



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS**



ALESSANDRO ANTONIO CAVALLARI

**ANÁLISE DO USO DA TERRA E DA
FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO
DE ALTA FLORESTA, MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Aparecida Bandini Rossi

ALTA FLORESTA-MT

2016

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Daniela Fernanda de Oliveira Matos CRB1/3075

CAVALLARI, Alessandro Antônio.

C377a

Análise do uso da terra e da Fragmentação da paisagem no município de Alta Floresta, Mato Grosso / Alessandro Antônio Cavallari – Alta Floresta, 2016.

74 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Área de Concentração: Biodiversidade Biológica) -Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias.

Orientadora: Prof^a. Sandra Mara Alves da Silva Neves.

Coorientação: Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi.

1. Conservação. 2.Sensoriamento Remoto. 3.Sistema de Informação Geográfica. 4. Planejamento Ambiental. I. Título.

CDD 577.8172

ANÁLISE DO USO DA TERRA E DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA, MATO GROSSO

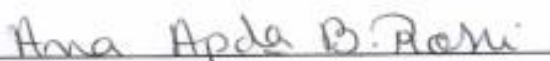
Alessandro Antonio Cavallari

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 29/03/2016



Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Orientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro



Prof. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi
Coorientadora – UNEMAT/ PPGBioAgro



Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva
UNEMAT/ PPGBioAgro



Dra. Lourdes Iarema
ICMBio

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Maria e Cláudio pelo exemplo de pessoas que são e pelos ensinamentos de vida, em que todos os momentos sempre me apoiaram e me incentivaram nessa caminhada.

Ao meu irmão Alex pelo apoio e ajuda durante esse período.

A minha namorada Ana Paula Roveda, pela parceria e compreensão durante este período.

As minhas orientadoras, Prof^a. Dr^a. Sandra Mara Alves da Silva Neves e Prof^a. Dr^a. Ana Aparecida Bandini Rossi, pelo incentivo e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente dedico à Deus, pela vida, pela e persistência para continuar em busca dos meus objetivos todos os momentos em que precisei;

À todos os professores e funcionários do PPGBioAgro e a UNEMAT pela oportunidade desta qualificação profissional;

À CAPES pela ajuda financeira durante a realização deste trabalho;

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Sandra Mara Alves da Silva Neves e Prof^a. Dr^a. Ana Aparecida Bandini Rossi, pelo incentivo, compreensão, dedicação, paciência que me fez crescer quanto pessoalmente e profissionalmente;

À todos os colegas de mestrados: Auana, Poliana, Diene, Priscila, Otacilio, Thiago, Wesley, Regiane, Keller, Soraia, Jéssica, Fabiana e Maialu pelo momentos vivenciados nesse período. E Jakeline pelo apoio prestado nos mais diversos momentos.

Muito Obrigado...

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	05
3. CAPÍTULOS	08
3.1. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DINÂMICA DA PAISAGEM E PROJEÇÕES DE CENÁRIOS FUTUROS DA ANTROPIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT.....	08
Resumo	09
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	14
Procedimentos Metodológicos	15
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões	30
Referências Bibliográficas.....	31
3.2. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT	36
Resumo	37

Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	41
Procedimentos Metodológicos	42
Resultados e Discussão.....	46
Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e dos usos da terra de Alta Floresta/MT.....	46
Implicações da fragmentação da paisagem na conservação da biodiversidade Amazônica no município de Alta Floresta/MT.....	49
Conclusões	55
Referências Bibliográficas.....	56
4. CONCLUSÕES GERAIS	61

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Características das imagens de sensoriamento remoto orbital	15
2. Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa ...	18
3. Categorias, classes e pesos das classes de cobertura vegetal e usos da terra do ITA.....	18
4. Classes de cobertura vegetal e uso da terra no município de Alta Floresta/MT de 1975 a 2015.....	20
5. Índice de Transformação Antrópica da paisagem do município de Alta Floresta/MT, nos anos de 1975 a 2015.....	27
6. Projeção do ITA no intervalo de 2020 a 2050 para do município de Alta Floresta/MT	28
CAPÍTULO 2	
1. Características das imagens de sensoriamento remoto orbital	42
2. Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa ...	44
3. Medidas da estrutura da paisagem (<i>Landscape metrics</i>)	45
4. Resultados do Índice Kappa dos mapas espaço-temporal de cobertura vegetal e uso da terra de Alta Floresta – Amazônia matogrossense	46
5. Percentual dos fragmentos da mesma classe na paisagem do município de Alta Floresta/MT, no período de 1975 a 2015	50
6. Número de fragmento (NP), tamanho médio dos fragmentos por classe (MPS) e porcentagem do maior fragmento (LPI) no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.....	51
7. Índice de Diversidade de Simpson (SIDI) e Número de fragmentos (NP) da paisagem no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015	54

LISTA DE FIGURA

FIGURAS	Página
CAPÍTULO 1	
1. Município de Alta Floresta nos contextos sul-americano (A), Matogrossense (B) e Municipal (C).....	14
2. Uso da terra e cobertura vegetal do município de Alta Floresta-MT, Brasil, nos anos de 1975, 1979 e 1984.....	21
3. Uso da terra e cobertura vegetal do município de Alta Floresta-MT, Brasil, nos anos de 1990, 1995 e 2000.....	23
4. Uso da terra e cobertura vegetal do município de Alta Floresta-MT, Brasil, nos anos de 2005, 2010 e 2015.....	25
5. Projeção do ITA de Alta Floresta/MT, a partir dos resultados dos anos investigados	28
CAPÍTULO 2	
1. Município de Alta Floresta nos contextos sul-americano (A), Matogrossense (B) e Municipal (C)	41
2. Cobertura vegetal e usos da terra na paisagem do município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.....	47
3. Tamanho das áreas centrais (TCA) na classe vegetação no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.....	53
4. Índice de circularidade (CIRCLE) na classe vegetação no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.....	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas
- APPs** Área de preservação permanentes
- CAPES** Coordenação de Pesquisa Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CIRCLE** Índice de circularidade
- CNPq** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- ha** Hectare(s)
- INPE** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- ITA** Índice de Transformação Antrópica
- Km** Quilômetro
- LPI** Índice de maior fragmento
- m** Metro
- MPS** Tamanho médio da mancha
- MSS** Multispectral Scanner Subsystem
- MT** Mato Grosso
- NP** Número de Manchas
- OLI** Operational Land Imager
- PCTs** Pontos de Controle Terrestre
- PLAND** Área da classe
- PPGBioAGRO** Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos
- SEPLAN** Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral
- SGA** Serviço Geológico Americano
- SIDI** Índice de Simpson
- SIG** Sistema de Informação Geográfica
- TCA** Área central total
- TIFF** *TagImage File Format*
- TM** Thematic Mapper
- UTM** Universal Transversa de Mercator

RESUMO

CAVALLARI, Alessandro Antonio. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Março de 2016. **Análise do uso da terra e da fragmentação da paisagem no município de Alta Floresta, Mato Grosso.** Orientadora: Sandra Mara Alves da Silva Neves, Co-orientadora: Ana Aparecida Bandini Rossi.

A ocupação desordenada e sem planejamento traz consigo vários problemas ambientais, como a fragmentação florestal, que altera a estrutura e a dinâmica de funcionamento da paisagem. As geotecnologias, juntamente com as métricas de paisagem, possibilitam a investigação de áreas que sofreram pressões antrópicas e geração de subsídios que contribuam no planejamento e na gestão ambiental. O objetivo deste estudo foi realizar, com apoio das geotecnologias e métricas, a análise espaço-temporal da dinâmica da paisagem e projeções de cenários futuros da antropização do município de Alta Floresta/MT, visando a geração de subsídios para o planejamento e a tomada de decisão sobre o desenvolvimento municipal sob bases conservacionistas. Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat-2, 3, 5 e 8 dos anos de 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015. Estas foram georreferenciadas e classificadas em seis classes no software Spring, havendo a quantificação das classes temáticas e elaboração do layout dos mapas no software ArcGis. Os dados das classes temáticas de cobertura vegetal e uso da terra foram utilizados para cálculo das métricas de paisagem (área da classe, tamanho médio da mancha, número de manchas, índice de maior fragmento, área central total, índice de circularidade dos fragmentos, índice de Simpson) no software Fragstat. Os resultados demonstram que durante os últimos 40 anos houveram reduções progressivas na vegetação municipal, que corresponderam a 2015 á 50,94% e o aumento do uso antrópico de 47,42%. A influência urbana se manteve em constante crescimento e as demais classes temáticas oscilaram nestes períodos. A antropização da paisagem no município evidenciou que esta passou de pouca degradada entre 1975-1990 para regular entre 1995–2015 e, se os padrões de uso forem mantidos, o estado de conservação passará para degradado, a partir de 2020. O número de fragmentos e o valor do índice de Simpson foram aumentando com o passar do

tempo, em contrapartida, o tamanho médio dos fragmentos e a área central da vegetação sofreu diminuição, o formato dos fragmentos passaram de arredondados para lineares no decorrer dos períodos. Concluiu-se que a modificação da paisagem do município de Alta Floresta nos últimos 40 anos, implicou em intensa supressão da vegetação para que as áreas fossem convertidas para o desenvolvimento principalmente da pecuária, sendo que o aumento no número, tamanho e formatos dos fragmentos da vegetação evidenciam a necessidade de ações de planejamento no âmbito municipal que contribuam para a conservação ambiental.

Palavras-chave: Conservação ambiental, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Planejamento Ambiental.

ABSTRACT

CAVALLARI, Alessandro Antonio. M.S. Universidade do Estado de Mato Grosso, 2015 October. **Analysis of land use and landscape fragmentation in the municipality of Alta Floresta, Mato Grosso.** Adviser: Sandra Mara Alves da Silva Neves. Co-adviser: Ana Aparecida Bandini Rossi.

The disorderly occupation and unplanned carries many environmental problems, such as forest fragmentation, altering the structure and functioning dynamics of landscape. Geotechnologies along with landscape metrics, enable research of areas that suffered anthropic pressures and generating subsidies that contribute in planning and environmental management. The aim of this study was conducted with the support of geotechnology and metrics a spatial-temporal analysis of the dynamics and structure of the landscape and future scenarios projections of anthropogenic alteration of the municipality of Alta Floresta / MT in order to generate benefits that allow planning and deciding on municipal development in conservation bases. We used satellite images from Landsat 2, 3, 5 and 8 in the years 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015, they were georeferenced and classified in six classes using Spring software, the ArcGIS software was used for quantify the thematic classes and develop the maps layout. The data of the thematic classes of vegetation cover and land use were used to calculate landscape metrics (the class area, average size of the spot, the number of spots, the largest fragment index, total central area, circularity index of the fragments, Simpson index) in Fragstat software. The results showed changes in vegetation during the past 40 years, with a decrease of municipality vegetation, corresponding in 2015 50.94% of the total area related and an increase in the anthropic use area occupying of 47.42%. The urban influence remained constantly growing in this period and the others thematics varied in these periods. There was an increase in the anthropic level increasing from few degraded between 1975 - 1990 to regulate between 1995 – 2015, and if the patterns of use are maintained, the conservation status will move to degraded from 2020. The number of fragments was increasing over the time as well as the Simpson index, in contrast, the average size of vegetation fragments has been reduced as well as the central area, wherein the fragments of the format changed from rounded to linear over

the periods. It was concluded that the landscape changes in the municipality of Alta Floresta in the last 40 years, resulted in intense suppression of vegetation. The areas were converted for development, mainly livestock, and the increase in the number, size and fragments formats vegetation highlight the need for action planning at the municipal level that contribute to environmental conservation.

Keywords: Environmental conservation, Remote Sensing, Geographic Information Systems, Environmental Planning.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Amazônia estende-se do oceano Atlântico às encostas orientais da Cordilheira dos Andes, contendo parte de nove países da América do Sul, sendo 69% dessa área pertencente ao Brasil (AB'SABER, 1977). No território brasileiro abrange os estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Goiás, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, totalizando 4.871.000 ha (INPE, 2004).

Este Bioma passou por modificações devido ao processo de ocupação da região durante as décadas de 1930 a 1970 (BECKER, 2010). Historicamente o homem é o grande modificador da superfície terrestre, e com o passar dos tempos ele potencializou sua capacidade de mudar as características do ambiente (SPINOLA et al., 2009), participando cada vez mais do processo de alteração do uso e cobertura do solo (JESUS, 2010).

Neste contexto o estado de Mato Grosso foi ocupado de forma desordenada e sem planejamento ambiental, principalmente em regiões de recente ocupação como foi o caso da Região Norte matogrossense em que encontra-se inserido o município Alta Floresta, que teve sua colonização iniciada na década de 1970 (BERNASCONI et al., 2008).

O município de Alta Floresta durante muito tempo foi dependente de atividades baseadas na extração madeireira, agricultura, garimpo e, a partir de 1990, se tornou polo da atividade pecuária da região norte de Mato Grosso (BERNASCONI et al., 2008). O desenvolvimento dessas atividades produtivas ao longo do tempo impulsionou o desmatamento da cobertura florestal natural, muitas vezes em proporção maior do que a permitida por lei, por exemplo, nas Áreas de Preservação Permanentes – APPs, que foram seriamente comprometidas no município.

Nesta perspectiva, se faz necessário a execução de estudos sobre os mecanismos de retroalimentação que relacionam os padrões ambientais com os processos sociais (NAGENDRA et al., 2004), que possibilitam compreender os processos envolvidos e seus efeitos no meio natural.

A expressão uso da terra pode ser compreendida como a forma pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (FUCHS, 1986). Assim, o

levantamento do uso da terra numa determinada região tem como aspecto fundamental a compreensão dos padrões de organização do espaço, contribuindo para previsões de safras e sua comercialização, avaliação da cobertura florestal e suas alterações, ou para determinar novas áreas de expansão agrícola e florestal (LOCH 1989; ROSA, 1994). Este tipo de levantamento permite mapear tudo o que existe sobre a litosfera, com identificação dos elementos, utilizando simbologia adequada, prática e objetiva (ROCHA 1978). Pereira et al. (1989), citam que o levantamento do uso atual da terra, pode ser obtido a partir da utilização de dados multiespectrais, fornecidos por satélites de Sensoriamento Remoto, associados às técnicas de interpretação, atualmente realizadas por meio do SIG (Sistema de Informação Geográfica).

A ocupação desordenada traz vários problemas ambientais, dentre eles a fragmentação florestal, que constitui grande preocupação, pois segundo Ramos (2004), a fragmentação ocorre quando uma grande extensão do habitat é transformada em alguns “pedaços” ou partes de menor área, isolados entre si por uma matriz de habitat diferente da original.

A fragmentação resulta normalmente em pequenos remanescentes florestais inseridos em uma matriz de agricultura, vegetação secundária, solo degradado ou área urbanizada (KRAMER, 1997). De acordo com Metzger (2001), o processo de fragmentação leva à formação de uma paisagem em formato de mosaico, com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e a matriz. Ferreira et al. (1997), relata que a fragmentação excessiva da floresta pode acarretar em mudanças sobre a hidrologia regional, biodiversidade, aumentar o risco de incêndios e mudanças no microclima dos fragmentos.

Considerando que os problemas causados pela fragmentação florestal, é de extrema importância estudos que busquem soluções quanto as consequências da fragmentação florestal e como a mesma afeta os componentes da natureza, procurando compreender os elementos da paisagem e as suas interações. A análise dos fragmentos florestais que restaram pós-desmatamento é de suma importância para desenvolver

estratégia de revitalização dos mesmos, para que não perca sua biodiversidade.

Para relacionar os efeitos da fragmentação sobre a paisagem podemos utilizar ferramentas da ecologia da paisagem que é definida como o estudo das séries “métricas” ou “índices” de paisagem, visando à comparação de duas paisagens: os processos funcionais e os padrões de paisagem (VALENTE e VETTORAZZI, 2002). Este conceito permite uma abordagem ecossistêmica, aliando conhecimentos da geografia e da ecologia (NAVEH e LIEBERMAN, 1994). Desta forma a ecologia da paisagem trabalha com três características da paisagem (FORMAN e GODROM, 1986): estrutura (relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração); funcionamento, (fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem); e alterações (modificações observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico).

Os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente nos processos ecológicos, assim a quantificação da estrutura da paisagem trabalha com as feições espaciais, observáveis e mensuráveis, visando caracterizar as suas condições, seu desenvolvimento e sua mudança temporal (TURNER e GARDNER, 1990).

Métricas capazes de mensurar a estrutura da paisagem foram elaboradas, dando suporte aos estudos dos padrões espaciais e processos ecológicos (TISCHENDORF, 2001). Métodos quantitativos são importantes e necessários para a análise da estrutura espacial da paisagem, especialmente para estabelecer as relações entre os padrões que ocorrem na paisagem com uma função ecológica específica (TURNER, 1989).

As Geotecnologias representam um avanço neste sentido, uma vez que possibilitam a elaboração de mapeamentos voltados a diversas áreas do conhecimento, e permitem a composição de mapas mais detalhados e precisos, com menor custo e menor tempo de execução (MATSUKUMA, 2002), proporcionando diagnósticos rápidos e confiáveis, que auxiliam no gerenciamento e tomada de decisão relativas à manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas (BERNARDES et al., 2007).

A utilização de técnicas de geoprocessamento vêm mostrando-se promissoras, por oferecerem viabilidade e agilidade nos dados adquiridos pelas imagens orbitais (GOMES e MALDONADO, 1998), auxiliando na solução de problemas ambientais (CÂMARA et al., 1995), alcançando, assim, uma boa representação da biodiversidade com o mínimo de custo, permitindo monitorar e auxiliar os trabalhos de extensão agrícola e identificar áreas prioritárias para a conservação do meio ambiente (ANACLETO et al., 2005).

O desenvolvimento de ferramentas de suporte à dinâmica ambiental é cada vez mais recorrente no meio científico (ALMEIDA et al., 2011). Nesta visão o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio das geotecnologias e métricas da paisagem, a fragmentação da cobertura vegetal e o uso da terra no município brasileiro de Alta Floresta/MT, avaliando a pressão antrópica na paisagem, visando gerar subsídios que possibilite o planejamento e a tomada de decisão sobre o desenvolvimento municipal sob bases conservacionistas.

A dissertação foi organizada em dois artigos/capítulos, o primeiro intitulado de “Análise espaço-temporal da dinâmica da paisagem e projeções de cenários futuros da antropização do município de Alta Floresta/MT”, cujo objetivo foi realizar uma análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra no município matogrossense de Alta Floresta, avaliando a pressão antrópica na paisagem; e o segundo intitulado de “Análise espaço-temporal da estrutura da paisagem do município de Alta Floresta/MT”, com o objetivo de realizar, com apoio das Geotecnologias e métricas da paisagem, a análise espaço-temporal da estrutura da paisagem no município de Alta Floresta/MT. Ambos os artigos/capítulo visam gerar subsídios que possibilite o planejamento e a tomada de decisões sobre o desenvolvimento municipal sob bases conservacionistas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação, 1977.

ALMEIDA, A. S.; SANTOS, R. L.; CHAVES, J. M. Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo no Município de Jeremoabo-BA: Uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (MAXVER). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba, Brasil. **Anais...** Curitiba: INPE. p. 7255-7262, 2011.

ANACLETO, T. C. S.; FERREIRA, A. A.; DINIZ FILHO, J. A. F.; FERREIRA, L. G.. Seleção de áreas de interesse ecológico através de sensoriamento remoto e de otimização matemática: um estudo de caso no município de Cocalinho, MT. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, p. 437-444, 2005.

BERNARDES, T.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; Andrade, H. Avaliação da acurácia do mapeamento do uso da terra no complexo Serra Negra, Patrocínio, MG, por interpretação visual e classificação automática de imagens Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis: INPE. v. 13 p. 1219-1225, 2007.

BERNASCONI, P.; ABAD, R.; MICOL, L. **Diagnóstico ambiental do município de Alta Floresta-MT**. Alta Floresta/MT: Instituto Centro de Vida, 2008.

BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 135-159, 2010.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos/SP: INPE, 1995.

FERREIRA, L. V.; LAURANCE, W. F. Effects of forest fragmentation on mortality and damage of selected tree in central Amazonia. **Conservation Biology**, v. 20, n. 3, p. 243-246, 1997.

FORMAN, R. T. T.; GODROM, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

FUCHS, R. B. H. **Avaliação do uso da Terra, por classe de declividade, na sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirtim/RS**. 1986. 65f. Monografia (Especialização em Imagens Orbitais e Suborbitais). Universidade Federal de Santa Maria/RS, 1986.

GOMES, A. R.; MALDONADO, F. D. Análise de componentes principais em imagens multitemporais TM/Landsat como subsídio aos estudos de vulnerabilidade à perda de solo em ambiente semi-árido. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE. p.959-968, 1998.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da Floresta. São José dos Campos: INPE, 2004

JESUS, J. R. P. **Análise da Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo no Município de São Gonçalo do Rio Abaixo/MG – 1988 a 2009**. 2010. 37p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

KRAMER, E. A. Measuring landscape changes in remnant tropical dry forests. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago Press, 1997. p. 386-399.

LOCH, C. **A interpretação de Imagens Aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1989. 102 p.

MATSUKUMA, C. K. **Análise comparativa de algoritmos de classificação não supervisionada, no mapeamento do uso e cobertura do solo**. 2002. 84 p. Tese de Doutorado. Piracicaba, SP (Brazil).

METZER, J. P. O que é ecologia da paisagem. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, 2001.

NAGENDRA, H.; MUNROEB, D.; SOUTHWORTH, J. From pattern to process: landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 101, n. 2, p. 111-115, 2004.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape ecology: theory and application**. New York: Springer-Verlag, 1994.

PEREIRA, M. N.; KURKDJIAN, M. L. N. O.; FORESTI, C. **Cobertura e uso da terra através de Sensoriamento Remoto**. 1989. 118p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Divisão de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1989.

RAMOS, F. N. **Polinização e qualidade de sementes produzidas por *Psychotria tenuinervis* (rubiaceae) em fragmentos de Mata Atlântica: efeito da distância de bordas antrópicas e naturais**. 2004. 147 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia. Universidade de Campinas, Campinas/SP, 2004.

ROCHA, J. S. M. **Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural**. Santa Maria/RS: Departamento de Engenharia Agrícola e Florestal, 1978.

ROSA, O. **Mapa de Uso da terra do município de Santa Maria - RS, adaptado à criança de 4º série do 1º grau**. 1994. 72 p. Monografia (Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia. Santa Maria/RS, Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

SPINOLA, D. N., COTA, J., RESCK, B. C., PORTES, R. C., CRISPIM, F. A. Análise da evolução espacial da mina de Brucutú, em São Gonçalo do Rio Abaixo - MG entre 2003 e 2008 através da classificação supervisionada de imagens multitemporais Landsat 5 TM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., Natal, Brasil. **Anais...** Natal: INPE. p. 1551-1558, 2009.

TISCHENDORF, L. Can landscape indices predict ecological processes consistently? **Landscape Ecology**, v. 16, n. 3, p. 235-254, 2001.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 20, n.1, p. 171-197, 1989.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbatai, SP. **Scientia Forestalis**, v.1, n. 62, p.114-129, 2002.

3. CAPÍTULOS

3.1 ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DINÂMICA DA PAISAGEM E PROJEÇÕES DE CENÁRIOS FUTUROS DA ANTROPIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT

Resumo: (Análise espaço-temporal da dinâmica da paisagem e projeções de cenários futuros da antropização no município de Alta Floresta/MT) A expansão das atividades produtivas na Amazônia juntamente com a antropização da vegetação tem um potencial de trazer impactos ao meio ambiente, desta forma o conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra são importantes para a compreensão dos padrões de organização do espaço. O presente estudo objetivou analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra no município matogrossense de Alta Floresta, avaliando a pressão antrópica na paisagem. Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat- 2, 3, 5 e 8, nos anos de 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015, sendo estas georreferenciadas, classificadas no *software* Spring e as classes temáticas quantificadas no *software* ArcGis. Foram mapeadas seis classes, sendo as mais expressivas, a vegetação nativa e o uso antrópico. Os resultados indicaram alterações na vegetação durante os últimos 40 anos, com uma diminuição da vegetação ocupando no final de 2015 50,94% da área total relacionada com um aumento da área do uso antrópico ocupando 47,42% deste total. A influência urbana se manteve em constante crescimento neste período (0,38%), as demais temáticas, massas d'água, garimpo e reflorestamento somadas tiveram em 2015 um percentual de 1,27% oscilando nestes períodos. Verificou-se aumento do nível de antropização, passando a paisagem de pouca degradada entre 1975 - 1990 para regular entre 1995 – 2015 e a partir de 2020 passará para degradado.

Palavras-chave: Ocupação, Geotecnologias, Degradação ambiental.

Abstract: (Analysis spatiotemporal dynamics of landscape and projections of future scenarios of anthropogenic alteration in the municipality of Alta Floresta / MT.) The expansion of productive activities in the Amazon along with the anthropization of vegetation has a potential to bring impacts to the environment, since the knowledge and monitoring of land use and occupation are important for understanding the space organization patterns. This study aimed to analyze the spatial-temporal dynamics of vegetation cover and land use in the municipality of Alta Floresta, Mato Grosso, assessing the anthropic pressure on the landscape. Satellite images were used from Landsat - 2, 3, 5 and 8 in the years 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015, the images were georeferenced, classified in Spring software and thematic classes quantified in ArcGIS software. Six classes were mapped and the most expressive were the vegetation and anthropic use. The results showed changes in vegetation during the past 40 years, with a decrease of vegetation, occupying in the end of 2015 50.94% of the total area related and an increase in the anthropic use area occupying 47.42% of this total. The urban influence remained constantly growing in this period (0.38%), the others thematics, masses of water, gold mining and forestry combined in 2015 have a percentage of 1.27% oscillating in these periods. There was an increase in the anthropic level, increasing from few degraded between 1975 - 1990 to regulate between 1995 -2015. and will move to degraded from 2020.

Keywords: Occupation, Geotechnologies, Environmental degradation.

Introdução

A Amazônia, a partir da década de 70, passou por intenso processo de ocupação, modificando sua paisagem, e milhões de hectares de florestas foram derrubados para criação de pastos, projetos de colonização e reforma agrária (ALVES, 2001). O desmatamento e a fragmentação de florestas nativas desencadeiam irremediáveis processos de perda de biodiversidade local, devido principalmente à perda de habitats disponíveis para espécies biológicas, afetando o equilíbrio e funcionamento de ecossistemas regionais (SALATI et al., 2006).

A ocupação sem planejamento feito de forma inadequada vem colocando em risco os componentes naturais e causando vários impactos negativos ao ambiente, embora Almeida et al. (2009), salientem que os processos como erosão, lixiviação e modificação da cobertura vegetal, independentemente da ação humana, também ocorrem de forma natural.

Estes processos estão diretamente ligados a um mau gerenciamento do espaço que, por estar desprovido de algum critério técnico ou projeto ambiental, como um zoneamento e/ou monitoramento, não respeitam a capacidade de suporte da natureza (LEITE et al., 2012).

As consequências desse quadro de degradação provocam efeitos negativos sobre a manutenção da biodiversidade (BIERREGAARD JÚNIOR et al., 1992), principalmente com a extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento dos cursos d'água (FERREIRA e DIAS, 2004).

O crescente interesse sobre uso e cobertura da terra desperta interesse em toda a sociedade, pois além de monitorar os possíveis impactos ambientais, pode-se acompanhar o desenvolvimento socioeconômico de um local, tanto em escala municipal, regional e até mesmo global (MONTEBELO et al., 2005). Esses conhecimentos são primordiais para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências podem ser analisadas, esse monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte da sociedade ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo,

como também suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão “uso da terra ou uso do solo” pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2009).

Devido à ampla cobertura e repetitiva amostragem, as imagens de satélite possuem um grande potencial para monitoramento da vegetação e do uso da terra, tanto em escala global como regional (ZHANG et al., 2002), e no caso deste estudo em escala municipal, considerando que o município de Alta Floresta foi criado a partir da política de ocupação/integração da região norte do Brasil e que é crescente aumento do desmatamento na Amazônia brasileira (MARGULIS, 2003; CHIOVETO et al., 2012).

As técnicas de geoprocessamento, como o sensoriamento remoto aliado com Sistema de Informação Geográfica (SIG), vêm sendo aplicados em mapeamento do uso e cobertura da terra. Segundo Batistella (2005) estas técnicas têm papel fundamental no entendimento das transformações atuais e futuras na paisagem Amazônica. Desta forma as geotecnologias, em especial o SIG e o sensoriamento remoto, representam importantes ferramentas para os estudos aplicados ao mapeamento de uso, que proporcionam a identificação das classes de uso e cobertura da terra sem onerar ou mesmo tornar prolongada a pesquisa, favorecendo uma tomada de decisão nas atividades de licenciamento e planejamento ambiental, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico sustentado (PAREDES, 1994).

O conhecimento do uso e cobertura da terra favorece para que medidas que contribuam na conservação e manutenção do meio ambiente e a gestão do espaço sejam adequadas à realidade (SCHLINDWEIN et al., 2007). Uso, ocupação e cobertura da terra podem ser sintetizados através de mapas, que indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica e das formações vegetacionais, que podem ser identificadas pelos seus padrões característicos na superfície terrestre, representadas nas imagens remotamente sensoriadas. Sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade (LEITE et al., 2012).

A detecção da dinâmica de transformação temporal do uso e ocupação da terra podem ser divididos em três passos principais como demonstrado por Manandhar et al. (2010) e Tavares et al. (2012), quais sejam: pré-classificação unitária (classificação de imagem única); classificação comparativa (comparação entre imagens de diferentes anos) e pós-classificação (comparação global do processo de transformação).

A transformação da paisagem, registrada nas imagens de sensoriamento remoto, pode ser quantificada por meio do Índice de Transformação Antrópica (ITA), pois este afere a pressão antrópica sobre os componentes do ambiente, ou seja quantifica as ações antrópicas (usos múltiplos) realizadas na paisagem pelo homem (ROCHA e CRUZ, 2009), considerando que a magnitude ou grau em que a paisagem é modificada pode ser usado na avaliação da qualidade ambiental (VICENS, 1997). Este índice considera a área ocupada por cada uso da terra e o peso determinado pelo grau de antropização atribuído para cada uso, proporcionando uma visão geral da transformação da paisagem (KARNAUKHOVA, 2000).

De acordo com Guimarães (2008), a análise de regressão tem por finalidade a obtenção de uma equação que explique satisfatoriamente a relação entre uma variável resposta e uma ou duas variáveis explicativas, possibilitando fazer predições de valores da variável de interesse, que no caso desta pesquisa voltou-se para o estado de conservação futura da paisagem de Alta Floresta.

Neste contexto, objetivou-se analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra no município matogrossense de Alta Floresta, avaliando a pressão antrópica na paisagem.

Material e Métodos

O município de Alta Floresta, com área de 8.976,204 km² (IBGE, 2015), está situado na porção norte do estado de Mato Grosso (Figura 01), possuindo uma população de 49.164 habitantes, sendo que destes 42.718 residem na zona urbana e 6.446 na rural (IBGE, 2013). De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2013), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) municipal é de 0,714, abaixo do IDH do Estado, que é de 0,725 e do Brasil que é de 0,730.

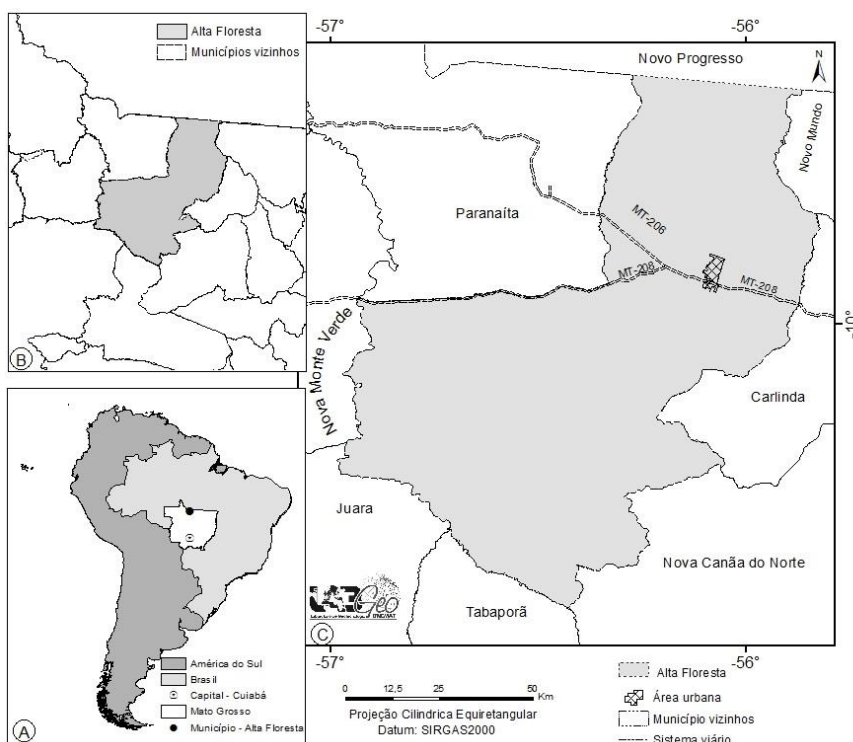


Figura 01. Município de Alta Floresta nos contextos sul-americano (A), Matogrossense (B) e Municipal (C). Elaboração: os autores (2016).

O clima segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo AWI, ou seja, tropical chuvoso, com estação seca e chuvosa definidas, com a temperatura anual do município varia de 19,6°C à 32,4°C, cujo precipitação pluviométrica anual encontra-se em torno de 2.400 mm com umidade relativa média anual de 70% (TARIFA, 2011).

A vegetação do município de Alta Floresta é fundamentalmente constituída por Floresta ombrófila aberta e densa, Floresta estacional e Cerrado (LIRA, 2011). O relevo faz parte do Planalto Apicás-Sucurundi e da Depressão Interplanáltica Amazônica Meridional (FERREIRA, 2001) e apresenta várias serras em forma de cristas, que servem como divisores de água, posicionando-se entre 200 e 300 m de altitude (FARID, 1992). Tem como contribuinte os tributários do Rio Teles Pires e seus afluentes Rio Paranaíta, Apicás, Carlinda, Cristalino e Santa Helena (RODRIGUES, 1996; FERREIRA, 2001; NOVAES FILHO et al., 2007).

Procedimentos Metodológicos

Para análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra foram adquiridas imagens dos sensores *Multispectral Scanner Subsystem* (MSS), *Thematic Mapper* (TM) e *Operational Land Imager* (OLI) a bordo dos satélites Landsat-2, Landsat-3, Landsat-5 e Landsat-8, respectivamente. Estas foram disponibilizadas gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no sítio do Serviço Geológico Americano (SGA) na *Web* (Tabela 01). As imagens são do mesmo período sazonal (seco), tendo como critério de seleção do período das imagens a data de fundação do município (1975) e o ano atual (2015), com o intuito de compreender como a sociedade foi alterando a paisagem ao longo de um período de 40 anos.

Tabela 01. Características das imagens de sensoriamento remoto orbital.

Satélite	Sensor	Órbita	Ponto	Bandas	Resolução	Data	Fonte
Landsat 2	MSS	244	67	4, 5 e 6	80	07/08/1975	INPE
Landsat 3	MSS	244	67	4, 5 e 6	80	29/11/1979	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	21/06/1984	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	28/08/1984	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	26/07/1990	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	29/06/1990	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	06/07/1995	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	13/07/1995	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	17/06/2000	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	08/06/2000	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	02/08/2005	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	09/08/2005	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	31/07/2010	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	22/07/2010	INPE
Landsat 8	OLI	227	67	4, 5 e 6	30	29/07/2015	SGA
Landsat 8	OLI	228	67	4, 5 e 6	30	20/07/2015	SGA

A seleção dos anos de estudo teve como referência as datas de imagens disponíveis e os períodos socioeconômicos ocorridos no município, que segundo Cochev (2013) foram:

- 1975 a 1984: fundação do município - colonização, quando houve intensa supressão da vegetação nativa e inserção da agricultura;
- 1985 a 1995: extração aurífera e madeireira no município e entorno;
- 1995 a 2000: expansão da agricultura, principalmente plantações de café, arroz, feijão e cacau;
- a partir de 2000: expansão da pecuária, nos espaços de desenvolvimento agrícola.

As imagens Landsat foram trabalhadas no software Spring, versão 5.2.7 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (CÂMARA et al., 1996), no qual criou-se um banco de dados geográfico, utilizando-se o sistema de coordenadas UTM, Datum SIRGAS 2000, zona 21.

Efetou-se a transformação das imagens do formato TIF para formato GRIB no módulo Impina, em seguida procedeu-se a correção geométrica e o registro (georreferenciamento) das bandas (Tabela 1), com exceção das imagens do satélite Landsat-8 que são disponibilizadas ortorretificadas e georreferenciadas. Foram utilizados 12 pontos de controle, distribuídos uniformemente na imagem, e através do modo tela-a-tela, utilizando as bandas 4, 5 e 6 do Landsat-8, procedeu-se a correção geométrica das demais imagens.

Na sequência procedeu-se o mosaico das bandas de cada ano e o seu recorte utilizando o arquivo vetorial do limite da área de estudo (máscara) na extensão *shapefile*, obtido no sitio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As imagens recortadas foram segmentadas, através do método crescimento de regiões, com similaridade 10 e área de pixel 20.

Foi realizada a classificação supervisionada, com execução da fase de treinamento, que consiste na atividade de identificação de amostras das classes nas imagens, usando-se o classificador de regiões Bhattacharrya, com aceitação de 99,9%. As classes temáticas definidas para este estudo foram: massas d'água, influência urbana, garimpo, reflorestamento, uso antrópico e vegetação. Na classe uso antrópico foram agrupados os usos: pecuária,

agricultura e estradas e na de reflorestamento não foi distinguido o tipo, se de teca ou eucalipto.

Foi realizada duas visitas na área de estudo no mês de junho de 2014 e junho de 2015, para coleta de Pontos de Controle Terrestre (PCTs) e registros fotográficos das classes temáticas, para subsidiar a edição da classificação das imagens de satélite. O processo de validação foi realizado em campo coletando 20 pontos aleatórios das classes (região de interesse) com equipamento GPS e confirmando estes na imagem classificada em laboratório. Foram ainda considerados os mapas elaborados por órgãos públicos nessa etapa, uma vez que para sua confecção foram executados trabalhos de campo.

Com objetivo de verificar a confiabilidade do mapa elaborado no Spring foi calculado o coeficiente Kappa (COHEN, 1960), o qual é expresso por:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}$$

em que:

n = número total de *pixels* amostrados

x_{ii} = número de *pixels* da linha i e da coluna i da matriz de confusão;

c = número total de classes;

x_{i+} = número total de pixels da linha i; e

x_{+i} = número total de pixels da coluna i.

Este índice considera a proporção de amostras corretamente classificadas, correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representadas pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes (COHEN, 1960). Na tabela 02 é apresentada a qualidade da classificação de acordo com os valores encontrados no Índice Kappa (LANDIS e KOCH, 1977).

Os arquivos vetoriais de cobertura vegetal e uso da terra foram exportados na extensão shapefile e no *software* ArcGis, versão 9.2 (ESRI, 2007), para quantificação das classes temáticas, utilizando-se a calculadora de atributos e a elaboração dos layouts.

Tabela 02. Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa.

Valor de Kappa	Qualidade
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

A avaliação da pressão antrópica na paisagem do município de Alta Floresta foi aferida através do Índice de Transformação Antrópica (ITA) que foi proposto por Lèmechev em 1982 e modificado por Mateo (1991). Este é calculado a partir dos valores de área (%) obtidos através das classes temáticas quantificadas do mapa de cobertura vegetal e uso da terra, sendo, dada por:

$$ITA = \sum (\% \text{ uso} \times \text{peso}) / 100$$

onde:

Uso: área em valores percentuais da classe de cobertura vegetal e uso da terra;

Peso: valores atribuídos aos diferentes tipos de cobertura vegetal e usos da terra quanto ao grau de alteração antrópica, que varia de 1 a 10, onde 10 indica as maiores pressões.

Os pesos são obtidos por meio de consulta sistemática a pesquisadores com domínio da temática, através da técnica “Delphi”, que possibilita o estabelecimento do consenso sobre como quantificar o grau de modificação da paisagem (SCHWENK e CRUZ, 2008; NOGUEIRA et al., 2001). O peso atribuído as classes de cobertura vegetal e uso da terra consta na tabela 03.

Tabela 03. Categorias, classes e pesos das classes de cobertura vegetal e usos da terra do ITA.

Categoria	Classes temáticas	Peso
Cobertura vegetal	Vegetação	1
	Garimpo	10
Usos da terra	Influência urbana	9,7
	Reflorestamento	1
	Uso antrópico	6,7
Água	Massas D'água	2

A transposição dos valores quantitativos mensurados foi por meio da adoção do método de quartis, utilizado por Cruz *et al.* (1998), com associação dos valores dos quartis às classes qualitativas: pouco degradada (0 — 2,5), regular (2,5 — 5), degradada (5 — 7,5) e muito degradada (7,5 — 10).

Por fim, fez-se uma análise de regressão linear para execução das projeções, com intervalo de 5 anos, até o ano 2050, a fim de verificar qual será o estado de antropização do município e Alta Floresta até 2050, considerando a situação de que não ocorram mudanças na forma de utilização do espaço, ou seja, a sociedade continue mantendo o mesmo padrão de uso adotado nos últimos 40 anos.

Resultados e Discussão

A avaliação da qualidade da classificação aferida pelo Índice de Kappa para os anos de 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015 foram respectivamente 0,85; 0,93; 0,87; 0,89; 0,98; 0,86; 0,79; 0,94 e 0,93, sendo todas classificadas como excelente, demonstrando um resultado satisfatório.

Verificou-se que no ano 1975 havia na extensão municipal somente duas classes: a vegetação (99,49%) e as massas d'água (0,51%), devido a data da imagem retratar a situação da paisagem anterior a colonização (Tabela 04).

Tabela 04. Classes de cobertura vegetal e uso da terra no município de Alta Floresta/MT de 1975 a 2015.

Período	Classes Temáticas (ha)					
	Vegetação	Uso antrópico	Massas d'água	Influência urbana	Garimpo	Reflorestamento
1975	893361,38	-	4540,61	-	-	-
1979	854567,95	36839,81	6003,21	491,02	-	-
1984	801678,16	88722,64	5094,84	1324,63	1081,72	-
1990	725627,14	163525,95	5980,17	1468,88	1299,85	-
1995	625801,74	263602,08	5421,06	1944,69	1132,41	-
2000	547331,14	337141,15	6912,97	2022,81	844,89	3649,03
2005	480138,72	404014,15	6931,04	2602,20	452,20	3763,69
2010	463405,24	420659,70	6774,63	3201,87	596,53	3264,02
2015	457379,20	425754,24	6423,49	3380,10	1113,06	3851,91

No ano de 1979 surgiram duas classes temáticas, o uso antrópico que totalizou 4,10% e a influência urbana com 0,05%, evidenciando o início do processo de antropização da paisagem, com impactos sobre a vegetação que passou a ocupar 95,17% da extensão municipal (Figura 02). Ocorreu também um aumento das massas d'água para 0,67%, característica de áreas que estão em processo de ocupação, pois as atividades econômicas desenvolvidas necessitam deste componente ambiental para o seu desenvolvimento. Outro fator que pode ter influenciado no aumento foi devido a imagem deste ano ser do período chuvoso. Maia Neto (1997), alertava naquela época que a água tem sido considerada, no final deste século, um recurso escasso e estratégico, por questão de segurança nacional e por seus valores social, econômico e ecológico, situação que perdura até os dias atuais.

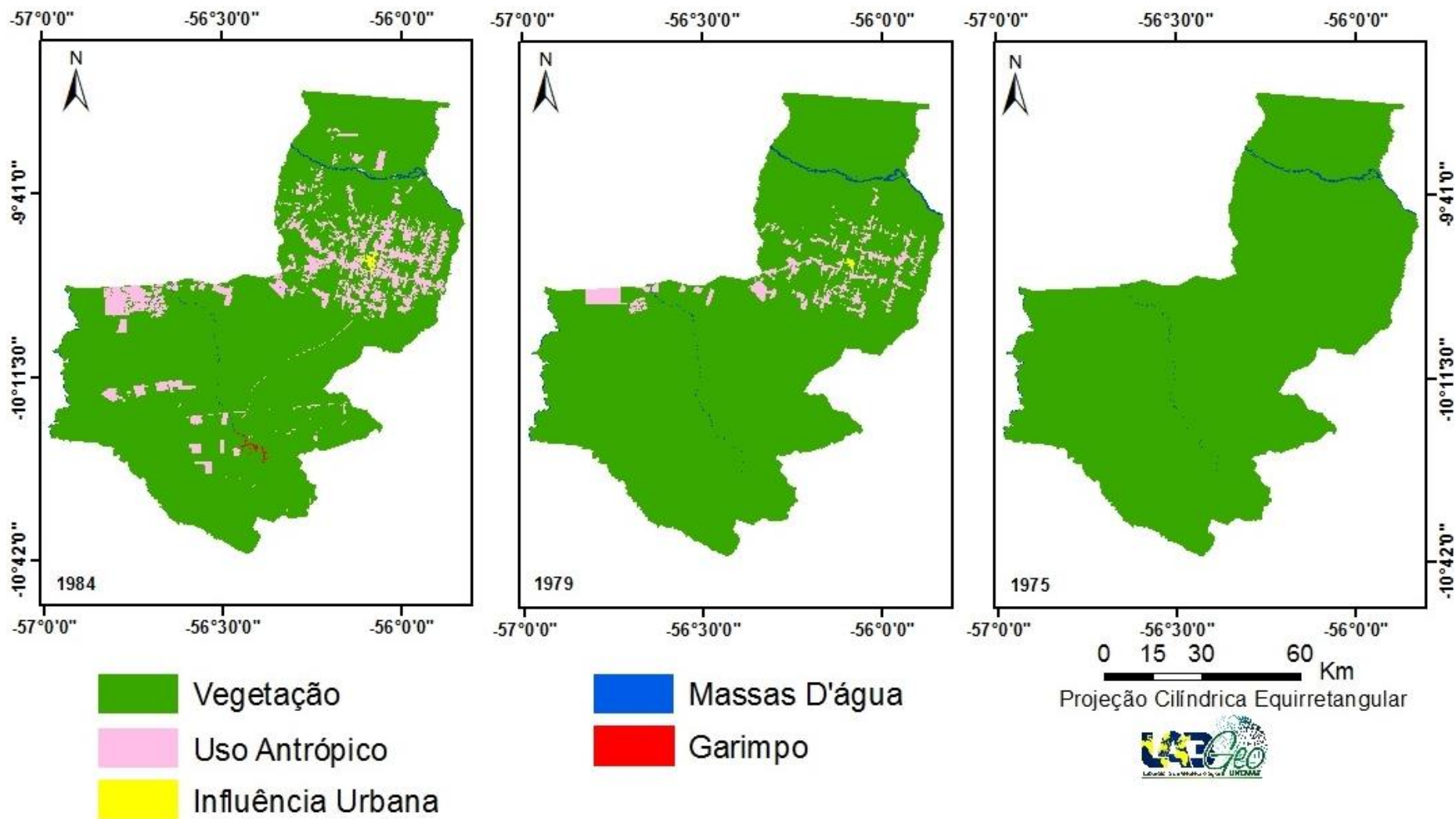


Figura 02. Uso da terra e cobertura vegetal do município brasileiro de Alta Floresta-MT, nos anos de 1975, 1979 e 1984.

Segundo Cochev (2013), a vegetação primária que recobria a microrregião de Alta Floresta nas décadas de 70 e 80 foi em parte retirada para comercialização, e o espaço desmatado foi utilizado para a extração mineral e instalação de atividades agropecuárias.

Em 1990 a vegetação foi suprimida em 9,40%, passando de 89,28% em 1984 para 80,81% (Figura 03). No entanto houve um aumento na área antropizada de 84,31%, pois passou de 9,88% para 18,21% e também nas massas d'água de 17,54%, evidenciando que o município estava em processo de ocupação, principalmente na zona rural, pois as áreas recobertas por vegetação nativa estavam sendo convertida em área de uso antrópico, enquanto a classe influência urbana se manteve praticamente estabilizada (Tabela 04).

Dos usos antrópicos praticados na década de 1990 em Alta Floresta, a agricultura foi a principal responsável pela supressão da vegetação nativa. Cunha (2006) corrobora com essa afirmação, pois relatou que a atividade agrícola, na década de 1990, no município de Alta Floresta foi a alternativa encontrada para o desenvolvimento econômico e social em substituição a atividade garimpeira que estava em decadência na região.

No ano de 1995 ocorreu a redução da vegetação em 13,76% e o aumento do uso antrópico em 61,23% e da área de influência urbana em 37,55% em relação ao ano de 1990, sendo que as demais classes se mantiveram estabilizadas (Figura 03). No município até o ano de 1995 a área de vegetação nativa era de 69,69%, a de uso antrópico de 29,36% e as demais classes correspondia a 0,95%.

Segundo Souza (2006) foi através da atividade agropecuária na década de 90, que ocasionou o processo de intensificação do uso da terra o que contribuiu para o desmatamento, pois Olival et al. (2007), expôs que o município de Alta Floresta em 1990 estava entre os 43 municípios brasileiros que mais desmatavam áreas pertencentes a Amazônia Legal, com a finalidade de exploração de madeira e da agropecuária. Rivero et al. (2009) acrescentaram que as principais causas da supressão da vegetação na Amazônia brasileira na metade da década de 90 do século passado foram as pastagens, agricultura de larga escala e agricultura de corte e queima.

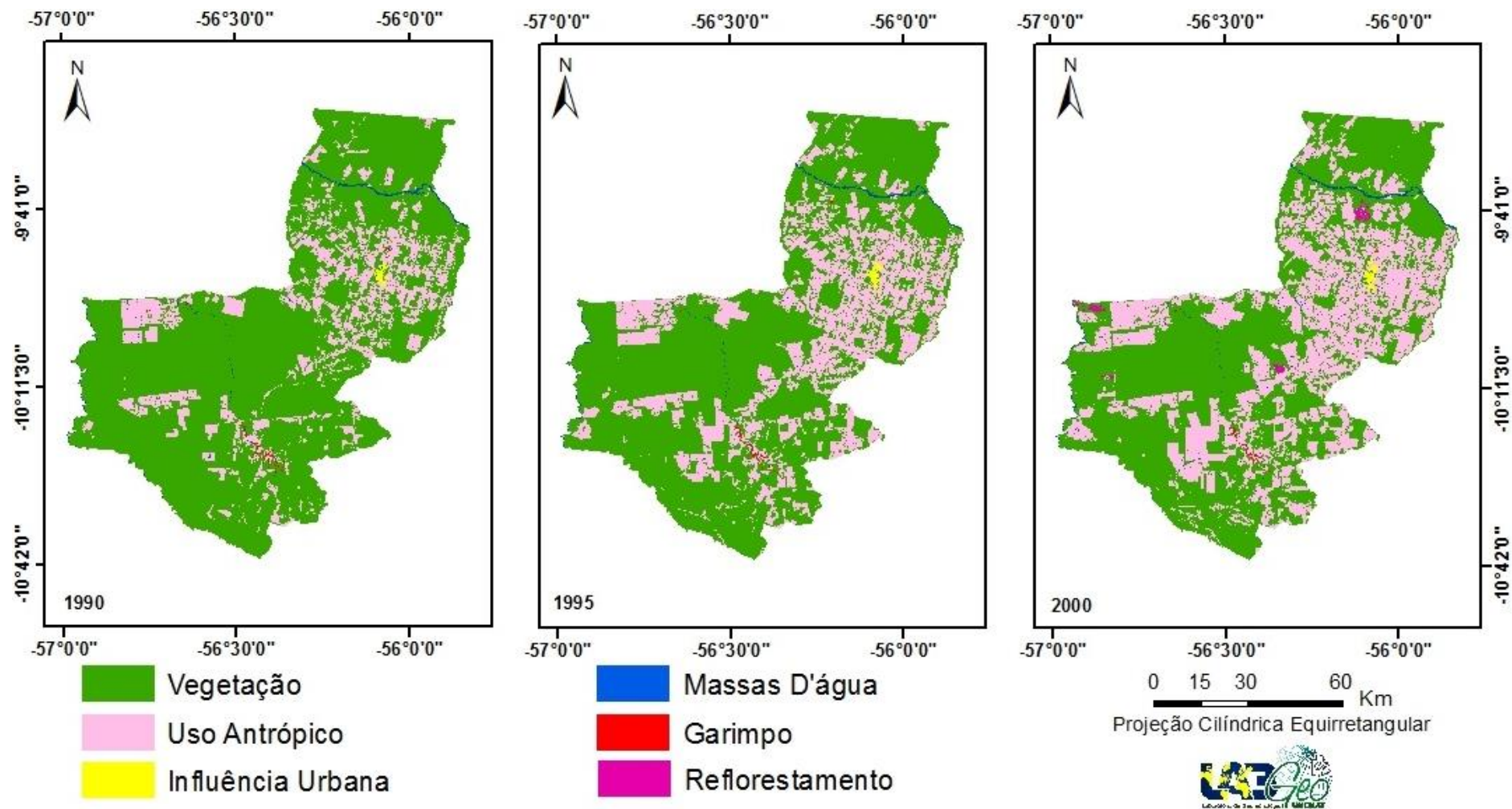


Figura 03. Uso da terra e cobertura vegetal do município de Alta Floresta-MT, Brasil, nos anos de 1990, 1995 e 2000.

Em 2000 a área de vegetação sofreu redução de 12,51% e o de uso antrópico teve aumento de 27,93% em relação ao ano anterior de análise (Figura 03). As massas d'água tiveram acréscimo de 30%, características de área em processo de transição de agricultura para pecuária. Neste período implantou-se o reflorestamento, que correspondeu 0,42%, houve redução em 15,38% da área de garimpo e aumento na área de influência urbana em 0,09%.

Do ano de 2000 a 2005 a vegetação continuou sendo suprimida, passando a ocupar 53,47%, assim como houve o aumento do uso antrópico em 19,81%, da influência urbana que teve aumento de 24,14% (Figura 04). Nesse período de cinco anos houve uma intensa ocupação da área de influência urbana, isso foi decorrente da infraestrutura (saúde, educação e emprego) disponibilizada na cidade. Houve redução da atividade garimpeira em 54,55% devido as leis ambientais mais severas quanto a forma de exploração e uso dos recursos vegetais e minerais.

Veiga et al. (1996) relataram que as mudanças atuais no uso da terra seguem uma tendência na pecuarização com exceção de algumas regiões tradicionais. Pedlowsky e Dale (1992), explica que diversos fatores influenciam nessa tomada como, por exemplo, a valorização da terra com a implantação da pastagem, a segurança que o gado representa em termos de investimento familiar e a estabilidade do preço da carne no mercado (Veiga et al, 1996).

Serrão et al. (1990), relataram que a criação de gado requer a utilização de grandes áreas, o que potencializa o processo de conversão de floresta em pastagem. Demattê (1988) acrescenta, expondo que a baixa longevidade da produtividade associada com a baixa fertilidade dos solos da Amazônia e as práticas inadequadas de manejo, levam os produtores a abandonar suas áreas originais em busca de outras para a implantação de novas pastagens, em geral, avançando sobre áreas de florestas primárias.

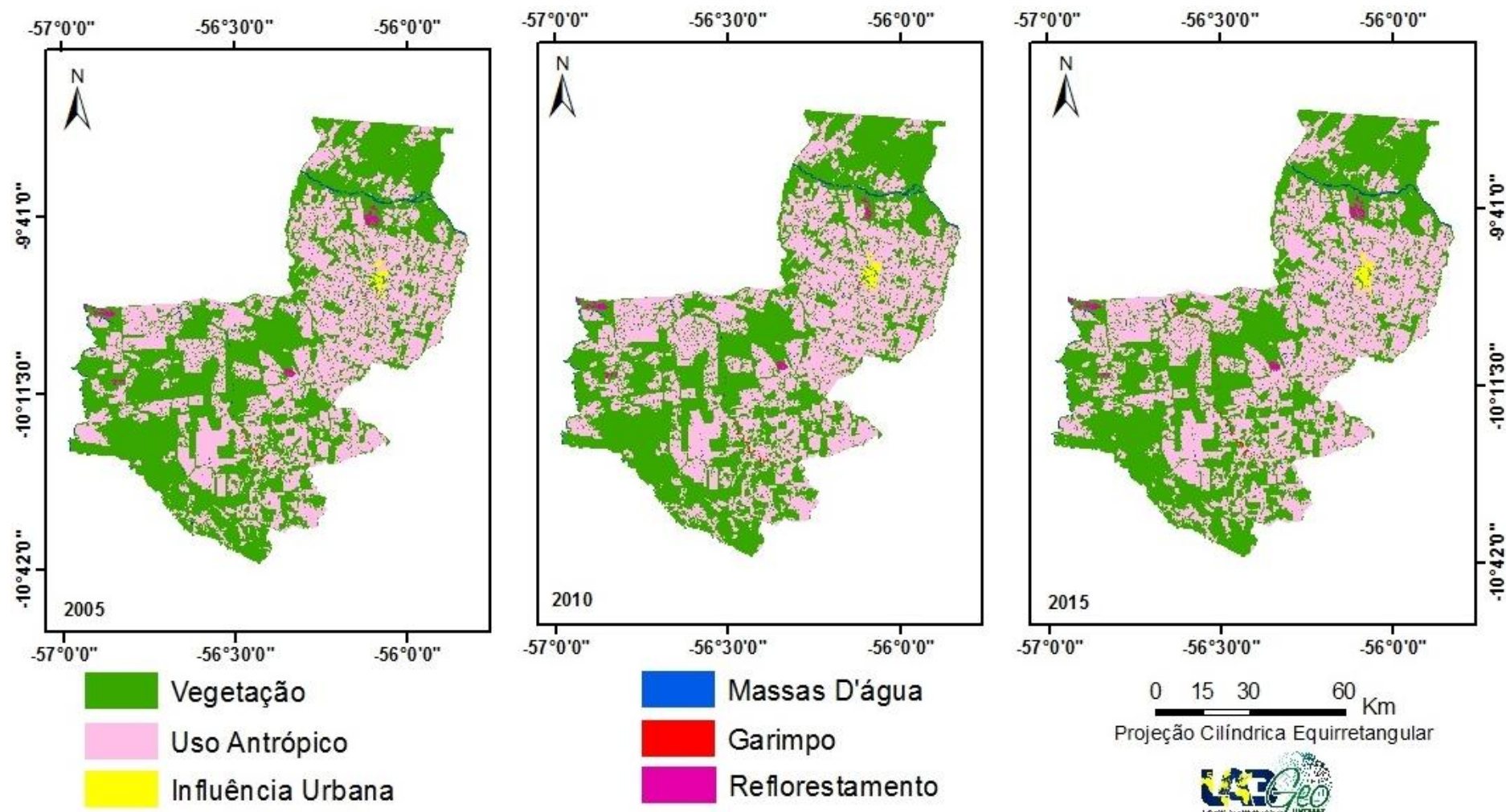


Figura 04. Uso da terra e cobertura vegetal do município de Alta Floresta-MT, Brasil, nos anos de 2005, 2010 e 2015.

Nos períodos entre 2005 à 2010 e 2010 à 2015 houve desaceleração no processo de transformação na paisagem do município, pois a vegetação diminuiu 3,48% e 1,30% nos períodos, respectivamente, sendo que em 2015 recobre 50,94% da área municipal. A classe de uso antrópico teve aumento de 4,11% entre os anos de 2005 a 2010 e de 1,43% de 2010 a 2015, totalizando 47,42% da área do município.

No final do período de 2005 a 2015 a área de garimpo voltou a aumentar, passando de 0,05% em 2005 para 0,07% em 2010 e 0,12% em 2015, representando um aumento de 140% nestes anos. A influência urbana apresentou aumento de 31,03%, passando de 0,29% em 2005 para 0,38% em 2015, devido principalmente ao êxodo rural em que muitas famílias migraram para a cidade em busca de melhores condições para viver.

Segundo Laurence et al. (2001) o desmatamento na região amazônica teve várias causas, dentre elas: o aumento de populações não indígenas e a migração de milhões de pessoas para a região; o crescimento da indústria madeireira e mineradora, que através do aumento da malha viária, permitiram maior acesso de fazendeiros e colonizadores e os avanços do desmatamento para o interior da bacia amazônica, que antes concentravam-se na parte leste e sudeste.

Segundo Ferreira et al. (2005) o desmatamento da Amazônia Legal brasileira não é distribuído homoganeamente, mas sim concentrado ao longo do denominado "arco do desmatamento", cujos limites se estendem do sudeste do estado do Maranhão, ao norte do Tocantins, sul do Pará, norte de Mato Grosso, Rondônia, sul do Amazonas e sudeste do estado do Acre.

Devido aos cortes de incentivos fiscais para o desenvolvimento humano municipal foi necessário à criação de projetos e leis mais severas para a redução de desmatamentos e queimadas a partir de 2007 e, em 2011 o município saiu da lista dos que mais desmatavam no Brasil.

O uso antrópico foi a principal classe responsável pelo aumento do ITA, conforme a vegetação nativa foi convertida em área de uso antrópico esse índice aumentava proporcionalmente (Tabela 05).

Tabela 05. Índice de Transformação Antrópica da paisagem do município de Alta Floresta/MT, nos anos de 1975 a 2015.

Classes Temáticas	ITA									
	1975	1979	1984	1990	1995	2000	2005	2010	2015	
Vegetação	1,00	0,95	0,89	0,81	0,70	0,61	0,53	0,52	0,51	
Uso Antrópico	-	0,27	0,66	1,22	1,97	2,52	3,01	3,14	3,18	
Massas D'água	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	
Influência Urbana	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	
Garimpo	-		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Reflorestamento	-					0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	1,01	1,24	1,58	2,07	2,71	3,19	3,60	3,72	3,75	

A paisagem do município de Alta Floresta/MT estava pouco degradada em 1975, 1979, 1984 e 1990, passando para regular em 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015. Barreto et al. (2005) estimaram que 47% do bioma Amazônia sofre algum grau de alteração antrópica, de forma direta ou esporádica, com as queimadas e a extração madeireira.

Neste estudo foram consideradas na análise do ITA todas as classes temáticas, desde 1975 até 2015, entretanto no ano de 1975 havia duas classes, no ano de 1979 quatro classes, nos anos de 1984, 1990 e 1995 cinco classes e por fim nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2015 seis classes (Tabela 05). Esta peculiaridade não atende ao recomendado no cálculo do ITA, que preconiza que a quantidade de classes dos anos investigados sejam as mesmas. No caso deste trabalho a variação da quantidade de classes entre os anos analisados não influenciaram nos resultados obtidos devido aos baixos valores apresentados do ITA das classes.

A análise de regressão evidenciou que no município de Alta Floresta há uma correlação forte e direta ($R > 0,7$) entre o passar dos anos e o valor do ITA ($R^2 = 0,9647$), ou seja, conforme aumenta o tempo cresce o grau de antropização (Figura 05). Desta forma, o resultado obtido por meio da regressão pode ser usado para projeção dos índices de transformação da paisagem, extrapolando as relações de causa-efeito observadas no passado das variáveis analisadas. Pois, segundo Maalouf (2004), o desenvolvimento agrícola sustentável é baseado no gerenciamento e conservação dos recursos naturais, segurança e satisfação das necessidades humanas para gerações presentes e futuras.

Observa-se que o Índice de Transformação Antrópica tende a estabilizar a partir do ano de 2000 devido provavelmente ao cumprimento da

legislação ambiental vigente e a diminuição de oferta de recursos (vegetação natural).

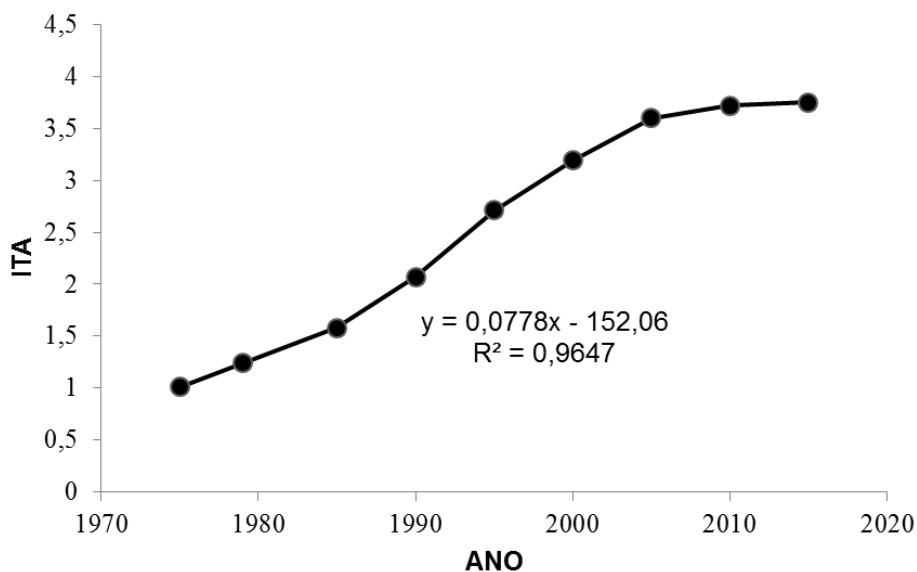


Figura 05. Projeção do ITA da municipalidade de Alta Floresta-MT, a partir dos resultados das modificações da paisagem dos anos investigados.

Na tabela 6 são apresentados os resultados das projeções com intervalo a cada cinco anos do ITA até 2050 para o município de Alta Floresta.

Tabela 06. Projeção do ITA no intervalo de 2020 a 2050 para do município de Alta Floresta/MT.

Tempo	Equação de regressão	Resultado da Projeção do ITA
2020	$y=(0,0778*2020)-152,06$	5,096
2025	$y=(0,0778*2025)-152,06$	5,485
2030	$y=(0,0778*2030)-152,06$	5,874
2035	$y=(0,0778*2035)-152,06$	6,263
2040	$y=(0,0778*2040)-152,06$	6,652
2045	$y=(0,0778*2045)-152,06$	7,041
2050	$y=(0,0778*2050)-152,06$	7,430

Na projeção é possível verificar que se a sociedade mantiver o mesmo padrão para o uso da terra que foi apresentado no período de 1979 a 2015, o estado da paisagem mudará de pouca degradada, como se encontra em 2015, para degradada no ano de 2020, mantendo-se este estado até 2050,

entretanto deve-se estar atento que no ano de 2050 o ITA projetado evidencia que a paisagem estará quase atingindo o estado muito degradado (Tabela 06).

Conclusões

Pode-se constatar que ocorreu um intenso processo de antropização na vegetação do município de Alta Floresta nos 40 anos analisados, decorrente principalmente do uso antrópico (pastagem e agricultura).

A área de vegetação apresentou redução em todos os anos investigados, em contrapartida as classes uso antrópico e influência urbana tiveram suas áreas aumentadas em todos os períodos analisados.

A classe garimpo exibiu variação de sua expansão nos anos analisados, tendo surgido a partir do ano de 1984, apresentando crescimento até o ano de 1995, porém de 2000 até 2005 sofreu decréscimo, mas em 2010 e 2015 retomou o crescimento.

O reflorestamento surgiu entre o ano de 1995 a 2000, apresentando pouca variação aos longos dos anos investigados.

A paisagem municipal encontrava-se pouco degradada em 1975, 1979, 1984 e 1990, passando a apresentar-se como regular em 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015, porém as previsões mostram que de 2020 a 2050 poderá atingir o estado de degradada, se forem mantidos os mesmos padrões adotados no período averiguado.

Os resultados apresentados neste texto evidenciam a necessidade de que o município proceda o planejamento ambiental em parcerias com os segmentos da sociedade, visando a execução de atividades produtivas em consonância com a conservação dos elementos da paisagem no intuito de que no futuro a paisagem municipal não esteja degradada.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, N. V.; BATISTA, A. C. B.; MELO, J. A. B.; GUIMARÃES, A. P. Utilização de Imagens CBERS no diagnóstico do uso e ocupação do solo na Microbacia do Riacho Maracajá, Olivedos, PB. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, Natal, Brasil. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 1927-1934

ALVES, D. S. O processo de desmatamento na Amazônia. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 259-275, 2001.

BARRETO, P.; SOUZA Jr, C.; ANDERSON, A., SALOMÃO, R.; WILES, J. Pressão humana no bioma Amazônia. **O estado da Amazônia**, nº3. Belém: Imazon. 6 p. Disponível em <<http://www.portalces.org/sites/default/files/ressao-humana-no-bioma-amazonia.pdf>>. Acesso em 3 jun. 2015.

BATISTELLA, M.. POR SATÉLITE, E. M. Contribuições para a classificação e monitoramento do uso e cobertura das terras na Amazônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia, Brasil. **Anais...** Goiânia: INPE. p. 2859-2861, 2005.

BIERREGAARD Jr, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, v. 42, n. 11 p. 859-866, 1992.

CAMARGO, M. F.; PAULOSSO, L. V. Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda-MT. **Revista Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 30, n. 1, p. 77-82, 2009.

CÂMARA, G., SOUZA, R., FREITAS, U., GARRIDO, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.

CHIOVETO, A. T.; ORLANDI, M.; PIFFER, M.; ANDRADE GONÇALVES, C. F. Análise da dimensão do desflorestamento por meio do uso de imagens de satélite em um município da Amazônia legal brasileira. **Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas**, v. 20, n. 1, p. 17-33, 2012.

COCHEV, J. S. **Dinâmica de uso e olericultura em Alta Floresta, Amazônia Matogrossense**. 2013. 107f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado do Mato Grosso, Alta Floresta/MT, 2013.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and psychological measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos da População**, v. 23, n. 1, p. 87-107, 2006.

DEMATTE, J. L. I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos. Região amazônica**. Campinas/SP: Fundação Cargill, 1988.

ESRI. **ArcGis desktop: release 9.2**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.

FARID, L. H. **Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/ MT: um estudo de caso**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Cuiabá: Editora Buriti, 2001.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2004.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

GUIMARÃES, P. B. **Métodos quantitativos estatísticos**. Curitiba: IESDE Brasil SA, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 25 de outubro de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 03 de setembro de 2015.

KARNAUKHOVA, E. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e gestão ambiental (ensaio metodológico na área da bacia hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC)**. 2000. 230f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P. M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S. e FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. **Science (Washington)**, v. 291, n. 5503, p. 438-439, 2001.

LEITE, T. A., NETO, J. O. M., NASCIMENTO, A. F. J., CHAGAS, R. M.; Júnior, A. V. M. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso de geoprocessamento como subsídio à gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Jacaré. In: Encontro de Recursos Hídricos. Aracaju, 3., Sergipe. **Anais...** Aracaju: Semarh, 2012. p. 34-38.

LIRA, G. **Conhecendo o Estado de Mato Grosso: IV microrregião de Alta Floresta, Mato Grosso.** 2011. Disponível em: <http://www.gilsonlirapoesias.com.br/site/pdf/>. Acesso em: 03 de setembro de 2015.

MAALOUF, W. D. **Recursos humanos e desenvolvimento agrícola sustentado.** Cuiabá: Fundação Salim Farah Maluf, 1994.

MAIA NETO, R. F. Água para o desenvolvimento sustentável. **A água em revista, Belo Horizonte**, v. 9, n.1 p. 21-32, 1997.

MANANDHAR, R., ODEH, I. A. O., PONTIUS, R. G. Analysis of twenty years of categorical land transitions in the Lower Hunter of New South Wales, Australia. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 135, n. 4, p. 336-346, 2010.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira.** Brasília: Banco Mundial, 2003.

MATEO, J. **Geoecologia de los paisajes.** Mérida: Edit. ULA, 1991.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia, Brasil. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3829-3836.

NOGUEIRA, C. R., CRUZ, C. B. M., AGAREZ, F. V., VICENS, R. S. Classificação de bacias hidrográficas em tabuleiros costeiros através de indicadores provenientes de sensoriamento remoto—estudo de caso em Linhares e Sooretama, ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 955-958

NOVAES FILHO, J. P.; SELVA, E. C.; COUTO E. G.; LEHMANN, J.; JOHNSON M. S.; RIHA, S. J. Distribuição de Carbono em Solos sob Floresta Primária na Amazônia Meridional. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 83-92, 2007.

OLIVAL, A. A.; SPEXOTO, A. A.; RODRIGUES, J. A. Participação e cultura política: os conselhos municipais de desenvolvimento rural sustentável no território Portal da Amazônia. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 4, p. 1013-1035, 2007.

PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica, princípios e aplicações (geoprocessamento).** São Paulo: Érica, 1994.

PEDLOWSKI, M. A.; DALE, V. H. **Land-use practices in Ouro Preto do Oeste, Rondonia, Brazil**. TN (United States): Oak Ridge National Lab., 1992.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios brasileiros (IDH-M), 2013**. Disponível em: http://portal.cnm.org.br/sites/6700/6745/AtlasIDHM2013_Perfil_Alta-Floresta_mt.pdf . Acesso em: 25 de outubro de 2015.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

ROCHA, S. P.; CRUZ, C. B. M. Aplicação do ITA na análise espaço-temporal do entorno da BR-101 nos municípios de Angra dos Reis e Parati. IN: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., Natal, Brasil. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 1505-1512,

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. H.; *et al.* **O Solo nos Grandes Domínios Morfoclimáticos do Brasil e o Desenvolvimento Sustentado**. Viçosa/MG: SBCS; UFV; DPS, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SALATI, E., SANTOS, A. A., KLABIN, I. Temas ambientais relevantes. **Estudos avançados**, v. 20, n. 56, p. 107-127, 2006.

SCHLINDWEIN, J. R., DURANTI, R. R., CEMIN, G., FALCADE, I., AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Florianópolis, Brasil. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 1103-1107

SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômicos – ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 501-511, 2008.

SERRAO, E. A., TOLEDO, J. M., ANDERSON, A. B. The search for sustainability in Amazonian pastures. **Alternatives to deforestation: steps towards sustainable use of the Amazon rain forest**. New York, USA: Columbia University Press, 1990. p. 195-214.

SOUZA, S. C. **Desmatamento e clima em Alta Floresta - Amazônia Mato-Grossense**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Pós-Graduação em Geografia, Cuiabá, 2006.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: clima – análise e representação cartográfica.** Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

TAVARES, A. O.; PATO, R. L.; MAGALHÃES, M. C. Spatial and temporal land use change and occupation over the last half century in a peri-urban area. **Applied Geography**, v. 34, n. 34, p. 432-444, 2012.

VEIGA, J. B.; TOURRAND, J. F.; QUANZ, D. **A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: o caso do município de Uruará, PA, na região da Transamazônica.** Belém: Embrapa-CPATU, 1996.

VICENS, R. S. **O transporte de sedimentos em suspensão como parte da análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Mazomba.** 1997. 117f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

ZHANG, N., WANG, M., WANG, N. Precision agriculture a worldwide overview. **Computers and electronics in agriculture**, v. 36, n. 2, p. 113-132, 2002.

3.2 ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT

Resumo: As transformações ocorridas ao longo do tempo na vegetação sem o devido planejamento ambiental resultam na fragmentação florestal da paisagem. Diante do exposto, objetivou proceder a análise espaço-temporal das mudanças da paisagem, avaliando suas implicações na fragmentação da paisagem e na conservação da biodiversidade Amazônica no município de Alta Floresta/MT, visando a geração de subsídios que contribuam no planejamento e na gestão ambiental. As imagens dos satélites Landsat 2, 3, 5 e 8 dos anos de 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015, foram georreferenciadas e classificadas no software Spring e quantificadas no *software* ArcGis. Para a execução da análise das métricas de paisagem os dados das classes da cobertura vegetal e uso da terra foram quantificados no *software* Fragstat. Foram mapeadas seis classes temáticas, cujos resultados indicaram diminuição da vegetação, que recobriu em 2015 o total de 457379,20 ha, o uso antrópico 425754,24 ha, a influência urbana 3380,10 há e as demais classes totalizaram 11388,46 ha. Constatou-se que o número de fragmentos da vegetação e de uso antrópico apresentaram aumento entre os anos de 1995 à 2105. O tamanho médio e o índice do maior fragmento da vegetação foi diminuindo no período de estudo, enquanto o uso antrópico teve comportamento inverso. O tamanho da área central dos fragmentos da vegetação diminuiu acentualmente entre os anos de 1979 à 2015, passando o formato do fragmento de arredondado para linear. A diversidade de Simpson demonstrou ter uma diversidade de fragmentos na paisagem como constatado pelo número elevado de fragmentos. Desta forma a vegetação está em um avançado estágio de fragmentação devido à forma de exploração do uso antrópico explorado evidenciado assim, a necessidade de ações de planejamento no âmbito municipal que contribuam para a conservação ambiental.

Palavras-chave: Biodiversidade, Desenvolvimento, Recursos Naturais.

Abstract: The transformations that occurred over time in the vegetation without proper environmental planning result in forest fragmentation of the landscape. Given the above, this study aimed to conduct the spatial-temporal analysis of landscape changes, assessing their implications for landscape fragmentation and conservation of Amazonian biodiversity in the municipality of Alta Floresta / MT, aiming to generate subsidies that contribute in planning and environmental management. Satellite images were used from Landsat - 2, 3, 5 and 8 in the years 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015, the images were georeferenced, classified in Spring software and thematic classes quantified in ArcGIS software. To perform the analysis of the landscape metrics data from the classes of vegetation cover and land use were quantified in Fragstat software. Six thematic classes were mapped, the results indicated decrease in vegetation, which has shrouded in 2015 the total of 457,379.20 hectares, the anthropic use 425,754.24, the urban influence 3380.10 and the other classes totaling 11,388.46 hectares. It was found that the number of vegetation fragments and anthropic use had increased between the years 1995 to 2015. The average size and the index of the largest fragment of vegetation has decreased over the study period, while the anthropic use had inverse behavior. The size of the central area of vegetation fragments decreases significantly between the years 1979 to 2015 passing from rounded to linear fragment format. The diversity of Simpson demonstrated a diversity of fragments in the landscape as evidenced by the high number of fragments. In this sense, the vegetation is in an advanced stage of fragmentation due to the form of exploitation of the anthropic use showing the need for action planning at the municipal level that contribute to environmental conservation.

Keywords: Biodiversity, Development, Natural Resources.

Introdução

A bacia Amazônica abriga mais da metade das florestas tropicais remanescentes no mundo e também alguns dos ecossistemas com maior diversidade biológica (CAPOBIANCO et al., 2001). As mudanças nesses ecossistemas vêm ocorrendo intensamente à medida que aumenta a ocupação, principalmente devido à conversão dos ecossistemas naturais em áreas cultivadas (RAMANKUTTY e FOLEY, 1998).

Um dos principais fatores responsáveis pela perda da biodiversidade é a fragmentação, pois diversos usos antrópicos necessitam da conversão da natureza para sua implementação (UMETSU, 2005). A fragmentação promove uma redução dos tipos de habitat e a divisão dos habitats remanescentes em unidades menores e isoladas, o que afeta a biodiversidade e a qualidade ambiental (KORMAN, 2003).

Neves et al. (2014) diante da situação afirmou que se faz necessário o conhecimento dos impactos e das relações dos ambientes da matriz sobre os remanescentes de habitat, visando o manejo e a conservação das paisagens fragmentadas, pois autores como Davies et al. (2000); Laurance (1999); Turner (1996) tratam a fragmentação de um habitat como sendo uma das maiores ameaças a diversidade biológica. A medida que um determinado habitat perde a capacidade de fornecer condições necessárias para a preservação da vida, ele torna-se inapropriado à sobrevivência deste ser vivo (CONCEIÇÃO 2008).

A paisagem é um mosaico heterogêneo composto por unidades interativas (METZGER, 2001), que segundo Forman e Gordon (1986) constituem-se em distintas unidades no mosaico, sendo estas as manchas, os corredores e a matriz.

Para avaliação analítica da estrutura da paisagem e detecção de mudanças nos padrões de uso da terra têm-se na atualidade utilizado as medidas da estrutura da paisagem (*landscape metrics*), cujos dados necessários para as análises são derivadas do processamento digital de imagens de sensoriamento remoto em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que possibilitam a elaboração de mapas de cobertura vegetal e uso da terra. Hargis et al. (1998); Carvalho et al. (2009); Ribeiro et al. (2009),

destacaram a importância e a eficácia das geotecnologias nos estudos ambientais como ferramenta para a descrição quantitativa e dos padrões e estruturas das paisagens.

Nesta perspectiva, o planejamento do uso da terra, considerando a distribuição espacial dos remanescentes florestais, tornou-se uma importante ferramenta para propostas que visam à minimização dos impactos causados pela fragmentação de habitat (MUCHAILH, 2007). Machado et al. (2010) acrescentam que a caracterização ambiental de uma região é a base para qualquer estudo ambiental, haja vista que o planejamento sustentado dos componentes naturais requer, inicialmente, o levantamento, a organização e a disponibilização de informações atualizadas sobre o ambiente.

Na análise da estrutura da paisagem são consideradas mais graves as mudanças que ocorrerem lentamente (gradual e na escala humana de medição), direcionalmente, seguindo uma determinada direção e com tendência a continuar nela, implicando numa certa taxa de mudança (LANG e BLASCHKE, 2009), resultando em implicações, na maioria das vezes, negativas para conservação da biodiversidade das paisagens.

Apoiados nas geotecnologias e nas métricas da paisagem objetivou-se neste estudo proceder a análise espaço-temporal das mudanças da paisagem, avaliando suas implicações na fragmentação da paisagem e na conservação da biodiversidade Amazônica no município de Alta Floresta/MT, visando a geração de subsídios que contribuam no planejamento e na gestão ambiental.

Material e Métodos

O município de Alta Floresta está localizado na porção norte do estado de Mato Grosso (Figura 01), distante da capital do estado em 637,02 km, com área de 8.976,204 km² (IBGE, 2015) e população de 49.164 habitantes, com um total de 42.718 residindo na zona urbana e 6.446 na rural (IBGE, 2013). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é de 0,714, ficando abaixo ao do Estado, que é de 0,725 e do Brasil que é de 0,730 (PNUD, 2013).

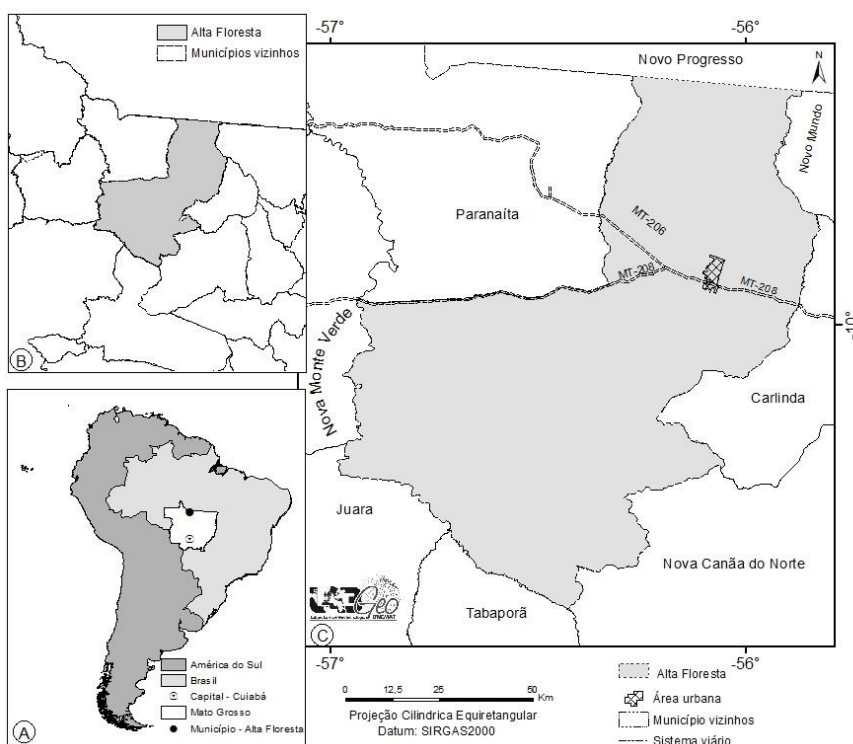


Figura 01. Município de Alta Floresta nos contextos sul-americano (A), Matogrossense (B) e Municipal (C).

A municipalidade está completamente contida no bioma Amazônia, em que o clima segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Tropical chuvoso, com nítida estação seca, cuja temperatura anual varia de 19,6°C à 32,4°C, a precipitação anual chega a 2.400 mm e a umidade relativa média anual de 70% (TARIFA, 2011).

A vegetação do município de Alta Floresta é fundamentalmente constituída por Floresta ombrófila aberta e densa, Floresta estacional e

Cerrado (LIRA, 2011). O relevo faz parte do Planalto Apicás-Sucurundi e da Depressão Interplanáltica Amazônica Meridional (FERREIRA, 2001) e apresenta várias serras em forma de cristas, que servem como divisores de água, posicionando-se entre 200 e 300 m de altitude (FARID, 1992). Tem como contribuinte os tributários do Rio Teles Pires e seus afluentes Rio Paranaíta, Apicás, Carlinda, Cristalino e Santa Helena (RODRIGUES, 1996; FERREIRA, 2001; NOVAES FILHO et al., 2007).

Procedimentos Metodológicos

Para realização da análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra foram adquiridas imagens do período seco dos sensores Multispectral Scanner Subsystem (MSS), Thematic Mapper (TM) e Operational Land Imager (OLI) dos satélites Landsat-2, Landsat-3, Landsat-5 e Landsat-8, respectivamente, disponibilizadas gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no sítio do Serviço Geológico Americano (SGA) na rede mundial de computadores (Tabela 01).

Tabela 01. Características das imagens de sensoriamento remoto orbital.

Satélite	Sensor	Órbita	Ponto	Bandas	Resolução	Data	Fonte
Landsat 2	MSS	244	67	4, 5 e 6	80	07/08/1975	INPE
Landsat 3	MSS	244	67	4, 5 e 6	80	29/11/1979	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	21/06/1984	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	28/08/1984	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	26/07/1990	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	29/06/1990	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	06/07/1995	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	13/07/1995	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	17/06/2000	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	08/06/2000	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	02/08/2005	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	09/08/2005	INPE
Landsat 5	TM	227	67	3, 4 e 5	30	31/07/2010	INPE
Landsat 5	TM	228	67	3, 4 e 5	30	22/07/2010	INPE
Landsat 8	OLI	227	67	4, 5 e 6	30	29/07/2015	SGA
Landsat 8	OLI	228	67	4, 5 e 6	30	20/07/2015	SGA

A seleção dos anos de estudo teve como referência as datas de imagens disponíveis e os períodos socioeconômicos ocorridos no município, que segundo Cochev (2013) foram:

- 1975 a 1984: fundação do município - colonização, quando houve intensa supressão da vegetação nativa e inserção da agricultura;

- 1985 a 1995: extração aurífera e madeireira no município e nos de entorno;
- 1995 a 2000: Expansão da agricultura, principalmente com plantações de café, arroz, feijão e cacau;
- a partir de 2000: expansão da pecuária nos espaços de desenvolvimento agrícola.

Na primeira fase do trabalho realizou-se o processamento das imagens Landsat no *software* Spring, versão 5.2.7, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (CÂMARA et al., 1996), no qual criou-se um banco de dados geográfico, utilizando-se o sistema de coordenadas UTM e Datum SIRGAS 2000 - zona 21S.

Efetou-se a transformação das imagens do formato TIF para formato GRIB no módulo Impima, em seguida procedeu-se o registro (georreferenciamento) das bandas (Tabela 1), com exceção das imagens do satélite Landsat-8 que são disponibilizadas georreferenciadas e ortorretificadas. Foram utilizados 12 pontos de controle, distribuídos uniformemente na imagem, através do modo tela-a-tela, e utilizando as bandas 4, 5 e 6 do Landsat-8, procedeu-se a correção geométrica das demais imagens.

Efetou-se o mosaico das bandas de cada ano e o seu recorte, utilizando o arquivo vetorial do limite da área de estudo (máscara) na extensão *shapefile*, que foi obtido no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. As imagens recortadas foram segmentadas, através do método crescimento de regiões, com similaridade 10 e área de pixel 20.

Foi realizada a classificação supervisionada, com execução da fase de treinamento, que consiste na atividade de identificação de amostras das classes nas imagens, usando-se o classificador de regiões Bhattacharrya, com aceitação de 99,9%. As classes temáticas definidas para este estudo foram: vegetação nativa, massas d'água, influência urbana, garimpo, reflorestamento e uso antrópico, sendo nesta última agrupados os usos pecuária, agricultura e estradas. Foram realizados trabalhos de campo na área de estudo nos meses de junho de 2014 e junho de 2015, para coleta de Pontos de Controle Terrestre, com equipamento GPS (PCTs), e registros fotográficos das classes temáticas, para subsidiar a edição da classificação derivadas das imagens de satélite.

No processo de validação foi utilizado dados coletados em campo, não utilizados na classificação, e confirmando estes na imagem classificada. Foram ainda considerados nessa etapa os mapas elaborados por órgãos públicos, uma vez que para sua confecção foram executados trabalhos de campo.

Com objetivo de verificar a confiabilidade do mapa elaborado no Spring foi calculado o coeficiente Kappa (COHEN, 1960), o qual é expresso por:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}$$

em que:

n = número total de *pixels* amostrados

x_{ii} = número de *pixels* da linha i e da coluna i da matriz de confusão;

c = número total de classes;

x_{i+} = número total de pixels da linha i; e

x_{+i} = número total de pixels da coluna i.

Este índice considera a proporção de amostras corretamente classificadas, correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representadas pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes (COHEN, 1960). Na tabela 02 é apresentada a qualidade da classificação de acordo com os valores encontrados no Índice Kappa (LANDIS e KOCH, 1977).

Tabela 02. Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa.

Valor de Kappa	Qualidade
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Os arquivos vetoriais de cobertura vegetal e uso da terra foram exportados na extensão shapefile e no *software* ArcGis, versão 9.2 (ESRI,

2007), para quantificação das classes temáticas, utilizando-se a calculadora de atributos, e a elaboração dos layouts.

Para a geração os índices de ecologia da paisagem via *software* Fragstats, versão 4.2 (MCGARIGAL e MARKS, 1995) foi necessário que os arquivos vetoriais dos mapas fossem convertidos do formato vetorial para matricial, por meio da ferramenta *Polygon to Raster*, e posteriormente efetuada a reclassificação do arquivo matricial, através da função *Reclassify*, no módulo *ArcToolbox*, do *software* ArcGIS, sendo exportado o arquivo em formato *TagImage File Format* (TIFF).

As equações relativas aos índices utilizados neste estudo estão apresentadas na tabela 03 e foram descritos em McGarigal e Mark (1995).

Tabela 03. Medidas da estrutura da paisagem (*Landscape metrics*).

Sigla	Métrica	Unidade	Descrição
PLAND	Área da classe	Porcentagem (%)	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais presentes na área em estudo.
MPS	Tamanho médio da mancha	Hectares (ha)	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas
NP	Número de manchas	Adimensional	Número total de manchas na paisagem ou na classe.
LPI	Índice de maior fragmento	Porcentagem (%)	Porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento na classe
TCA	Área central total	Hectares (ha)	Soma das áreas centrais de todos os fragmentos da classe
CIRCLE	Índice de circularidade	Adimensional	Valores mais próximos de 0 formato arredondado e valores mais próximos de 1 formato alongado e linear
SID	Índice de Simpson	Adimensional	Valores mais próximos de 0 pouco diversidade e valores mais próximos de 1 diversidade maior dos fragmentos

Fonte: McGarigal e Marks (1995).

Resultados e Discussão

Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e dos usos da terra de Alta Floresta/MT

Os resultados do Índice de Kappa para os mapas dos anos de 1975, 1979, 1984, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015 estão representados na tabela 04, cujos valores corresponderam a classe excelente, pois todos os anos o índice de Kappa foi \geq a 0,85 demonstrando um resultado satisfatório.

Tabela 04. Resultados do Índice Kappa dos mapas espaço-temporal de cobertura vegetal e uso da terra de Alta Floresta – Amazônia matogrossense.

	1975	1979	1984	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Kappa (%)	0,85	0,93	0,87	0,89	0,98	0,86	0,79	0,94	0,93

Entre os anos de 1975 à 2015 houve uma intensa modificação da paisagem do município de Alta Floresta, sendo que 1975 havia somente vegetação e massas d'água, ao final do período de 40 anos a vegetação ocupava uma área de 457.379,20 devido a conversão em área de uso antrópico (425.754,24 ha), reflorestamento (3.851,91 ha), garimpo (1.113,06 ha), massas d'água (6.423,49 ha) e influência urbana (3.380,10ha), conforme pode ser verificado na figura 02.

Os atributos formadores da paisagem encontrada pela população colonizadora no ano de 1975 na extensão territorial municipal era de 893.361,38 ha de vegetação e 4.540,61 ha massas d'água (Figura 02). Após quatro anos de ocupação, em 1979, a área recoberta pela vegetação Amazônica decresceu, passando a totalizar 854.567,95 ha, devido ao surgimento das classes de uso antrópico (36.839,81 ha) e de influência urbana (491,02 ha). Neste período houve aumento das massas d'água, que passaram a ocupar 6.003,21 ha, o que é característico de área que estão em processo de antropização, cuja vegetação foi sendo suprimida para o desenvolvimento de atividades produtivas.

Segundo Garcia et al. (2007) as causas do desmatamento compreendem, desde incentivos fiscais e políticas de colonização, as quais desencadearam fortes processos migratórios, até cenários macroeconômicos

atuais, envolvendo exploração madeireira, pecuária e expansão de cultura de soja sobre áreas de pastagens.

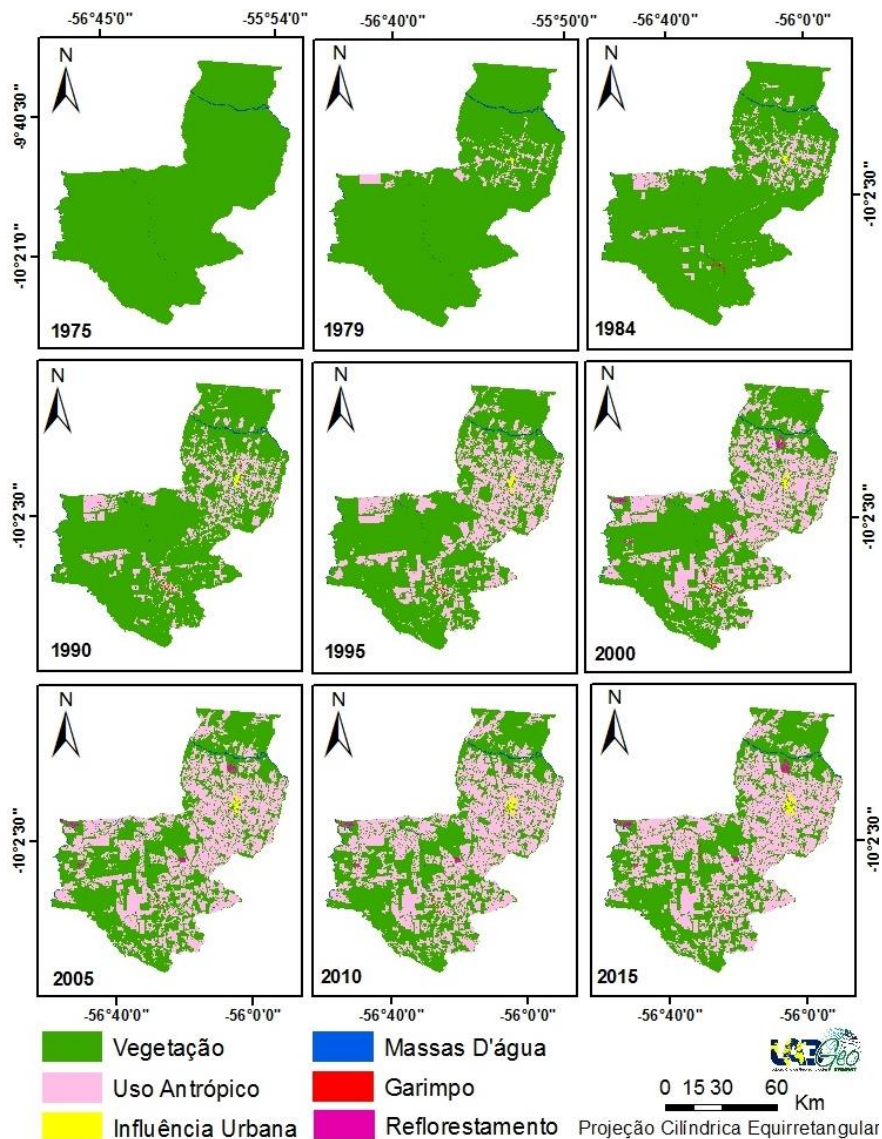


Figura 02. Cobertura vegetal e usos da terra do município de Alta Floresta/MT, no período de 1975 a 2015.

Constatou-se que de 1979 a 1984 ocorreu diminuição da vegetação, passando a totalizar 801.678,16 ha, e das massas d'água para 5.094,84 ha. Em contrapartida houve aumento das áreas de usos antrópicos, representando 88.722,64 ha e expansão da classe influência urbana, que totalizou 1.324,63 ha, evidenciando que estava em curso no município intenso processo de ocupação urbana. A atividade garimpeira municipal surgiu neste período, correspondendo a 1.081,72 ha.

No ano de 1990 deu-se prosseguimento a supressão vegetal, totalizando 725.627,14 ha, o uso antrópico aumentou para 163.525,95 ha e as massas d'água atingiram 5.980,17 ha, demonstrando dinâmica intensa no espaço rural. Houve desaceleração do ritmo da expansão da área de influência urbana, que nesta data correspondia a 1.468,88 ha (Figura 02).

Primack e Rodrigues (2001) relataram que a intensa redução da cobertura florestal traz implicações sobre a composição e distribuição das espécies vegetais e animais, refletindo na diminuição do fluxo gênico entre as populações, o que aumenta as chances de extinção da biodiversidade local.

Em 1995 houve redução na vegetação que passou a totalizar 625.801,74 ha e os acréscimos nas áreas de uso antrópico e influência urbana, que ocuparam respectivamente uma área de 263.602,08 ha e 1.944,69 ha. As classes massa d'água e garimpo se mantiveram estabilizadas correspondendo a 5.421,06 ha e 1.132,41 ha, respectivamente.

Para o ano de 2000 a vegetação e o garimpo apresentaram um decréscimo passando a ocupar uma área de 54.7331,14 ha e 844,89 ha, respectivamente, enquanto as demais classes ampliaram suas áreas, o uso antrópico passou a totalizar 337.141,15 ha, as massas d'água de 6.912,97 ha, influência urbana de 2.022,81 ha. No período entre 1995 a 2000 foi implantado o reflorestamento, numa área de 3.649,03 ha.

No tocante a 2005 a vegetação continuou sendo suprimida, passando a ocupar uma área de 480.138,72 ha, e aumentando as áreas de uso antrópico, que totalizou 404.014,15ha, e a de influência urbana, com 2.602,20 ha. As massas d'água e o reflorestamento cresceram em menor proporção que as outras duas classes de uso com 6.931,04 ha e 3.763,69 ha. O garimpo apresentou redução de área com total de 452,20 ha. Constatou-se que de 2000-2005 que houve uma retomada do crescimento da área de influência urbana sendo reflexo do êxodo rural que o município estava passando no período e a diminuição considerável do garimpo que pode ser devido ao cumprimento das leis ambientais e realização de fiscalizações por parte dos órgãos competentes.

Nos períodos de 2005-2010 e 2010-2015 houve uma estabilização no processo de supressão da vegetação, passando a ocupar uma área de

463.405,24 ha e 457.379,20 ha, respectivamente, valores estes que foram inferiores aos apresentados nos outros períodos analisados. O uso antrópico apresentou aumento nestes dois períodos, sendo que em 2010 passou a ocupar uma área de 420.659,70 ha e em 2015 uma de 425.754,24 ha. Ocorreu a retomada na atividade garimpeira nesses períodos, totalizando 596,53 ha em 2010 e 1.113,06 ha em 2015.

Em 2010 e 2015 a área de influência urbana apresentou aumento de sua área, passando de 3201,87 ha em 2010 para 3380,10 ha em 2015, representando um aumento de 31,03% entre estes anos.

Os resultados gerados por este estudo sobre a dinâmica dos atributos da paisagem podem ser relacionados com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), que atribuiu a supressão da vegetação no estado de Mato Grosso à expansão de cultivos agrícolas e criações de alto retorno econômico (FIETZ, 2008; TOLEDO et al., 2011).

Implicações da fragmentação da paisagem na conservação da biodiversidade Amazônica no município de Alta Floresta/MT

No ano de 2015 a extensão territorial de 897.901,99 ha de Alta Floresta 50,94% era recoberto por vegetação, 48,35% por usos antrópicos e 0,72% por massas d'água, sendo caracterizado assim, por uma matriz de cobertura da terra predominantemente florestal.

Em relação ao percentual dos fragmentos pertencentes a mesma classe no ano de 1975, a vegetação e as massas d'água corresponderam a 99,49% e 0,51%, respectivamente. Porém em 1979 a vegetação diminuiu para 95,17%, devido ter surgindo mais duas classes: o uso antrópico (4,10%) e influência urbana (0,05%), enquanto as massas d'água apresentaram aumento, passando a ocupar 0,67% (Tabela 05).

No ano de 1984 a vegetação continuou sendo suprimida passando a ocupar 89,28%, as massas d'água tiveram uma diminuição para 0,57% em função do surgimento do garimpo (0,12%), o uso antrópico passou para 9,88% e a influência urbana para 0,15%.

O cenário entre os anos de 1990 e 1995 foram similar, com uma redução da vegetação (80,81% para 69,69%), um aumento do uso antrópico (18,21% para 29,36%), as massas d'água tiveram uma redução (0,67% para 0,60%), a influência urbana teve um aumento (0,16% para 0,22%) e o garimpo se manteve estável (0,14% para 0,13%).

Tabela 05. Percentual dos fragmentos da mesma classe na paisagem do município de Alta Floresta/MT, no período de 1975 a 2015.

Ano	PLAND (%)					
	Vegetação	Uso antrópico	Massas d'água	Influência urbana	Garimpo	Reflorestamento
1975	99,49	-	0,51	-	-	-
1979	95,17	4,10	0,67	0,05	-	-
1984	89,28	9,88	0,57	0,15	0,12	-
1990	80,81	18,21	0,67	0,16	0,14	-
1995	69,69	29,36	0,60	0,22	0,13	-
2000	60,97	37,56	0,78	0,24	0,11	0,42
2005	53,47	45,00	0,77	0,29	0,05	0,42
2010	51,61	46,85	0,75	0,36	0,07	0,36
2015	50,94	47,42	0,72	0,38	0,12	0,43

No ano de 2000 a vegetação ocupou 60,97% apresentando uma diminuição de sua área, em contrapartida o uso antrópico apresentou um crescimento ocupando até este período 37,56%, as massas d'água e influencia urbana aumentaram para 0,78% e 0,24%, respectivamente. O garimpo apresentou uma redução ocupando 0,11%. Neste período surge mais uma classe o reflorestamento com um total de 0,42%.

Nos anos entre 2005 a 2010, a vegetação passou de 53,47% para 51,61%, o uso antrópico de 45% para 46,85%, a influência urbana passou de 0,29% para 0,36%, as massas d'água de 0,77% para 0,75%, o garimpo de 0,05% para 0,07% e por fim o reflorestamento de 0,42% para 0,36%.

No ano de 2015 o porcentual de cada classe reflete o momento atual da paisagem, a vegetação ocupa 50,94%, o uso antrópico 47,42%, as massas d'água 0,72%, a influência urbana 0,38%, o garimpo 0,12% e o reflorestamento 0,43%.

Através dos percentuais apresentados na tabela 05, verificou-se que na paisagem do município, nos últimos 10 anos, houve uma pequena redução da vegetação e um pequeno aumento do uso antrópico, demonstrando pouca mudança em seu cenário rural neste período.

O número de fragmentos (NP) relativo à vegetação foi aumentando no período investigado, sendo que em 1975, mesmo antes da fundação municipal, a paisagem em poucos pontos apresentava-se fragmentada. Em 2010 foi quando houve o maior aumento, ocorrendo decréscimo na data seguinte (Tabela 06 e Figura 02). Esta situação pode ser atribuída a intervenção do projeto Olhos d'água da Amazônia iniciado no ano de 2010, realizado pelo governo municipal, com a finalidade de restaurar as Áreas de Preservação Permanentes, o que promoveu a conexão entre partes dos fragmentos. Essa ação governamental atua no sentido de reverter a fragmentação de habitats, que constitui uma das mais importantes e difundidas consequências da dinâmica de uso da terra (BROOKS et al., 2002), além de propiciar maior disponibilidade hídrica.

Tabela 06. Número de fragmento (NP), tamanho médio dos fragmentos por classe (MPS) e porcentagem do maior fragmento (LPI) no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.

Anos	NP		MPS – em ha		LPI – em %	
	Vegetação	Uso antrópico	Vegetação	Uso antrópico	Vegetação	Uso antrópico
1975	90	0	9926,24	0	89,71	0
1979	51	76	16756,23	484,73	71,92	18,77
1984	246	237	3258,85	374,36	87,72	42,57
1990	769	701	943,60	233,28	87,03	30,10
1995	1040	469	601,73	562,05	80,59	50,48
2000	1697	907	322,53	371,71	65,60	46,49
2005	1480	614	324,42	658,00	58,38	41,04
2010	2954	628	156,87	669,84	58,56	45,48
2015	2767	556	165,30	765,75	58,56	44,93

No período de 40 anos o número de fragmentos de uso antrópico apresentou variação (Tabela 06), sendo que em 2000 foi quando ocorreu a maior a quantidade, diminuindo nos demais anos.

O tamanho médio dos fragmentos (MPS) da vegetação foi inversamente proporcional ao número de fragmentos do uso antrópico. Na vegetação o tamanho médio foi decrescendo conforme os anos e o uso antrópico apresentou crescimento exponencial. Pereira et al. (2001), observou padrão semelhante em uma área amostral no sudeste Paraense e concluiu que foi devido ao intenso processo de remoção da vegetação primária para incorporação ao processo produtivo.

Segundo Andren (1994), a fragmentação de áreas vegetadas implica na perda de florestas, na redução do tamanho dos fragmentos remanescente, no aumento da distância entre os fragmentos, e ainda num aumento de novos habitats, que surgem nas bordas dos fragmentos. Metzger (1999) acrescenta que nos casos de fragmentos relativamente pequenos, as populações que deles dependem tendem a entrar em declínio com consequente extinção local. Vale salientar que de acordo com Macgarigal e Marks (1995) quanto menor for o tamanho médio dos fragmentos, mais fragmentada é a paisagem.

A porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento na classe (LPI) apresentou comportamento similar ao tamanho médio dos fragmentos, pois no ano de 1975 o maior fragmento da vegetação correspondia a aproximadamente 90% enquanto que no ano de 2015 o menor correspondeu a aproximadamente 59%. O mesmo padrão foi observado nos fragmentos da classe uso antrópico Forman e Gordon (1986), explicam que os grandes fragmentos são importantes para a manutenção da biodiversidade e de processos ecológicos em larga escala, enquanto que os pequenos cumprem funções relevantes, funcionando como trampolins ecológicos (*stepping stones*) entre grandes áreas. Grandes fragmentos, estão sujeitos a menor efeito de borda, pois possui área maior, condição ideal para a conservação de um fragmento (OLIVEIRA, 2011).

As áreas centrais (TCA) da vegetação foram reduzidas a partir do ano de 1979 (Figura 03), decorrente do uso antrópico, principalmente a agropecuária. Castro (2008) relatou que na medida em que os fragmentos se tornam menores e com forma mais irregular, também se tornam crescentemente dominados pelos habitats de borda, o que segundo Fahrig, (2003); Ewers e Didham (2006) implica uma série de impactos negativos como a maior probabilidade de extinção, diminuição da riqueza e abundância e modificações na distribuição das espécies nos fragmentos.

Volotão (1998) acrescentou ainda que para se entender o problema das áreas centrais, deve ser considerado que certos fragmentos têm bastante área, o suficiente para manter uma dada espécie, mas, não têm área central capaz de permitir uma manutenção daquela espécie.

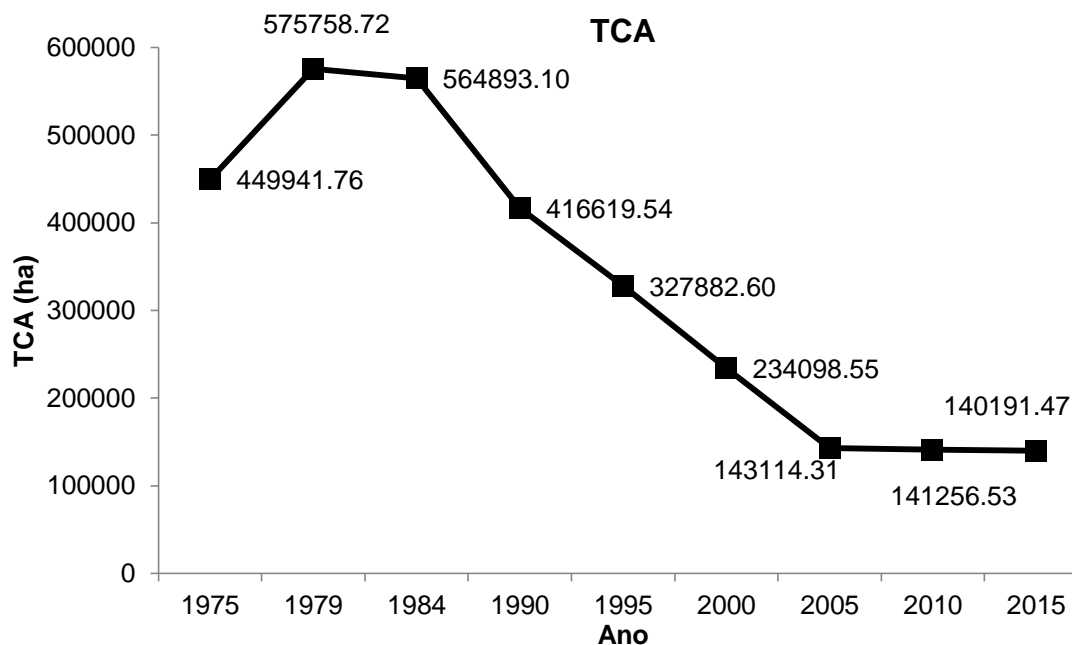


Figura 03. Tamanho das áreas centrais (TCA) na classe vegetação no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.

O aumento da quantidade de fragmentos está diretamente relacionado com o passar dos anos (Figura 03), sendo que a partir de 1979 o número de fragmentos apresentou crescimento contínuo, vindo a estabilizar a partir de 2010.

O índice de circularidade (CIRCLE) dos fragmentos de vegetação nos anos de 1975 e 1979 os fragmentos apresentaram formato circular (Figura 04), evidenciando que há uma diversidade de espécies e forrageamento no interior maior (FORMAN e GORDON, 1986). Pois uma maior circularidade apresentar menor relação perímetro/área com um tamanho de borda menor. Nos anos seguintes analisados houve mudanças no formato dos fragmentos para as formas alongadas e lineares, apresentando maior relação perímetro/área, portanto tendo maior proporção de borda (SARCINELLI, 2006).

Contudo, fragmentos alongados adquirem relativa importância no que diz respeito à formação dos corredores ecológicos, que garantem a conectividade entre os fragmentos florestais, permitindo o fluxo genético, de matéria e o deslocamento da fauna (SMANIOTTO, 2007).

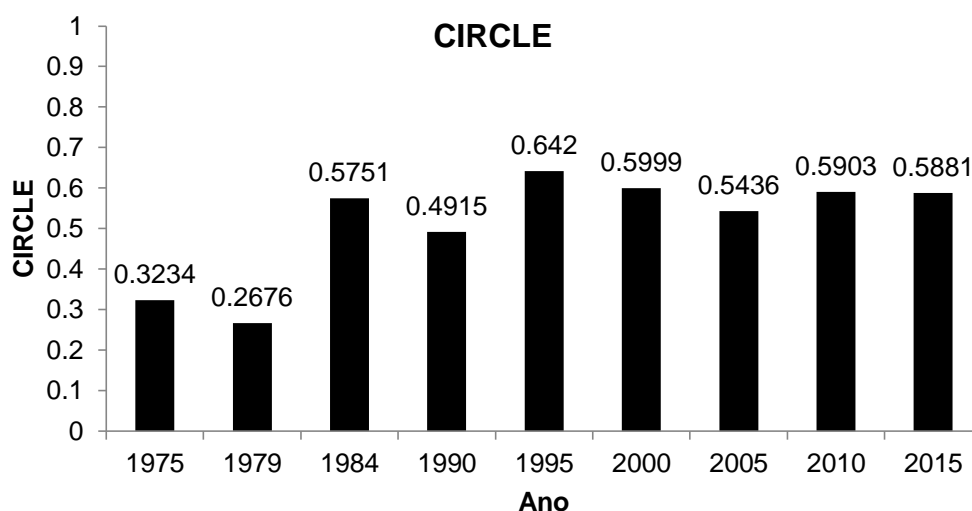


Figura 04. Índice de circularidade (CIRCLE) na classe vegetação no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.

Constatou-se que nos anos de 1975 e 1979 a diversidade de fragmentos foi pouca, ocorrendo aumento nos anos de 1984, 1990 e 2000 e mantendo-se estável nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2015 (Tabela 07).

Tabela 07. Índice de Diversidade de Simpson (SIDI) e Número de fragmentos (NP) da paisagem no município de Alta Floresta/MT, de 1975 a 2015.

Métricas	1975	1979	1984	1990	1995	2000	2005	2010	2015
SIDI	0,0105	0,0928	0,1921	0,3142	0,4281	0,4879	0,5118	0,5143	0,5158
NP	223	261	548	1975	1876	3370	2534	4385	4137

O número de fragmentos na paisagem (NP) corroboram os valores aferidos no Índice de Simpson, de 1975 a 2010 o aumento da quantidade de fragmentos foi de 1966,37%, porém em 2015 houve redução no número de fragmentos. Esse processo de fragmentação segundo Metzger (2002) leva à formação de uma paisagem em mosaico, constituída por manchas (fragmentos), corredores e a matriz.

Conclusões

No decorrer dos 40 anos analisados ocorreu a supressão da vegetação em função do uso antrópico, embora esta não tenha apresentado redução em todos os anos. As classes uso antrópico e influência urbana tiveram comportamento inverso, apresentando aumento em suas áreas em todos os anos. A classe garimpo variou entre os anos analisados e a reflorestamento se manteve estável no período de 2000 a 2015.

O número de fragmentos na classe vegetação cresceu até 2010, apresentando redução em 2015 e o número de fragmentos na classe uso antrópico exibiu variação entre os períodos.

O tamanho médio dos fragmentos e o índice de maior fragmento da vegetação passaram por redução constante, em contrapartida o tamanho médio dos fragmentos e o índice de maior fragmento da classe uso antrópico foram aumentando no período investigado.

O tamanho das áreas centrais na vegetação sofreu redução a partir do ano de 1979, resultado similar foi encontrado no índice de circularidade desta classe, evidenciando o processo de fragmentação da vegetação.

A diversidade de Simpson na paisagem foi aumentando no decorrer dos anos.

Referências bibliográficas

ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, n. 3, p. 355-366, 1994.

BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; RYLANDS, A. B.; KONSTANT, W. R.; HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation biology**, v. 16, n. 4, p. 909-923, 2002.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J.. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v. 15, n.6, p. 13-22, 1996.

CAPOBIANCO, J. P. R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, F.; SANTOS, I., PINTO, L. P. (Org.). **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação e uso sustentável e repartição de benefícios**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2001. p. 540.

CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado intopieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, p. 1392-1403, 2009.

CASTRO, D. M. **Efeito de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região Nordeste do Estado de São Paulo**. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COCHEV, J. S. **Dinâmica de uso e olericultura em Alta Floresta, Amazônia Matogrossense**. 2013. 107f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Universidade do Estado do Mato Grosso, Alta Floresta, 2013.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and psychological measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CONCEIÇÃO, K. S. **Estudo do efeito da fragmentação do habitat sobre padrões de biodiversidade**. 2008. 94f. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) - Estudo do efeito da fragmentação do habitat sobre padrões de biodiversidade - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

DAVIES, K. F.; MARGULES, C. R.; LAWRENCE, J. F. Which traits of species predict population declines in experimental forest fragments? **Ecology**, v. 81, n. 5, p. 1450-1461, 2000.

ESRI. **ArcGis desktop: release 9.2**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Reviews**, v. 81, n. 01, p. 117-142, 2006.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, p. 487-515, 2003.

FARID, L. H. **Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/MT: um estudo de caso**. Rio de Janeiro: CETEM/ CNPq, 1992.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Cuiabá: Editora Buriti, 2001. 660p.

FIETZ, C. R. F. **Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

FORMAN, R. T. T.; GORDON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619 p.

GARCIA, R. A.; SOARES-FILHO, B. S.; SAWYER, D. O. Socioeconomic dimensions, migration, and deforestation: An integrated model of territorial organization for the Brazilian Amazon. **Ecological Indicators**, v. 7, n. 3, p. 719-730, 2007.

HARGIS, C. D.; BISSONETTE, J. A.; DAVID, J. L. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. **Landscape ecology**, v. 13, n. 3, p. 167-186, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006 – Brasil** (Dados preliminares). Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 146 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 25 de outubro de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 03 de Setembro de 2015.

KORMAN, V. **Proposta de interligação das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. 2003. 135p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2003.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n.1 p. 159-174, 1977.

LANG, B. S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

LAURANCE, W. F. Introduction and synthesis. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2, p. 101-107, 1999.

LIRA, G. **Conhecendo o Estado de Mato Grosso – IV MICRORREGIÃO DE ALTA FLORESTA, Mato Grosso**, 2011, 38p. Disponível em: <<http://www.gilsonlirapoesias.com.br/>>. Acesso em: 10 de Agosto de 2015.

MACGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

MACHADO, M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; FERNANDES FILHO, E. I.; LACERDA, M. P. C. Mapeamento de áreas cafeeiras (*Coffea arábica* L.) da Zona da Mata Mineira usando sensoriamento remoto. **Coffee Science**, v. 5, n. 2, p. 113-122, 2010.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001.

MUCHAILH, M. C. **Análise da paisagem visando a formação de corredores de biodiversidade**. 2007. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2007.

NEVES, L. F. S.; NEVES, S. M. A. S.; CANALE, G. R. Análise da fragmentação de cerrado na bacia hidrográfica do rio Aguapeí, Porto Esperidião (MT): um estudo de caso a partir das geotecnologias e métricas da paisagem. **Ateliê Geográfico**, v. 8, n. 2, p. 130-149, 2014.

NOVAES FILHO, J. P.; SELVA, E. C.; COUTO E. G.; LEHMANN, J.; JOHNSON M. S.; RIHA, S. J. Distribuição de Carbono em Solos sob Floresta Primária na Amazônia Meridional. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 83-92, 2007.

OLIVEIRA, L.T. **Caracterização da fragmentação florestal para produção de sementes no entorno capixaba do Parque Nacional do Caparaó**. 2011, p. 65, Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro De Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2011.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v. 26, n. 1, p. 59-90, 2001.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios brasileiros (IDH-M), 2013**. Disponível em: http://portal.cnm.org.br/sites/6700/6745/AtlasIDHM2013_Perfil_Alta-Floresta_mt.pdf . Acesso em: 25 de outubro de 2015.

PRIMACK, R. B., RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Vida, 2001.

RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Characterizing patterns of global land use: An analysis of global croplands data. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 12, n. 4, p. 667-686, 1998.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. *In*: ALVAREZ, V. H.; *et al.* **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa/MG: SBCS; UFV; DPS, 1996.

SARCINELLI, T. S. **Representatividade ambiental e fragmentação florestal em áreas dominadas por plantios homogêneos: uma proposta para o arranjo espacial de fragmentos florestais**. 2006. 207f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Representatividade ambiental e fragmentação florestal em áreas dominadas por plantios homogêneos: uma proposta para o arranjo espacial de fragmentos florestais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SMANIOTTO, M. **Análise ambiental de Bacias Hidrográficas com base na fragmentação da paisagem: município de Getúlio Vargas (RS)**. 2007. 131f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2007.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: clima – análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 102p.

TOLEDO, A. M. A.; SPEROTTO, F. C. S.; VIEIRA, J. Determinação da aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no pólo regional de Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 381-399, 2011.

TURNER, I. M.; CORLETT, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 8, p. 330-333, 1996.

UMETSU, F. **Pequenos mamíferos em um mosaico de habitats remanescentes e antropogênicos: qualidade de matriz e conectividade em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica**. 2005. 125f. Dissertação

(Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

VOLOTÃO, C. F.; SÁ, M. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats**. São José dos Campos/SP: INPE, 1998. 45p.

4. CONCLUSÕES GERAIS

A paisagem do município de Alta Floresta foi modificada nos últimos 40 anos, em que houve intensa supressão da vegetação, cujas áreas foram convertidas para o desenvolvimento de usos antrópicos, principalmente para atividade agropecuária.

O índice de transformação antrópica mostrou que o município ainda está em processo de mudança, pois esse índice vem aumentando com o passar dos anos, influenciado pelo uso antrópico. Caso não haja modificação da forma de desenvolvimento as atividades econômicas a partir de 2020 a paisagem passará do estado pouco degradado para degradado.

As métricas da paisagem analisadas evidenciaram que a vegetação do município de Alta Floresta está em avançado estágio de fragmentação decorrente, principalmente pela ocupação sem planejamento, cujo aumento do número, tamanho e formatos dos fragmentos da vegetação tem apresentando desfavorável à conservação ambiental.

Desta forma há uma necessidade de políticas públicas de âmbito municipal e estadual que tendam a recuperar área impróprias aos usos antrópicos, contribuindo a formações de corredores ecológicos entre os fragmentos florestais e a revitalização da biodiversidade, visto que Alta Floresta se encontra como município polo da região norte do estado de Mato Grosso.