

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

HUGO MARQUES CARDOSO

**ANÁLISE TEMPORAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
MUDANÇA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ENTORNO DA ÁREA
URBANA DE MONTE CARMELO – MG**

MONTE CARMELO

2017

HUGO MARQUES CARDOSO

**ANÁLISE TEMPORAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
MUDANÇA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ENTORNO DA ÁREA
URBANA DE MONTE CARMELO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do título de Engenheiro Agrimensor e
Cartógrafo, pelo Instituto de Geografia, da
Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte
Carmelo.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Mirna Karla Amorim da
Silva

MONTE CARMELO

2017

HUGO MARQUES CARDOSO

**ANÁLISE TEMPORAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA
MUDANÇA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO ENTORNO DA ÁREA
URBANA DE MONTE CARMELO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado para obtenção
do título de Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo, pelo
Instituto de Geografia, da Universidade Federal
Uberlândia, pela banca examinadora formada por:

Monte Carmelo, 13 de julho de 2017.

Mirna Karla Amorim da Silva

Prof. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva, UFU/MG

Luziane Santos Ribeiro

Prof. Dra. Luziane Santos Ribeiro, UFU/MG

Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo

Prof. Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo, UFU/MG

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho teve colaboração direta e indireta de diversas pessoas a quem manifesto meus sinceros agradecimentos:

Primeiramente, agradeço a DEUS, pelo dom da vida, sabedoria, pela graça e força para atingir meus objetivos.

À minha família, pela qual tenho grande admiração e respeito. Por ser minha referência e base, apoiando e me auxiliando sempre em todos os momentos de minha vida, com ensinamentos e dicas ao longo da graduação.

À minha orientadora Prof. Dr^a. Mirna Karla Amorim da Silva pelo apoio, e sua dedicada e atenciosa orientação e confiança, a todos os professores que tive ao decorrer do curso, pelos ensinamentos.

Aos meus colegas de graduação que compartilharam bons momentos, sem os quais, não tenho dúvida de que toda esta caminhada se tornaria mais difícil.

À todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

À todos meu muito obrigado!!!

RESUMO

O município de Monte Carmelo – MG está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba e tem o uso da terra caracterizado pela antropização de áreas ocupadas por atividades agropecuárias e industriais. Conhecido este aspecto, a proposta desta pesquisa objetivou realizar uma análise temporal do uso e ocupação da terra, com um intervalo de 30 anos, iniciando no ano de 1985 até 2015, visando identificar com o auxílio de imagens orbitais dos satélites *Landsat5* e *Landsat 8*, o avanço das atividades agropecuárias sobre os remanescentes naturais do bioma Cerrado. Segundo dados do INPE (2013), em pouco mais de 20 anos o Cerrado se tornou uma importante fronteira agrícola e contribuiu para a posição do país como um dos maiores produtores e exportadores agropecuários do mundo. Assim, o monitoramento da expansão do desmatamento nessa área deve ser constante, buscando garantir um desenvolvimento sustentável nesse bioma. Neste contexto, o método para a realização desta pesquisa visou empregar o geoprocessamento, o sensoriamento remoto e o processamento digital de imagens, no dado intervalo de tempo. Para isso, as imagens foram classificadas pelo *software Envi Classic 5.1*, utilizando um classificador supervisionado para abstrair informações e quantificar o avanço das atividades agropecuárias sobre a vegetação nativa, na área de estudo, entorno da área urbana do município de Monte Carmelo- MG. Nesse sentido, os dados obtidos no trabalho foram importantes para avaliar como ocorreu o avanço das atividades agropecuárias sobre a vegetação nativa na área de pesquisa, resultando em uma redução de 28,98% em vegetação nativa e um aumento de 24,42% nas atividades agropecuárias para o dado período de 30 anos.

Palavras chave: Cerrado. Avaliação temporal. Uso da terra.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais técnicas de processamento de imagens e divisão dos tipos de processamento	13
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	19
Figura 3 - Fluxograma das atividades executadas.....	21
Figura 4 - Mapa de uso e ocupação da terra em 1985	26
Figura 5 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 1985	26
Figura 6 - Mapa de uso e ocupação da terra em 1995	27
Figura 7 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 1995	27
Figura 8 - Mapa de uso e ocupação da terra em 2005	28
Figura 9 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 2005	28
Figura 10 - Mapa de uso e ocupação da terra em 2015	29
Figura 11 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 2015	29
Figura 12 - Mapas de fragmentos de vegetação arbórea da área de estudo	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de datas para a aquisição das imagens	20
Quadro 2 - Elementos de interpretação em imagens.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de concordância com base no índice Kappa	24
Tabela 2 - Caracterização da métrica de paisagens	25
Tabela 3 - Fragmentos de vegetação arbórea em 1985.....	31
Tabela 4 - Fragmentos de vegetação arbórea em 1995.....	31
Tabela 5 - Fragmentos de vegetação arbórea em 2005.....	32
Tabela 6 - Fragmentos de vegetação arbórea em 2015.....	32
Tabela 7 - Valores do índice Kappa calculados	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.1 SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À VEGETAÇÃO	11
3.2 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	12
3.2.1 Classificação Supervisionada	14
3.3 VALIDAÇÃO DO MAPEAMENTO	14
3.4 PLANEJAMENTO E CONSEQUÊNCIAS DO USO DA TERRA	15
3.5 MAPEAMENTO DO USO DA TERRA	16
3.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.2 MATERIAL	19
4.3 MÉTODOS	20
4.3.1 Operações no <i>ArcGis 10</i> e <i>ENVI 5.0</i>	21
4.3.2 Índice <i>kappa</i>	24
4.3.2 A ferramenta <i>Patch Analyst</i>	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	34
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O termo impacto ambiental está diretamente associado aos efeitos da ação antrópica sobre o meio ambiente. Geralmente, esse impacto se dá devido ao acelerado desenvolvimento econômico, onde não há um planejamento e controle adequando sobre a exploração dos recursos naturais. Com base nisso, esses fatores devem ser estudados de forma a auxiliar na redução das consequências causadas pela ação antrópica, ao meio ambiente natural, a partir de uma exploração realizada de forma gravemente inadequada e desmedida.

Segundo dados do INPE (2013), em pouco mais de 20 anos, o Cerrado se tornou uma importante fronteira agrícola e contribuiu para a posição do país como um dos maiores produtores e exportadores agropecuários do mundo. Para isso, apenas 54,5% do bioma Cerrado manteve sua vegetação nativa preservada. Assim, o monitoramento da expansão do desmatamento nessa área deve ser constante, buscando garantir um desenvolvimento sustentável nesse bioma, tão rico em biodiversidade e onde estão localizadas nascentes de importantes bacias hidrográficas como a do Araguaia-Tocantins e São Francisco, além dos principais afluentes das bacias Amazônica e do Prata.

O uso de imagens de satélite tem se mostrado uma ferramenta eficiente e eficaz para o mapeamento dos impactos ambientais mencionados, auxiliando, por meio de técnicas matemáticas e computacionais, na avaliação da situação ambiental e possibilitando traçar o diagnóstico e gerar prognósticos de cenários atuais e futuros, com vistas à boa gestão desses ambientes. Segundo Jensen (2009), a análise de dados de determinada época, obtidos pelo sensoriamento remoto, com fim de extrair dados relevantes de variáveis biofísicas da vegetação, frequentemente é de grande auxílio. Porém, quando se busca verificar a dinâmica e, especialmente, a transformação do ecossistema, é necessário monitorar a vegetação através do tempo e determinar quais sucessões de mudança estão ocorrendo naquele ambiente.

Neste sentido, a realização desse trabalho, para a região de Monte Carmelo, se justifica em função da existência de poucas pesquisas desse caráter, nessa localidade. Desta forma, essa pesquisa buscou contribuir com informações relevantes sobre os

impactos ambientais gerados pela mudança do uso e ocupação da terra no entorno da área urbana do município.

O emprego de imagens orbitais para detecção de impactos ambientais causados com a mudança do uso e ocupação da terra se mostra uma técnica eficaz capaz de gerar informações relevantes para os órgãos gestores do meio ambiente, visando trazer um maior controle sobre os impactos ambientais causados. Desta maneira, o uso de técnicas como a classificação supervisionada, com o auxílio de imagens orbitais, pode proporcionar grandes vantagens, que podem auxiliar em posteriores monitoramentos do avanço dessa ação antrópica sobre o meio ambiente. Neste sentido, a hipótese desta pesquisa fundamentou-se no fato de que o uso de tais técnicas permite uma identificação e avaliação das alterações do uso da terra e dos impactos ambientais que aconteceram para a região estudada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Dentro do contexto apresentado, o objetivo geral desta pesquisa consistiu em realizar análise temporal da alteração do uso e ocupação da terra, no entorno da área urbana do município de Monte Carmelo, Minas Gerais, com o auxílio de imagens orbitais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral apresentado, foram realizados os objetivos específicos, a seguir:

- Elaborar os mapas de uso e ocupação da terra para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, a partir das imagens *Landsat*;
- Elaborar os mapas de fragmentos de vegetação arbórea para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, a partir dos mapas de uso e ocupação da terra;
- Elaborar as métricas dos remanescentes de vegetação arbórea para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015;

- Tabular e analisar os dados encontrados, a partir dos mapeamentos realizados;
- Identificar os impactos ambientais causados pela mudança de uso e ocupação da terra, no período analisado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À VEGETAÇÃO

O Sensoriamento Remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados referentes à superfície terrestre, por meio da captação e registro da energia eletromagnética refletida ou emitida, na superfície terrestre. O termo ‘sensoriamento’ refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em diversos tipos de plataformas, sejam essas terrestres, aéreas ou orbitais. Já o termo ‘remoto’, por sua vez, é utilizado pelo fato da obtenção de informações ser realizada sem nenhum contato físico entre o sensor utilizado com os objetos localizados na superfície terrestre (FLORENZANO, 2011).

Assim, os sensores utilizados em sensoriamento remoto, disponíveis na atualidade, permitem a aquisição de uma gama de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estas informações de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação da terra em uma dada região (ROSA, 2009).

Segundo Moreira (2001), para discutir a interação da energia eletromagnética (REM) com a vegetação, seja ela uma floresta, uma pastagem, uma cultura agrícola ou um campo, primeiramente deve-se entender o indivíduo que constitui esta comunidade vegetal, ou seja, a planta, uma vez que é nela que se processam todas as atividades físico-químicas e biológicas, além de ser a menor unidade da vegetação que irá interagir com a radiação solar.

Ainda segundo o mesmo autor, na estrutura da vegetação, o dossel é o extrato superior da formação vegetal. É a camada de folhagem contínua de uma floresta, arvoredo ou cerradão, composta pelo conjunto das plantas lenhosas mais altas. Assim, o

dossel vegetal pode ser entendido como o conjunto de todas as copas da vegetação, em determinada área, independente da espécie.

Com base nesses conhecimentos, Jensen (2009), define o sensoriamento remoto da absorção por clorofila, num dossel vegetal, uma variável biofísica fundamental útil para vários tipos de pesquisas biogeográficas, onde as características de absorção dos dosséis vegetais podem ser associadas a outros dados de sensoriamento remoto aplicado na identificação, por exemplo, de estresse, produtividade e outras variáveis híbridas da vegetação.

3.2 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

As imagens de satélite, obtidas pelo sensoriamento remoto, são importantes ferramentas para análise temporal de mudanças de uso e ocupação da terra e é necessário que sejam tratadas com a devida qualidade para que sejam fontes de informações confiáveis sobre a área estudada.

Segundo Menezes e Almeida (2012), o processamento de imagens é configurado por algoritmos especializados, que disponibiliza para o consumidor a aplicação de uma diversa gama de técnicas para o processamento. Os algoritmos tratam matematicamente a imagem como um dado diretamente relacionado ao processo físico que o criou. Porém, a representação e o processamento matemático da imagem não condizem totalmente com a representação do mundo real, portanto, o usuário deve analisar e interpretar os dados presentes na imagem.

O formato matricial das imagens facilita operações matemáticas e estatísticas com finalidade de analisar o grande volume de dados que possuem as imagens advindas de sensores remotos.

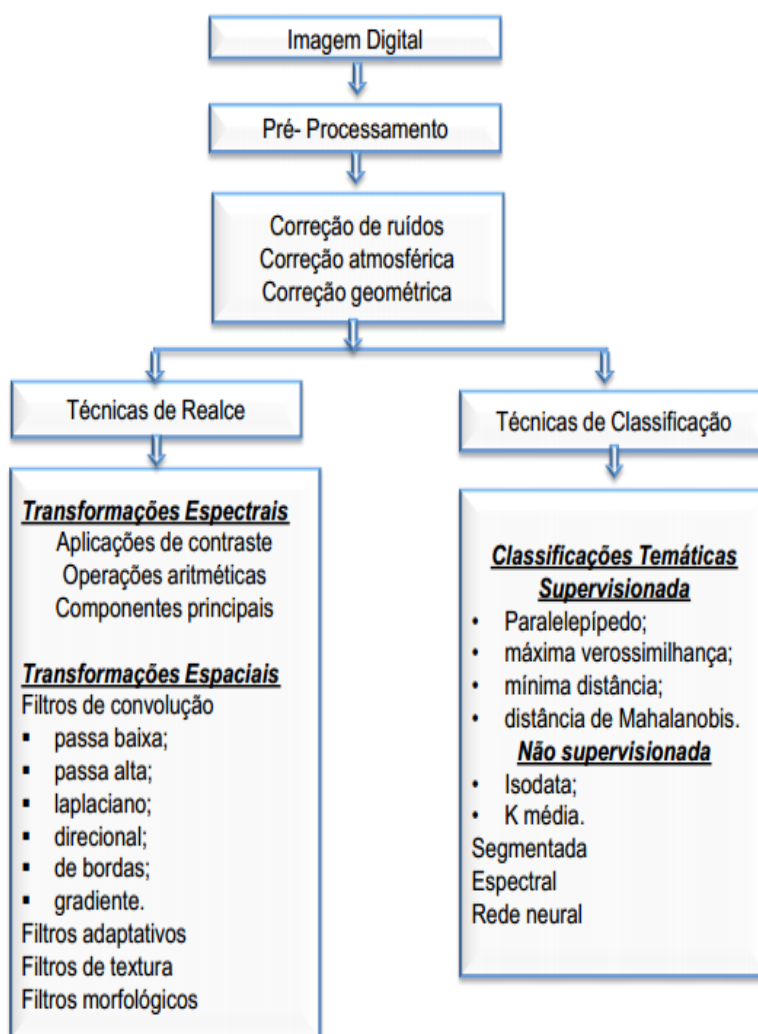
Grande parte dos *softwares* especializados em processamento digital de imagens do sensoriamento remoto dividem técnicas de processamento digital em dois tipos básicos: realce e classificação. A estas técnicas antecede uma fase de pré-processamento, com objetivo de corrigir preliminarmente erros que possam ser apresentados nos dados originais. Não existe um fluxo de processamento pré-definido que o usuário seja obrigado a fazer. Por exemplo, o usuário que desejar produzir um

mapa temático necessitará de informações acuradas referentes à localização dos alvos que deseja investigar, portanto, correções de distorções geométricas na imagem são imprescindíveis (MENEZES; ALMEIDA, 2012).

Ainda de acordo com o mesmo autor, as técnicas de pré-processamento são funções operacionais que buscam remover ou corrigir erros e distorções introduzidos nas imagens pelos sistemas sensores devido à erros instrumentais (ruídos espúrios), às interferências da atmosfera (erros radiométricos) e à geometria de imageamento (distorções geométricas).

Alguns exemplos de técnicas utilizadas de pré-processamento e processamento de imagens podem ser verificados na **Figura 1**.

Figura 1 - Principais técnicas de processamento de imagens e divisão dos tipos de processamento



Fonte: Adaptado de Menezes e Almeida (2012).

3.2.1 Classificação Supervisionada

A classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto necessita de um treinamento no qual o operador irá determinar, através de amostras, as características do objeto que deseja mapear. Esses objetos ou classes deverão ser definidos, *a priori*, e sua identificação é limitada pelas características espaciais e espectrais do sensor utilizado. Pode-se usar como área de treinamento uma região delimitada pelo usuário ou algumas regiões da imagem segmentada, já que estas, anteriormente, determinaram regiões homogêneas, segundo o critério de semelhança utilizado. Entre essas amostras de treinamento serão calculados os parâmetros para cada classe (CORREIA et al., 2007).

O método da Máxima Verossimilhança (Maxver) considera que as distribuições espectrais dos *pixels* formadores das classes analisadas devem seguir um padrão Gaussiano ou Normal (RIBEIRO; BAPTISTA; BIAS, 2007).

Segundo Machado (2003), o método de classificação Maxver considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.

Para Correia (2007), esse classificador Maxver, é o mais aplicado no sensoriamento remoto. Consiste em uma classificação pontual, baseada nos valores radiométricos do pixel e em parâmetros da distribuição Gaussiana de cada uma das classes de treinamento. O mapa obtido por esse classificador, em geral, tem uma aparência ruidosa, visto que o contexto espacial não é considerado.

3.3 VALIDAÇÃO DO MAPEAMENTO

Rosa (2009, p.188) define que um mapeamento temático atende seu objetivo da seguinte maneira:

O mapa temático obtido a partir de imagens de satélite tem por objetivo representar o mundo real, contudo essa representação possui erros introduzidos durante todo o processo de elaboração do mapa, advindas de falhas do foto interprete na identificação das classes, na delimitação dos diferentes alvos, na escolha da escala de trabalho, nas limitações da resolução espacial e espectral do sensor, na data de obtenção das imagens e no desenho final do mapa.

Assim, a qualidade de um mapeamento temático é avaliada de acordo com sua precisão e exatidão. A precisão refere-se ao quanto a área de uma categoria obtida com o mapeamento reflete com a realidade vista em campo, no entanto, a exatidão refere-se à determinada categoria identificada na imagem, se a mesma se encontra realmente correta. Geralmente, a exatidão é apresentada em porcentagem. Portanto, para que o mapa temático apresente uma boa representação do mundo real, o mesmo deve possuir uma confiabilidade estatística aceitável tanto em precisão, quanto em exatidão do mapeamento (ROSA, 2009).

Dentro desse contexto de validação de mapeamentos temáticos, um índice de validação muito utilizado é o Índice *Kappa*. Segundo Rosa (2009), o índice *Kappa* é um coeficiente para escalas nominais que mede a proporção de concordância depois que a concordância atribuída à casualidade é retirada.

Para Cohen (1960), o coeficiente *Kappa* considera todos os elementos da matriz de erros ao invés de apenas aqueles que se situam na diagonal principal da mesma, ou seja, estima a soma da coluna e linha marginais.

Considera-se que valores próximos a 1 indicam melhor concordância entre a realidade no terreno e o resultado encontrado com a classificação, por outro lado um valor próximo a 0 sugere que o resultado é puramente gerado ao acaso. O coeficiente *Kappa* é o método mais conhecido e indicado para aferição de classificações temáticas (MOREIRA, 2001).

3.4 PLANEJAMENTO E CONSEQUÊNCIAS DO USO DA TERRA

As geotecnologias apresentadas auxiliam na coleta e processamento de dados de relevância para estudos ambientais.

Dentre estes estudos, o planejamento ambiental tem por objetivo estabelecer normas para a ocupação de territórios complexos e, para isso, necessita estar suficientemente ligado à realidade em seus múltiplos aspectos. Deve interpretar o meio levando em conta a sua composição, estrutura, processo e função, como um todo contínuo no espaço (SANTOS, 2004).

Devido ao próprio potencial como indicador, a vegetação é um tema muito pautado por planejadores. Consiste em um elemento do meio natural muito sensível as tendências e condições da paisagem, reagindo distinta e rapidamente às variações. A

vegetação pode mudar radicalmente, dentro de pequenas distâncias e em pequenos intervalos de tempo, com isso, seu estudo permite conhecer condições naturais do território e influências antrópicas que o afetam, podendo inferir, globalmente, a qualidade do meio. Assim, quanto mais próxima a vegetação estiver de sua tolerância às variações dos fatores abióticos e bióticos, maior vulnerabilidade terá (SANTOS, 2004).

Ainda para a mesma autora, o uso e ocupação das terras retratam atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre elementos naturais, uma ponte essencial para análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre informações dos meios biofísico e socioeconômico. De maneira geral, as formas de uso e ocupação são identificadas (tipos de uso) espacializadas (mapa de uso) caracterizadas (pela intensidade de uso e indícios de manejo) e quantificadas (percentual de área ocupada pelo tipo), auxiliando o planejamento de melhores condições de ocupação. As informações sobre esse tema devem descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo.

3.5 MAPEAMENTO DO USO DA TERRA

O estudo do uso e ocupação da terra busca conhecer a respeito de toda a sua utilização por parte do homem ou, se não estiver sendo utilizada pelo homem, a caracterização dos diferentes tipos de vegetação nativa que reveste o solo, assim como suas localizações. De forma geral, a expressão "uso da terra/solo" pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2009).

O conhecimento atualizado das formas de uso e ocupação da terra, aliado ao seu uso anterior, tem sido um fator de fundamental importância para o entendimento dos processos que ocorrem em uma dada região, tornando-se necessário à medida que os efeitos do mau uso da terra podem vir a causar deterioração no meio ambiente, com efeitos como processos de erosão intensos, desertificação, inundações, assoreamentos de cursos d'água (ROSA, 2009).

Em um mapeamento de uso da terra, podemos identificar diversos tipos de classe conforme Silva (2014, p.104):

a) Cerradão/Cerrado/Mata/Reflorestamento: compreende algumas áreas de cobertura vegetal nativas, compostas por vegetação arbustivo-herbácea densa que ocorre nas formações savânicas e florestais e as classes de cobertura vegetal não-nativas compostas por áreas reflorestadas para recomposição de flora ou para fins comerciais com espécies de pinus, eucalypto, etc.;

- b) Campo limpo/Campo sujo/Campo cerrado: compreende áreas de cobertura vegetal nativas, compostas por vegetação com fisionomia herbáceo-arbustiva, com a presença (campo sujo) ou não (campo limpo) de arbustos e subarbustos espaçados entre si;
- c) Pastagem: compreende as áreas destinadas ao pastoreio do gado, composta por pastos naturais ou artificiais, degradados ou melhorados;
- d) Agricultura: compreende as áreas de culturas agrícolas permanentes (café, banana, etc.), temporárias (cana-de-açúcar, mandioca, etc.), irrigadas por pivô central ou por irrigação tradicional, com fins comerciais ou de consumo;
- e) Área urbana: compreende as áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas (vilas, cidades, complexos industriais e outras áreas antrópicas isoladas das concentrações urbanas);
- f) Água: compreende os reservatórios de água naturais e artificiais (rios, lagos, represas).

São as variações das classes de uso e ocupação da terra identificadas e mapeadas, em determinada escala de tempo, no espaço, que permitem analisar as influências dessas alterações nos ambientes.

3.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM

O termo paisagem possui uma vasta gama de conceitos associados. Todavia, quando se menciona esse termo, logo se associa a um espaço aberto, espaço vivenciado ou de espaço de inter-relação do ser humano com o seu ambiente. Considerando a paisagem simplesmente como uma área heterogênea composta por diferentes classes de uso da terra. (SANTOS et al, 2009).

Ainda segundo os mesmos autores, as mudanças ocorridas em uma paisagem percorrendo certo intervalo de tempo podem ser encontradas pelo estudo de evolução temporal por meio do mapeamento das classes de uso e ocupação da terra. Todavia, quando se quantifica a estrutura da paisagem, é possível ter um maior detalhamento das alterações ocorridas e da função da paisagem. Dessa forma, fica evidenciada a importância da característica estrutura dentro da ecologia da paisagem sendo esta, composta pelos elementos fragmento, corredor e matriz.

De acordo com Maciel (2007), um fragmento de floresta seria uma amostra idêntica da floresta original. Contudo, ele sofre uma série processos conhecido como “efeitos de bordas”. A partir do isolamento da área (quando ela passa a estar rodeada de

espaços abertos), várias alterações microclimáticas começam a acontecer em cadeia, nas bordas desse fragmento.

Altera-se a quantidade de luz, que chega ao solo nas bordas com mais intensidade do que no interior do fragmento, tornando o ambiente mais claro, quente e seco. As bordas também estão mais susceptíveis à ação dos ventos, enquanto o interior está mais protegido. As modificações do microclima e a queda de árvores também desencadeiam mudanças cada vez mais profundas em toda a estrutura e composição da mata (MACIEL, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

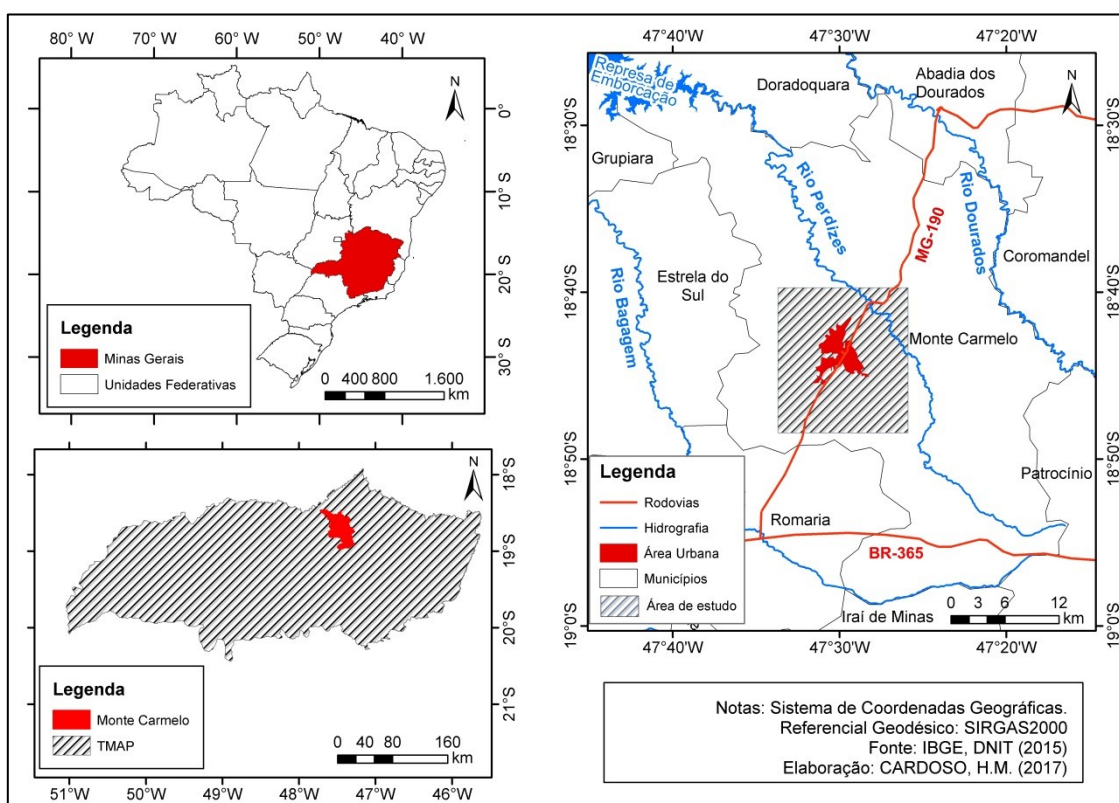
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa está inserida no entorno do município de Monte Carmelo, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais.

O município de Monte Carmelo situa-se entre coordenadas geográficas de 18° 32' Sul e 47° 45' Oeste, e 19° 00' Sul e 47° 15' Oeste, com população estimada de 47.770 habitantes segundo dados levantados pelo IBGE, em 2014. Possui altitude média de 890 metros e uma área que abrange 1.347,79 km². Esse município está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba e tem o uso do solo caracterizado pela antropização das áreas ocupadas com atividades agropecuárias e industriais. A temperatura varia entre a mínima de 15 graus Celsius e a máxima de 32 graus Celsius, com precipitações anuais médias de 1600 mm e maior incidência nos meses de dezembro e janeiro. O clima predominante para esse município é o tropical com estação seca. Quanto ao tipo de solo predominante destaca-se o tipo latossolo e quanto ao bioma, este se caracteriza pelo bioma Cerrado.

O local de estudo está inserido nas proximidades da área urbana do município, compreendendo uma área de 22.400 hectares, inserido entre as coordenadas geográficas de 18° 39' Sul e 47° 33' Oeste, 18° 48' Sul e 47° 25' Oeste, conforme ilustrado no mapa a seguir (**Figura 2**).

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo



Elaboração: O autor.

4.2 MATERIAL

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Dados vetoriais (limite municipal, hidrografia, malha viária, etc.) obtidos a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
- Imagens orbitais dos satélites *Landsat8* e *Landsat 5* referentes aos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, obtidas a partir do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE;
- *Software ENVI Classic 5.1*, com licença disponível no laboratório SIGEO, situado na Universidade Federal de Uberlândia;
- *Software ENVI 5.1*, com licença disponível no laboratório SIGEO, situado na Universidade Federal de Uberlândia;
- *Software Arcgis Desktop 10*, com licença disponível no laboratório SIGEO, situado na Universidade Federal de Uberlândia.

4.3 MÉTODOS

A elaboração desta pesquisa foi delineada a partir das etapas sequenciais, cujos procedimentos realizados estão descritos, a seguir.

Etapla 1 – Coleta dos dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa:

Para gerar os mapas de uso da terra, realizou-se o *download* de imagens de satélite para diferentes datas referentes ao período estudado, disponibilizadas pelo INPE, de forma gratuita. A **Quadro 1** apresenta as datas em que as imagens foram adquiridas, visando à composição da série histórica.

Quadro 1 - Relação de datas para a aquisição das imagens

Ano	Data de aquisição da imagem	Órbita / Ponto
1985	13/10/1985	220 / 73
1995	25/10/1995	220 / 73
2005	04/10/2005	220 / 73
2015	17/10/2015	220 / 73

Elaboração: O autor.

A escolha das imagens para montagem do acervo levou em consideração a época do ano, para que as condições ambientais, quando da realização do imageamento, fossem as mais similares possíveis, estando assim a área imageada inserida dentro de um mesmo contexto em cada uma das décadas em análise.

Etapla 2 - Elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra:

Nessa etapa foi feito o mapeamento do uso e ocupação da terra para os períodos de interesse. As imagens de satélite utilizadas nesse mapeamento foram preparadas para uso a partir do *software ENVI 5.1*, com o auxílio das ferramentas de processamento digital de imagens, como a ferramenta de classificação supervisionada (ver Seção 3.2.1). Após a elaboração dos mapas, procedeu-se à sua validação por meio da avaliação do índice *Kappa*.

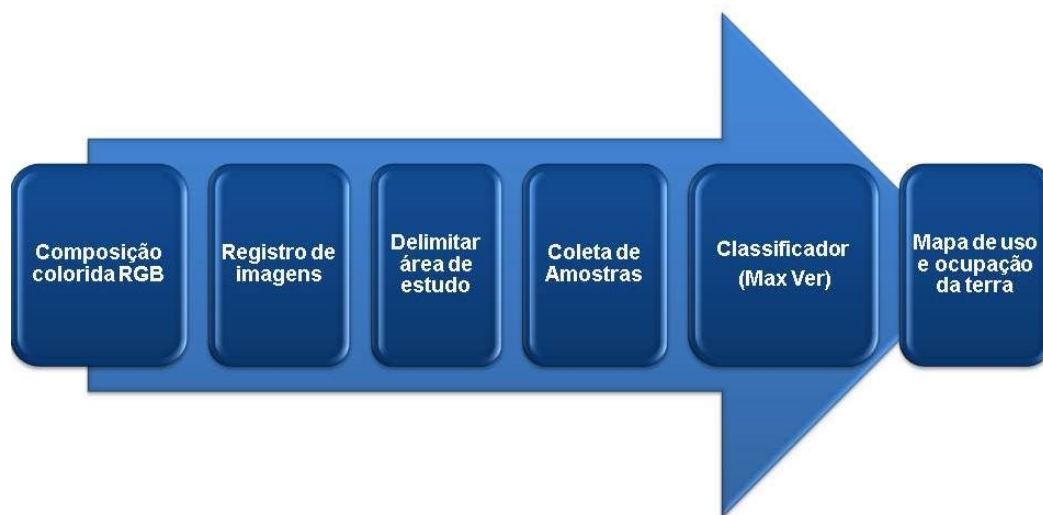
Etapla 3 - Tabulação e análise dos dados:

Por fim, nessa etapa, foram tabulados e analisados os resultados encontrados após classificação citada na etapa anterior. Buscou-se, quando da análise, contextualizar as dimensões das classes a possíveis cenários que as possam justificar. Os dados

correspondentes aos mapeamentos de uso e ocupação da terra foram calculados em área e porcentagem e representados em tabelas e gráficos para melhor visualização. Com base no mapeamento, tabelas e gráficos gerados foram realizadas análises referentes às alterações de uso e ocupação da terra ocorridas durante o período, bem como os impactos causados na região por conta das alterações identificadas.

A **Figura 3** mostra um fluxograma que ilustra o ordamento das ações desempenhadas no transcorrer desta pesquisa.

Figura 3 - Fluxograma das atividades executadas



Elaboração: O autor.

4.3.1 Operações no *ArcGis 10* e *ENVI 5.0*

Inicialmente fora realizada composição em falsa cor das bandas espectrais para o acervo de imagens disponível. Executou-se tal procedimento com o auxílio da ferramenta *Composite Bands*, do *software ArcGis 10*. Para as imagens *Landsat 5* foi feita a composição R-5 G-4 B-3 e para a imagem *Landsat 8* a composição adotada foi R-6 G-5 B-4, também conhecidas como falsa cor.

Uma vez realizada a composição colorida a partir das bandas multiespectrais, procedeu-se ao georreferenciamento (registro, correção geométrica) das imagens correspondentes aos anos de 1985, 1995 e 2005.

O registro de imagens de satélite consiste na determinação de parâmetros de correção para a posição espacial da área imageada. Para tanto, toma-se por referência uma amostra de pontos convenientemente distribuídos e facilmente identificáveis em uma imagem já corrigida e busca-se, na imagem a corrigir, por pares homólogos aos coletados na primeira, em número não inferior a 4 pares, de maneira que se permita a correção da posição tridimensional dos pontos e a existência de vetores adicionais que permitirão o ajustamento dos dados e, conseqüentemente, a determinação das precisões.

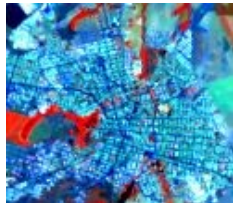
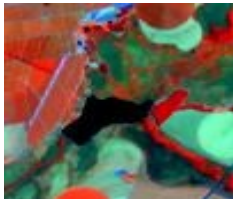
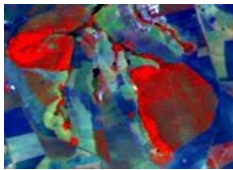
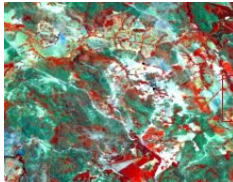
A referência tomada fora a imagem do ano de 2015, também pertencente ao acervo utilizado no desenvolvimento desta pesquisa. Para esta etapa recorreu-se ao *software Envi Classic*, por meio da ferramenta *Select GCPs (Ground Control Points): Image to Image*.

Uma vez desempenhadas as etapas anteriores, executou-se a operação de recorte para a região delimitada para estudo, inserida no município de Monte Carmelo. Mais uma vez lançou-se mão do *software ENVI 5.1*, por procedimento de extração baseada em máscara a partir de um arquivo *shapefile* (.shp), adquirido na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, e da composição colorida obtida anteriormente. A ferramenta necessária para tal tarefa foi a *Subset Data from ROIs*,

Após realizadas todas as etapas listadas anteriormente, foi possível iniciar a coleta de amostras para realização da classificação supervisionada, na qual o operador seleciona amostras que representem a classe para treinamento do algoritmo para que as demais porções da área imageada que correspondam àquela classe possam ser identificadas a partir de critérios de similaridade.

O **Quadro 2** apresenta as informações relevantes acerca das características de interpretação identificadas em cada classe.

Quadro 2 - Elementos de interpretação em imagens

Definição das classes mapeadas	Elementos de Interpretação	Amostra da imagem OLI/LANDSAT 8
<u>Área Urbana:</u> Áreas com presença de edificações e concentração humana.	Cor: Variada Textura: Rugosa Forma: Irregular Tamanho: Médio/Grande	
<u>Atividades Agropecuárias:</u> -Pastagem: áreas de vegetação rasteira, de 1 a 60 cm, podendo existir alguma vegetação arbórea esparsa; -Agricultura: área de cultivo agrícola com plantio para fins comerciais ou de consumo; -Reflorestamento: área de vegetação homogênea para fins comerciais ou de recomposição de flora.	Cor: Variada Textura: Lisa/Média/Rugosa Forma: Geométrica Tamanho: Grande	
<u>Corpos D'água:</u> Reservatórios de água naturais ou artificiais.	Cor: Preta Textura: Lisa Forma: Irregular Tamanho: Médio	
<u>Vegetação arbórea:</u> Vegetação predominantemente de grande porte	Cor: Variada Textura: Média/Rugosa Forma: Irregular Tamanho: Grande	
<u>Vegetação campestre:</u> Vegetação predominantemente de porte médio e baixo, normalmente com gramíneas.	Cor: Variada Textura: Média/Rugosa Forma: Irregular Tamanho: Médio/Grande	

Elaboração: O autor.

As classes determinadas para análise foram: vegetação nativa campestre, vegetação arbórea, atividades agropecuárias, área urbana e cursos d'água. A classificação deu-se por meio do *ENVI Classic 5.1*.

Após a classificação no ENVI, os *shapes* vetoriais classificados foram refinados manualmente, utilizando-se a visualização em tela, no ArcGis.

4.3.2 Índice *kappa*

Os resultados obtidos com a classificação dos segmentos tiveram sua exatidão quantificada por meio do Índice *kappa*, cuja formulação é apresentada na Equação (1).

$$k = \frac{N \cdot \sum X_{ii} - \sum X_{i+} \cdot \sum X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} \cdot \sum X_{+i}} \quad (1)$$

Onde, X_{ii} corresponde à concordância encontrada na diagonal da matriz confusão, na posição i ; X_{i+} e X_{+i} são a soma da coluna e linha i da matriz confusão; respectivamente; e, juntos, são a concordância esperada; onde o N é o total de pixels observados.

Esse índice é utilizado para a verificação de concordância entre as amostras de referência das classes escolhidas e os resultados dos classificadores.

Landis e Koch (1977) propuseram intervalos representando a confiabilidade da amostra de acordo com o valor obtido para *kappa*, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1 - Valores de concordância com base no índice *Kappa*

Índice <i>Kappa</i> (k)	Concordância
0,00	Pobre
0,00 a 0,20	Ligeira
0,20 a 0,40	Considerável
0,40 a 0,60	Moderada
0,60 a 0,80	Substancial
0,80 a 1,00	Excelente

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

4.3.2 A ferramenta *Patch Analyst*

Essa ferramenta foi utilizada para se quantificar as variáveis envolvidas na métrica de paisagens, através de cálculos algébricos, operações em camadas e sobreposição matricial e/ou vetorial.

A primeira etapa consiste na identificação dos fragmentos dentro da área de estudo. Uma vez realizada a identificação, o passo seguinte é realizar os cálculos de área de cada fragmento em uma unidade convenientemente escolhida. Para esta atividade foi adotada a medida de área em *hectares* (ha).

Na sequência, os fragmentos foram reclassificados por tamanho em:

- **Muito pequenos**, se a área for inferior a 5 ha;
- **Pequenos**, se a área estiver entre 5 ha e 10 ha;
- **Médios**, se a área estiver entre 10 ha e 100 ha; e
- **Grandes**, se a área for superior a 100 ha.

Essas classes foram definidas levando como critério a maior e o menor tamanho (área) dos fragmentos de remanescentes arbóreos, onde após alguns estudos e levando em consideração esses fragmentos chegou-se a esse intervalo de classes.

Posteriormente foram realizados os cálculos dos itens relacionados à métrica de paisagens. A **Tabela 2** apresenta a caracterização de cada item que foi abordado.

Tabela 2 - Caracterização da métrica de paisagens

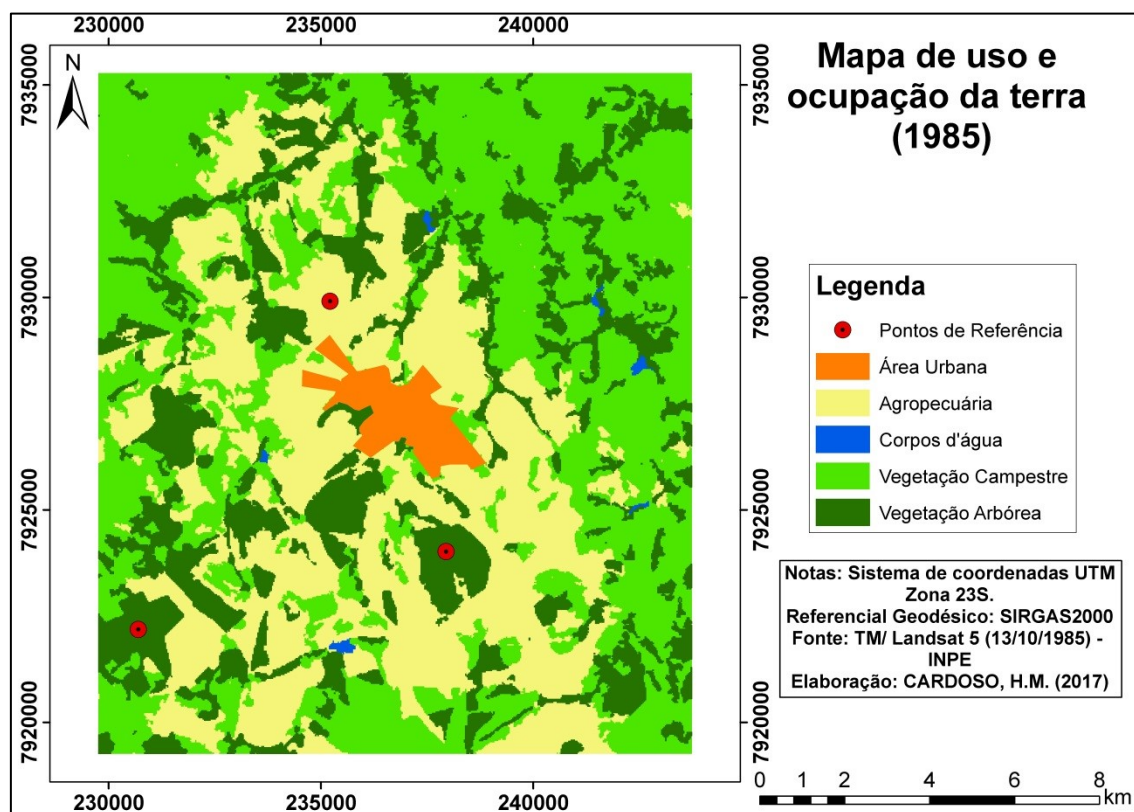
Item	Descrição	Observação
CA	Área da classe	Somatório das áreas de todas as manchas ou de fragmentos florestais
MPS	Tamanho médio da mancha	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
NUMP	Número de manchas	Número total de manchas na paisagem
PSSD	Desvio padrão do tamanho da mancha	Razão da variância do tamanho das manchas.
PSCoV	Coeficiente de variação do tamanho da mancha	Desvio padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha
TE	Total de bordas	Extremidade total de todas as manchas, sendo a soma de perímetro.
ED	Densidade de borda	Quantidade de extremidades relativa a área da paisagem.
MSI	Índice de forma médio	É igual a 1 quando todas as manchas são circulares e cresce com a irregulares
AWMSI	Índice de forma de área média ponderada	Difere do MSI porque as manchas maiores terão mais peso.
MPFD	Dimensão fractal da mancha média	Os valores se aproximam de 1 para formas com perímetros simples e chega a 2 para complexos

Elaboração: O autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

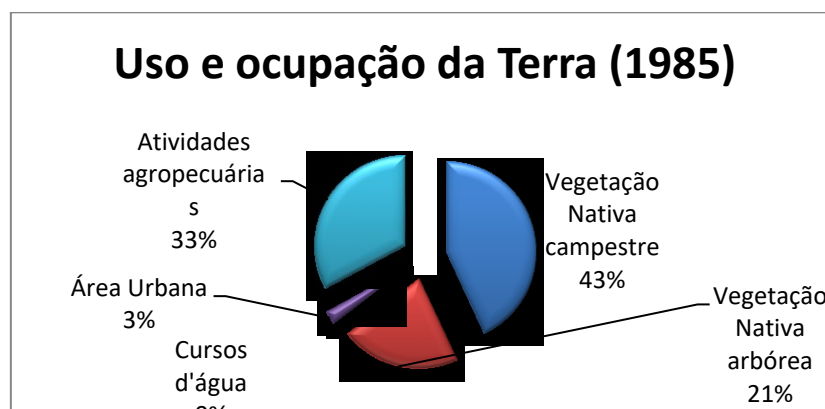
As **Figuras 4 e 5** representam o mapa e gráfico de área percentual para o uso e ocupação da terra no ano de 1985.

Figura 4 - Mapa de uso e ocupação da terra em 1985



Elaboração: O autor.

Figura 5 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 1985

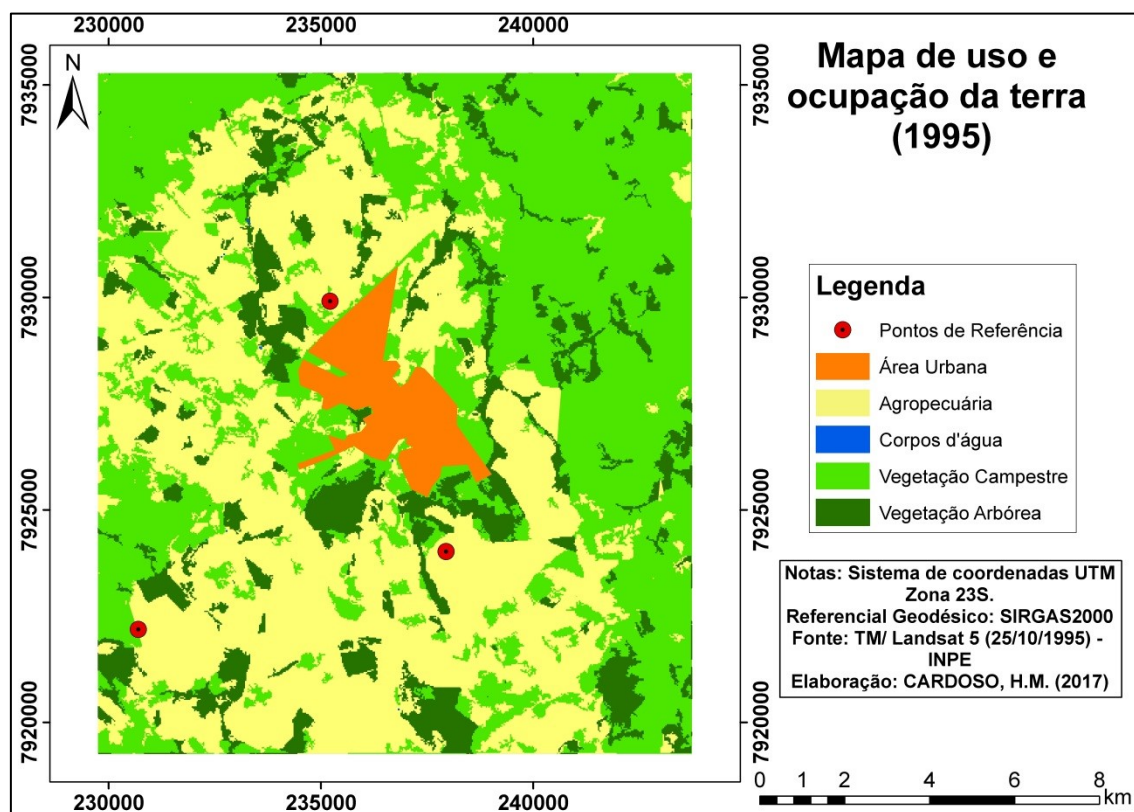


Elaboração: O autor.

À época, a vegetação nativa dominava a paisagem, totalizando 64% do total da área estudada (21% de vegetação nativa florestal e 43% de vegetação nativa campestre).

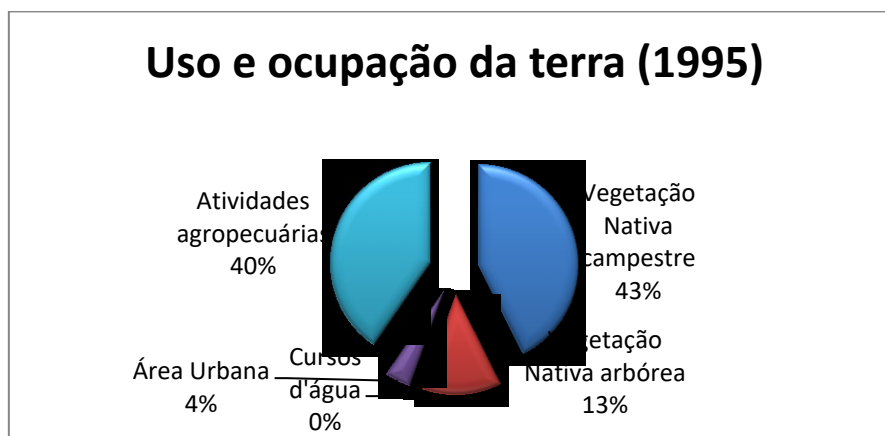
As **Figuras 6 e 7** representam o mapa e gráfico de área percentual para o uso e ocupação da terra no ano de 1995.

Figura 6 - Mapa de uso e ocupação da terra em 1995



Elaboração: O autor.

Figura 7 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 1995

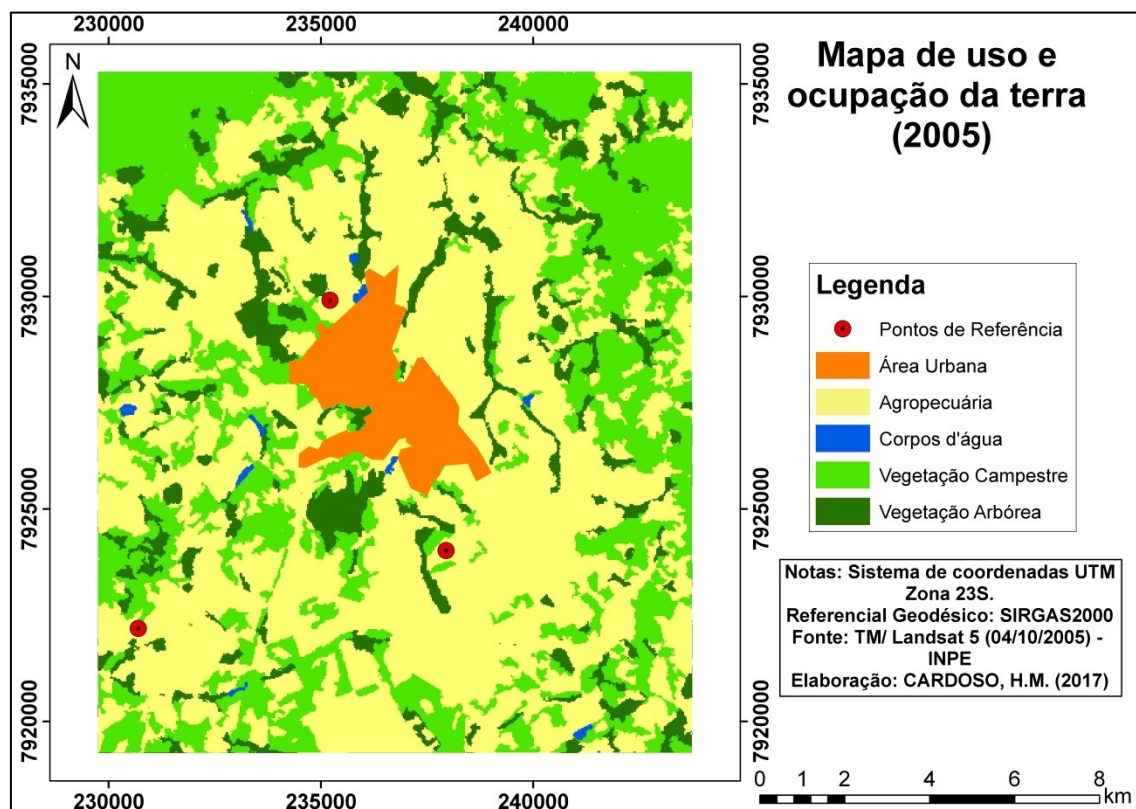


Elaboração: O autor.

Comparativamente à década anterior, percebe-se um cenário de avanço das atividades agropecuárias sobre a vegetação mais densa, como um reflexo do aumento percentual de cobertura por atividades agropecuárias (de 33% para 40%).

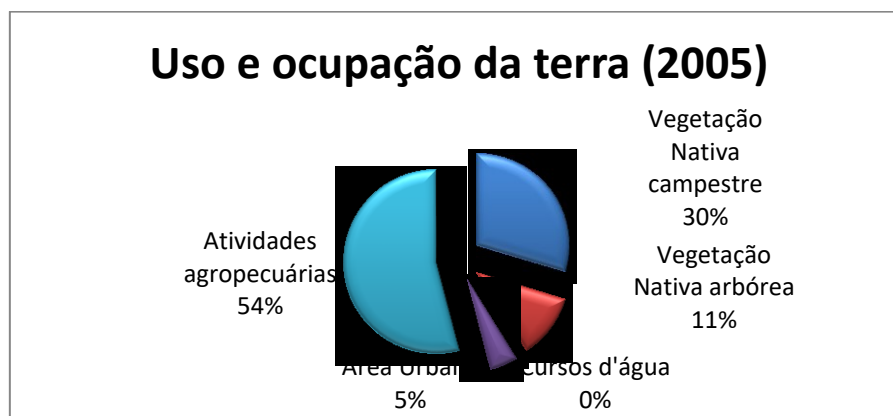
As **Figuras 8 e 9** representam o mapa e gráfico de área percentual para o uso e ocupação da terra no ano de 2005.

Figura 8 - Mapa de uso e ocupação da terra em 2005



Elaboração: O autor.

Figura 9 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 2005

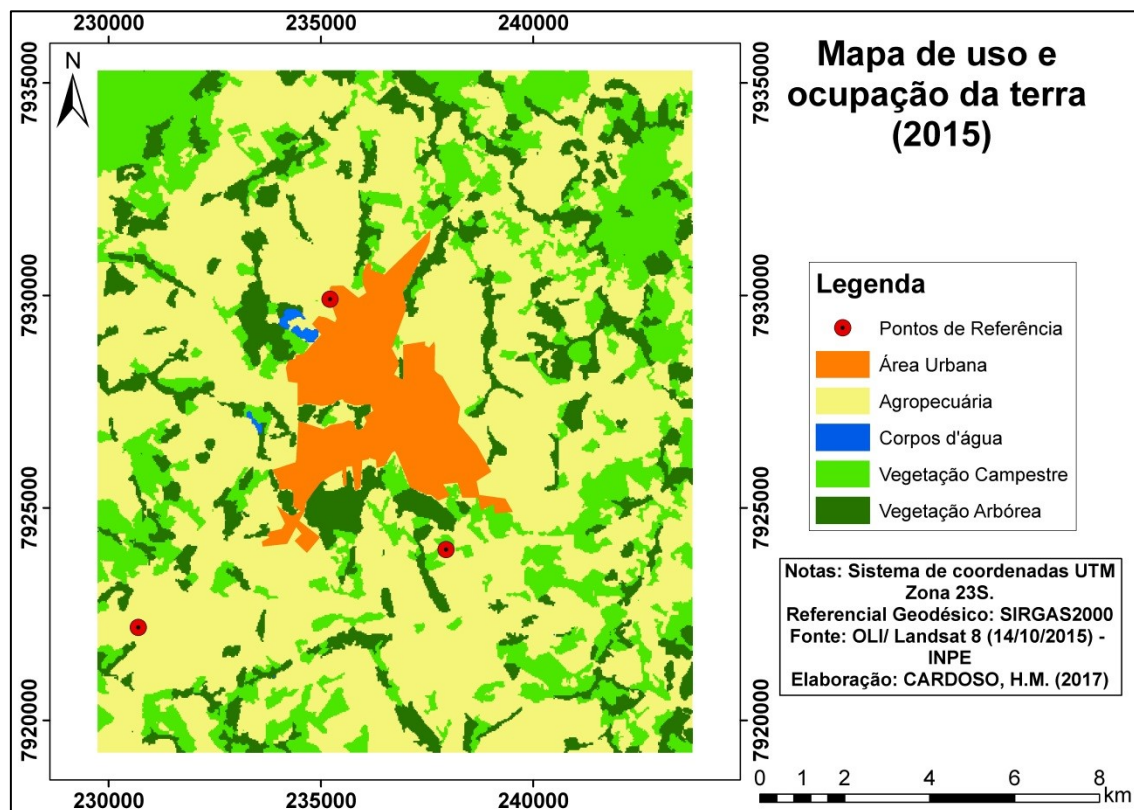


Elaboração: O autor.

Nota-se, neste momento estudado, que as atividades agropecuárias já dominavam mais de 50% da paisagem e percebe-se níveis de supressão tanto no percentual de vegetação nativa arbórea, quanto de vegetação nativa campestre.

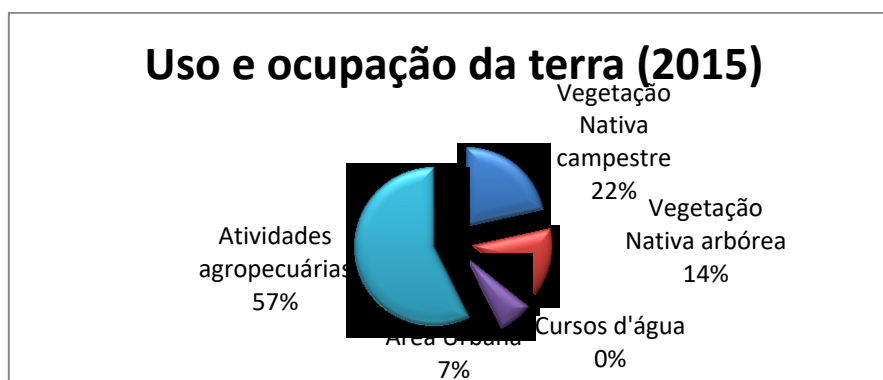
Por fim, as **Figuras 10 e 11** representam o mapa e gráfico de área percentual para o uso e ocupação da terra no ano de 2015.

Figura 10 - Mapa de uso e ocupação da terra em 2015



Elaboração: O autor.

Figura 11 - Gráfico de área (%) do uso e ocupação da terra em 2015



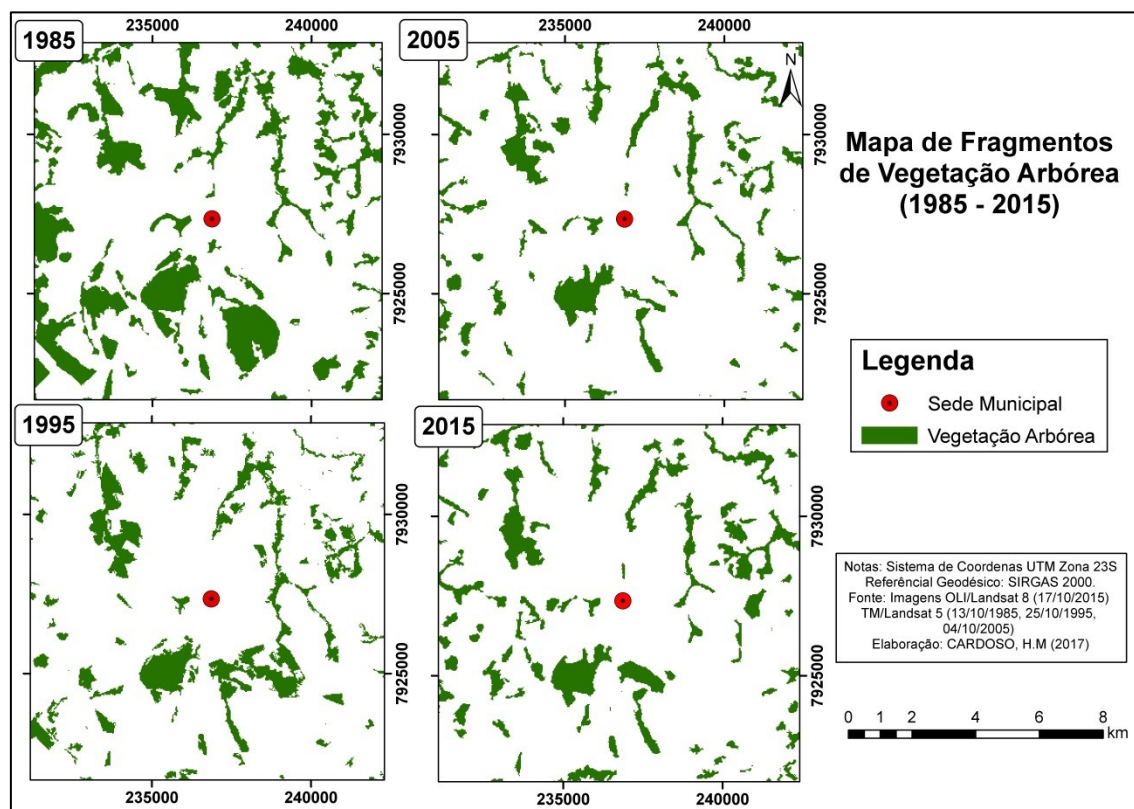
Elaboração: O autor.

Nota-se, de forma geral, que a mancha urbana apresentou crescimento constante e igual a 1 ponto percentual em cada década, refletindo a tendência ao crescimento das cidades. As atividades agropecuárias também mostraram significativo crescimento, acompanhado pela esperada redução na quantidade de vegetação arbórea e campestre. De forma geral, a área ocupada por atividades agrícolas cresceu de 33%, em 1985, para 57%, em 2015. A redução mais significativa diz respeito aos campos, cujo percentual de área coberta reduziu-se de 43% a 22%, considerando a série histórica objeto do presente estudo.

Os resultados apontados quando se analisa a evolução do uso e ocupação do solo dão conta de que a agropecuária tem avançado vertiginosamente sobre as áreas com cobertura nativa de vegetação, fazendo-se necessário um controle rigoroso por meio da correção interpretação e aplicação da legislação ambiental, com vistas a garantir os serviços ecológicos, o equilíbrio dos ecossistemas, a preservação da fauna e da flora e a renovação dos recursos naturais em quantidade e qualidade suficiente para a manutenção da qualidade de vida e coexistência com outras espécies.

A **Figura 12** representa os fragmentos de vegetação arbórea isolados.

Figura 12 - Mapas de fragmentos de vegetação arbórea da área de estudo



Elaboração: O autor.

Foi realizado o isolamento das formações vegetais arbóreas a fim de que fosse possível a realização de cálculos referentes à métrica de paisagens e investigação dos efeitos de borda.

As **Tabelas 3, 4, 5 e 6** apresentam a métrica das estruturas de paisagem identificáveis como remanescentes de vegetação arbórea, para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, respectivamente.

Tabela 3 - Fragmentos de vegetação arbórea em 1985

Grupo	Índices	Unidades	MP (<5 ha)	P (5 – 10 ha)	M (10 – 100 ha)	G (>100 ha)
Área	CA	Hectares	67,94	390,65	1335,19	3000,08
Desidade e tamanho	MPS	Hectares	1,42	7,37	26,18	230,78
	NUMP	Admensional	48	53	51	13
	PSSD	Hectares	1,91	1,43	18,51	109,21
	PSCoV	Porcentagem	134,71	19,46	70,70	47,32
Borda	TE	Metros	27417,78	105649,66	214249,06	322050,25
	ED	m/ha	5,72	22,04	44,69	67,18
Forma	MSI	Admensional	1,45	2,08	2,30	4,44
	AWMSI	Admensional	1,96	2,08	2,60	5,04
	MPFD	Admensional	1,39	1,35	1,34	1,36

Elaboração: O autor.

Nota-se que, para o ano de 1985, o índice de forma médio (MSI) foi melhor para os fragmentos de tamanho muito pequeno e que os fragmentos de tamanho grande (TE) possuem formas mais complexas e mais sujeitas a efeito de bordas.

Tabela 4 - Fragmentos de vegetação arbórea em 1995

Grupo	Índices	Unidades	MP (<5 ha)	P (5 – 10 ha)	M (10 – 100 ha)	G (>100 ha)
Área	CA	Hectares	158,85	289,44	883,51	1564,21
Desidade e tamanho	MPS	Hectares	1,71	7,06	25,99	195,53
	NUMP	Admensional	93	41	34	8
	PSSD	Hectares	1,85	1,46	20,82	83,73
	PSCoV	Porcentagem	108,10	20,64	80,11	42,82
Borda	TE	Metros	67860,00	88620,00	188513,88	253750,54
	ED	m/ha	23,43	30,60	65,09	87,62
Forma	MSI	Admensional	1,62	2,31	3,06	6,25
	AWMSI	Admensional	2,10	2,30	3,55	6,90
	MPFD	Admensional	1,39	1,37	1,38	1,42

Elaboração: O autor.

A **Tabela 4** mostra que os fragmentos existentes acompanham a tendência de aumentar a complexidade da forma dos fragmentos à medida que se aumenta o tamanho.

Tabela 5 - Fragmentos de vegetação arbórea em 2005

Grupo	Índices	Unidades	MP (<5 ha)	P (5 - 10 ha)	M (10 - 100 ha)	G (>100 ha)
Área	CA	Hectares	115,92	361,93	1717,14	324,88
Desidade e tamanho	MPS	Hectares	2,32	7,39	25,63	162,44
	NUMP	Admensional	50	49	67	2
	PSSD	Hectares	2,04	1,35	17,93	2,33
	PSCoV	Porcentagem	88,04	18,24	69,97	1,43
Borda	TE	Metros	40260,00	97756,61	309904,47	25427,97
	ED	m/ha	15,98	38,79	122,98	10,09
Forma	MSI	Admensional	1,56	2,07	2,51	2,81
	AWMSI	Admensional	1,87	2,09	2,94	2,82
	MPFD	Admensional	1,38	1,35	1,35	1,32

Elaboração: O autor.

A dimensão fractal da mancha média mostrou pouca variabilidade entre as classes consideradas.

Tabela 6 - Fragmentos de vegetação arbórea em 2015

Grupo	Índices	Unidades	MP (<5 ha)	P (5 - 10 ha)	M (10 - 100 ha)	G (>100 ha)
Área	CA	Hectares	70,60	340,35	2261,47	468,11
Desidade e tamanho	MPS	Hectares	1,47	7,56	18,27	156,04
	NUMP	Admensional	48	45	90	3
	PSSD	Hectares	1,97	1,40	18,09	8,17
	PSCoV	Porcentagem	133,80	18,51	72,01	5,24
Borda	TE	Metros	25187,54	86358,08	389652,88	45537,34
	ED	m/ha	8,02	27,50	124,07	14,50
Forma	MSI	Admensional	1,38	1,97	2,41	3,45
	AWMSI	Admensional	1,73	1,99	2,75	3,41
	MPFD	Admensional	1,38	1,34	1,34	1,34

Elaboração: O autor.

Notou-se que, entre os anos de 1985 e 1995, houve uma sensível redução na média de tamanho dos fragmentos grandes de vegetação arbórea (15,27% de redução),

além de também ter sido detectada diminuição de 38,46% na quantidade destes fragmentos. Ademais, a quantidade de fragmentos médios também sofreu redução, passando de 51 fragmentos em 1985 para 34 fragmentos em 1995, representando uma queda da ordem de um terço, ao passo que, para o mesmo período, a quantidade de fragmentos de tamanho muito pequeno aumentou 93,75%. Esta quantificação denota que uma quantidade significativa de fragmentos “migrou de classe”, o que significa dizer que ocorreu supressão de vegetação e estabelecimento de outra estrutura de paisagem, antropizada.

Tomando-se agora os anos de 1995 e 2005, a redução na quantidade de fragmentos grandes de vegetação arbórea foi de 300%. Em contrapartida, verificou-se um aumento de 97,06% na quantidade de fragmentos médios enquanto o número de fragmentos muito pequenos reduziu-se em 46,24%. Desta constatação desprende a necessidade de uma análise no que diz respeito à área.

De forma geral, a somatória das áreas dos fragmentos em 1995 totalizava uma cobertura de 2.896,01 ha e, no ano 2005, havia 2.520,13 ha de vegetação, em números absolutos, desconsiderando o tamanho dos fragmentos, consistindo em diminuição de 13%. Assim, mesmo detectando-se aumento na quantidade de fragmentos médios e diminuição no número de fragmentos muito pequenos, não é coerente falar-se em uma inversão da tendência de desmatamento para o período, haja vista a diminuição detectada na área total coberta por vegetação.

Progredindo na linha temporal de análise e, comparando-se agora os cenários de 2005 e 2015, foi possível notar um incremento significativo na quantidade de fragmentos de tamanho médio (34,33%) e na área correspondente ao somatório das áreas desses segmentos (31,7%). Também detectou-se, para esse período, aumento de 44,09% na área ocupada por segmentos de tamanho grande. Tal cenário sugere um processo de recomposição florestal para o período, o qual pode ser constatado ao se comparar o total de hectares cobertos por vegetação arbórea em 1995 e 2005 (2.519,87 ha e 3.140,53 ha, respectivamente).

O incremento observado, em valor percentual, foi de 24,63%. Como causa que busque constatar esse comportamento, desprende principalmente o enrijecimento da legislação ambiental, a criação de novos dispositivos de fiscalização, notadamente o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e outras determinações legais visando à diminuição dos níveis de desmatamento.

De forma geral, notou-se que para os fragmentos de tamanho grande (em todos os anos de análise), a quantidade de bordas sugere que tais fragmentos estão fortemente sujeitos ao efeito de bordas (formas complexas e "alongadas"). É sabido que essa característica torna o clima no ecossistema mais inóspito (mais quente e seco), prejudicando ao equilíbrio das atividades desempenhadas pelas diversas formas de vida que dele dependem. Áreas de borda em um fragmento de vegetação estão menos protegidas que áreas centrais. Portanto, quanto mais próximas da forma de um círculo, maiores os níveis de proteção. Todavia notou-se que os fragmentos de vegetação tendem a estar mais alongados a medida que a antropização avança.

O cálculo do *índice Kappa* para as imagens utilizadas na presente pesquisa resultou em uma classificação por concordância excelente e os valores obtidos encontram-se expresso na **Tabela 7**.

Tabela 7 - Valores do índice *Kappa* calculados

Data	Índice <i>Kappa</i> (k)	Concordância
1985	0,8809	Excelente
1995	0,8276	Excelente
2005	0,8126	Excelente
2015	0,8451	Excelente

Elaboração: O autor.

6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho pôde constatar que o processo de antropização da paisagem para a região de interesse vem se intensificando no decorrer dos anos. Notou-se que as atividades agropecuárias aumentaram sua área de abrangência em 25% e que a mancha urbana manteve crescimento constante e igual a 1 ponto percentual de 1985 a 2015, considerando-se o intervalo de 10 anos, o que pode ser considerado como um índice elevadíssimo de avanço das atividades humanas.

Em relação à análise dos fragmentos florestais, no intervalo entre os anos de 1995 e 2005, a redução na quantidade de fragmentos grandes de vegetação arbórea foi de 300%.

Os resultados constatados dão conta de que é necessária a implantação de medidas mitigatórias e de conservação dos ecossistemas que dependem das formações vegetais.

Uma alternativa plausível é a adoção de práticas de reflorestamento nos arredores dos fragmentos florestais de forma mais complexa, visando diminuir a influência do efeito de bordas sobre eles. Dado o isolamento dos fragmentos, é também viável que se adotem práticas que permitam a criação de corredores ecológicos para a circulação da vida silvestre.

O uso de imagens de satélite para o mapeamento do uso e ocupação da terra, além de constituir método consagrado, possibilitou a obtenção de dados precisos e fiéis, atendendo às necessidades exigidas para trabalhos desta natureza, devido à praticidade com a qual os dados podem ser analisados e a amplitude do espaço físico alcançado.

Os órgãos públicos, com interesses na área de estudo, dispõem agora de uma base de dados sobre a atual distribuição do uso das terras, podendo utilizá-las como uma ferramenta adicional no auxílio da tomada de decisão para o planejamento adequado da exploração dos recursos naturais.

Como auxílio em estudos posteriores, sugere-se que este tipo de trabalho seja realizado de uma maneira mais frequente e que seja estendido a outras áreas onde as atividades antrópicas tenham maior atuação. Isto porque os resultados dessa natureza permitem reconstruir o processo evolutivo do uso e ocupação da área, propiciando dados relevantes para monitorar, controlar e direcionar as práticas de ocupação da terra, garantindo sua melhor exploração. Recomenda-se também o uso mais intenso de produtos advindos do sensoriamento remoto, aproveitando inclusive novos produtos de melhor resolução espacial, bem como as técnicas de geoprocessamento.

REFERÊNCIAS

- COHEN, J. *A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Measurment*. Vol XX, No 1, p. 37-46, 1960.
- CORREIA, V. R. M.; MONTEIRO, A. M. V.; CARVALHO, M. S.; WERNECK, G. L. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p.1015-1017, 23 maio 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v23n5/04.pdf>>. Acesso em: mar. 2016.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p.
- FUCHS, A. M. S.; FRANÇA, M. N.; PINHEIRO, M. S F. **Guia para normalização de publicações técnico científicas**. Uberlândia: EDUFU, 2013. 281 p. v. 1. Disponível em: <<http://pt.calameo.com/read/00279161577462923e26b>>. Acesso em: maio 2017.
- IBGE. **Bases cartográficas**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas>>. Acesso em: Setembro 2016.
- INPE, **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: agosto 2016.
- INPE. **Terraclass Cerrado traz dados inéditos sobre o bioma**. 2015. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4056>. Acesso em: maio 2016.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres** / John R. Jensen; tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coord.) et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- LANDIS, J. R. KOCH, G. G. *The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics* 1977; 33: 159-74.
- LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2007. v. 1. 908 p.
- MACHADO, C. B. **Estudando o espaço geográfico: com ajuda da informática, do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas**. Tutorial, Lição VI – A classificação da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/index.htm>> Acesso em: maio 2016.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. BRASILIA: CNPQ, 2012. Disponível em: <<http://migre.me/tIIIsb>> Acesso em: abr. 2016.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. 250 p.

RIBEIRO, R.J.C; BAPTISTA, G.M.M; BIAS, S.E. Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neutrais em ambiente urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2007. Florianópolis, **Anais...** INPE, 2007 p.5471-5478. Disponível em: <<http://migre.me/tIIqm>> Acesso em: maio 2016.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. 262 p.

SANTOS, R. F. Temáticas e temas usados em planejamento ambiental. In: _____. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, M. K. A. **Modelagem hidrológica aplicada ao estudo da vazão da bacia hidrográfica do rio Araguari - MG, a partir das mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nativa**. 2014. 196 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.