por classes de uso e cobertura da terra

5.1.1. Pastagem

A classe pastagem foi a classe que mais sofreu alteração em área no período estudado. Com base nos dados apresentados anteriormente, observou-se que no período de 1985 a 1998, esta classe se manteve quase sem alteração quanto a sua área, mantendo-se no patamar de 65% (~19.500 hectares) da área total do município. No entanto, quando nos deparamos com os dados relativos ao ano de 2011, observamos que houve um decréscimo de aproximadamente 9,1% (1.700 hectares.) da área da classe pastagem em relação aos anos de 1985 e 1998, sendo o valor desta classe em 2011 de 59,47% da área total do município de Viçosa – MG.

Em estudo realizado referente ao uso e cobertura da terra na microrregião de Viçosa, Coelho et al, (2005). Observaram que a microrregião citada possuía no ano de 1994 o percentual de 73,94% da sua área composta por pastagens e no ano de 1998 este número havia baixado para 70,87%. Estes números mostram que não somente Viçosa – MG, mas também a microrregião na qual esta inserido o município seguem a tendência de redução das áreas de pastagens, degradadas ou não. Esta tendência de redução da área das pastagens é explicada pela progressiva substituição destas por reflorestamentos e ou culturas alimentícias. (FONTES et al. 2003). Em sua pesquisa, os autores observaram através de entrevistas com os proprietários rurais que 66,7% destes tinham as pastagens como área preferencial para futuros reflorestamentos o que nos leva a crer que esta classe tende a diminuir mais ainda nos próximos anos (FONTES, et al. 2003).

5.1.2. Mata natural

A classe Mata natural possuía uma área de 26,74% do território do município no ano de 1985. Treze anos mais tarde, no ano de 1998, observou-se um decréscimo de 3,73% da área coberta por esta classe, passando a representar 23,01% da área total do município de Viçosa-MG. No entanto a partir desta data verificou-se uma tendência de recuperação da vegetação nativa e matas secundárias. No ano de 2011, a classe apresentou um valor superior ao verificado em 1985, chegando ao valor de 26,95% da área total do município. Fontes et al. (2003) em levantamento realizado para o ano de 1999 chegou a valores menores que os

obtidos nesta pesquisa, no entanto ao analisar as pesquisas de Coelho et al., (2005), Pereira (1999) e Faria et al., (2009), os valores ficaram bem próximos aos obtidos nesta pesquisa. Esta diferença nos valores obtidos pode ser explicada pela diferença de metodologias desenvolvidas nos trabalhos citados. Enquanto a presente pesquisa, Coelho et al., (2005), Pereira (1999) e Faria et al., (2009), utilizaram-se de imagens de satélite e fotografias aéreas para obter seus resultados, a pesquisa desenvolvida por Fontes et al., (2003) utilizou-se de entrevistas com os proprietários rurais.

O crescimento da área ocupada por esta classe pode estar associada a um aumento da fiscalização por parte dos órgãos ambientais somada a ações de incentivo a manutenção de áreas florestais, como o programa bolsa verde do governo do estado de Minas Gerais.

5.1.3. Reflorestamento/Café

No ano de 1985 a classe Reflorestamento/Café representava 3,86% da área total do município de Viçosa - MG. Este valor representa basicamente plantações de café e, uma pequena parte, gêneros alimentícios. Segundo Fontes. et al. (2003), a atividade florestal não era vista como uma atividade lucrativa pelos proprietários rurais do município de Viçosa – MG. No entanto, ao analisar os valores obtidos para os anos de 1998 e 2011, observa-se que a área destinada a reflorestamentos e plantações de gêneros alimentícios passou de 3,86% em 1985 para 7,54% em 1998 e 8,0% em 2011. Este expressivo aumento se deu a fatores como o grande aumento da população do município durante o período analisado, o que gerou um aumento da demanda por gêneros alimentícios, e também pelo aumento de incentivos à atividade florestal. Fontes A.A. et al. (2003) destacam que a atividade de reflorestamento não compete com a produção de alimentos no município já que os produtores rurais preferem, para esta atividade (reflorestamento), áreas ocupadas anteriormente por pastagens e/ou áreas em que a lavoura esteja comprometida. Com um acréscimo de 107, 25% em relação ao ano de 1985 a classe Reflorestamento/Plantação foi a classe que obteve o maior crescimento no período analisado.

5.1.4. Área urbana

A classe urbanização levou em consideração todos os distritos pertencentes ao município de Viçosa – MG, sendo eles: Viçosa, Cachoeira de Santa Cruz, São José do Triunfo e Silvestre.

Nos anos de 1985 e 1998 esta classe representava aproximadamente 4% da área total do município e manteve-se relativamente estável, sendo respectivamente 3,73% e 3,90%. No entanto ao analisarmos o valor obtido para o ano de 2011, observa-se o valor de 5,52% da área total do município em questão. Este valor representa um aumento de 41,5% da área ocupada pela classe urbanização em relação ao ano de 1998.

Este incremento de área urbana ocorreu principalmente nos distritos de Silvestre, São José do Triunfo e Cachoeira de Santa Cruz. No caso do distrito Silvestre o maior crescimento se deu a partir da instalação de duas instituições de ensino superior sendo elas: a Univiçosa, fundada em 2000 e a Escola de Ensinos Superiores de Viçosa (ESUV), fundada em 2001. A criação destes novos fixos no distrito de Silvestre gerou novos fluxos de pessoas e investimentos neste local, aumentando a demanda por moradia e infraestrutura no distrito.

No de Viçosa o que houve foi um adensamento da classe urbanização, com destaque para o bairro Nova Viçosa localizado a sudoeste da sede do município, no qual houve um aumento significativo de sua área no período estudado. Na região central da cidade houve um crescimento vertical gerado pela forte especulação imobiliária somada as limitações impostas pelo meio físico. (Pereira, M.F.V. 2005).

5.1.5. Água

A classe água, devido à limitação imposta pela resolução espacial do sensor utilizado na pesquisa limitou-se apenas as lagoas da Universidade Federal de Viçosa, pois devido a sua extensão puderam ser delimitadas durante o processo de classificação. No entanto devido ao fato de serem lagoas artificiais e não representarem de fato a rede de drenagem do município de Viçosa – MG esta classe não foi analisada na presente pesquisa.

6. Conclusões

Ao analisar os resultados obtidos pela pesquisa concluímos que o uso das técnicas de geoprocessamento, mais especificamente a utilização do algoritmo de classificação de máxima verossimilhança em imagens Landsat 5 TM, para a elaboração de mapas de uso e cobertura da terra do município de Viçosa – MG, apesar de suas limitações, mostrou-se eficiente como uma ferramenta de análise que permite ao pesquisador vislumbrar as mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra ao longo do tempo.

7. Referências Bibliográficas

BERTRAND, G.: Paisagem e Geografia Física Global. **Cadernos de Ciências da Terra**. Ed. USP. São Paulo – 1971

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS J. S. Fundamentos Epistemológicos da Ciência da Geoinformação. In: **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Livro online, INPE. 2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap5-epistemologia.pdf> Acesso em 15 fev. 2013.

CASTILLO, Ricardo. A imagem de satélite: do técnico ao político na construção do conhecimento geográfico. **Campinas: Pro-Posições**, v. 20, n. 3. 2009

CERON, Antônio Oliveira; DINIZ, José Alexandre Felizola. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 161-173, 1966.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito chave na geografia. In: I. E. Castro, P. C. Gomes e R. L. Corrêa (ed). **Geografia: Conceitos e Temas**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1995.

DA SILVA COELHO, Danilo José; DE SOUZA, Agostinho Lopes; DE OLIVEIRA, Cláudia Maria Lourenço. Levantamento da cobertura florestal natural da microrregião de Viçosa, MG, utilizando-se imagens de Landsat 5. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 17-24, 2005.

DA SILVA, Jorge Xavier; RT (ORG.) ZAIDAN. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. Bertrand Brasil, 2004.

DIAS, Nelson Wellausen, BATISTA, Getúlio Teixeira. Geoprocessamento: uma ferramenta para o desenvolvimento regional sustentável. In: **Uma agenda para a sustentabilidade regional: Reflexão e ação**. 2008. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/145/1/>, acessado em 17/02/2013.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 15 jun. 2013.

FARIA, André Luiz Lopes et al. Um novo olhar sobre a cidade: A experiência de construção do atlas escolar histórico e geográfico de Viçosa (MG). **Revista de C. Humanas**, v. 9, n. 1, p. 67-84, 2009.

FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento no mapeamento regional da cobertura e uso atual da terra. **Geografia**, v. 27, n. 1, p. 119-136, 2002.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso. DOI: 10.7154/RDG.2005.0017.0002. **RDG Revista do Departamento de Geografia-USP**, v. 17, p. 24-29, 2011.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**; Oficina de textos, 2002.

FONTES, Alessandro Albino et al. Análise da atividade florestal no município de Viçosa MG. Rev. Árvore, Viçosa, V27, n.4, Agosto. 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/0D/rarv/v29n1/24231.pdf>> Acessado em 08 de março de 2013.

GvSIG PROJECT. <http://www.gvsig.org/web/>. Acessado em março 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Introdução ao Processamento Digital de Imagens. **Manuais Técnicos em Geociências**. no. 9, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Manual Técnico de Uso da Terra. **Manuais Técnicos em Geociências**. no 7, 2º edição. Rio de Janeiro, 2006.

LUCHIARI, Aílton. Breve Histórico dos Levantamentos de Uso e cobertura da Terra. **Panorama Da Geografia Brasileira**, v. 2, p. 145, 2006.

MELGAÇO, L. M. Constatar não é compreender: limitações do geoprocessamento enquanto instrumental analítico de representação da realidade. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR)**, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. P. 5373-5380. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.11>> acesso em 22 jul. 2013.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de**

NOVO, E. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. Edgard Blücher Ltda, 2ª ed. 1988. 308p.

PANIAGO, Maria do Carmo Tafuri. **Viçosa - mudanças socioculturais; evolução histórica e tendências**. Viçosa: UFV, 1990.

PNUD. Ranking do IDH dos Municípios do Brasil 2003. Disponível em: http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH_Municipios_Brasil_2000.aspx?indiceAccordion=1&li=li_Ranking2003. Acesso em 26 de jan de 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, disponível em <http://www.vicoso.mg.gov.br/?page_id=275> acessado em jul 2013.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 81-90, 2005.

SANTOS, A. R.; PELUZIO. T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: Aplicações Práticas**. Alegre: CAUFES. 2010. 153 p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. 1ª.ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SAUER, O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA; ROZENDAHL (Orgs.). **Paisagem tempo e cultura**, Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **RA'EGA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

Sensoriamento Remoto. Brasília, 2012.

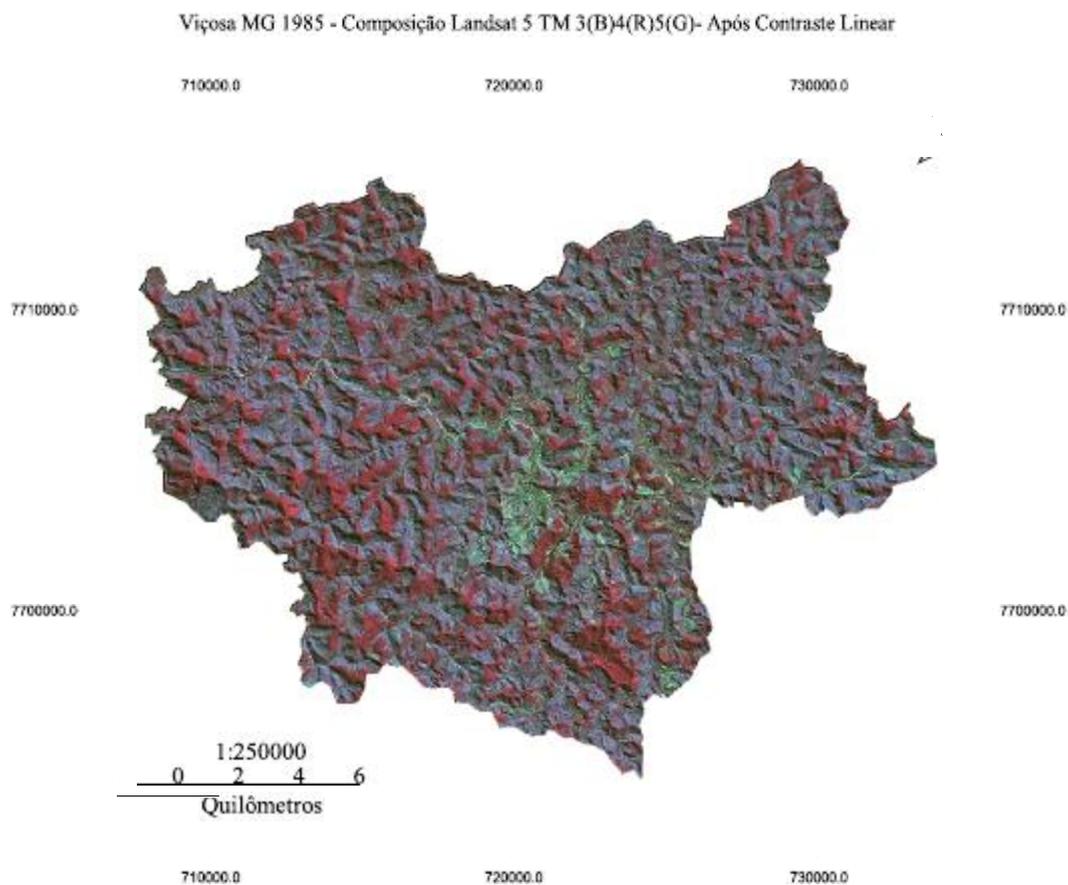
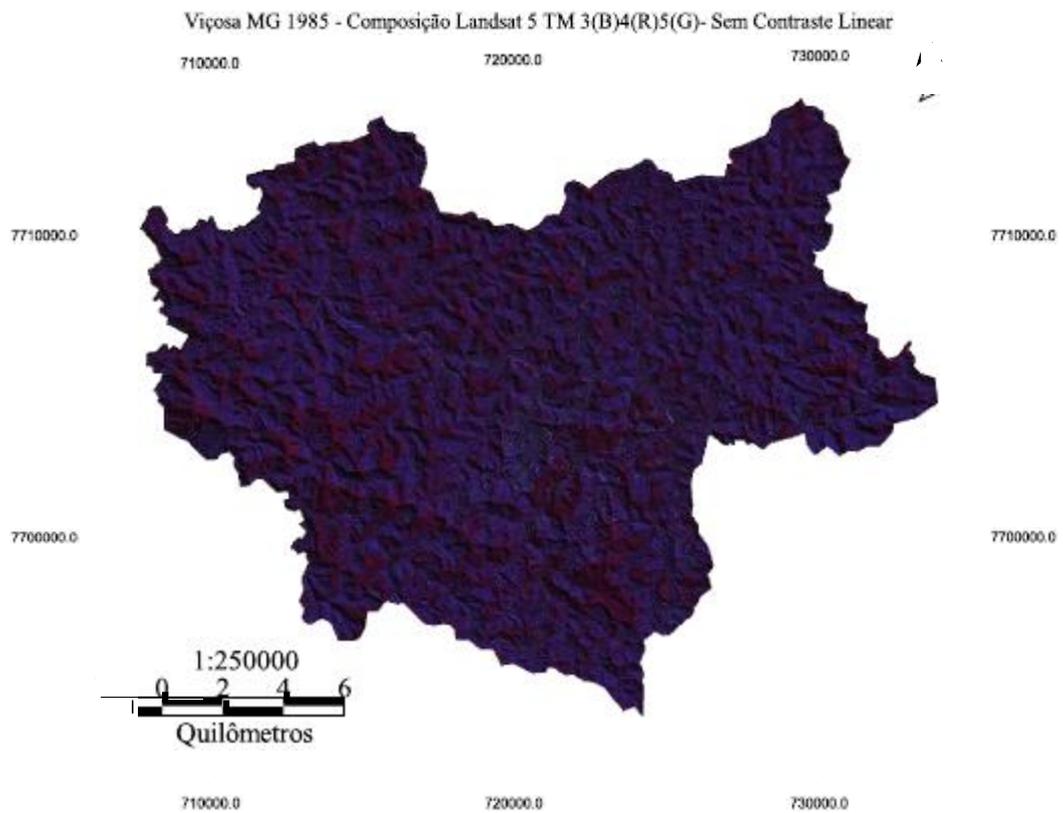
SILVA, A.R.; CARMO. M.I.; ALVARENGA, S.C; CRUZ, T.A. **Retrato Social de Viçosa III**. 2010.

SOUZA, Eliana de ; TOLEDO, Cristiane Campos ; FERNANDES FILHO, Elpídio Inácio . Uso do solo na Zona da Mata, Minas Gerais. In: **XIII Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada**, 2009, Viçosa. CD-ROM. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-18.

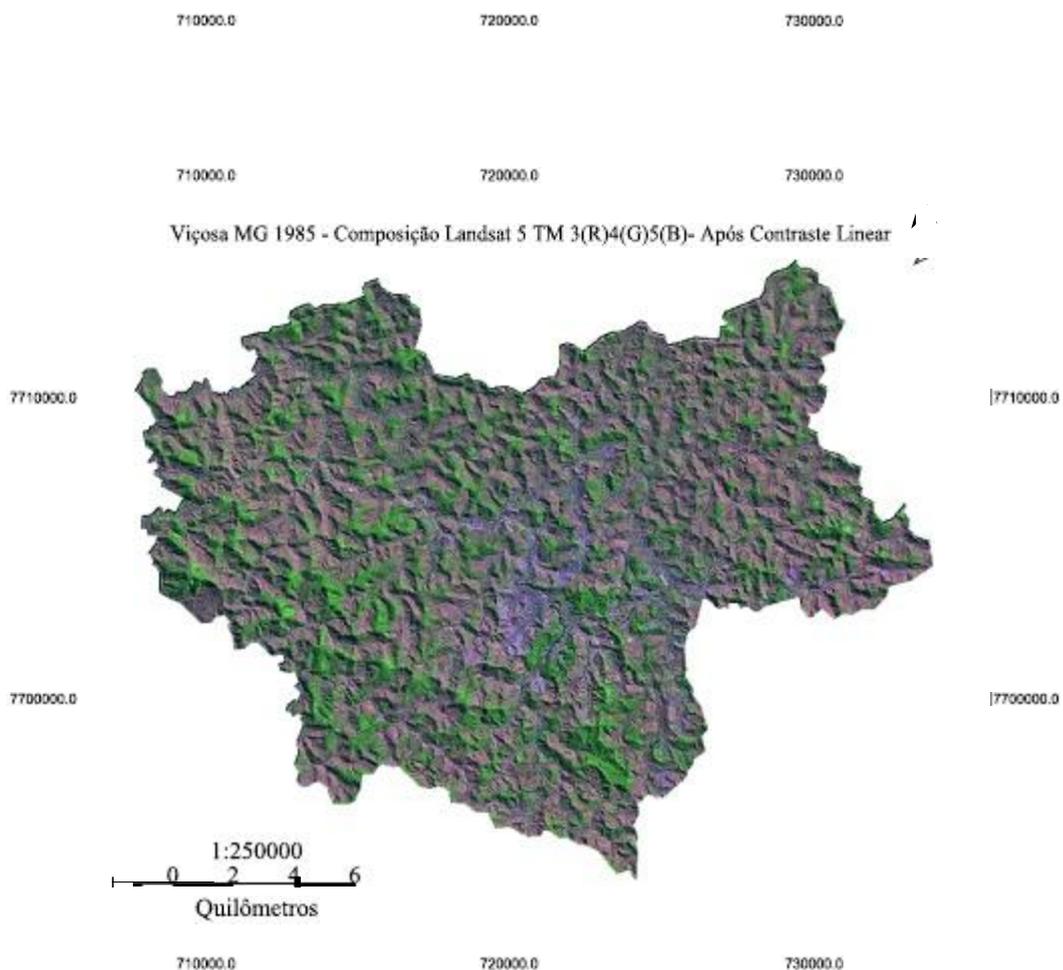
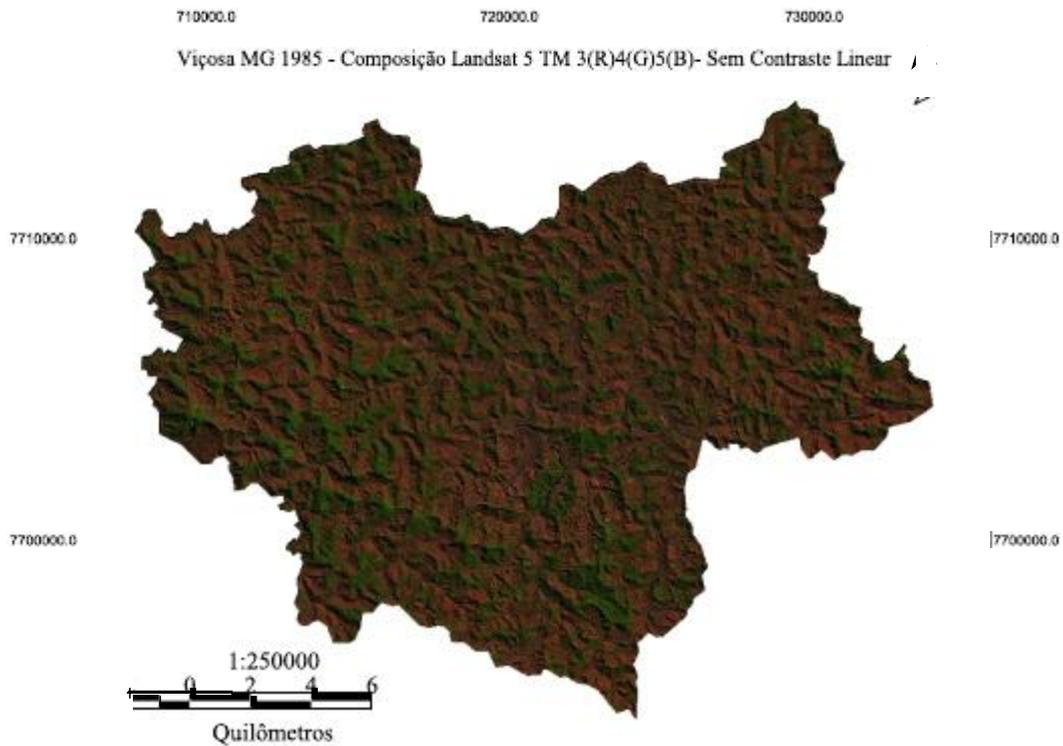
SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Camara G, Souza RCM, FreitasUM, Garrido J. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

SREENIVASULU, V. E. M. U.; BHASKAR, PINNAMANENI UDAYA. Change Detection in Landuse and Landcover Using Remote Sensing and GIS Techniques. **International Journal of Engineering Science and Technology**, v. 2, p. 7758-62, 2010.

AÊNDICE A – Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 1985.

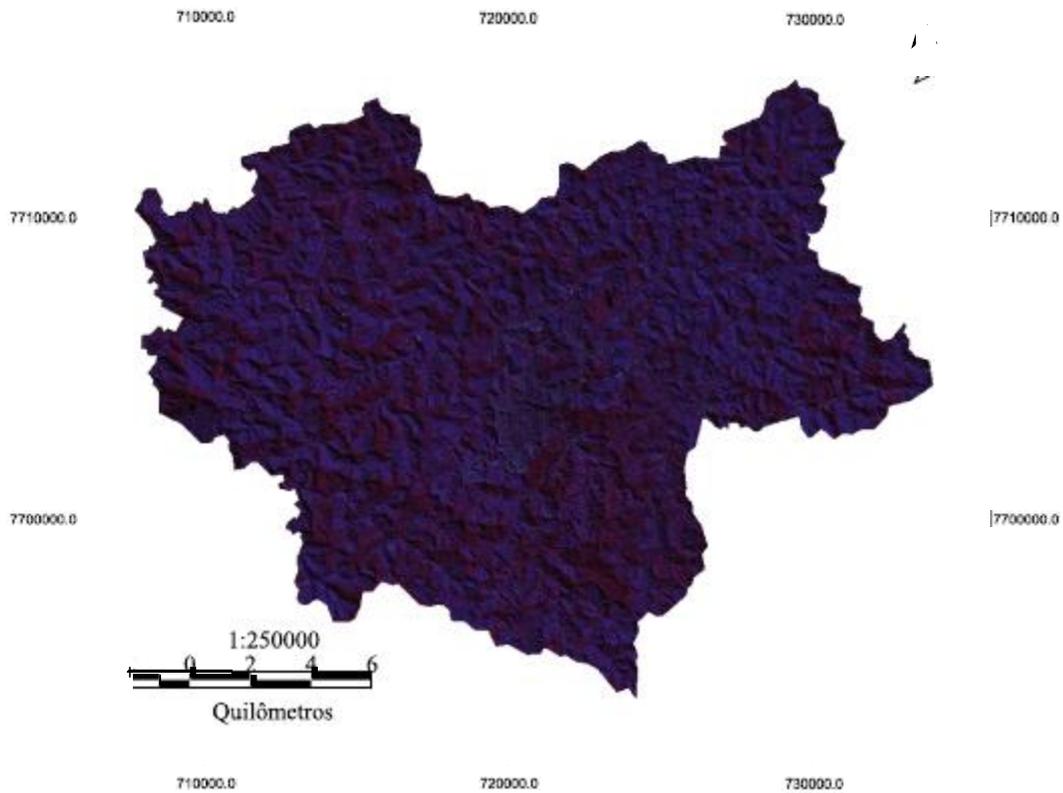


APÊNDICE B - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 1985.

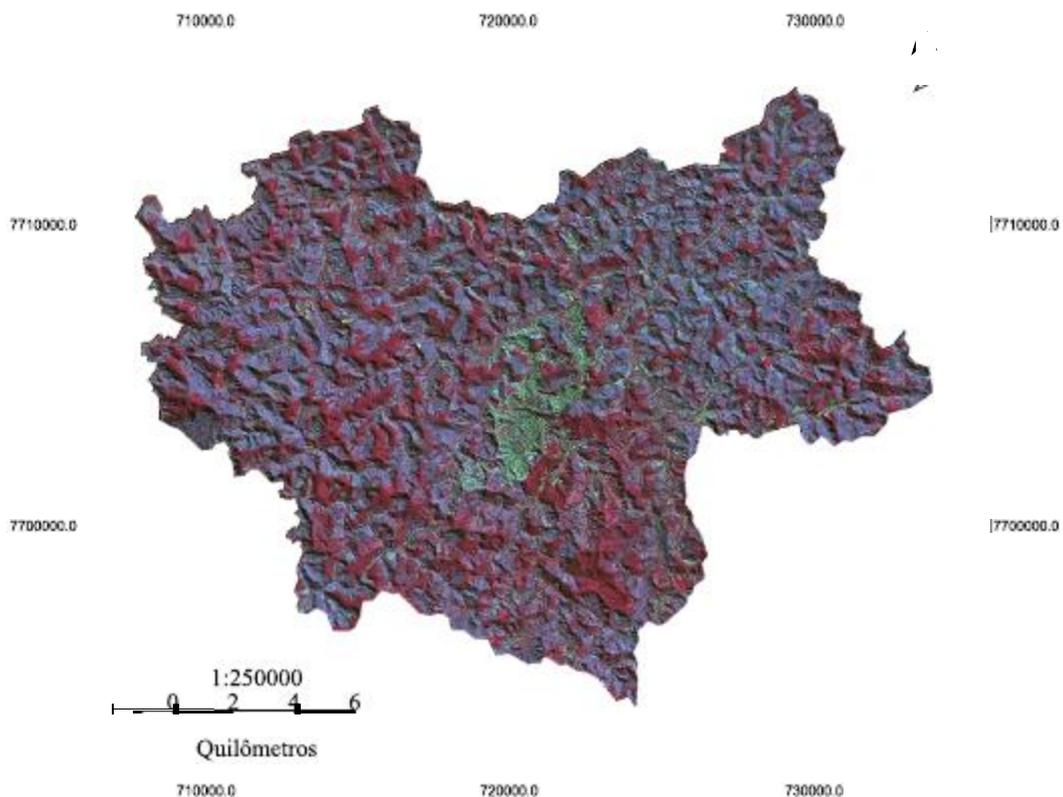


APÊNDICE C - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 1998.

Viçosa MG 1998 - Composição Landsat 5 TM 3(B)4(R)5(G)- Sem Contraste Linear

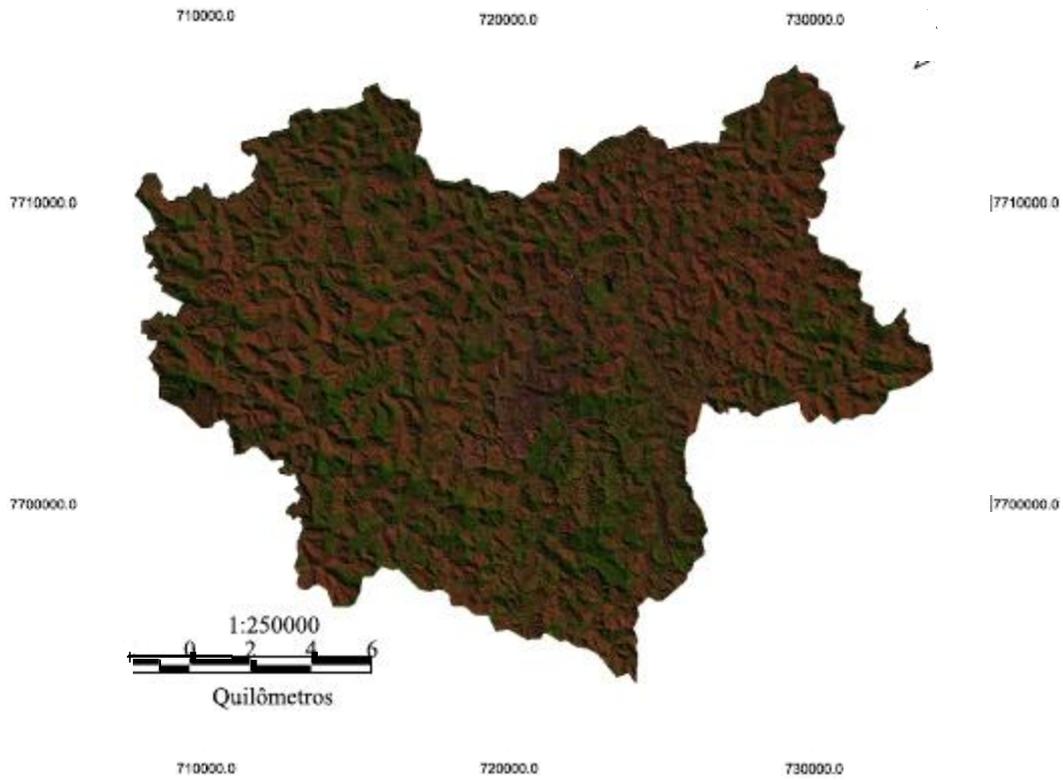


Viçosa MG 1998 - Composição Landsat 5 TM 3(B)4(R)5(G)- Após Contraste Linear

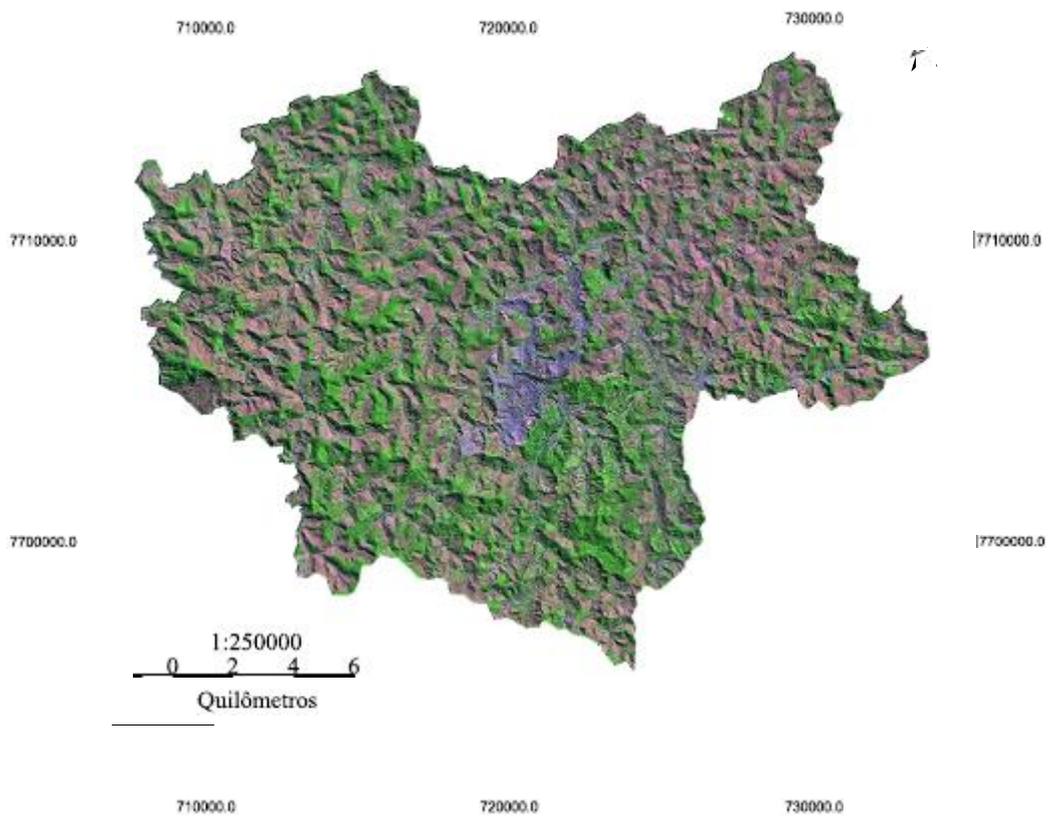


APÊNDICE D - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 1998.

Viçosa MG 1998 - Composição Landsat 5 TM 3(R)4(G)5(B)- Sem Contraste Linear

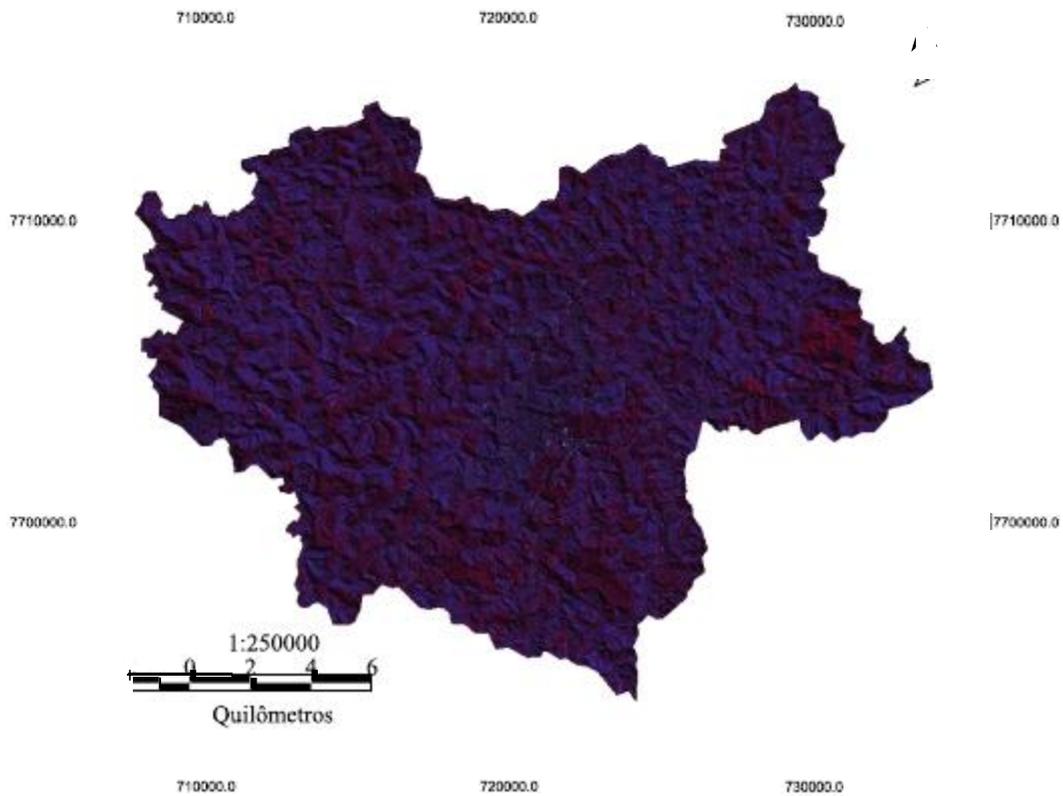


Viçosa MG 1998 - Composição Landsat 5 TM 3(R)4(G)5(B)- Após Contraste Linear

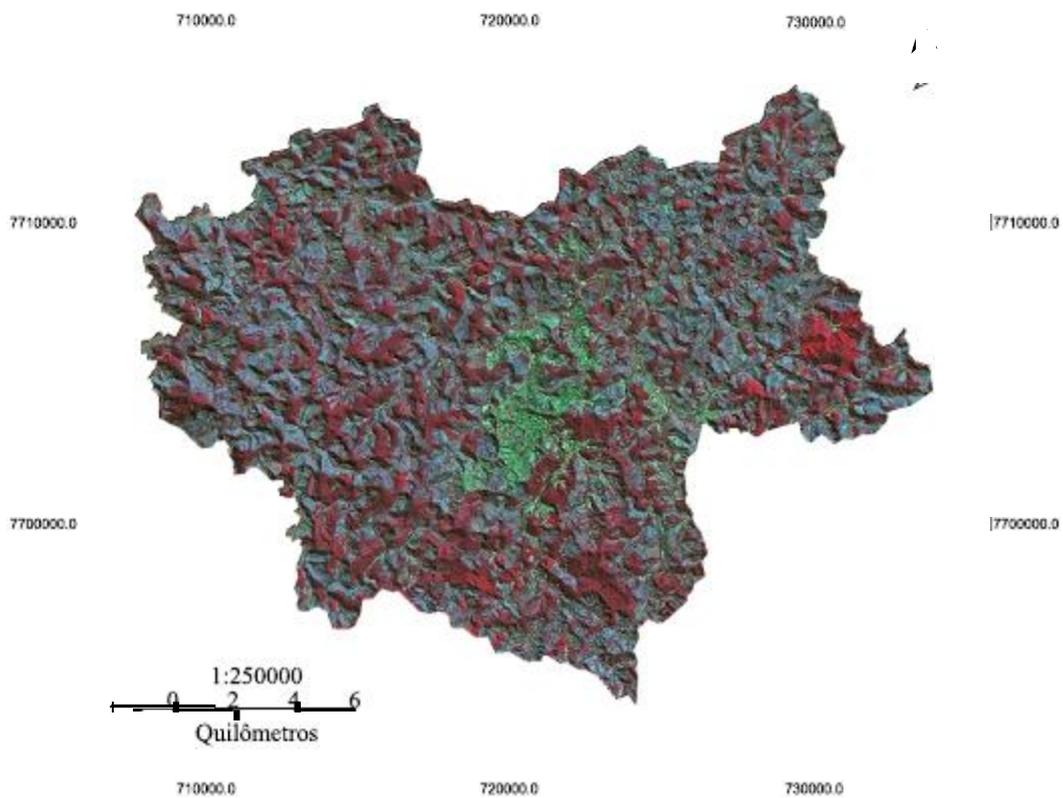


APÊNDICE E - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(B) 4(R) 5(G), antes e depois do contraste linear. Ano de 2011.

Viçosa MG 2011 - Composição Landsat 5 TM 3(B)4(R)5(G)- Sem Contraste Linear

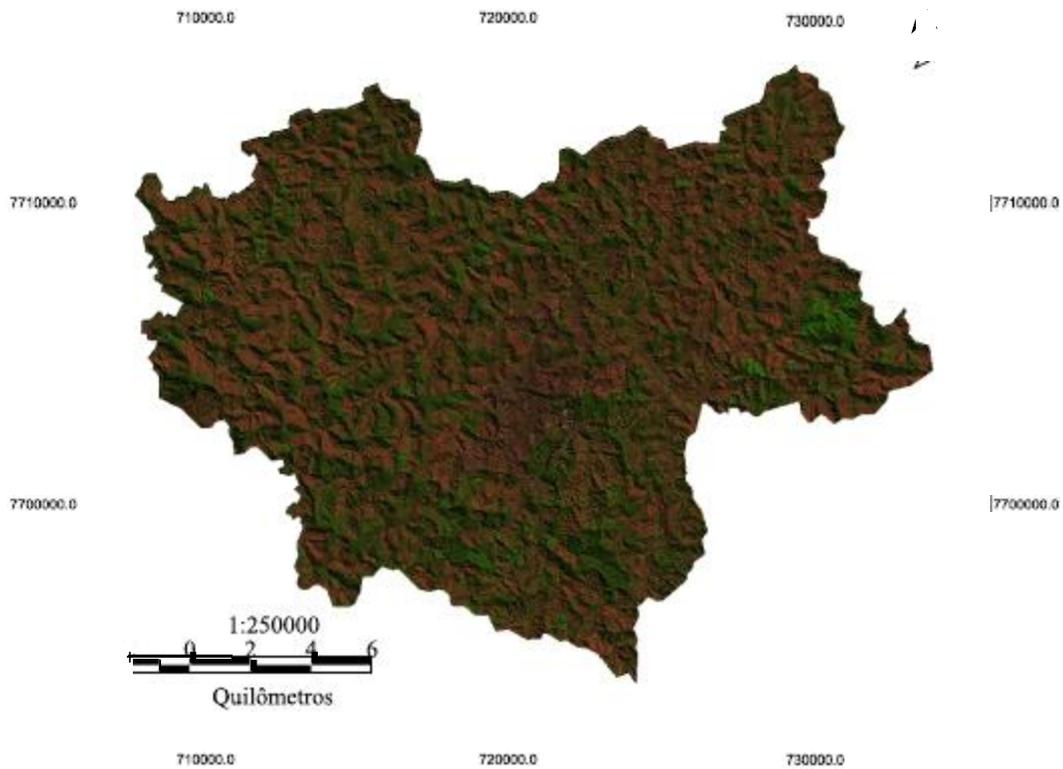


Viçosa MG 2011 - Composição Landsat 5 TM 3(B)4(R)5(G)- Após Contraste Linear



APÊNDICE F - Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM composição de bandas 3(R) 4(G) 5(B), antes e depois do contraste linear. Ano de 2011.

Viçosa MG 2011 - Composição Landsat 5 TM 3(R)4(G)5(B)- Sem Contraste Linear



Viçosa MG 2011 - Composição Landsat 5 TM 3(R)4(G)5(B)- Após Contraste Linear

