



**Centro Universitário de Várzea Grande-  
UNIVAG**  
**Área de Conhecimento em Ciências  
Agrárias, Biológicas e Engenharias**  
**Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental**



**EFEITOS DA DUPLICAÇÃO DA MT-040 SOBRE A ESTRUTURA DE PAISAGEM EM UM  
TRECHO LOCALIZADO ENTRE CUIABÁ E SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER - MT**

**Wilhan Douglas dos Reis**

Acadêmico de Engenharia Ambiental - UNIVAG

[Wilhan\\_cba@hotmail.com](mailto:Wilhan_cba@hotmail.com)

**Douglas Rodrigues dos Santos**

Acadêmico de Engenharia Ambiental – UNIVAG

[Douglas\\_rodrigues99@hotmail.com](mailto:Douglas_rodrigues99@hotmail.com)

**Jessika Cristina de Almeida**

Acadêmica de Engenharia Ambiental – UNIVAG

[Jessika.almeida01@gmail.com](mailto:Jessika.almeida01@gmail.com)

**Paulo Henrique Ferreira Mansano**

Acadêmico de Engenharia Ambiental – UNIVAG

[paulogffm@hotmail.com](mailto:paulogffm@hotmail.com)

**Wagner Franco Machado**

Acadêmico de Engenharia Ambiental – UNIVAG

[wagner.machado@bomfuturo.com.br](mailto:wagner.machado@bomfuturo.com.br)

**Cezar Clemente Pires dos Santos**

Professor Orientador

[cezarbiologo@gmail.com](mailto:cezarbiologo@gmail.com)

## **RESUMO**

O modal rodoviário representa grande importância para economia brasileira, mas também é um agente, que propicia grandes impactos às características ecológicas, fragmentando habitats naturais, prejudicando a interação da biota local, bem como a alteração do uso e ocupação do solo. A área de influência desses efeitos podem variar de acordo com a localização e as características da rodovia. O presente estudo teve como objetivo comprovar as alterações temporais de uso e ocupação do solo sofridas pela paisagem entre os anos de 2003 e 2014 na rodovia MT-040 que liga o município de Cuiabá e Santo Antônio do Leverger Estado de Mato Grosso. Utilizando uma combinação metodológica que incluem técnicas de correção radiométrica, fusão de imagem, classificação supervisionada e métricas de estrutura de paisagem, para avaliar os impactos na classe de vegetação natural. Os resultados indicam que os índices de vegetação natural reduziram a medida que a quantidade de vegetação exótica aumentou, bem como a redução de recursos hídricos e solo exposto.

**Palavras-Chave:** Impacto de Corredor Rodoviário; Ecologia da Paisagem; Métricas da paisagem.

## **EFFECTS OF DOUBLING OF MT- 040 ON THE STRUCTURE OF LANDSCAPE IN A LOCATED BETWEEN EXCERPT CUIABÁ AND ST. ANTÔNIO LEVERGER – MT**

### **ABSTRACT**

The highway transportation is very important for the Brazilian economy, but is also agent that promote high impact ecological characteristics, fragmenting natural habitats, damaging the interaction of the local biota, and the change of use and occupation of land. The area of influence of these effects can vary according to location and highway characteristics. This study aimed to substantiate temporal changes of use and occupation suffered by the landscape between the years 2003 and 2014 in the MT-040 highway that connects the city of Cuiaba and St. Antônio do Leverger State of Mato Grosso, Using a methodological combination including radiometric correction techniques , image fusion , supervised classification and landscape structure metrics to assess the impacts on natural vegetation class. The results indicate that the natural vegetation indices decreased as the increased amount of exotic vegetation, as well as the reduction of hydric resources and exposed soil.

**Keywords:** Impact in aisle highway, Ecology of Landscape, Metrics of landscape.

### **INTRODUÇÃO**

O modal rodoviário representa grande importância na economia brasileira no que diz respeito a sua participação no transporte de cargas. Essas estruturas complexas são de fundamental importância para a civilização, uma vez que é impossível imaginar o mundo atual sem o transporte das safras agrícolas, máquinas, produtos, minerais e outros (PEDROZO, 2001). Na medida que a infraestrutura brasileira cresce e se moderniza, também aumenta proporcionalmente a ela os impactos negativos à paisagem das regiões afetadas, como produto final desse processo alteração do uso e ocupação do solo (POLETTTO, 2002).

Um desses impactos gerados pelas obras de infraestruturas por modal rodoviário é a fragmentação florestal que constitui-se, por meio de um processo que apresenta grande ameaça a biodiversidade e a disponibilidade de recursos. Nela as faixas de vegetação natural são isoladas devido ações antrópicas ou naturais formando pequenos fragmentos. As variações entre tamanho e forma da área caracteriza o quanto ela pode sofrer com os efeitos externos (FORMAN et al, 1976). As fragmentações de origem natural são causadas por fenômenos naturais que atingem eventualmente algumas áreas, já as que possuem os fatores antrópicos como causa, ocorrem por meio de desmate para: plantio, pecuária, transporte de energia por meio de redes de distribuição, ferrovias e modais rodoviários entre outros (FORMAN e ALEXANDER, 1998).

A relação das formas geométricas e do tamanho dos fragmentos pode influenciar no ambiente modificando característica física, principalmente no microclima que são dadas as maiores exposições a radiação solar; químicas que alteram nos ciclos hídricos e de carbono; e biológicas principalmente na microbiota que é mais sensível a intempéries, bem como em algumas espécies vegetais e espécies endêmicas, essas interferências são denominadas efeito de borda (FORMAN, 1995).

A ecologia de paisagem consiste em técnicas de estudo de interações entre os diferentes fragmentos existentes em uma paisagem, e como essas interações se modificam com o tempo, considerando o desenvolvimento e as dinâmicas da heterogeneidade e sua influência nos processos ecológicos (METZGER, 2001). A aplicação deste princípio traz consigo a solução para problemas do mundo real, servindo para auxiliar na tomada de decisões (VOLOTÃO, 1998). Afim de classificar os diferentes usos e ocupação do solo foi adota a classificação supervisionada de paisagem que é uma técnica que ajuda na diferenciação de classes temáticas feitas por meio de pixel de imagens de satélites que se diferenciam conforme as assinaturas espectrais dos diferentes tipos de seres e objetos, captados na superfície.

Portanto, sabe-se que a composição e a estrutura da paisagem muda de maneira significativa temporal e espacialmente. Essas mudanças podem ser atribuídas às complexas interações entre o ambiente natural, diversos organismos e as atividades humanas. Assim estudos como a ecologia de paisagem podem apontar os principais problemas e propor alternativas para o desenvolvimento sustentável e para um novo rumo na relação homem-natureza (BEZERRA, 2010).

Para análise dos efeitos causados por rodovias nos fragmentos de vegetação, o uso de sistema de Informação geográfica (SIG) serve como instrumento de análise espacial de paisagens modificadas, considerado importante na modelagem e simulação de cenários, como subsídio à elaboração de alternativas para a decisão da política de uso e ocupação do solo, ordenamento territorial, equipamentos urbanos e monitoramento ambiental, entre outras aplicações complexas, que envolvem diferentes componentes dinâmicos (MOTA, 1999). A tecnologia SIG apresenta grande importância na questão do planejamento ambiental, pois realiza análises nas quais integram dados do meio físico e com isso é gerado um banco de dados referenciados por coordenadas geográficas, que permite produção de mapas cartográficos, permitindo uma rápida geração de dados intermediárias e finais, assim apresenta novas interações a qualquer momento (ASSAD, 1998).

Considerando essas premissas, o presente estudo tem como objetivo analisar temporalmente (junho de 2003 e junho de 2014) a cobertura florestal na margem da rodovia estadual MT-040 que liga o município de Cuiabá ao município de Santo Antônio de Leverger MT, utilizando uma combinação de técnicas de geoprocessamento, fusão de imagens, correção radiométrica, classificação supervisionada e métricas da paisagem, para analisar temporalmente os impactos causados pelas obras de duplicação da rodovia.

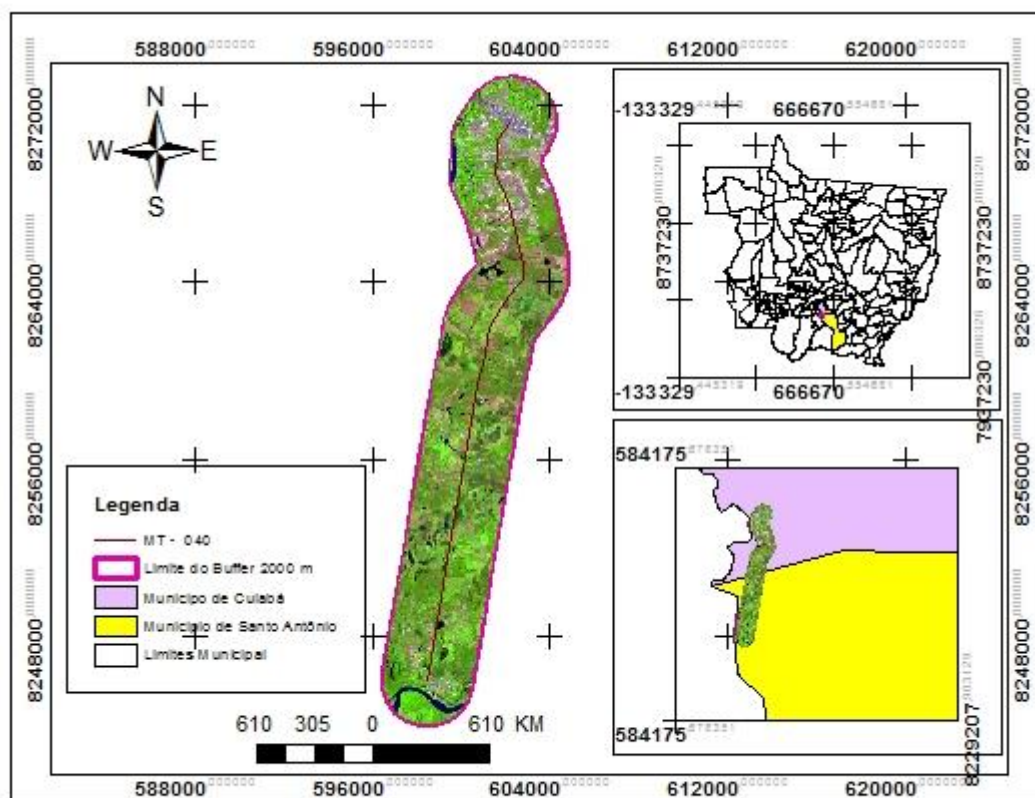
## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área estudada compreende a Rodovia Estadual MT 040, do ponto da entrada do bairro Parque Cuiabá à entrada da cidade de St. Antônio do Leverger, centro-sul do Estado de Mato Grosso (**Fig. 1**), após testar três tipos área de influência, de 500, 1000 e 2000 metros para cada margem da rodovia, constatamos que a de 2000 metros apresentou maior quantidade de informações, sendo assim a consideramos como área de influência, gerando uma área de estudo total de 11.756,88 hectares.

Foram utilizadas imagens de satélite disponíveis no instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE) Landsat 7, (Bandas RGB 5, 4 ,3 e a Banda Pancromatica 8) e United States Geological Survey (USGS) Landsat 8 (Bandas RGB 6, 5, 4 e a Banda Pancromatica 8), utilizando uma imagem de junho de 2003 e junho de 2014 respectivamente, ambas oriundas da órbita nº 226, Ponto 71.

Figura 1. Mapa da área de estudos, MT-040 Cuiabá a Santo Antônio do Leverger – MT.



### Processamento de dados

O gerenciamento das imagens geográficas foi realizado por meio de um sistema de informações geográficas em código livre. O *software* QGIS 2.8.3<sup>®</sup> possui vários aplicativos e Plug-ins específicos para cada etapa da metodologia proposta como: armazenamento de banco de dados, manipulação, processamento e fusão de imagens, e técnicas de classificação multiespectral "pixel a pixel" como a de máxima verossimilhança (MAXVER) (RIBEIRO e CENTENO, 2001). A utilização de um Plugin específico para cada etapa do processamento das imagens de classificação supervisionada, o "Semi-Automatic Classification", quantificou os valores dos pixels das imagens. Foi considerada a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Para que a classificação por máxima verossimilhança seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de "pixels puros" que consiste nas amostras coletadas na área de estudo, para cada conjunto de treinamento.

Afim de aumentar a precisão do estudo, foi utilizada a técnica de correção radiométrica georeferenciada nas imagens utilizando o método de Histograma, com intuito de amenizar possíveis erros de reflectância nas imagens como nuvens e sombreamento, resultando em uma qualidade melhor da imagem. (POLIDORIO et al, 2005).

Com o intuito de garantir resultados melhores para classificação, foi realizada a técnica de fusão de imagens, que tem como finalidade manter a informação espectral e incluir, na medida do possível, a informação espacial derivada da imagem com pixel menor obtendo assim uma melhor resolução espacial - (CENTENO e RIBEIRO, 2007). Isso é feito por meio da sobreposição das bandas RGB, que possuem resolução espacial de 30/30m com a Banda pancromática, que possui a resolução espacial de 15/15m.

A delimitação da área de estudo foi dada a partir de um raio de 2.000 metros para cada margem, tendo a rodovia como referência. Essa aplicação é feita pela ferramenta do QGIS

denominada “Buffers”. Os raios são dados a partir de um vetor criado, com base nas imagens de satélite, no local onde se encontra a rodovia.

O georreferenciamento das imagens foram feitos a partir das imagens Landsat 8, que vem projetada em UTM Datum WGS 1984 23N

### Classificação Supervisionada

Classificação supervisionada é realizada a partir da coleta de amostras de pixels puros em raster, afim de identificar as regiões de interesse. Para fazer essa função o software escolhido disponibiliza um plugin que auxilia na classificação, a “Semi-Automatic Classification” analisa a variância de pixels de imagens de acordo com sua coloração. Para a classificação da area foram utilizadas 4 classes com diferentes características para identificar os diversos tipos de uso e ocupação do solo, descritas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Descrição das classes adotadas para o presente trabalho.

Classe	Nome	Descrição
1	Vegetação Natural	Área com vegetação arborea e arbustiva típica da região de cerrado.
2	Fisionomia Campestre	Toda e qualquer vegetação com características campestres podendo ser natural ou exótica.
3	Solo Exposto	Áreas urbanas e com pouca ou nenhuma vegetação.
4	Curso d’água	Todo ambiente aquático incluindo lânticos e lóticos.

Para a validação das amostras durante a classificação foi necessária uma coleta de dados in locu para cada uma das quatro classes, foram selecionadas duas amostras para cada classe da paisagem com exceção do Curso ‘agua com apenas uma amostra, esses pontos estão descritos na Quadro 2.

**Quadro 2.** Validação dos pontos amostrais da Classificação Supervisionada (UTM WGS84 F.21S).

Amostras	Longitude	Latitude	Altitude (metros)
Vegetação Natural	0601907	8263222	190
	0600651	8259131	204
Fisionomia Campestre	0601814	8263100	191
	0600538	8257655	200
Solo Exposto	0602630	8264083	187
	0602653	8285952	194
Curso d’agua	0599299	8251223	177

Feito a classificação das imagens, houve a necessidade de poligonizar o arquivo ou seja transforma-lo de raster para vetor, afim de separar o objeto principal de estudo que são os fragmentos classificados como Vegetação Natural dos demais, e simultâneamente dar subsídios as proximas etapas de utilização das métricas de páisagem.

A escolha das métricas se deu pelo interesse em identificar determinadas características específicas que possam ser úteis em futuros estudos de uso e ocupação do solo da área, assim características como a quantidade de borda dos fragmentos possam servir de subsídios para entender problemas relacionados a fauna e flora.

### Métricas de área

Integram uma relação entre todas as manchas de um dado tipo, essas podem ser obtidas pela somatória de da área de todas as machas da classe e também por médiana simples, essas são tidas como bases do conhecimento da paisagem pois são utilizadas por outras métricas além de ser muito úteis para estudos de ecologia, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir (VOLOTÃO, 1998) Quadro 3.

## Métricas de Densidade e Tamanho

Os efeitos referentes ao tamanho dos fragmentos é uma das principais características para a manutenção da população que vive nesses locais, pois deles depende a sobrevivência e a manutenção desses habitats bem como seu número mínimo viável de indivíduos (FORMAN, 1995)

Os índices de densidade e tamanho são importantes por caracterizarem os fragmentos (número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação) e por permitirem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem (VOLOTÃO, 1998) Quadro 3.

## Métricas de Borda

Na medida em que a fragmentação florestal cresce, também aumenta proporcionalmente as métricas de borda das manchas de vegetação, reduzindo assim áreas com habitat equilibrado no interior dos fragmentos, e expondo os mesmos a interferências provocadas por interpéries (POLETTO, 2002).

Sendo assim fragmentos com formato mais próximo a um círculo apresenta uma relação perímetro/área menor que as demais, por outro lado, fragmentos com formatos irregulares, alongados e com menor proporção territorial, tende a ficar mais expostos a interferências externas (SARCINELLI, 2006) Quadro 3.

## Métricas de Forma

Com relação à forma, os remanescentes florestais apresentam vulnerabilidade devido a sua forma irregular, estando mais sujeitos ao efeito de borda, o fragmento mais exposto à insolação e à modificação do regime dos ventos. Essas mudanças provocadas pelos limites artificiais da floresta, gerando assim um enorme impacto sobre as espécies que vivem nessas regiões (TABANEZ e VIANA, 1997) Quadro 3.

**Quadro 3:** Grupos de medidas da estrutura da paisagem utilizadas neste trabalho

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Descrição	Fórmula
Área	CA	Área da classe	Hectares (ha)*	Somatório das áreas de todas as manchas ou fragmentos florestais presentes na área em estudo.	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij}$ $a_{ij}$ = área (m <sup>2</sup> ) da mancha
Densidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio da mancha	Hectares (ha)	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i}$ $j = 1$ manchas; $a_{ij}$ = área (m <sup>2</sup> ) da mancha $ij$ ; $n_i$ = número de manchas da classe $i$ , ou o número de todas as manchas da paisagem.
	NUMP	Número de manchas	Adimensional	Número total de manchas na paisagem.	$NUMP = n_i$ $n_i$ = número de manchas da classe.

	PSSD	Desvio padrão do tamanho	Hectares (ha)	Razão da variância do tamanho das manchas.	$PSSD = \frac{\sum_{n=1}^n \left[ a_{ij} - \left( \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \right) \right]^2}{n_i}$ ni = número de manchas da classe. j = 1 manchas; a <sub>ij</sub> = área (m <sup>2</sup> ) da mancha i
	PSCoV	Coefficiente de variação do tamanho	Porcentagem (%)	Desvio Padrão do tamanho da mancha dividido pelo tamanho médio da mancha, multiplicado por 100	$PSCoV = \frac{PSSD}{MPS} \times 100$ PSSD - Desvio padrão do tamanho. MPS - Tamanho médio da mancha.
Borda	TE	Total de bordas	Metros (m)	Soma da extremidade total de todas as manchas identificadas	AT = E E - comprimento (m) total da borda
	ED	Densidade de bordas	m/há	Quantidade de extremidades em relação à área total da paisagem.	$ED = \frac{\sum_{k=1}^m e_{ik}}{A}$ K=1 e m – tipos de manchas e <sub>ik</sub> = comprimento total (m) de borda na paisagem entre os tipos de manchas. A = área total da paisagem (m <sup>2</sup> ).
Forma	MSI	Índice médio de forma	Adimensional	Se aproxima de um quando as manchas forem circulares e aumenta com a irregularidade da forma da mancha.	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left  \frac{0,25 p_{ij}}{a_{ij}} \right }{n_i}$ j = 1 manchas a <sub>ij</sub> = área do fragmento i na classe j; p <sub>ij</sub> = perímetro do fragmento ij;
	AWMSI	índice de forma médio ponderado pela área	Adimensional	Semelhante ao MSI, entretanto sua média é ponderada de acordo com a área dos fragmentos. Assim fragmentos maiores recebem um peso maior.	

\*Identifica que houve a conversão do resultado de área obtido pelo software de m<sup>2</sup> para a unidade utilizada no presente estudo (hectare).

Fonte: CARNEIRO, 2015; COUTO, 2004.

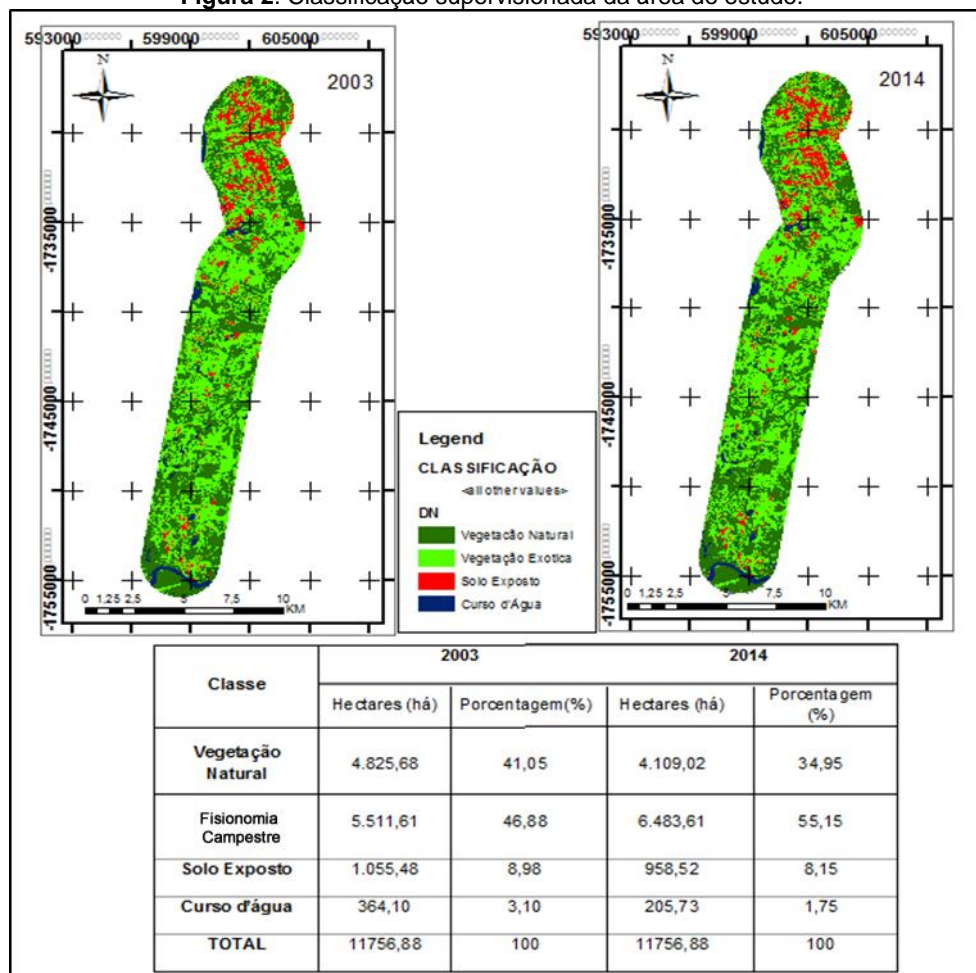
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Uso e ocupação do solo

Os resultados relacionados ao uso e ocupação condizem com as hipóteses testadas, devido a localização geográfica da rodovia e o grau de antropização do entorno fez com que essa região sofresse grandes alterações ao longo dos últimos 11 anos, como podemos observar na figura 2.

Segundo Sano (2010), em 2002 o estado de Mato Grosso apresentava 40% de seu território coberto pela vegetação do bioma cerrado, desse total 34% era composta por cobertura antrópica e 66% de cobertura natural. Levando em consideração o artigo dos autores Carneiro, A. e Lobão, J. , de 2015, na área de estudos predominou a vegetação Arbóreo-Arbustiva, entretanto, essas áreas apresentaram em seus resultados grande interferência antrópica, devido inserção das atividades agropecuárias e pecuária na região.

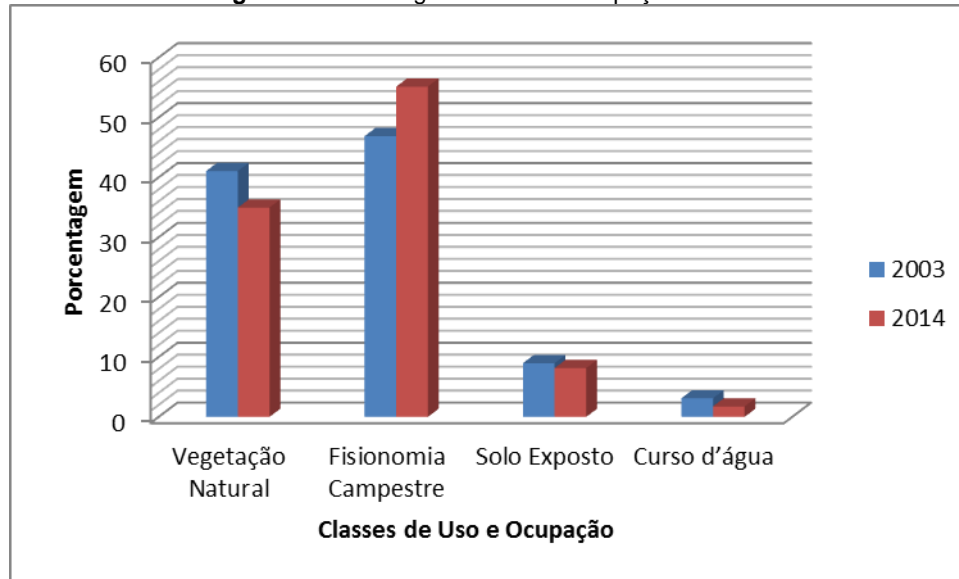
**Figura 2.** Classificação supervisionada da área de estudo.



A quantidade de vegetação natural sofreu uma supressão considerável de 716,66 hectares neste intervalo de tempo, que corresponde a 65,15 hectares ao ano. Em relação a paisagem em estudo a perda de vegetação correspondeu a 6,1% do total ao longo dos últimos anos em relação a área total, e de 14,85% em relação a mesma classe em 2003. Como consequência da perda de vegetação natural, houve o crescimento da classe de Fisionomia Campestre, isso está diretamente relacionado nível de antropização, que torna áreas antes ocupadas por espécies nativas, em áreas voltadas para o desenvolvimento da agropecuária, esse crescimento foi de 8,27% em relação a paisagem total, que corresponde a 971,99 hectares nos últimos 11 anos, e de 17,64% em relação a mesma classe em 2003.

A quantidade de solo exposto em 2014 foi reduzida em 97,28 hectares entre os 11 anos, que por sua vez reduziu 8,27% em relação a paisagem total em estudo e 10% quando comparado a mesma classe em 2003, isso pode ser justificado pelo fato de que essa área que anteriormente abrigava solo exposto, em parte dela foi introduzida fisionomia campestre, devido ao crescente desenvolvimento agropecuário da região, como mostra a figura 3.

**Figura 3.** Porcentagem do Uso e Ocupação do Solo.



As lâminas d'água identificada pelas imagens dos satélites sofreram uma redução 43,55% no período analisado, essa perda pode ser justificada pela redução da vegetação natural que trouxe como consequência desaparecimento de alguns reservatórios hídricos como banhados e açudes, uma vez que esses são muito comuns por se tratar de uma região com topografia pouco acidentada (DEDECEK et al, 1986).

#### **Métricas da paisagem**

##### ***Métricas da Área***

Com base nos resultados apresentados no **Quadro 4**, a área dos fragmentos apresenta grande importância no ecossistema do fragmento florestal, sendo que a diversidade de espécies depende diretamente da área de habitat. Na área de estudo a presença de fragmentos maiores estão concentrados na região sul da área em estudo, também o intervalo de 2003 e 2014 resultou em uma perda da área dos fragmentos (CA) de 877,96 ha. Assim como o tamanho médio do fragmento também apresentaram redução, com essa redução da área pode ter ocorrido a perda de recursos, aumento de competição por habitat entre espécies e aumento do efeito de borda nos fragmento (LAURENCE et al. 2002).

##### ***Métricas de Densidade e Tamanho***

Em relação à fragmentação, pode ser quantificada à partir do número de fragmentos e o tamanho médio dos mesmos, na área de estudo foi apresentado tamanho médio da mancha (MPS) foi reduzido a 9,12 ha. No intervalo de 11 anos, consequentemente houve um aumento no número de 89 fragmentos (NUMP), onde o desvio padrão (PSSD) foi de 25,73 hectares, e o coeficiente de variação do tamanho dos fragmentos (PSCoV), diminuiu 13,55%, sendo assim pode se concluir que devido a duplicação da rodovia aconteceu a subdivisão dos fragmentos grandes, o que resultou em um maior número de fragmentos, **Quadro 4**.

##### ***Métricas de Borda***

Com a subdivisão dos fragmentos florestais além da perda de indivíduos, também ocorre o efeito de borda, onde segundo os resultados, houve uma redução na soma das bordas (TE) de 102.959,03 m e o seu comprimento médio diminuiu 2.085,26 m. A redução da borda pode ser justificada, devido ao retalhamento que houve nesse intervalo de 11 anos, houve perda na área total dos fragmentos e considerando que muito dos fragmentos subdivididos foram menor que um ha, com isso apesar das métricas constatarem que o efeito de borda nos fragmentos apresentou uma redução, podemos afirmar que essa redução da soma das bordas, se deu devido aos fragmentos que foram reduzidos em grande quantidade de fragmentos menor que um ha, o qual não foi possível quantificar.

Conseqüentemente devido a redução do tamanho médio e da subdivisão desses fragmentos, o seu núcleo vai sofrer mais exposição à radiação solar, afetando a microbiota, algumas espécies de vegetais e espécies endêmicas que são mais sensíveis a intempéries (FORMAN, 1995) **Quadro 4**.

### **Métricas de Forma**

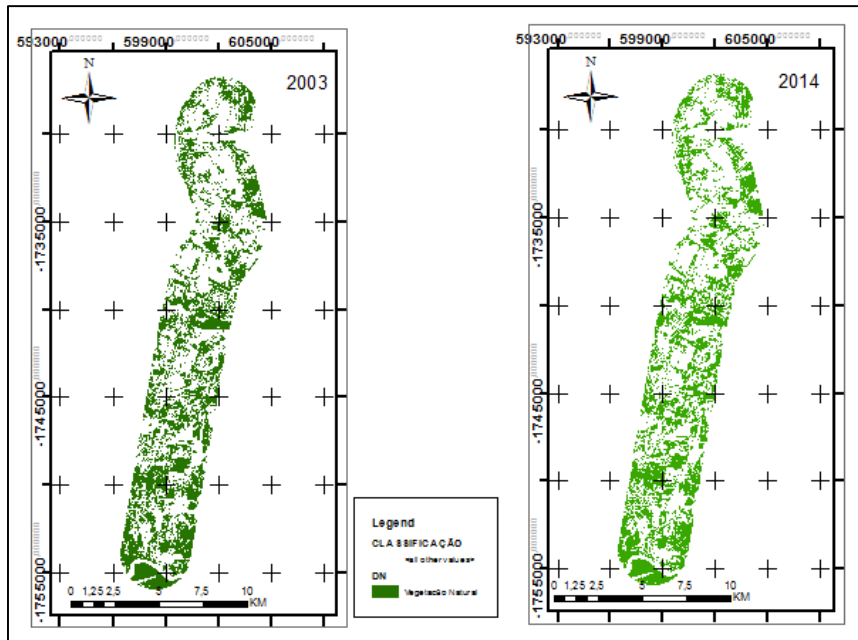
As métricas de forma são melhor analisadas quando os valores estão iguais ou próximo a 1, pois assim apresentam uma forma mais circular. A forma dos fragmentos florestal, esta diretamente ligada à área do fragmento, pois quanto menor o núcleo do fragmento, com floresta nativa preservada e quanto mais alongada o fragmento for, maior será o efeito de borda (RAMBALDI e OLIVEIRA, 2003). Na área de estudo o índice de forma média (MSI) obteve uma melhora significativa de 10,88%, e o índice médio ponderado pela área (AWMSI) melhorou 20,96% nos anos analisados, sendo assim pode se concluir que embora a forma em 2014 apresentar mais circular, o tamanho médio desses fragmentos reduziu muito devido ao retalhamento e com isso acaba afetando mais o seu núcleo, em 2003 apesar de apresentar a forma mais alongada a sua área era maior e conseqüentemente com o núcleo mais preservado (**Quadro 4**).

**Quadro 4.** Resultados das métricas para a classe de vegetação natural nos anos de 2003 e 2014.

Grupo	Sigla	Unidade	Tamanho	
			2003	2014
Área	CA	Hectares	4535,56	3657,76
Densidade e Tamanho	MPS	Hectares	21,19	12,07
	NUMP	Adimensional	214	303
	PSSD	Hectares	55,99	30,26
	PSCoV	Porcentagem	264,19	250,64
Borda	TE	Metros (m)	1271676,87	1168717,84
	ED	m/ha	280,38	319,52
Forma	MSI	Adimensional	3,31	2,95
	AWMSI	Adimensional	7,92	6,26

Quando comparado o resultado obtido neste artigo, com outros autores, o tamanho médio do fragmento (MPS) área de estudo apresenta uma media entre os anos de 2003 e 2014 de 16,63 hectares. Para análise visual estes fragmentos tornam-se inviáveis visualmente (**Fig. 3**) se comparados pelo MPS apresentados por Carneiro Lobão (2015), 1.075,502 ha, estes valores estão associados ao tamanho da área, que neste caso são maiores que a área de estudo, também pode constatar que a área analisada pelos autores citados apresenta maior conservação da biodiversidade. Vale salientar que o artigo comparado tem uma área 99,81% maior a escolhida para o presente estudo, na métrica da forma, o índice de forma (MSI) quanto mais próximo de 1, mais circular é a forma do fragmento. Entretanto o índice de forma (MSI) apresenta 2,95 nos ultimo ano analisado, sendo que no artigo comparado o resultado foi de 1,94, o que indica que a área escolhida apesar de ser bem menor apresenta mais irregularidade na sua forma, com isso o efeito de borda na área de estudo apresenta mais acelerado e conseqüentemente acelerando o retalhamento dos fragmentos florestais.

Figura 3. Fragmento identificados da classe de Vegetação Nativa maior que um hectare.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos antrópicos e temporais afetaram significativamente a paisagem às margens da rodovia MT-040, alterando as características do uso e ocupação do solo com a supressão de uma quantidade considerável de vegetação natural e consequente aumento de fisionomia campestre, bem como a redução da quantidade de recurso hídrico representando um grande prejuízo para a área e de solo exposto beneficiando a área, fazendo com que a mesma esteja menos suscetível a erosões.

As métricas analisadas para entender os fragmentos identificados de vegetação natural evidenciaram a importância de conhecer a área dos fragmentos sua densidade e tamanho, índices de borda e os índices de forma, assim os resultados afirmam que houve uma redução tanto na área (CA) da classe quanto no tamanho médio dos fragmentos (MedPS), como consequência houve o aumento no número de fragmentos (NUMP), entretanto, o seu tamanho médio apresentou uma variação de 9,12 ha. aumentou também a variação entre os tamanhos dos fragmentos, assim fragmentos menores sofrem mais perturbações nas bordas e consequente interferência na biodiversidade, em relação as bordas mostraram um total de bordas (TE) maior e um comprimento médio da borda (MPE) menor, à medida que o valor do número de fragmentos (NumP) aumenta, já os índices de forma concluiu que os fragmentos apresentam complexidade em sua forma, devido à diferença em seu tamanho.

A abordagem quantitativa apresentada neste trabalho pode contribuir para uma análise integrada do desenvolvimento econômico com a preservação da biodiversidade, baseado nos resultados entendemos que a utilização de sistemas de informações geográficas é de grande importância na análise da ecologia de paisagem, também podem subsidiar processos de mensuração das alterações temporais ocasionadas principalmente por fatores antrópicos.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, 1998.

BEZERRA, C.G. **Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia do córrego Horizonte**, Alegre, ES. JERÔNIMO MONTEIRO, ESPÍRITO SANTO, 2010.

CARNEIRO, A.S.; LOBÃO, J.S.B. **Análise da Paisagem do Pólo De Jeremoabo–BA para estudos da Desertificação**, Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE – Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, 2015.

CENTENO, J.A.S.; RIBEIRO, S.R.A. **Um método simplificado de fusão de imagens**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis-SC, Brasil, p. 5667-5673, 2007.

COUTO, P. **Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS**. Investigação operacional, v. 24, n. 1, p. 109-137, 2004.

FORMAN, R.T.T.; GALLI, A.E.; LECK, C. F. **Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications**. Oecologia, v. 26, p. 18-8, 1976.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. **Roads and their major ecological effects**. Annual review ecological systems, 1998.

FORMAN, R.T.T. **Land mosaics: The ecology of landscapes and region**. New York: Cambridge Press, 1995.

DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S.; FREITAS, J.E. **Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 10, n. 3, 1986.

LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G.; SAMPAIO, E. **Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation**. Conservation Biology 16: 605-618. 2002.

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

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1999.

PEDROZO, S. **Custo da Infraestrutura Rodoviária – Análise e Sistematização**. Pg 7. Mestrado em Engenharia, Universidade Do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PINHEIRO, A.; ROMEIRO, A. R. **Monitoramento e avaliação da qualidade das águas**. Avaliação e contabilização de impactos ambientais. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2004.

POLIDORIO, A.M.; FRANCO, C.; IMAI, N.N.; TOMMASELLI, A.M.G., e GALO, M.D.L.B.T. **Correção radiométrica de imagens multiespectrais CBERS e Landsat ETM usando atributos de reflectância e de cor**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), v. 12, p. 4241-4248, 2005.

POLETTO, M. C. **A ecologia da paisagem na avaliação de impactos ecológicos de corredores rodoviários: o caso de um segmento do trecho sul do Rodoanel de São Paulo**. Tese de Doutorado, 2002.

RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF – Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, p. 65-99, 2003.

RIBEIRO, S. R. A.; CENTENO, J. S. **Classificação do uso do solo utilizando redes neurais e o algoritmo MAXVER**. Anais do XX Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, p. CD, Foz do Iguaçu, INPE, 2001.

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

SANO, E.E.; Rosa, R.; Brito, J.L.S.; Ferreira, L.G. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal-bioma cerrado: ano base 2002**. MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2010.

TABANEZ, A.J.; VIANA, V.M.; DIAS, A.S. **Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP**. Revista Brasileira de Biologia, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

VIANA, V.M. **Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão. Anais, Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990, p.113-118. 1990.

VOLOTÃO, C.F.S. **Trabalho de análise espacial métricas do fragstats**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 1998.