

**ALEXANDER WEBBER PERLANDIM RAMOS**

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE NOVA  
MARILÂNDIA-MT, BRASIL: SUBSÍDIOS A DEFINIÇÃO DE ÁREAS  
PRIORITÁRIAS À RECOMPOSIÇÃO**

**TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL**

**2020**

**ALEXANDER WEBBER PERLANDIM RAMOS**

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE NOVA  
MARILÂNDIA-MT, BRASIL: SUBSÍDIOS A DEFINIÇÃO DE ÁREAS  
PRIORITÁRIAS À RECOMPOSIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin

**TANGARÁ DA SERRA/MT - BRASIL**

**2020**

Luiz Kenji Umeno Alencar – CRB 1/2037

RAMOS, Alexander Webber Perlandim.  
R175a Análise da fragmentação da paisagem do município de Nova Marilândia-MT, Brasil: subsídios a definição de áreas prioritárias à recomposição / Alexander Webber Perlandim Ramos – Tangará da Serra (MT), 2020.

43 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim).

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangará da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientador: Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin.

1. Geotecnologias. 2. Planejamento Ambiental. 3. Teoria de Grafos.  
I. Alexander Webber Perlandim Ramos. II. Análise da fragmentação da paisagem do município de Nova Marilândia-MT, Brasil: subsídios a definição de áreas prioritárias à recomposição.

CDU 502.3:528.9(817.2)

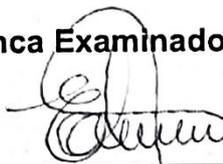
**ALEXANDER WEBBER PERLANDIM RAMOS**

**“ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE NOVA  
MARILÂNDIA - MT, BRASIL: SUBSÍDIOS A DEFINIÇÃO DE ÁREAS  
PRIORITÁRIAS À RECOMPOSIÇÃO”**

Dissertação apresentada à  
Universidade do Estado de Mato  
Grosso, como parte das exigências  
do Programa de Pós-graduação  
*Stricto Sensu* em Ambiente e  
Sistemas de Produção Agrícola para  
obtenção do título de Mestre.

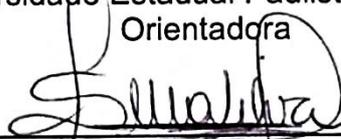
Aprovada em 06 de fevereiro de 2020.

**Banca Examinadora**



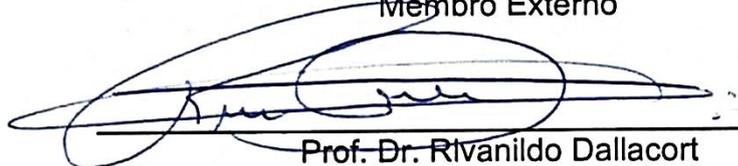
---

Profa. Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
Orientadora



---

Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves  
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT  
Membro Externo



---

Prof. Dr. Rivanildo Dallacort  
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT  
Membro interno

**TANGARÁ DA SERRA/MT- BRASIL**

**2020**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Cleuza e Gilberto, por sempre terem mostrado a importância dos estudos, incentivando sua efetivação em minha vida, sendo exemplos de amor e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) que proporcionou condições necessárias para que alcançasse meus objetivos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de auxílio financeiro em forma de bolsa para realização deste trabalho.

À minha orientadora Profa. Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin, pelo exemplo de ética e profissionalismo, e pela confiança creditada a mim no desafio de orientar-me a distância. Agradeço por seu auxílio na construção não só deste trabalho, mas também em minha construção profissional e pessoal.

Às minhas queridas amigas Camila Souza, Grazielle Martinez, Bruna Martins, Vanessa Dias, Micheli Tonoli, Cláudia Pezzini e Sergiane Souza, vocês foram as melhores coisas que aconteceram nesse período, obrigado pela força e amizade, que é recíproca, ao longo destes anos e pelas boas risadas de nossos encontros.

Agradeço também ao Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado à produção de Biodiesel (CETEGEO-SR-UNEMAT) pelo suporte nos períodos de pesquisas em Tangará da Serra/MT.

As pessoas especiais que pude conhecer durante todo o mestrado, amigos, colegas, professores, que fizeram destes anos maravilhosos. Que as amizades continuem e não se percam com o tempo. Fica aqui meu agradecimento a todos a qual sem estes a realização deste trabalho não seria possível.

## EPÍGRAFE

*“Produz uma imensa tristeza pensar  
que a natureza fala enquanto a  
humanidade não escuta”.*

*Victor Hugo*

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| RESUMO.....   | 09 |
| ABSTRACT .....  | 10 |
| INTRODUÇÃO GERAL .....  | 11 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 13 |
| ARTIGO 1 - ANÁLISE DO ESTADO DE FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE NOVA MARILÂNDIA-MT, BRASIL .....   | 15 |
| ARTIGO 2 - ÍNDICE INTEGRAL DE CONECTIVIDADE APLICADO NA SELEÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PRIORITÁRIAS À RECOMPOSIÇÃO NO MUNICÍPIO DE NOVA MARILÂNDIA-MT ..... | 30 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | 45 |

## RESUMO

A ausência de planejamento ambiental durante o processo de antropização das paisagens tem causado diversos problemas, dentre eles a diminuição de florestas nativas e a fragmentação dos habitats, o que têm gerado danos muitas vezes irreversíveis a várias espécies da fauna e da flora, sendo uma das principais causas da extinção. Estudos que visem mitigar esses problemas são imprescindíveis, diante de um cenário de pressões antrópicas cada vez mais intensas sobre os componentes naturais das paisagens, em especial a vegetação, para a conservação ambiental. O objetivo desta pesquisa é analisar a paisagem do município de Nova Marilândia-MT e investigar os fragmentos prioritários à recomposição nas Áreas de Preservação Permanentes degradadas, visando a geração de informações que subsidiem a proposição de ações voltadas a restauração da funcionalidade da paisagem. Foram elaborados mapeamentos espaço-temporal da cobertura vegetal e dos usos da terra, nas quais foram aplicados cálculos estatísticos para compreensão da dinâmica da fragmentação da paisagem. Aplicou-se o Índice Integral de Conectividade, derivado da Teoria de Grafos, para identificação das áreas degradadas prioritárias a restauração. No município, durante o período de análise, houve diversos impactos na paisagem, decorrentes da antropização, tais como: o aumento da complexidade das formas e as distâncias entre os fragmentos de vegetação nativa, além da redução da conectividade funcional. Esse cenário refletiu nas Áreas de Preservação Permanentes que se mostraram antropizadas, apresentando áreas em divergência com a legislação ambiental. Dos 1706 fragmentos a serem restaurados, 1594 apresentaram baixo nível de prioridade de restauração, 102 médio e 10 alto. A substituição da vegetação nativa, ocasionada principalmente pela atividade pecuária no município ao longo de três décadas, contribuiu para a modificação da configuração da paisagem, causando danos às Áreas de Preservação Permanentes.

**Palavras-chave:** Geotecnologias, Planejamento Ambiental, Teoria de Grafos.

## ABSTRACT

The absence of environmental planning during the process of anthropization of landscapes has caused several problems, including the reduction of native forests and the fragmentation of habitats, which have generated often irreversible damage to several species fauna and flora, being one of the main causes of extinction. Studies aimed at mitigating these problems are essential, in the face of a scenario of increasingly intense anthropic pressures on the natural components of landscapes, especially vegetation, for environmental conservation. The objective of this research is to analyze the landscape of the municipality of Nova Marilândia-MT and investigate the priority fragments for recomposition in degraded Permanent Preservation Areas, aiming at generating information that supports the proposition of actions restoration of landscape functionality. Space-time mappings of vegetation cover and land use were elaborated, in which statistical calculations were applied to understand the dynamics of landscape fragmentation. The Integral Connectivity Index, derived from Graph Theory, was applied to identify the degraded areas priority to restoration. In the municipality, during the analysis period, there were several impacts on the landscape, resulting from anthropization, such as: the increase in the complexity of forms and distances between fragments of native vegetation, in addition to the reduction of functional connectivity. This scenario reflected in the Permanent Preservation Areas that were anthropized, presenting areas in divergence with environmental legislation. Of the 1706 fragments to be restored, 1594 presented low level of restoration priority, 102 medium and 10 high. The replacement of native vegetation, caused mainly by livestock activity in the municipality over three decades, contributed to the modification of the landscape configuration, causing damage to Permanent Preservation Areas.

**Keywords:** Geotechnologies, Environmental Planning, Graph Theory.

## INTRODUÇÃO GERAL

A ausência de planejamento ambiental observada durante o processo de antropização das paisagens brasileiras gerou inúmeros impactos, como a destruição dos componentes naturais (RUDOLPHO et al., 2012). No seu lugar foram inseridos outros tipos de usos da terra, como as atividades agropecuárias e a urbanização, fazendo com que a cobertura vegetal nativa, características dos diferentes biomas, fossem fragmentadas.

No Brasil, nas últimas décadas, políticas públicas incentivaram o crescimento agropecuário e a implantação de cultivos monoculturais exóticos, aumentando o processo de fragmentação com a substituição de extensas áreas naturais (OLIVEIRA et al., 2017).

A fragmentação e diminuição de florestas nativas, têm gerado problemas muitas vezes irreversíveis, como a extinção de várias espécies da fauna e da flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos e assoreamento dos cursos de água, porque as funções da cobertura florestal deixaram de ser exercidas (RUDOLPHO, 2012; RUDOLPHO et al., 2013).

Para Metzger (2006), uma das principais causas da extinção de espécies está na fragmentação dos habitats naturais, que por consequência ocasiona o isolamento de pequenas populações nos fragmentos e a perturbação dessas pelo efeito de borda, sendo que, quanto maior o grau de fragmentação, mais altos são os riscos de fixação de espécies exóticas/plantas invasoras. Essas espécies tendem a competir com as espécies nativas, acelerando a perda da biodiversidade e o isolamento (SILVA; SOUZA, 2014).

Esse processo de fragmentação florestal, geradas pelas rupturas das unidades de paisagem formam mosaicos, compostos por corredores, manchas ou matrizes, sendo que, quanto mais fragmentada a vegetação da área maior a heterogeneidade da paisagem, o que implica no aumento das perturbações nesses ambientes (METZGER, 2003; METZGER, 1999; SILVA; SOUZA, 2014).

O mosaico de paisagem constitui, de acordo com Faria e Castro (2007), uma mistura de elementos naturais e antrópicos, que variam em tamanho, forma e arranjo, e isso possibilita a aplicação de índices de métricas para análise e observação dos processos evolutivos desses fragmentos (TURNER, 1990).

Silva e Souza (2014) ressaltam que, a análise dos padrões da fragmentação florestal pode ser feita através das métricas, consideradas como técnicas que permitem o reconhecimento da dependência espacial entre as unidades de paisagem (METZGER, 2003; METZGER, 2006).

Assim, a avaliação ambiental por meio da utilização de métricas da paisagem, a partir de geotecnologias como o Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto, possibilitam a criação de bases cartográficas para análises que visam quantificar as tipologias de fragmentos florestais, no que diz respeito ao seu grau de isolamento, e avaliar as transformações ocorridas na paisagem em diferentes escalas temporais e espaciais.

Nas últimas décadas, o estado de Mato Grosso tem passado por constantes e intensas modificações em sua paisagem natural, impulsionadas principalmente, a partir de 1970, por projetos de desenvolvimento regional, como o Prodoeste, Polamazônia e Polocentro. Esses projetos viabilizaram incentivos fiscais e facilidades de acesso a crédito, destinados pelo governo federal para o desenvolvimento da atividade agropecuária na região Centro-Oeste do País (OLIVEIRA, 2003; MACHADO et al., 2018).

Entretanto, a incipiência de políticas públicas que protegessem e regulamentassem as condições de exploração, baseadas na proteção e conservação dos ecossistemas, fizeram com que Mato Grosso entrasse para a lista dos estados mais desmatados do País (KREITLOW et al., 2016; SILVA et al., 2018). Acrescenta-se ao problema da exploração os intensos desmates das áreas incluídas para desenvolvimento das atividades, principalmente a pecuária extensiva.

O município de Nova Marilândia, no estado de Mato Grosso, está localizado em um ecótono entre os biomas Amazônia e Cerrado, classificado como área de extrema importância biológica, segundo dados do levantamento de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade Brasileira do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008), sendo o monitoramento de sua paisagem de extrema importância para a conservação ambiental.

Na perspectiva de que os dados e informações gerados por essa pesquisa possam subsidiar a proposição de ações voltadas a restauração da funcionalidade da paisagem, tem-se como objetivo analisar a paisagem do município de Nova Marilândia-MT e investigar os fragmentos prioritários à recomposição nas Áreas de Preservação Permanente degradada, visando a geração de informações que

subsidiem a proposição de ações voltadas a restauração da funcionalidade da paisagem.

Os resultados obtidos nessa dissertação foram estruturados em dois artigos, sendo o primeiro direcionado a análise espaço-temporal da paisagem, por meio de métricas, com o objetivo de avaliar o seu estado de fragmentação. E o segundo artigo têm como escopo identificar, com base na atual configuração da paisagem e parâmetros legais, os fragmentos de Áreas de Preservação Permanentes degradadas prioritários para a recomposição, por meio da aplicação da Teoria de Grafos, visando a manutenção da conectividade funcional da paisagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FARIA, K. M. S.; CASTRO, S. S. Uso da terra e sua relação com os remanescentes de cerrado na alta bacia do rio Araguaia (GO, MT e MS). **GEOGRAFIA (Rio Claro)**, Rio Claro/SP, v. 32, n. 3, p. 657-668, 2007.

KREITLOW, J. P.; SILVA, J. S. V.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NEVES, L. F. S. Vulnerabilidade ambiental e conflito no uso da terra no município de Mirassol D'Oeste, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 10, p. 1917-1936, 2016.

MACHADO, T. S.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J. Geotecnologias e análise multivariada para investigação da tipologia do uso agropecuário do estado de Mato Grosso. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 1-18, 2018.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, Goiânia, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas? *In*: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu/SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 51-76.

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

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007**. 2. ed. Brasília: MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008. 327p.

OLIVEIRA, O. A.; TEIXEIRA, T. M. A.; PASSO, D. P. Mapeamento dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente dos rios que contribuem para o barramento do rio Paranã, Formosa-GO. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 491-515, 2018.

RUDOLPHO, L. S. **A cobertura florestal da bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC frente à antropização da paisagem**. 2012. 170 f. Dissertação

(Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

RUDOLPHO, L. S.; BRAGHIROLI, G.; REFOSCO, J. C.; SANTIAGO, A. G.; SABOYA, R. T. Aplicação de técnicas de geoprocessamento e métricas da paisagem na análise temporal da cobertura florestal da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 16., 2013, Foz do Iguaçu/PR. **Anais eletrônicos** [...]. São José dos Campos/SP: INPE, 2013. p. 1742-1749. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.01.02.41/doc/p1573.pdf>.

SILVA, G. J. O.; NEVES, S. M. A. S.; LIMA, V. S.; GAMERO, A. R.; RAMOS, A. W. P. Dinâmica temporal de uso e cobertura vegetal da terra da Interbacia do rio Jauru-MT, Brasil. *In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 7., 2018, Jardim/MS. **Anais eletrônicos** [...]. São José dos Campos/SP: INPE, 2018. p. 843-851. Disponível em: <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/Anais-Geopantanal/pdfs/p121.pdf>.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. e. Padrões de fragmentação florestal na Flona do Ibura – Sergipe. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

TURNER, M. G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. **Landscape Ecology**, Netherlands, v. 4, n. 1, p. 21-30, 1990.

## **ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE NOVA MARILÂNDIA-MT, BRASIL**

[CAMINHOS DE GEOGRAFIA]

### **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo analisar o estado de fragmentação da paisagem do município de Nova Marilândia – Mato Grosso, visando a geração de informações que subsidiem a proposição de estratégias de planejamento para conservação e restauração da funcionalidade da paisagem. Os mapas de cobertura vegetal e usos da terra foram gerados a partir de imagens dos satélites Landsat 5, dos anos de 1998 e 2008, e CBERS 4, de 2018. Foram realizados os processos de georreferenciamento, recorte e classificação. A aplicação dos cálculos estatísticos relativos à estrutura da paisagem foi operacionalizada no programa Fragstats. No período de análise, houve a antropização na paisagem do município, implicando na redução das áreas das classes de Vegetação Natural Florestal (10,49%) e Formação Savânica (20,95%); e crescimento das áreas de Pastagem (36,00%) e Agricultura (103,74%), resultando no aumento da fragmentação da paisagem municipal. Concluiu-se que houve aumento da complexidade das formas, das distâncias entre os fragmentos de vegetação nativa e redução da conectividade funcional ocasionada pelo aumento das áreas de Agricultura e Pastagem, principais atividades econômicas municipal.

**Palavras-Chave:** Agricultura. Desmatamento. Geotecnologias. Métricas. Pastagem.

## **ANALYSIS OF LANDSCAPE FRAGMENTATION OF THE MUNICIPALITY OF NOVA MARILÂNDIA-MT, BRAZIL**

### **ABSTRACT**

This work aims to analyze the state of fragmentation of the landscape of the municipality of Nova Marilândia - Mato Grosso, aiming at generating information that supports the proposition of planning strategies for the conservation and restoration of landscape functionality. Maps of vegetation cover and land uses were generated from images of Landsat 5 satellites, from 1998 and 2008, and CBERS 4, 2018. Georeferencing, clipping and classification processes were performed. The application of statistical calculations relating to the structure of the landscape was operationalized in the Fragstats programme. In the analysis period, there was high anthropization in the landscape of the municipality, implying the reduction of the areas of the classes of Natural Forest Vegetation (10.49%) and Savannah Formation (20.95%), and a growth in Pasture areas (36.00%) Agriculture (103.74%), resulting in increased fragmentation of the municipal landscape. It was concluded that there was an increase in the complexity of the forms and distances between the fragments of native vegetation and the reduction of functional connectivity, caused by the expressive growth of the areas of Agriculture and Pasture, which constitute the main economic bases of the municipality.

**Keywords:** Agriculture. Deforestation. Geotechnologies. Metrics. Pasture.

### **INTRODUÇÃO**

Compreendida como resultado de uma combinação dinâmica, a paisagem pode ser entendida como a interrelação dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável em constante evolução (BERTRAND, 1968).

As pressões antrópicas geradas sobre os componentes naturais das paisagens, em especial a vegetação, têm-se tornado um entrave para a conservação da biodiversidade, ocasionando problemas ambientais, como a fragmentação dos ecossistemas, resultando, de acordo com Szmuchrowski e Martins (2001, p. 676), em:

“[...] mudanças na estrutura da comunidade como a quebra na cadeia alimentar, perda de indivíduos reprodutivos de populações vegetais e animais, modificação e/ou eliminação de relações ecológicas com outras espécies como polinizadores, efeitos indiretos que são importantes sobre as espécies que restam nestes ambientes através de mudanças no microclima, entre outros efeitos de ordem física e biológica.”

Diante dessas problemáticas, diversos índices/métricas foram elaborados para identificar e avaliar os padrões de arranjos espaciais da paisagem, possibilitando a quantificação e a tipificação de suas características nas análises dos ambientes (MCGARIGAL e MARKS, 1995; FORERO-MEDINA e VIEIRA, 2007). De acordo com Silva e Lima (2019), a utilização desses índices dá aporte ao processo de identificação dos padrões e fluxos estruturais da paisagem, o que é essencial para a compreensão das relações ecológicas nela contida.

Para tanto, é fundamental a aplicação das geotecnologias na geração de dados e elaboração de análises, possibilitando a geração de informações relevantes na avaliação das condições da vegetação, visto que inúmeros dados podem ser obtidos por meio do processamento de imagens de sensoriamento remoto em Sistema de Informação Geográfica (BATISTELLA et al., 2011). Sendo que esses dados possibilitam o cálculo de índices capazes de descrever o nível de fragmentação dos ambientes, permitindo a realização de estudos da paisagem associados à conservação ambiental e da biodiversidade (SOUZA et al., 2014).

Face ao exposto, o objetivo desta pesquisa é analisar o estado de fragmentação da paisagem do município de Nova Marilândia, no Mato Grosso, visando a geração de dados e informações que subsidiem a proposição de ações voltadas a restauração da funcionalidade da paisagem.

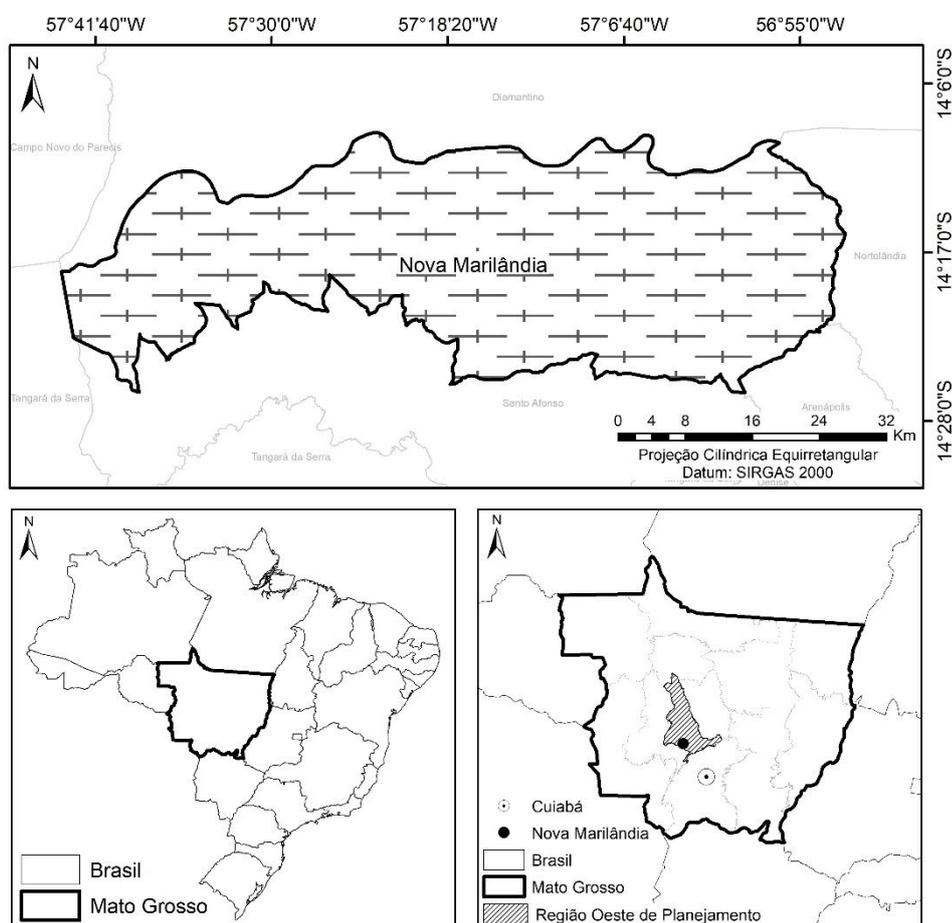
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O município de Nova Marilândia compreende uma área territorial de 1.934,8 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2018) e integra, segundo Mato Grosso (2017), a região Oeste de

planejamento do estado de Mato Grosso (Figura 1). A população municipal é de 2.951 habitantes, com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,704 (BRASIL, 2018).

**Figura 1.** Município de Nova Marilândia, nos contextos brasileiro e mato-grossense.



Elaboração: o autor (2020).

A extensão da municipalidade de Nova Marilândia está distribuída em uma área de ecótono dos biomas Cerrado e Amazônia. O clima no município é o tropical úmido megatérmico, com temperaturas médias anuais acima de 25°C e precipitação total que varia entre 1400 e 1600 mm. Suas principais características são duas estações bem definidas, seca e chuvosa (TARIFA, 2011).

No município, ocorrem os domínios morfológicos bacias e coberturas sedimentares da Formação Planalto e Chapada dos Parecis (IBGE, 2009), com a predominância dos solos Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos (SANTOS et al., 2018). O relevo no município é constituído majoritariamente por áreas planas e suave onduladas.

## **Procedimentos metodológicos**

Para a geração dos mapas de cobertura vegetal e usos da terra foram obtidas no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) as imagens referentes à órbita 227, ponto 70, do satélite Landsat 5 (bandas 3, 4 e 5), sensor Thematic Mapper (TM), com resolução espacial de 30 metros, dos anos de 1998 e 2008, e a imagem referente à órbita 168, ponto 116, do satélite CBERS 4 (bandas 2, 3 e 4), sensor Pancromático e Multiespectral (PAN), com resolução espacial de 10 metros. Para as imagens do satélite Landsat 5 foi realizado o processo de georreferenciamento, que consiste na correção das distorções geométricas, minimizando e/ou eliminando o erro de posicionamento remanescente (OLIVEIRA et al., 2018).

Para realizar a operação de georreferenciamento foram aplicadas funções polinomiais no espaço bidimensional, a fim de relacionar as coordenadas das imagens às suas coordenadas homólogas de referência. Pontos de controle foram distribuídos sobre a imagem para modelar efeitos como a translação, a rotação, mudança de escala, os quais correspondem a erros de posicionamento (SANTOS, 2009). Dessa forma, a partir da relação entre os pontos na imagem a ser corrigida e os pontos na projeção cartográfica, pode-se estabelecer parâmetros para a realização de transformações geométricas, corrigindo as distorções existentes na imagem (OLIVEIRA et al., 2018).

Posteriormente, foram realizados os processos de recorte, utilizando o arquivo vetorial do limite político administrativo do município de estudo como máscara, obtido no sítio da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão - SEPLAG (MATO GROSSO, 2018), e segmentação, em que foi empregado o método de crescimento de região, cujos valores de limiar de similaridade e de área definidos foi de 15 para as imagens Landsat 5, e 30 para as CBERS 4. A dissimilitude destes valores foi dada de maneira empírica no processo de segmentação, considerando a diferença de resolução espacial entre os satélites Landsat 5 e CBERS 4, que é de 30 e 10, respectivamente. Na classificação supervisionada, foi utilizado o algoritmo Bhattacharya, em que cada classe descrita é associada estatisticamente às regiões definidas nos parâmetros de segmentação através das médias das matrizes de covariância, utilizando-se o critério de distância mínima com limiar de aceitação de 99,99% (XAUD e EIPHANIO, 2014).

Foram definidas cinco classes de cobertura vegetal e uso da terra com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), sendo elas: Agricultura (terras utilizadas para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio, incluindo todas as

terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso); Formação Savânica (composta por vegetação de campos nativos abertos e vegetação arbórea espaçada e pouco densa, com árvores de pequeno porte); Pastagem (área destinada ao pastoreio do gado formada por gramíneas nativas da região e/ou gramíneas exóticas); Usos Antrópicos (manchas urbanas, sedes rurais e estradas); e Vegetação Natural Florestal (formações arbóreas densas ou abertas com diferentes graus de continuidade). Para validação dos mapeamentos foram utilizados os dados da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil do Projeto MapBiomas (MAPBIOMAS, 2018) e dos índices de vegetação NDVI e EVI das séries temporais MODIS do Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (EMBRAPA, 2018).

Para avaliação das transições das diferentes classes de cobertura vegetal e uso da terra, foi aplicado o Diagrama de Sankey, que visa expressar, através de linhas, a proporção e dinâmica de fluxos, seguindo a logicidade de que linhas mais espessas representam maiores deslocamentos de matéria/massa, enquanto que linhas mais finas simbolizam menores volumes (SCHIMIDT, 2008). Para tanto, é realizada uma tabulação cruzada das matrizes de mapeamento que visa mesurar as extensões das classes, a imutabilidade e as transições (ganho/perda) durante os intervalos analisados (CUBA, 2015).

Para a realização dos cálculos estatísticos relativos à paisagem foi executada a conversão das imagens classificadas do formato TagImage File Format (TIFF) para o formato Gridded Binary (GRIB). Posteriormente, foram aplicadas as seguintes métricas descritas na tabela 1, a seguir, utilizando o programa Fragstats, versão 4.2.1 (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

**Tabela 1.** Métricas da paisagem aplicadas ao município de Nova Marilândia-MT.

| <b>Métrica</b> | <b>Descrição</b>   |
|----------------|--|
| CA             | Área total (km <sup>2</sup> ) de todos os fragmentos por classe.   |
| COHESION       | Soma da conectividade física entre cada fragmento da mesma classe.   |
| ENN_MN         | Média da somatória de todas as distâncias entre cada fragmento e o vizinho mais próximo da mesma classe, dividido pelo número de fragmentos da classe.                     |
| NP             | Número de fragmentos existente por classe na paisagem.   |
| SHAPE_MN       | Soma do perímetro de cada fragmento dividido pela raiz quadrada da área, e ajustada para o padrão circular (para polígonos), dividido pelo número de fragmentos da classe. |

**Fonte:** MCGARIGAL e MARKS (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

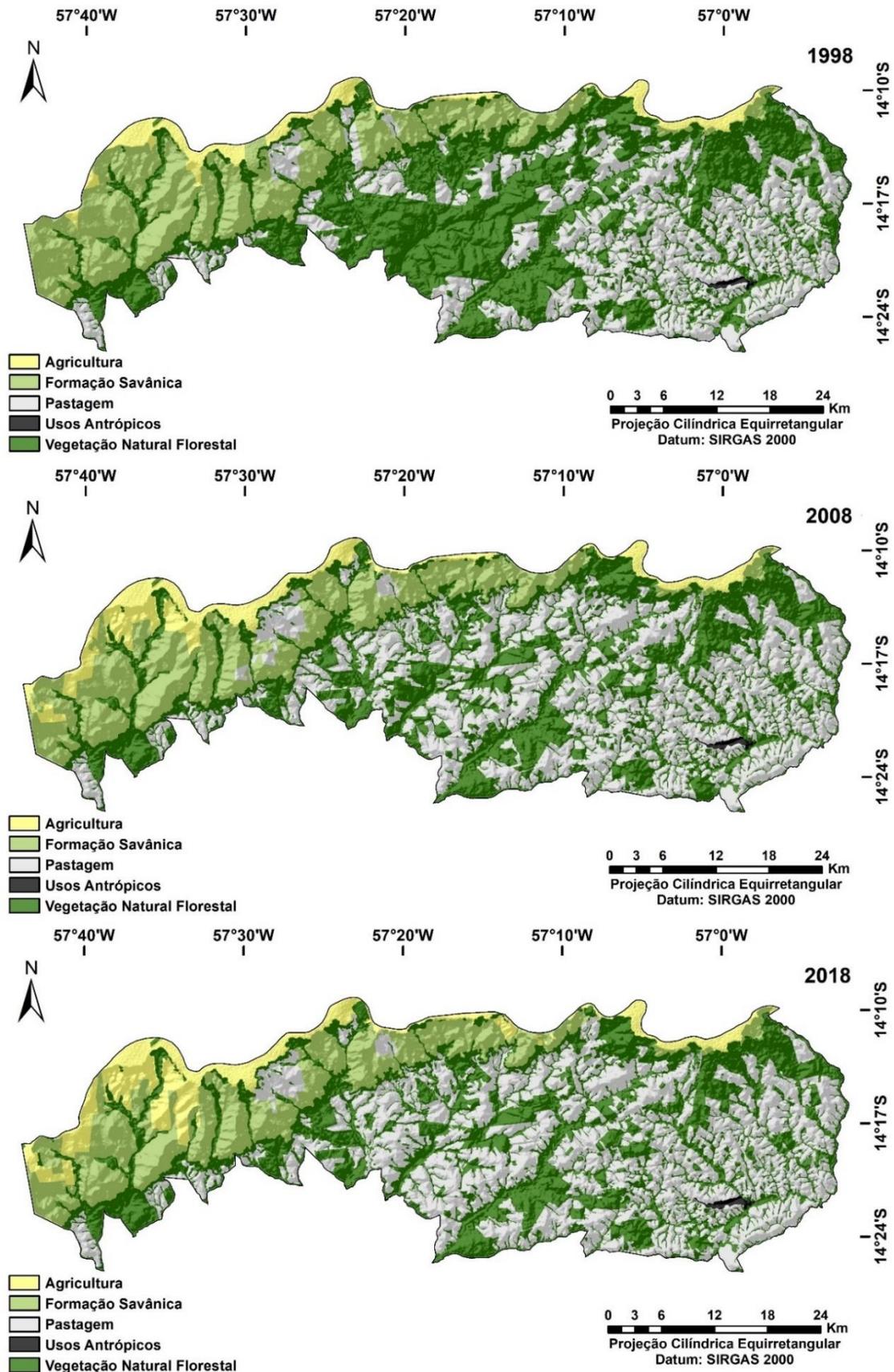
Durante duas décadas ocorreram intensas mudanças na paisagem do município de Nova Marilândia (Figura 2), sendo que a Vegetação Natural Florestal, que ocupava 46,01% de toda a extensão territorial municipal, apresentou declínio de 10,49% no período de 1998 a 2018 (Tabela 2). Fato que se deu pela remoção da vegetação, principalmente para abertura de novas áreas de Pastagem. Pessoa et al. (2013) explicam que a substituição da vegetação nativa para criação de gado e desenvolvimento da agricultura têm provocando, nos últimos anos, intensos desmatamentos em todo país. Em Mato Grosso, esse processo está ligado à expansão das áreas de cultivos agrícolas e, principalmente, da bovinocultura de alto retorno econômico.

**Tabela 2.** Índice de Área – CA (km<sup>2</sup>) da paisagem do município de Nova Marilândia-MT, nos anos de 1998, 2008 e 2018.

| <b>Classe</b>               | <b>1998</b>    | <b>2008</b>    | <b>2018</b>    |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Agricultura                 | 77,39          | 127,26         | 157,68         |
| Formação Savânica           | 394,04         | 336,64         | 311,46         |
| Pastagem                    | 569,27         | 741,41         | 774,22         |
| Usos Antrópicos             | 3,77           | 4,08           | 4,21           |
| Vegetação Natural Florestal | 890,34         | 725,42         | 687,23         |
| <b>Área Total</b>           | <b>1934,81</b> | <b>1934,81</b> | <b>1934,81</b> |

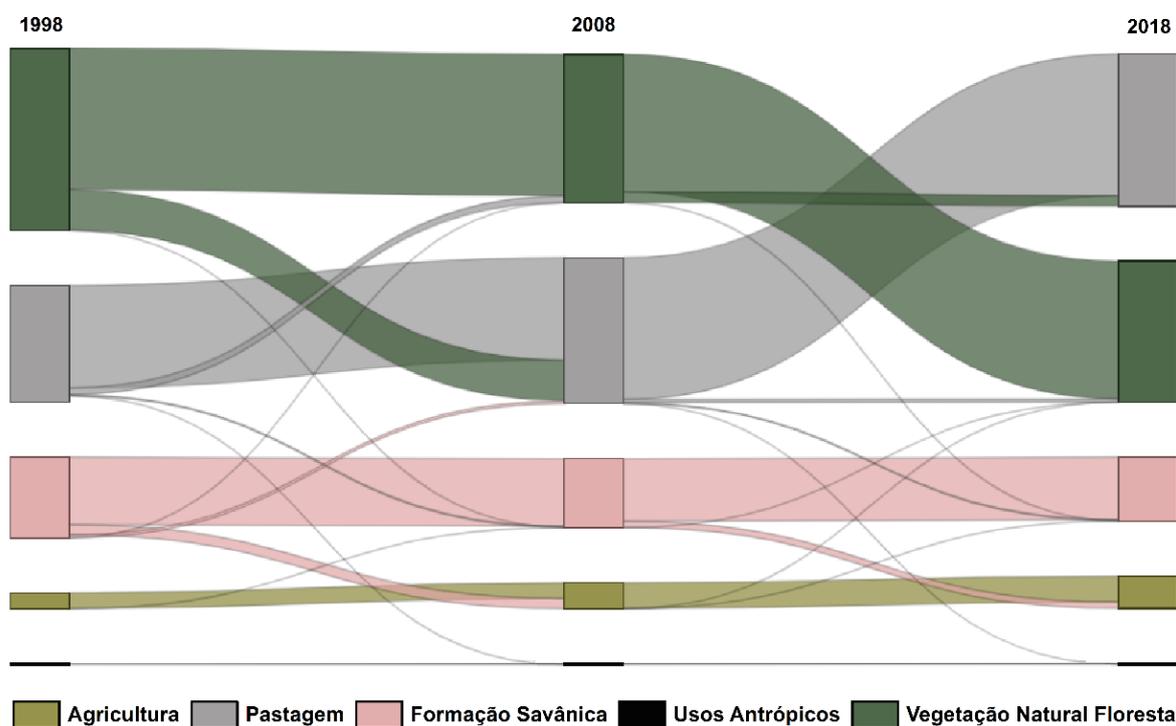
As áreas de Pastagem foram as que apresentaram maior crescimento de 36% (204,95 km<sup>2</sup>) durante o período analisado, tendo ocorrido uma inversão entre a classe Vegetação Natural Florestal e Pastagem entre 2008 e 2018 (Figura 3), mostrando a consolidação da ocupação dessa classe no território da municipalidade. Esse resultado corrobora com os dados de Campos e Bacha (2016) entre os anos de 1995 e 2006, em que se verificou em Mato Grosso, uma forte expansão do rebanho bovino. Segundo os autores, o número de bovinos por hectare de pastagem aumentou de 0,67 para 0,94. Em específico no município de Nova Marilândia, os dados do Censo Agropecuário apontam um aumento de 61.868 cabeças de gado, no ano de 2006, para 64.801, no ano de 2017.

**Figura 2.** Cobertura Vegetal e Usos da Terra do município de Nova Marilândia-MT, nos anos de 1998, 2008 e 2018.



Elaboração: o autor (2020).

**Figura 3.** Diagrama de Sankey com valores de CA aplicado para os anos de 1998, 2008 e 2018, no município de Nova Marilândia-MT.



As linhas representam os fluxos de origem e transição das diferentes classes no período analisado por proporção de área.

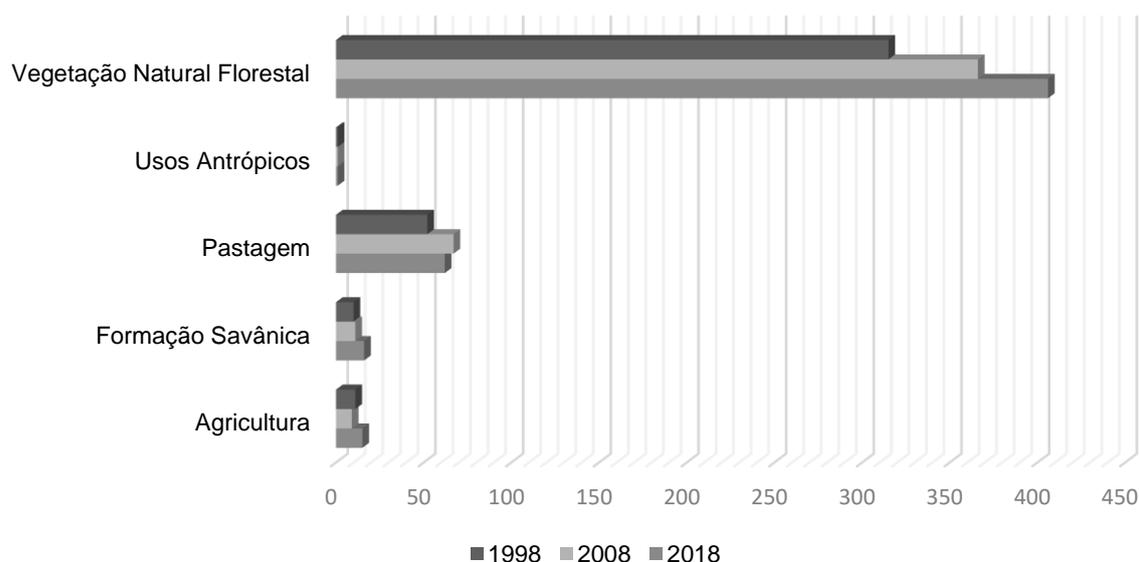
As áreas de Formação Savânicas, que anteriormente correspondiam a 20,37% passaram a ocupar 16,10%, enquanto a Agricultura cresceu de 4% para 8,15%, correspondendo a um aumento de 103,74%. A conversão de áreas de Formação Savânica em Pastagem e, principalmente, em Agricultura pode estar associado ao “boom das commodities”, em meados de 2004, e às políticas de incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal ao agronegócio, favorecendo a expansão agropecuária, em especial, em Mato Grosso, maior exportador do setor (PAULA e PIRES, 2017).

Os Usos Antrópicos mantiveram um aumento constante de 0,19%, chegando a 0,22% de representação de área do município no ano de 2018. Como consequência da supressão das áreas de florestas nativas, têm-se o aumento da fragmentação de habitats que pode ocasionar a diminuição no número de espécies de fauna e flora (FAHRIG, 2003).

O número de fragmentos (NP) na área de pesquisa apresentou aumento de 28,53%, ao longo do período analisado. Tais valores foram resultantes, principalmente, da redução das áreas de Vegetação Natural Florestal, que apresentavam um NP de 315 em 1998, que passou para 406, em 2018. A classe Formação Savânica seguiu a

mesma tendência, tendo uma elevação do NP de 10 para 16. As classes Agricultura e Pastagem também tiveram aumento no número de fragmentos de 11 para 15 e de 52 para 62, respectivamente.

**Figura 4.** Número de fragmentos por classe (NP) no município de Nova Marilândia-MT, nos anos de 1998, 2008 e 2018.



Assim sendo, pode-se afirmar que, durante os anos estudados as formações vegetais nativas foram suprimidas de maneira que ocasionasse a fragmentação destas e o aumento das demais classes que estavam sendo implantadas (Agricultura e Pastagem), fazendo com que o NP dessas classes também fossem elevados e consequentemente o CA. É importante destacar que, os fragmentos possuem função de trampolins ecológicos possibilitando a locomoção e o fluxo migratório de animais entre os fragmentos florestais (FERNANDES e PIMENTEL, 2019).

Os resultados da análise da fragmentação da paisagem apontaram que a conectividade física (COHESION) permanece alta entre os elementos restantes nas classes Vegetação Natural Florestal e Formação Savânica para o ano 2018 (Tabela 3). A mesma tendência é apresentada pelas classes Agricultura e Pastagem, mostrando que, apesar da paisagem apresentar fragmentação relativamente alta, os fragmentos existentes estão ligados por estruturas físicas. Isso, segundo Metzger (1999), é considerado favorável à conservação desses remanescentes e para aumento da taxa de migração de espécies nas classes que possuem tal função (SOUZA et al., 2014).

**Tabela 3.** Percentuais de Conectividade (COHESION) da paisagem do município de Nova Marilândia-MT, nos anos de 1998, 2008 e 2018.

| <b>Classe</b>               | <b>1998</b> | <b>2008</b> | <b>2018</b> |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Agricultura                 | 96,80       | 98,00       | 98,09       |
| Formação Savânica           | 98,73       | 98,59       | 98,43       |
| Pastagem                    | 98,87       | 98,94       | 99,05       |
| Usos Antrópicos             | 93,64       | 93,92       | 94,03       |
| Vegetação Natural Florestal | 99,51       | 99,64       | 99,54       |

De forma geral, a conectividade física (COHESION) na municipalidade apresentou um acréscimo no período estudado, principalmente das classes de uso antrópico. No entanto, cabe ressaltar que tais dados expressaram que há um aumento na conectividade física entre as classes, mas um possível declínio na conectividade funcional, pois as classes mais afetadas são as que abrigam a maior diversidade de espécies florísticas e faunísticas. Isso porque o processo de supressão se deu nas áreas de vegetação natural para desenvolvimento das atividades antrópicas, agrupando as novas áreas abertas a outras existentes, aumentando, assim, a conectividade das áreas antropizadas.

A classe Formação Savânica apresentou redução da distância média dos fragmentos (ENN\_MN), de 8,54 m para 6,47 m, ao longo das duas décadas analisadas, enquanto que, na classe Vegetação Natural Florestal, houve aumento das distâncias dos fragmentos de 3,17 m para 3,24 m, no mesmo período. No caso da classe Formação Savânica, seguiu-se uma tendência oposta, geralmente apresentada por vegetação nativa, como manifestada pela Vegetação Natural Florestal, que é de aumento na distância média dos fragmentos, resultante da supressão florestal para desenvolvimento de atividade antrópica.

Contudo, os dois resultados possuem a mesma causa explicativa que é a citada supressão. No caso das áreas de Savana, trata-se da extinção de fragmentos isolados ao longo do tempo, criando um agrupamento da classe e por resultado uma queda na distância de áreas. E no caso da Vegetação Natural Florestal, o processo foi o mesmo, porém, a abertura de áreas se deu nos centros das classes, aumentando a distâncias médias dos fragmentos de vegetação nativa. Assim, pode-se afirmar que os fragmentos estão relativamente próximos uns dos outros, uma vez que, as distâncias médias entre fragmentos menores que 60 m são classificadas como baixo grau de isolamento, portanto, favoráveis ao deslocamento de algumas espécies (RIBEIRO et al., 2009; SOUZA et al., 2014).

Diante desse contexto, Metzger (2006) discorre que, ainda que a proximidade entre os fragmentos seja um importante fator para os processos ecológicos, o processo de fragmentação e o valor crescente desse índice tendem a impactar de maneira mais negativa nos fragmentos mais isolados. Desse modo, estes devem ser avaliados quanto à sua importância no contexto ecológico para a manutenção ecossistêmica (NEVES et al., 2014).

Para o índice de forma (SHAPE\_MN), foi encontrado o valor de 2,04 para a Formação Savânica e 1,41 para a Vegetação Natural Florestal (Tabela 4), o que demonstra uma paisagem com formas complexas e irregulares (MCGARIGAL e MARKS, 1995). De acordo com Abdalla e Cruz (2015), esses valores indicam que os fragmentos florestais apresentam formas mais arredondadas, favorecendo a proteção do seu interior dos efeitos de borda.

**Tabela 4.** Índice de forma (SHAPE\_MN) da paisagem do município de Nova Marilândia-MT, nos anos de 1998, 2008 e 2018.

| <b>Classe</b>               | <b>1998</b> | <b>2008</b> | <b>2018</b> |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Agricultura                 | 2,26        | 2,74        | 2,29        |
| Formação Savânica           | 2,45        | 2,39        | 2,04        |
| Pastagem                    | 2,48        | 2,38        | 2,35        |
| Usos Antrópicos             | 2,61        | 2,50        | 2,53        |
| Vegetação Natural Florestal | 1,45        | 1,40        | 1,41        |

Segundo Forman (1995), a análise da forma dos fragmentos florestais, em relação à sua diversidade e sustentabilidade, é tão relevante quanto ao tamanho, tendo em vista que quanto mais irregulares são fragmentos, mais propensos são a apresentar maior efeito de borda, principalmente os de menor área, em função da maior interação com a matriz (CEMIN et al., 2009).

A relação das formas geométricas dos fragmentos florestais tem influência direta na modificação das características físicas no ambiente. Estas modificações, resultantes dos efeitos de borda, provocam alterações microclimáticas em virtude do aumento de incidência de luz solar e interação de ventos no interior dos fragmentos, refletindo em alterações na amplitude térmica refletindo, por consequência, na redução da umidade (PIROVANI et al., 2014).

Esse processo influencia na interação entre espécies vegetais e/ou animais provocando efeitos danosos à biodiversidade, a exemplo do aumento da mortalidade de seres adaptados a ambientes escuros e de alta umidade, a redução do processo de decomposição, dificuldade de germinação de sementes e na suscetibilidade a

queimadas, afetando principalmente na microbiota, que é mais sensível a intempéries, e espécies endêmicas (GONÇALVES et al., 2019; ANTONELI, OLIVEIRA, BEDNARZ, 2019). Isso resulta em uma perda líquida de espécies vegetais e animais nas áreas de borda (SKOLE e TUKER, 1993).

Diante desse cenário, Tambosi (2014, p. 34) explica que:

“[...] uma das formas de diminuir os efeitos da fragmentação é aumentar a conectividade da paisagem por meio de ações de restauração, facilitando o fluxo de organismos entre os remanescentes, aumentando assim a disponibilidade de recursos e a manutenção dos processos ecológicos”.

Nesse processo, cada área necessita receber um tratamento específico, considerando suas particularidades, bem como os atores sociais que ocupam a área degradada e seu entorno, incluindo seus valores e interesses, assim como a atividade econômica desenvolvida (RAMOS et al., 2018), estabelecendo um plano participativo entre gestores e a população a fim de estabelecer e direcionar ações para promoção do planejamento ambiental e uso sustentável das terras que influenciarão na manutenção da funcionalidade das paisagens.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar da paisagem do município de Nova Marilândia apresentar alta conectividade, houve aumento da complexidade das formas, das distâncias entre os fragmentos de vegetação nativa e redução da conectividade funcional ocasionada pelo aumento das áreas de Agricultura e Pastagem, principais atividades econômicas municipal.

Recomenda-se o estabelecimento e/ou ampliação de práticas de cunho conservacionistas, com intuito de contribuir para o aumento da produtividade das áreas que estão em uso, associada à redução de abertura de novas áreas, evitando a desconexão das matrizes florestais remanescentes, visando minimizar os impactos à biodiversidade, que interfere diretamente na funcionalidade das paisagens.

## **REFERÊNCIAS**

ABDALLA L. S.; CRUZ C. B. M. Análise de fragmentação florestal no município de Silva Jardim, Apa do Rio São João, RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 1, p. 169-184, 2015.

ANTONELI, V.; OLIVEIRA, T.; BEDNARZ, J. A. A fragmentação da floresta é um indicador de compactação do solo em Sistema Faxinal? **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, p. 94-106, 2019.

BATISTELLA, M.; ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; SILVA, G. B. S. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. Esp., p. 251-260, 2011.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico - 2010**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/nova-marilandia/panorama>>. Acesso em: 06 de agosto de 2018.

CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. Evolução da agropecuária em São Paulo e Mato Grosso de 1995 a 2006. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 22, n. 46, p. 9-36, 2016.

CEMIN, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 705-711, 2009.

CUBA, N. Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics. **Landscape and Urban Planning**, v. 139, n. 1, p. 163-167, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Análise Temporal da Vegetação-SATveg**. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>. Acesso em 18 de novembro de 2018.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FERNANDES, W. A. A.; PIMENTEL, M. A. S. Dinâmica da paisagem no entorno da RESEX Marinha de São João da Ponta/PA: utilização de métricas e geoprocessamento. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, p. 326-344, 2019.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FORMAN, T. T. R. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge/UK: Cambridge University Press, 1995. 656 p.

GONÇALVES, A. L.; CRUZ, V. M. S.; SERRA, A. B. Fragmentação florestal na Região de Integração do Lago de Tucuruí, Pará, Brasil. **Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, n. 1, p. 1-10, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal de Divisão de Geração de Imagens**. 2018. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de outubro de 2018.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomias** – Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 03 de novembro de 2018.

MATO GROSSO (ESTADO). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral – SEPLAN. **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: Macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos, estratégias e linhas estruturantes**. In: PRADO, J. G. B.; BERTCHIELI, R.; OLIVEIRA, L. G. (Orgs.). Cuiabá: Central de Texto, 2017. 108 p.

MATO GROSSO (ESTADO). Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão – SEPLAG. **Sistema de Informações Cartográficas da SEPLAG-MT (Base Cartográfica)**. Disponível em: <[http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas?ciclo=cv\\_gestao\\_inf](http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas?ciclo=cv_gestao_inf)>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: spatial patterns analysis program for quantifying landscape structure**. Portland/USA: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

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

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.

OLIVEIRA, O. A.; TEIXEIRA, T. M. A.; PASSO, D. P. Mapeamento dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente dos rios que contribuem para o barramento do rio Paranã, Formosa-GO. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 3, p. 491-515, 2018.

PAULA, L. F.; PIRES, M. Crise e perspectivas para a economia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 125-144, 2017.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; CECÍLIO, R. A.; GLERIANI, J. M.; MARTINS, S. V. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 271-281, 2014.

RAMOS, A. W. P.; LUZ, C. C. S.; NEVES, S. M. A. S.; FREITAS, L. E.; NEVES, L. F. S. Análise da capacidade e conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego da Piraputanga-MT, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 55, p. 812-827, 2018.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. 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.

SANTOS, A. G. **Método para georreferenciamento de mapas urbanos baseado na atribuição de pesos aos pontos de controle**. 2009. 206 f. Tese (Doutorado em Ciências – Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Carlos/SP: USP, 2009.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 556 p.

SCHIMIDT, M. The Sankey diagram in energy and material flow management: Part I: History. **Journal of Industrial Ecology**, v. 12, n. 1, p. 82-94, 2008.

SILVA, S. C. S.; LIMA, A. M. M. Análise do uso e ocupação da terra e sua influência na sub-bacia do Ji-Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 1, p. 201-212, 2019.

SKOLE, D.; TUCKER, C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, v. 260, n. 5116, p. 1905-1910, 1993.

SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.

SZMUCHROWSKI, M. A.; MARTINS, I. C. M. M. Geoprocessamento para a Indicação de corredores ecológicos interligando os fragmentos de florestais e áreas de proteção ambiental no Município de Palmas – TO. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu/PR. **Anais eletrônicos** [...] São José dos Campos/SP: INPE, 2001. p. 675-681. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.09.42/doc/0675.681.115.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

TAMBOSI, L. R. **Estratégias espaciais baseadas em ecologia de paisagens para a otimização dos esforços de restauração**. 2012. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

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

XAUD, M. R.; EPIPHANIO, J. C. N. Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças. **Acta Amazônica**, v. 44, n.1, p. 107-120, 2014.

# ÍNDICE INTEGRAL DE CONECTIVIDADE APLICADO NA SELEÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PRIORITÁRIAS À RECOMPOSIÇÃO NO MUNICÍPIO DE NOVA MARILÂNDIA-MT

## INTEGRAL CONNECTIVITY INDEX APPLIED IN THE SELECTION OF PERMANENT PRESERVATION AREAS PRIORITY FOR RECOMPOSITION IN THE MUNICIPALITY OF NOVA MARILÂNDIA, MATO GROSSO – BRAZIL

[GEO UERJ]

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é investigar as Áreas de Preservação Permanentes degradadas para identificação dos fragmentos prioritários à recomposição no município de Nova Marilândia-Mato Grosso, visando que os dados e informações gerados contribuam na proposição de ações voltadas à restauração da funcionalidade da paisagem. Para a produção do mapa de cobertura vegetal e uso da terra foram utilizadas as imagens do satélite CBERS 4 de 2018. As Áreas de Preservação Permanente foram delimitadas, considerando os dispostos da Lei 12.651/2012, sendo seu mapa combinado com o de cobertura vegetal e uso da terra para identificação das Áreas de Preservação Permanente Degradadas. Para a definição das categorias de prioridade de restauração foi aplicado nas Áreas de Preservação Permanente Degradadas o Índice Integral de Conectividade, com suas frações IICflux (mensurador de possibilidade de fluxo gênico/ambiental) e IICconnector (mensurador de importância de nó como única conexão entre outros fragmentos), derivado da Teoria de Grafos. Na municipalidade a classe mais expressiva é a Pastagem (744,22 km<sup>2</sup>), superando as áreas de Vegetação Natural Florestal (687,23 km<sup>2</sup>), Formação Savânica (311,46 km<sup>2</sup>), Agricultura (157,68 km<sup>2</sup>) e Usos Antrópicos (4,21 km<sup>2</sup>). Esse cenário refletiu nas Áreas de Preservação Permanente, sendo identificados 1706 fragmentos a serem restaurados, destes 1594 com baixo nível de prioridade, 102 com médio e 10 com alto. Os fragmentos das Áreas de Preservação Permanente de alto nível de prioridade são estratégicos na restauração da funcionalidade da paisagem municipal.

**Palavras-Chave:** Geotecnologias; Paisagem; Funcionalidade; Teoria de Grafos; Planejamento Ambiental.

### ABSTRACT

The objective of this work is to investigate the degraded Permanent Preservation Areas to identify the priority fragments for recomposition in the municipality of Nova Marilândia-Mato Grosso, aiming that the data and information generated contribute to the proposition of actions aimed at restoring the functionality of the landscape. For the production of the vegetation cover map and land use, the images of the CBERS 4 satellite of 2018 were used. The Permanent Preservation Areas were delimited, considering the provisions of Law 12.651/2012, and their map was combined with that of vegetation cover and land use for the identification of Degraded Permanent Preservation Areas. For the definition of the categories of restoration priority, the Integral Connectivity Index was applied in the Degraded Permanent Preservation Areas, with its fractions IICflux (measurer of possibility of gene/environmental flow) and IICconnector (measurer of node importance as the only connection between other fragments), derived from Graph Theory. In the municipality the most expressive class is Pasture (744.22 km<sup>2</sup>), surpassing the areas of Natural Forest Vegetation (687.23 km<sup>2</sup>), Savannah Formation (311.46 km<sup>2</sup>), Agriculture (157.68 km<sup>2</sup>) and Anthropic Uses (4.21 km<sup>2</sup>). This scenario reflected in the Permanent Preservation Areas, being identified 1706 fragments to be restored, of these 1594 with low priority level, 102 with medium and 10 with high. The fragments of the Permanent Preservation Areas of high level of priority are strategic in restoring the functionality of the municipal landscape.

**Keywords:** Geotechnologies; Landscape; Functionality; Graph Theory; Environmental Planning.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as paisagens globais têm passado por fortes e constantes interferências humanas, causando diversas alterações em seus componentes e, por consequência, modificações no estado de equilíbrio ecológico (LUZ; RAMOS; SILVA, 2019). Segundo Bertrand (1968), a paisagem é uma entidade dinâmica e, portanto, instável, cuja formação é resultado da combinação entre os elementos abióticos, bióticos e antrópicos, que reagindo dialeticamente uns sobre os outros fazem dela um conjunto único e indissociável, que evolui continuamente.

As modificações nos componentes da paisagem, principalmente a vegetação, geram diversos impactos ao ambiente, uma vez que, a cobertura vegetal natural é o primeiro elemento a ser alterado, quando não suprimido por completo (NEVES et al., 2014). Essa supressão ocasiona a fragmentação, cuja vegetação natural é interrompida por barreiras antrópicas, afetando de forma direta na redução dos fluxos de processos naturais em diversas espécies da fauna e flora que apresentam limitações de deslocamento/dispersão por áreas não florestais (CEMIN et al., 2009; TAMBOSI, 2014), implicando em distúrbios que afetam o equilíbrio, conseqüentemente, o seu funcionamento.

De acordo com Fisher e Welter (2005) e Naiman et al. (2005) as florestas aluviais ao longo dos cursos hídricos (corredor ecológico) podem ser consideradas como os melhores conectores da paisagem, por concentrarem o fluxo de energia, nutrientes e espécies, constituindo geossistemas altamente produtivos que geralmente retém alto potencial conectivo. Assim a conectividade pode ser entendida segundo Taylor et al. (1993) como a habilidade de um organismo se movimentar por meio de habitats separados, contemplando ao mesmo tempo a estrutura e a função da paisagem.

Estratégias de seleção de áreas prioritárias para restauração, baseadas na composição e configuração da paisagem, possibilitando sua manutenção e/ou restauração da conectividade, tornam-se cruciais para a conservação da biodiversidade (AVON; BERGÈS, 2016; SILGUEIRO et al., 2017).

Nesse contexto, a utilização de índices derivados da Teoria de Grafos têm se mostrado importante por permitir a valoração dos elementos da paisagem sob um amplo contexto espacial, subsidiando, por meio de informações multicriteriais, o aumento da conectividade, através da identificação de áreas prioritárias a recomposição, constituindo-se uma estratégia para reverter o quadro de

fragmentação e isolamento de populações (SAUNDERS; HOBBS, 1991; BUNN; URBAN; KEITT, 2000; URBAN; KEITT, 2001; MUCHAILH et al., 2009; TAMBOSI, 2014).

De acordo com Urban e Keitt (2001), o grafo é um conjunto de nós e ligações nos quais dois nós são ligados por um arco. Na representação de uma paisagem em forma de grafo, as manchas de habitat (fragmentos) são os nós, sendo que, as ligações entre dois nós representam conexões funcionais, ou seja, representam que determinado organismo, seguindo uma determinada regra de ligação, é capaz de se deslocar de um fragmento a outro atravessando uma área de não-habitat.

Tambosi (2014) acrescenta que, a utilização do grafo como suporte a decisão de áreas prioritárias a recomposição mostra-se eficaz, pois, permite identificar potenciais gargalos para o fluxo gênico, além de comparar diferentes configurações de habitat, apontando as melhores áreas de restauração, gerando assim uma economia na busca de espaços para implementação das ações de restauro, evitando o investimento de recursos em paisagens altamente degradadas nas quais as chances do sucesso são baixas.

Ante o exposto, o presente trabalho tem por objetivo investigar as Áreas de Preservação Permanentes degradadas para identificação dos fragmentos prioritários à recomposição no município de Nova Marilândia-MT, visando que os dados e informações gerados contribuam na proposição de ações voltadas à restauração da funcionalidade da paisagem.

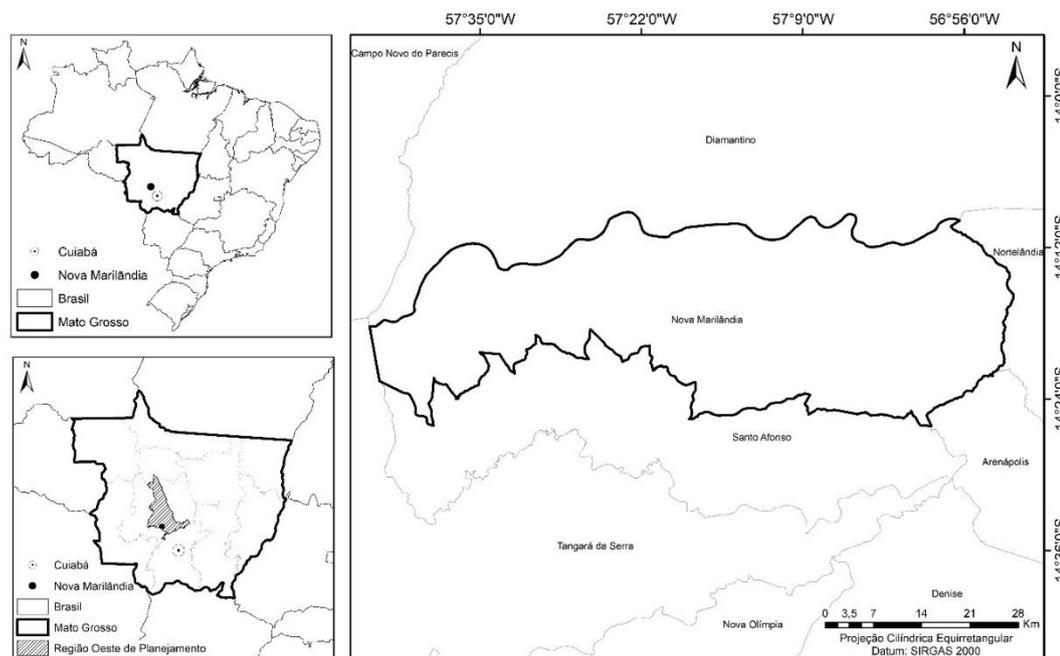
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Compreendendo uma área territorial de 1.934,8 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018), o município de Nova Marilândia integra a região Oeste de planejamento do estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2017) (Figura 1). Dos 2.951 habitantes, 66% vivem na cidade e 34% na zona rural (IBGE, 2018).

Os solos predominantes no município são o Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos (SANTOS et al., 2018). Distribuída em área de ecótono dos biomas Cerrado e Amazônia, o município possui como fitofisionomias dominantes a Savana e Floresta Estacional e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). O clima é o Tropical úmido megatérmico, com duas estações bem definidas, seca e

chuvosa, com temperaturas médias anuais acima de 25 °C e precipitação total que varia entre 1400 e 1600 mm (TARIFA, 2011).



**Figura 1.** Município de Nova Marilândia nos contextos brasileiro, estadual, regional e municipal.

### Procedimentos Metodológicos

Para a geração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra foi obtida imagem referente a órbita 168, ponto 116, do satélite CBERS 4 (bandas 2 (0,52 $\mu$ m - 0,59 $\mu$ m), 3 (0,63 $\mu$ m - 0,69 $\mu$ m) e 4 (0,77 $\mu$ m - 0,89 $\mu$ m)), sensor Pancromático e Multiespectral (PAN), com resolução espacial de 10 metros, do mês de agosto do ano de 2018, disponibilizadas gratuitamente no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Posteriormente, foram realizados os processos de recorte, utilizando o arquivo vetorial do limite político administrativo do município de estudo como máscara, obtido no sítio da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão - SEPLAG (MATO GROSSO, 2018). No processo de segmentação foi empregado o método de crescimento da região, cujos valores de limiar de similaridade e de área definidos empiricamente foram de 30.

Na classificação supervisionada foi utilizado o algoritmo Bhattacharya, em que cada classe descrita é associada estatisticamente as regiões definidas nos parâmetros de segmentação através das médias das matrizes de covariância,

utilizando-se o critério de distância mínima com limiar de aceitação de 99,99% (XAUD; EPIPHANIO, 2014).

Foram definidas com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) três classes de uso da terra: Agricultura (terras utilizadas para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio, incluindo todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso); Pastagem (área destinada ao pastoreio do gado formada por gramíneas nativas da região e/ou gramíneas exóticas) e Usos Antrópicos (manchas urbanas, sedes rurais e estradas), e duas classes de cobertura vegetal: Formação Savânica (composta por vegetação de campos nativos abertos e vegetação arbórea espaçada e pouco densa, com árvores de pequeno porte) e Vegetação Natural Florestal (formações arbóreas densas ou abertas com diferentes graus de continuidade).

A validação do mapeamento foi realizada a partir da utilização dos dados da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil do Projeto MapBiomass (MAPBIOMASS, 2018) e dos índices de vegetação NDVI e EVI das séries temporais MODIS do Sistema de Análise Temporal da Vegetação – SATVeg (EMBRAPA, 2018).

Para geração do mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram considerados os parâmetros de delimitação dispostos da Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012) e a metodologia proposta por Ramos et al. (2018), descrita na tabela 1.

**Tabela 1.** Critérios de delimitação das Áreas de Preservação Permanente.

| <b>Tipo de APP</b>   | <b>Área delimitada</b> |
|--|------------------------|
| Cursos d'água (até 10m de largura)                                 | 30m                    |
| Cursos d'água (de 50m a 200m)                                      | 100m                   |
| Nascentes  | 50m                    |
| Topo de morros/montanhas/serras                                    | 0m                     |
| Encostas ou partes destas, com declividade igual ou superior a 45° | Curva de Nível*        |

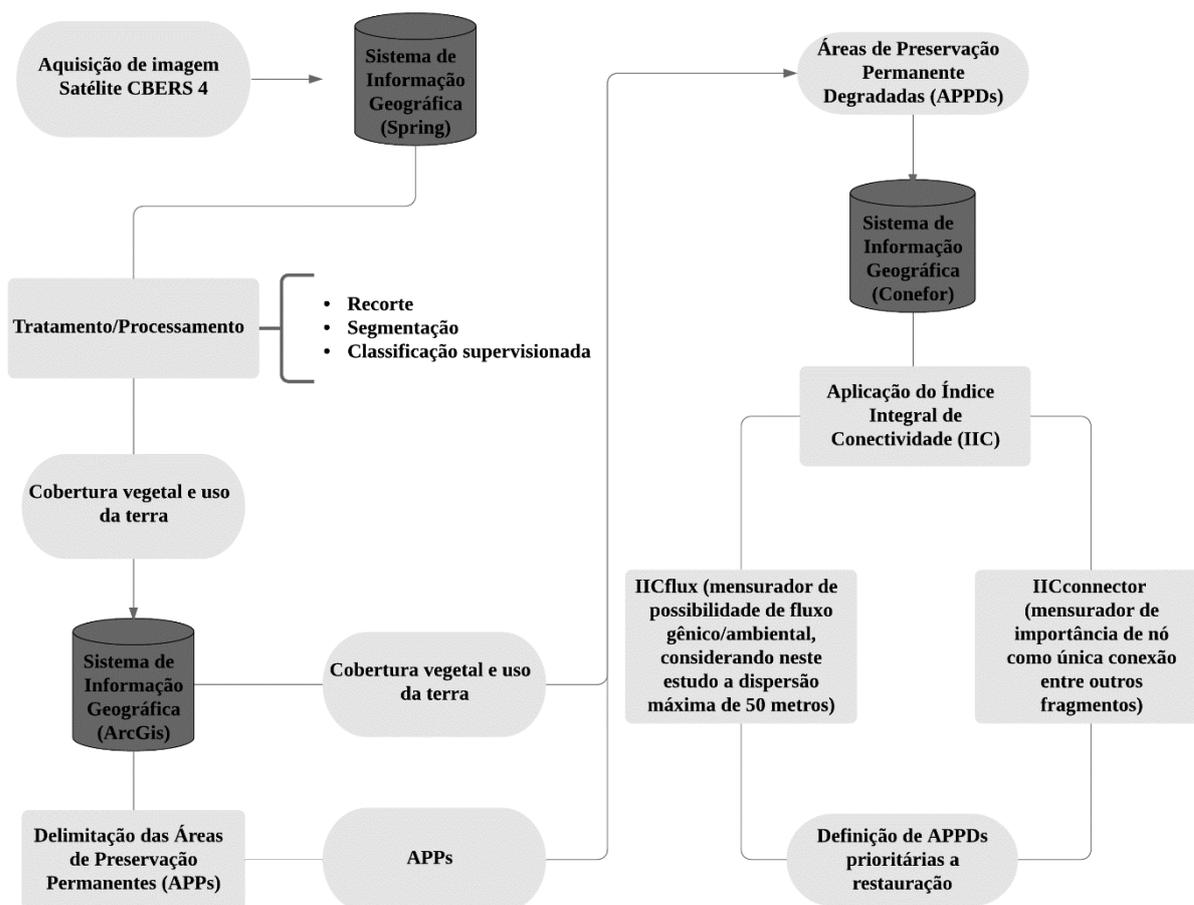
\*A delimitação em metros estabelecida a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, está definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação (Adaptado da Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012)).

A combinação dos arquivos dos limites das APPs com o da cobertura vegetal e usos da terra em Sistema de Informação Geográfica ArcGis (ESRI, 2017) possibilitou a identificação das Áreas de Preservação Permanente Degradadas (APPDs), ou seja, aquelas que se encontram em desacordo com a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

Subsequente, apoiado na Teoria de Grafos foi aplicado para análise das APPDs o Índice Integral de Conectividade (IIC), com suas frações IICflux, mensurador de possibilidade de fluxo gênico/ambiental, considerando neste estudo a dispersão máxima de 50 metros, e IICconnector, mensurador de importância de nó como única conexão entre outros fragmentos, proposto por Saura e Rubio (2010), utilizando o programa Conefor Sensinode, versão 2.6 (SAURA; PASCUAL-HORTAL, 2007).

A partir dos valores combinados dos índices IICflux e IICconnector, as APPDs foram classificadas em quatro categorias de prioridade de restauração: baixa: 0.00 – 0.15, média: 0.16 – 0.30, alta: 0.31 – 0.45 e muito alta: 0.46 – 1.00, em função de sua importância para a manutenção ou incremento da conectividade da paisagem e contribuição para o favorecimento de fluxo gênico/ambiental entre os fragmentos (SILGUEIRO et al., 2017).

Na figura 2 são apresentadas as etapas metodológicas adotadas na execução deste estudo.

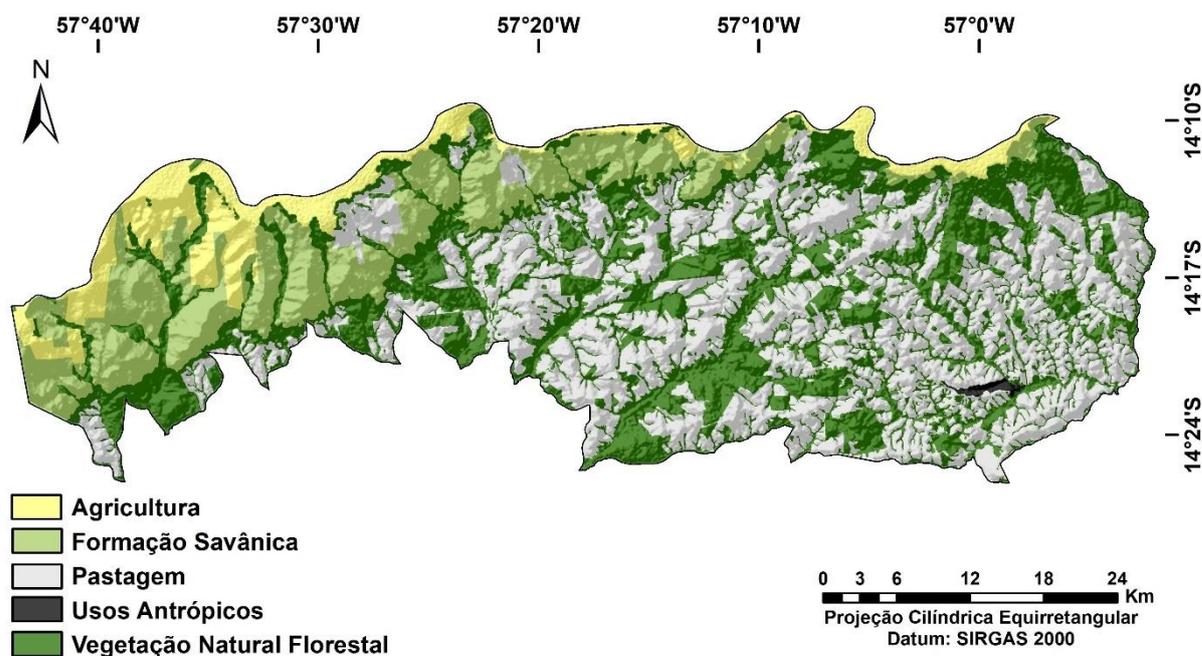


**Figura 2.** Procedimentos metodológicos para definição das APPDs prioritárias a restauração no município de Nova Marilândia-MT, no ano de 2018.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Nova Marilândia a paisagem (Figura 3) apresentou como classe mais expressiva a Pastagem (744,22 km<sup>2</sup>), superando a Agricultura (157,68 km<sup>2</sup>) e os demais Usos Antrópicos (4,21 km<sup>2</sup>), bem como as áreas de Vegetação Natural Florestal (687,23 km<sup>2</sup>) e Formação Savânica (311,46 km<sup>2</sup>). Situação que pode ser derivada da inserção do Estado, na década de 1970, nos projetos de desenvolvimento regional, como o Prodoeste, Polamazônia e Polocentro, que viabilizaram incentivos fiscais e facilidades de acesso a crédito para a produção agrícola, tornando a economia mato-grossense diretamente relacionada a expansão da fronteira agrícola da região Centro-Oeste (OLIVEIRA, 2003; MACHADO et al., 2018).

Atualmente Mato Grosso ocupa a primeira posição como maior produtor nacional de bovinos e grãos, apresentando um crescimento contínuo dessas atividades (CAMPOS; BACHA, 2016; MATO GROSSO, 2017; IBGE, 2018). No município de Nova Marilândia houve um aumento, de acordo com Censo Agropecuário 2017 (BRASIL, 2017), de 4,74% de cabeças de gado do ano de 2006 para 2017. Dado que corrobora com as expressivas áreas de Pastagem identificadas.



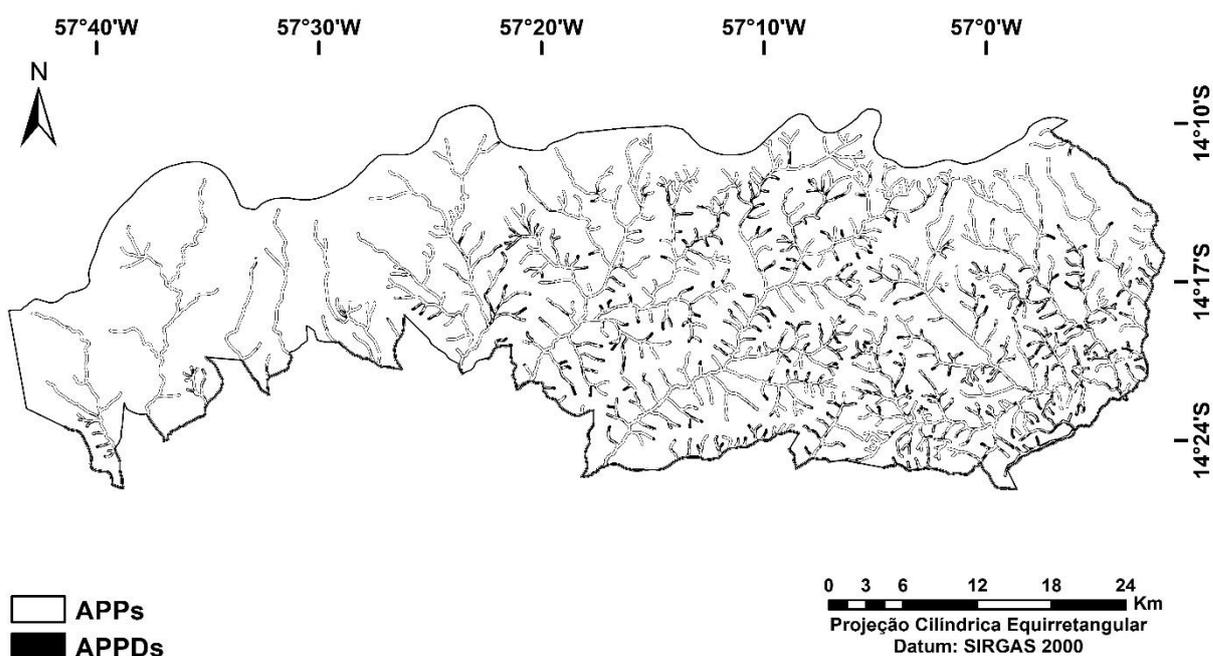
**Figura 3.** Cobertura vegetal e uso da terra no município de Nova Marilândia-MT, no ano de 2018.

De acordo com Pessoa et al. (2013), o processo de supressão da vegetação nativa para expansão de cultivos agrícolas e criações de alto retorno econômico, como é o caso da Pastagem para o desenvolvimento da pecuária, tem provocando intensos desmatamentos. Os autores (op. cit) acrescentam ainda que, a presença de extensas áreas de pastagem e crescimento destas próximas a cursos d'água, podem ocasionar diversos problemas ambientais, como o desencadeamento e a intensificação dos processos erosivos, a compactação do solo através do pisoteio animal, além da contaminação de águas por agroquímicos como nutrientes e pesticidas, utilizados no manejo da atividade.

Segundo Antoneli, Oliveira e Bednarz (2019, p. 95) a maioria dos problemas relacionados a atividade pecuária ocorre porque:

“[...] os animais em pastejo exercem influência sobre a vegetação, principalmente em áreas de pastagens extensivas onde há um consorciamento entre pastagens e fragmentos de florestas. O contato dos animais com as áreas de floresta promove um raleamento da vegetação dificultando a regeneração, pois algumas espécies servem de alimento para os animais.”

No município de Nova Marilândia, o desenvolvimento da atividade pecuária tem sido o principal agente causador da degradação das Áreas de Preservação Permanente, que foi suprimida em diversos locais (Figura 4), expressando um comportamento semelhante em estudos realizados por Neves et al. (2019), Aquino et al. (2018) e Machado et al. (2018) em municípios da região.



**Figura 4.** Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e Áreas de Preservação Permanentes Degradadas (APPDs) do município de Nova Marilândia-MT em 2018.

Dos 288,69 km<sup>2</sup> das APPs do município, 73,85 km<sup>2</sup> encontram-se vegetadas e em 25,57% a vegetação está degradada ou foi suprimida (Tabela 2).

| Estado das APPs                   | Classe                      | Área            |            |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|
|                                   |                             | km <sup>2</sup> | %          |
| Em acordo com a Lei 12.651/2012   | Formação Savânica           | 8,16            | 2,89       |
|                                   | Vegetação Natural Florestal | 206,68          | 71,54      |
| Em conflito com a Lei 12.651/2012 | Agricultura                 | 0,32            | 0,11       |
|                                   | Pastagem                    | 72,43           | 25,08      |
|                                   | Usos Antrópicos             | 1,10            | 0,38       |
| <b>Total</b>                      |                             | <b>288,69</b>   | <b>100</b> |

**Tabela 2.** Estado de conformidade das APPs do município de Nova Marilândia-MT.

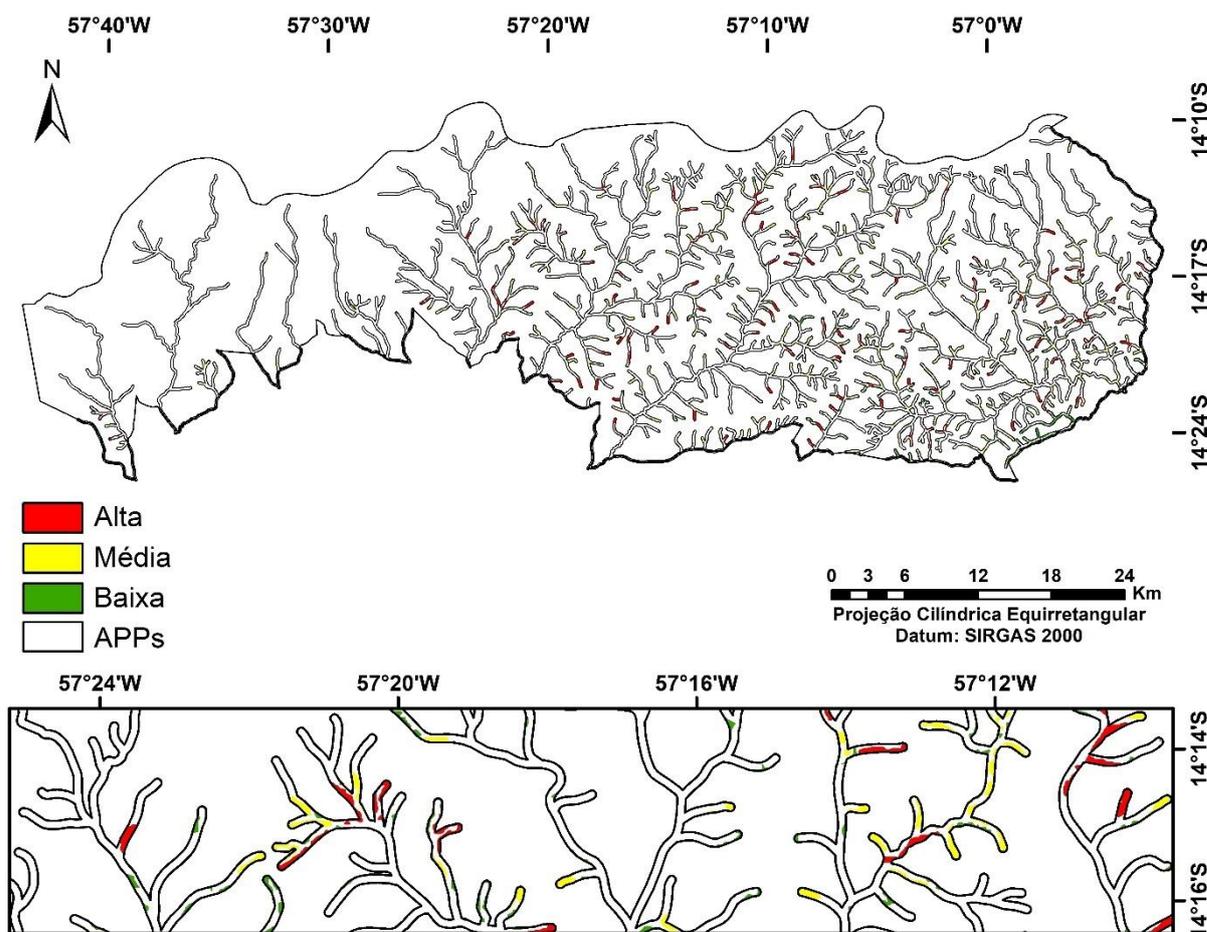
De acordo com a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), as APPs têm como função ambiental a preservação dos recursos hídricos e manutenção da paisagem, garantindo a estabilidade geológica e da biodiversidade, facilitando os fluxos gênicos de espécies de fauna e flora através dos corredores ecológicos/ambientais, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável (NEVES et al., 2017).

No município de Nova Marilândia em 2018 havia 1706 fragmentos de APPDs a serem restaurados (Figura 5), sendo que destes 1594 (49,59 km<sup>2</sup>) apresentaram baixo nível de prioridade à recomposição (0.00 – 0.15). Este nível se dá pela baixa importância dessas áreas para manutenção da conectividade da paisagem e contribuição para o favorecimento do fluxo gênico/ambiental entre os fragmentos remanescentes as quais elas seriam incorporadas em um processo de restauração, ou seja, a recuperação dessas áreas apresentaria, do ponto de vista da conjunção dos dois parâmetros analisados neste estudo, poucos efeitos positivos a biodiversidade que possui as limitações de dispersão de 50 metros abarcada na pesquisa.

Para os 102 fragmentos (19,64 km<sup>2</sup>) classificados como nível médio de prioridade à recomposição (0.16 – 0.30), é recomendado, de acordo com Forero-Medina e Vieira (2007) e Tambosi (2014), a adoção de ações que promovam a recomposição, uma vez que apresentam um maior índice de sucesso para manutenção da biodiversidade, devido a conexão facilitar de forma mais expressiva o movimento dos organismos entre os fragmentos, o que influencia a sobrevivência e a dinâmica dessas populações.

Relativo aos 10 fragmentos (4,63 km<sup>2</sup>) que são de alta prioridade de restauração (0.31 – 0.45) Silgueiro et al. (2017) explicam que sua recomposição é de extrema

importância para o aumento da conectividade entre os fragmentos, constituindo fator determinante para evitar a extinção de espécies, decorrentes do processo de fragmentação. Tambosi (2014) acrescenta que essas áreas ao passarem por ações de restauração terão sua capacidade de manutenção ecológica elevada, apresentando grande potencial de colonização e assim aumentando a probabilidade de sucesso das ações de restauro.



**Figura 5.** Nível de prioridade a recomposição das APPDs no município de Nova Marilândia-MT.

As APPs são ecossistemas multifuncionais que fornecem diversos bens e serviços, incluindo bens intrínsecos, econômicos, valores culturais e estéticos essenciais para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades adjacentes, sendo essenciais para a manutenção dos processos ecológicos e conseqüentemente a preservação de espécies (METZGER, 2006; ANTONELI; OLIVEIRA; BEDNARZ, 2019).

Diante desse cenário pode haver comprometimento dos serviços ambientais proporcionados pelas APPs, que sofrem diminuições quando sobrecarregados além

de sua capacidade suporte, afetando a manutenção das relações ecológicas (TREVISAN; MOSCHINI, 2015). Assim, o processo de recomposição dessas áreas faz-se de extrema importância, uma vez que a sua recuperação potencializa os serviços ecossistêmicos fundamentais para a conservação, visto que os corredores ripários são essenciais para facilitar a movimentação das espécies pela paisagem (METZGER, 2010; GUARENGHI, 2018).

A definição de áreas prioritárias para a recomposição é uma tarefa complexa, pois deve equilibrar a necessidade de proteção ambiental e as demandas da sociedade pelo uso de componentes naturais (FIGUEIREDO et al., 2006), sendo necessário uma avaliação consistente dos elementos que compõem a paisagem, visando o aumento da conectividade funcional. Neste sentido, Herrmann et al. (2011, p.119) destacam que:

“O exercício de seleção de áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade está longe de ser uma tarefa trivial, é uma ação complexa, que envolve o tratamento e a utilização das informações disponíveis para a tomada de decisão sobre ‘onde’, ‘quando’ e ‘quanto’ investir”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária constitui a atividade econômica que tem influenciado desfavoravelmente a conservação da vegetação das APPs, que em sua maioria encontra-se conservada, no município de Nova Marilândia.

Dado a baixa quantidade de fragmentos de médio e alta prioridade a restauração, medidas simples de manejo, como isolamento das APPDs, podem oportunizar a recuperação natural das áreas, restabelecendo com o tempo a funcionalidade da paisagem sem a necessidade de altos investimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELI, Valdemir; OLIVEIRA, Tais; BEDNARZ, João Anésio. A fragmentação da floresta é um indicador de compactação do solo em Sistema Faxinal? **Caminhos de Geografia**, Uberlândia/MG, v. 20, n. 72, p. 94-106, 2019.

AQUINO, Helibera Capistrano Rita Ramos de; GALVANIN, Edinéia Aparecida Dos Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Indicadores para avaliação do processo de expansão da pastagem no pantanal de Cáceres/MT. **GEOGRAFIA (LONDRINA)**, Londrina/PR, v. 27, n. 2, p. 99-112, 2018.

AVON, Catherine; BERGÈS, Laurent. Prioritization of habitat patches for landscape connectivity conservation differs between least-cost and resistance distances. **Landscape Ecology**, Amsterdam/NL, v. 31, n. 1, p. 1551-1565, 2016.

BERTRAND, Georges. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse/FR, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico - 2010**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/nova-marilandia/panorama>>. Acesso em: 06 de agosto de 2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõem sobre a proteção da vegetação nativa e de outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html)>. Acesso em: 28 de janeiro de 2019.

BUNN, Andrew G; URBAN, Dean L; KEITT, Timothy H. Landscape connectivity: a conservation application of graph theory. **Jornal of Environmental Management**, Amsterdam/NL, v. 59, n. 4, p. 266-278, 2000.

CEMIN, Gisele; PERICO, Eduardo; REMPEL, Claudete. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 33, n. 4, p. 705-711, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Análise Temporal da Vegetação - SATVeg**. Disponível em <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>. Acesso em: 18 de novembro de 2018.

FIGUEIREDO, Wilsea Maria Batista; SILVA, José Maria Cardoso; SOUZA, Manuella Andrade. Biogeografia e a conservação da biodiversidade. In: ROCHA, Carlos Frederico Duarte; BERGALLO, Helena Godoy; SLUYS, Monique Van; ALVES, Maria Alice Santos (Org.). **Biologia da Conservação: Essências**. São Carlos: Rima, 2006. p. 135-156.

FISHER, Stuart G.; WELTER, Jill R. Flowpatches as integrators of heterogeneity in streams and landscape. In: LOVETT, Gary M.; JONES, Clive; TURNER, Monica G.; WEATHERS, Kathleen C. (Org.). **Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes**. New York: Springer-Verlag, 2005. 471p. p. 311 -328.

FORERO-MEDINA, German; Vieira, Marcus Vinícius. Conectividade Funcional e a Importância da Interação Organismo Paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

GUARENCHI, Marjorie Mendes. **Avaliação dos potenciais impactos da expansão canavieira sobre a conectividade da paisagem**. 2018. 142 f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2018.

HERRMANN, Gisela; MACHADO, Ricardo Bomfim; MACEDO, Diego Rodrigues. Planejamento para a Conservação da Biodiversidade Regional: uma proposta metodológica para indicação de áreas prioritárias para recuperação, formação de microcorredores e criação de unidades de conservação. In: HERRMANN, Gisela (Org.). **Incorporando a teoria ao planejamento regional da conservação: a experiência do corredor ecológico da Mantiqueira**. Belo Horizonte: Valor Natural, 2011. p. 118-181.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária 2018**. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/abate-leite-couro-ovos\\_201801caderno.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201801caderno.pdf)>. Acesso em: 20 de março de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2. ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências do IBGE, 2012. 271p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE - Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2013. 170p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal de Divisão de Geração de Imagens**. 2018. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de outubro de 2018.

LUZ, Camila Calazans da Silva; RAMOS, Alexander Webber Perlandim; SILVA, Gessica de Jesus Oliveira. Natural and environmental vulnerability of the Jauru-Mato Grosso river hydrographic basin, Brazil. **Rae'ga**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 176-187 2019.

MACHADO, Tamires da Silva; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; GALVANIN, Edinéia Aparecida Dos Santos; NEVES, Ronaldo José. Geotecnologias e análise multivariada para investigação da tipologia do uso agropecuário do estado de Mato Grosso. **GEO UERJ**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 33, p. 1-18, 2018.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass** – Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 03 de novembro de 2018.

MATO GROSSO (ESTADO). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral – SEPLAN. **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso**: Macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos, estratégias e linhas estruturantes. In: PRADO, José Gonçalves Botelho do; BERTCHIELI, Regiane; OLIVEIRA, Luceni Grassi de. (Org.). Cuiabá: Central de Texto, 2017. 108p.

MATO GROSSO (ESTADO). Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão – SEPLAG. **Sistema de Informações Cartográficas da SEPLAG-MT (Base Cartográfica)**. Disponível em: <[http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas?ciclo=cv\\_gestao\\_inf](http://www.seplan.mt.gov.br/-/10951338-bases-cartograficas?ciclo=cv_gestao_inf)>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

METZGER, Jean Paul. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, Uberlândia/MG, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

MUCHAILH, Mariese Cargnin; RODERJAN, Carlos Vellozo; CAMPOS, João Batista; MACHADO, Ayrton Luiz Torricillas; CURCIO, Ribas Curcio. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

NAIMAN, Robert J.; BECHTOLD, Scott J.; DRAKE, Deanne. C.; LATTERELL, Joshua. J.; O'KEEFE, Thomas C.; BALIAN, Estelle V. Origins; patterns and importance of heterogeneity in riparian systems. In: LOVETT, Gary M.; JONES,

Clive; TURNER, Monica G.; WEATHERS, Kathleen C. (Org.). **Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes**. New York: Springer-Verlag, 2005. p. 279 -309.

NEVES, Laís Fernandes de Souza; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; CANALE, Gustavo Rodrigues. 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**, Goiânia, v. 8, n. 2, p. 130-149, 2014.

NEVES, Sandra Mara Alves da Silva KREITLOW, Jesã Pereira; MIRANDA, Miriam Raquel da Silva; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; SILVA, João dos Santos Vila; CRUZ, Carla Bernadete Madureira; VICENS, Raul Sanches. Dynamics and environmental state of vegetable coverage and land use in landscape regions of the southwestern portion of the brazilian state of Mato Grosso. **Rae'ga**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 155-175, 2019.

NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; KREITLOW, Jesã Pereira; SILVA, João dos Santos Vila da; MIRANDA, Miriam Raquel da Silva; VENDRAMINI, William James. Pressão antrópica na paisagem de Mirassol D'Oeste/MT, Brasil: subsídios para o planejamento ambiental municipal. **Ciência Geográfica**, Bauru/SP, v. 11, n. 1, p. 141-155, 2017.

OLIVEIRA, Olavo Amâncio de; TEIXEIRA, Thiara Messias de Almeida; PASSO, Denilson Pereira. Mapeamento dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente dos rios que contribuem para o barramento do rio Paranã, Formosa-GO. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 491-515, 2018.

PESSOA, Seyla Poliana Miranda; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; KREITLOW, Jesã Pereira; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; NUNES, Josué Ribeiro da Silva; ZAGO, Bruno Wagner. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Árvore**, Viçosa/MG, v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013.

RAMOS, Alexander Webber Perlandim; LUZ, Camila Calazans da Silva; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; FREITAS, Larissa Espinosa de; NEVES, Laís Fernandes Souza. Análise da capacidade e conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego da Piraputanga-MT, Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 28, n. 55, p. 812-827, 2018.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018. 353p.

SAUDERS, Denis A.; HOBBS, Richard J. The role of corridor in conservation: what do we know and where do we go? In: SAUNDERS, Denis A.; HOBBS, Richard J. (Org.). **Nature conservation 2: the role corridors**. Chipping Norton: Surrey Beatty e Sons, 1991. 456p. p. 421-427.

SAURA, Santiago, RUBIO, Lindón. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. **Ecography**, Wiley/US, v. 33, n. 1, p. 523-537, 2010.

SAURA, Santiago; PASCUAL-HORTAL, Lúcia. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing

indices and application to a case study. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam/NL, v. 83, n. 3, p. 91-103, 2007.

SILGUEIRO, Vinícius de Freitas; BUTTURI, Weslei; BRUGNARA, Emanuelle; WOJCIECHOWSKI, Júlio César, TAMBOSI, Leandro Reverberi. Identificação de áreas de preservação permanente prioritárias para restauração florestal visando a constituição de corredores ecológicos nos municípios de Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta em Mato Grosso. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 18., 2017, Santos/SP. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2017. p. 1329-1336.

TAMBOSI, Leandro Reverberi. **Estratégias espaciais baseadas em ecologia de paisagens para a otimização dos esforços de restauração**. 2014. 116f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TARIFA, José Roberto. **Mato Grosso: Clima – Análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 102p.

TAYLOR, Philip D.; FAHRIG, Lenore; HENEIN, Kringen; MERRIAM, Grey. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, Oslo/NO, v. 68, n. 3, p. 571-573, 1993.

TREVISAN, Diego Peruchi; MOSCHINI, Luiz Eduardo. Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Anápolis/GO, v. 4, n. 3, p. 16-30, 2015.

URBAN, Dean L; KEITT, Timothy H. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. **Ecology**, Wiley/US, v. 82, n. 5, p. 1205-1218, 2001.

XAUD, Maristela Ramalho; EPIPHANIO, José Carlos Neves. Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 44, n. 1, p. 107-120, 2014.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espaço-temporal da paisagem possibilitou aferir que, ao longo de três décadas ocorreram intensas modificações no território do município de Nova Marilândia-MT, em virtude da expansão das atividades antrópicas, em especial a pecuária, seguindo a tendência de estudos realizados em municípios da região.

Como resultado dessa antropização houve diversos impactos a configuração da vegetação nativa na paisagem, que obteve aumento da complexidade das formas e as distâncias entre os fragmentos, além da redução da conectividade funcional, ainda que de maneira moderadamente leve.

Esse cenário refletiu nas Áreas de Preservação Permanentes que apresentaram áreas em divergência com a Lei 12.651/2012, que dispõe dos parâmetros para delimitação e conservação, podendo indicar possíveis impactos a biodiversidade. Dado a baixa quantidade de fragmentos de médio e alta prioridade a restauração, medidas simples de manejo, como isolamento das APPDs, podem oportunizar a recuperação natural das áreas, restabelecendo com o tempo a funcionalidade da paisagem sem a necessidade de altos investimentos.