



Programa de Pesquisa em Resiliência da  
Agricultura Familiar no Norte e Noroeste do Mato Grosso

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**ESTRUTURA ESPACIAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA  
PAISAGEM RURAL DE UM MUNICÍPIO NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

Rafael Pereira de Paula. ESTRUTURA ESPACIAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PAISAGEM RURAL DE UM MUNICÍPIO NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE. 2019. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de São Carlos, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Adriana Cavalieri Sais.

In: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11342>

**RAFAEL PEREIRA DE PAULA**

**Araras**

**2019**



**Programa de Pesquisa em Resiliência da  
Agricultura Familiar no Norte e Noroeste do Mato Grosso**

**ESTRUTURA ESPACIAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PAISAGEM RURAL DE UM  
MUNICÍPIO NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

**RAFAEL PEREIRA DE PAULA**

**ORIENTADORA: PROFa. Dra. ADRIANA CAVALIERI SAIS**

**CO-ORIENTADORES: PROF. Dr. ALEXANDRE DE AZEVEDO OLIVAL,  
PROFa. Dra. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Agroecologia e  
Desenvolvimento Rural como requisito  
parcial à obtenção do título de  
**MESTRE EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL**

Araras

2019



Pereira de Paula, Rafael

Estrutura espacial de sistemas agroflorestais na paisagem rural de um município na Amazônia Matogrossense / Rafael Pereira de Paula. -- 2019.  
89 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador: Adriana Cavalieri Sais

Banca examinadora: Adriana Cavalieri Sais, Eliana Cardoso Leite, Cristiane Dambrós

Bibliografia

1. Ecologia de Paisagem. 2. Agroflorestas. 3. Cobertura e uso da terra. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

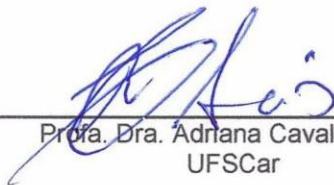
Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

---

## Folha de Aprovação


---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Rafael Pereira de Paula, realizada em 18/02/2019:



---

Profa. Dra. Adriana Cavalieri Sais  
UFSCar



---

Profa. Dra. Eliana Cardoso Leite  
UFSCar



---

Prof. Dr. Cristiane Dambrós  
UNESP



## AGRADECIMENTOS

*Aos meus antepassados todo respeito e reconhecimento, que pela arte, cultura e modo de viver me inspiram a contribuir para um mundo cada vez melhor...*

*Aos que se preocuparam comigo e cuidaram de mim de um modo único e maravilhoso nesses dois anos, eu agradeço do fundo do coração!*

- À minha família, meus pais Marilda e Jair, e meus irmãos Ronaldo e Rodrigo. Vocês são os melhores pedaços da minha vida e daqueles que mais sorrisos geram;

- À minha grande amiga e companheira Wanderléia de Albuquerque, pelas longas conversas madrugada afora, pelos conselhos infalíveis e por ser sempre um momento de afeto nos meus dias mesmo com todas as distâncias. Agradeço também pelo colo, pelos abraços, pelos sorrisos espontâneos e pelos maravilhosos momentos de carinho durante as pausas desse processo;

- À Profa. Adriana e Profa. Renata, por me orientarem na superação de muitos desafios e me proporcionarem grandes conquistas que não ficaram restritas apenas à pesquisa;

- Ao Prof. Alexandre e aos técnicos e agricultores do Instituto Ouro Verde, que são as verdadeiras sementes da resistência por todo amor pela terra e pela natureza no Portal da Amazônia;

- Aos queridos amigos Juscelino Jr., Amanda, Diego e Renan por compartilharem a vida comigo nesses anos e assim lhe dar significado especial;

- A todos os meus amigos de outrora, aos que vieram nesses dois anos e principalmente aos que ficarão pra sempre.

*Eu agradeço e não ficarei apenas pelas palavras, porque vocês merecem todas as minhas melhores ações.*

*Agradeço imensamente a todos aqueles que contribuíram para a realização desta pesquisa e elaboração desse documento. Esse trabalho só foi possível graças ao imenso apoio de generosas pessoas...*

- À professora Adriana Cavalieri Sais por toda a paciência, por sempre acreditar nesse projeto, pela maravilhosa orientação e confiança durante esses anos;
- Aos professores Renata Evangelista de Oliveira e Alexandre de Azevedo Olival pelas valiosas contribuições durante todas as fases deste trabalho;
- Aos professores Cris Dambrós, Rodolfo Antônio de Figueiredo e Victor Augusto Forti pelas estimadas correções e sugestões na ocasião do exame de qualificação;
- Aos professores Cris Dambrós e Eliana Cardoso Leite pelas estimadas correções e sugestões na ocasião do exame de defesa da dissertação;
- Aos professores Marianna Stella Zibordi e Olavo Raymundo Junior pela disponibilidade em participarem das bancas;
- A toda equipe do Instituto Ouro Verde, bem como ao Fundo Amazônia e projeto Sementes do Portal, por todo o trabalho que realizam com os sistemas agroflorestais na paisagem do Portal da Amazônia;
- Ao Programa de Pesquisa em Resiliência da Agricultura Familiar no Norte e Noroeste do Mato Grosso, do qual esse trabalho faz parte;
- Aos amigos do laboratório de Geomática e estudos agroecológicos, Arildo, Bruna, Danilo, Diego, Emannuélly, Profa. Adriana, Profa. Renata e Valdânia, pelos momentos de conversa, principalmente durante os cafés onde sempre surgiam ótimas ideias;
- A todos os funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural-PPGADR, pela dedicação em tornarem o aprendizado cada vez melhor, em especial a secretária Cris;



- À UFSCar e ao PPGADR pela fantástica estrutura e a oportunidade para a realização desse mestrado;
- Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa que possibilitou a pesquisa;

Finalizo escrevendo uma frase muito utilizada pelos agricultores familiares do Projeto Sementes do Portal... *“Tentaram nos enterrar, mas não sabiam que éramos sementes”...*

Muito obrigado a tod@s!

*Que plantemos um futuro melhor...*



## SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE QUADROS .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO .....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (referentes a introdução).....	8
CAPÍTULO 1 – SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PAISAGEM RURAL EM TERRA NOVA DO NORTE-MT .....	11
1.1 Introdução.....	11
1.2 Material e métodos.....	13
1.2.1 Área de estudo .....	13
1.2.2 Coleta e análise de dados .....	14
1.3 Resultados e discussão .....	18
1.3.1 Análise estrutural-espacial da paisagem.....	18
1.3.2 Impacto dos sistemas agroflorestais na paisagem.....	26
1.4 Considerações finais .....	28
1.5 Referências bibliográficas .....	29
CAPÍTULO 2 – SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA EM TERRA NOVA DO NORTE-MT.....	34
2.1 Introdução.....	34
2.2 Material e métodos.....	36
2.2.1 Área de estudo .....	36
2.2.2 Cobertura e uso da terra .....	38
2.2.3 Caracterização e análise estrutural da paisagem.....	40
2.3 Resultados e discussão .....	42
2.3.1 Caracterização estrutural da paisagem .....	42
2.3.2 Análise estrutural da paisagem.....	50
2.3.3 Evolução dos fragmentos de vegetação nativa e efeitos da restauração das APP..	54



2.4 Conclusões.....	64
2.5 Referências bibliográficas .....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	72



## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1.1 – Métricas da área dos imóveis rurais com sistemas agroflorestais, implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT .....	19
Tabela 1.2 – Métricas da área dos Sistemas Agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT .....	21
Tabela 1.3 – Índice de forma dos sistemas agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT .....	23

### CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 – Métricas de paisagem utilizadas para analisar a paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT. ....	42
Tabela 2.2 – Resultados das métricas em nível de paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT .....	51
Tabela 2.3 – Resultados das métricas de fragmentação em nível de classes de cobertura e uso da terra na paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT .....	53



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 – Métricas de ecologia de paisagem para avaliação das áreas com sistemas agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT .....	17
Quadro 1.2 – Imagens representativas dos sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT, nas categorias produção e de restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) (cursos d'água e nascentes) e seus respectivos índices de forma (Shape) .....	24



## ÍNDICE DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

Figura 1.1 – Imagens de satélite do município de Terra Nova do Norte-MT em 1985 e em 2016, evidenciando a evolução do uso e ocupação da terra.....	2
Figura 1.2 – Representação espacial da localização do Território da Cidadania Portal da Amazônia - MT, com destaque para o município de Terra Nova do Norte-MT .....	3
Figura 1.3 – Representação espacial dos limites das paisagens estudadas neste trabalho .....	6

### CAPÍTULO 1

Figura 2.1 – Representação espacial do município de Terra Nova do Norte-MT com destaque para os imóveis rurais estudados. ....	14
Figura 2.2 – Representação do processo de classificação e análise dos dados de área e forma dos imóveis rurais e sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT. (APP: Áreas de Preservação Permanente). ....	15
Figura 2.3 – Representação das análises de correlação dos dados dos imóveis rurais e sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT .....	16
Figura 2.4 – Representação espacial da distribuição dos imóveis rurais com SAF no município de Terra Nova do Norte-MT .....	18
Figura 2.5 – representação gráfica do número de sistemas agroflorestais implantados por ano no município de Terra Nova do Norte-MT .....	20
Figura 2.6 – Representação espacial do índice de forma dos imóveis com sistemas agroflorestais no município de Terra Nova do Norte-MT .....	22
Figura 2.7 – Representação gráfica da correlação de Spearman entre os tipos de sistemas agroflorestais (SAF) e imóveis rurais (Propriedades) no município de Terra Nova do Norte-MT. A) Áreas dos imóveis e áreas de SAF totais; B) Área dos imóveis e SAF de produção; C) Áreas dos imóveis e SAF em Área de	



Preservação Permanente (APP) de rios; D) Áreas dos imóveis e SAF em APP de nascentes.....	25
Figura 2.8 – Representação gráfica da correlação de Spearman das áreas e a quantidade de sistemas agroflorestais (SAF) implantada nos imóveis rurais (Propriedades) do município de Terra Nova do Norte-MT. ....	25

## CAPÍTULO 2

Figura 3.1 – Representação espacial da microbacia hidrográfica estudada com destaque para os imóveis rurais com sistemas agroflorestais implantados .....	37
Figura 3.2 – Representação do processo de delimitação da rede hidrográfica e limite de drenagem de uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT .....	38
Figura 3.3– Representação do processo de delimitação da cobertura e uso da terra de uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT. ....	40
Figura 3.4 – Representação espacial das classes de cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT .....	43
Figura 3.5 – Representação gráfica da porcentagem da área das classes de cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.....	44
Figura 3.6 – Trecho da microbacia hidrográfica com sinais de erosão provocada por bovinos.....	44
Figura 3.7 – Trecho da microbacia hidrográfica com florestas interrompidas por estradas .....	45
Figura 3.8 – Trecho da microbacia hidrográfica com nascentes e Áreas de Preservação Permanente desprotegidas. ....	46
Figura 3.9 – Trecho da microbacia hidrográfica ocupada com Monoculturas. ..	47
Figura 3.10 – Trecho da microbacia hidrográfica ocupada por sistemas agroflorestais.....	48
Figura 3.11 – Trecho da microbacia hidrográfica com sistema agroflorestal implantado ao longo de curso d'água .....	49



Figura 3.12 – Representação espacial dos diferentes tamanhos dos fragmentos de vegetação natural em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.....	55
Figura 3.13 – Fragmentos florestais em diferentes períodos (A: em 2010; B:em 2017) e cenários de possíveis restaurações das Áreas de Preservação Permanente (C: APP de 5 m; D: APP de 30 m; E: APP de 200 m) em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT .....	57
Figura 3.14 – Representação gráfica da área e número de fragmentos florestais em diferentes situações e cenário em uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT.....	58
Figura 3.15 – Representação gráfica da área das manchas dos cenários* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.....	59
Figura 3.16 – Representação gráfica do índice de forma (shape) das manchas dos cenários* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT .....	60
Figura 3.17 – Representação gráfica do índice proximidade (prox) das manchas de cenários* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT .....	62
Figura 3.18 – Mudanças na paisagem após a implantação dos sistemas agroflorestais. (A: em 2010, antes da implantação de SAF; B: em 2017, após a implantação de SAF).....	63



## ESTRUTURA ESPACIAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PAISAGEM RURAL DE UM MUNICÍPIO NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

**Autor:** RAFAEL PEREIRA DE PAULA

**Orientadora:** Profa. Dra. ADRIANA CAVALIERI SAIS

**Co-orientadores:** Prof. Dr. ALEXANDRE DE AZEVEDO OLIVAL e Profa. Dra. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA.

### RESUMO

Neste trabalho, a estrutura espacial de sistemas agrofloretais (SAF) é colocada como tema objeto de estudo, com ênfase na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT, pertencente ao bioma amazônico. O objetivo foi analisar a estrutura espacial dos imóveis rurais do município e dos SAF que os compõe; caracterizar e analisar a estrutura espacial das classes de cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município, relacionando-os à estrutura dos SAF e vegetação natural; e propor alternativas que visem melhorar e/ou conservar os aspectos relacionados a ecologia das paisagens analisadas. O capítulo 1 aborda a estrutura espacial dos imóveis rurais, e dos SAF que os compõe, na paisagem rural do município. A estrutura dos imóveis rurais reflete uma organização espacial que preconizou o acesso a fontes de água e a estradas, características da colonização. A estrutura dos SAF está relacionada com o seu objetivo como produção ou restauração e sua distribuição espacial demonstra uma inclinação para a diversificação da matriz produtiva e preocupação com a restauração e preservação dos recursos hídricos. O capítulo 2 traz a discussão sobre a estrutura espacial da cobertura e do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município, abordando o papel dos SAF no aumento da cobertura florestal e no cumprimento da legislação ambiental em diferentes cenários. A microbacia hidrográfica sofreu intensa fragmentação da vegetação natural para a implantação de pastagens. Deste modo, os SAF contribuem para a melhoria das características ecológicas da paisagem e apresentam-se como alternativa para a restauração da conectividade da paisagem fragmentada.

**Palavras-chave:** Agroflorestas; Desmatamento na Amazônia; Ecologia de paisagem; Métricas de paisagem; Cobertura e uso da terra.

## SPACE STRUCTURE OF AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE RURAL LANDSCAPE OF A MUNICIPALITY IN THE AMAZON OF MATO GROSSO

**Author:** RAFAEL PEREIRA DE PAULA

**Adviser:** Profa. Dra. ADRIANA CAVALIERI SAIS

**Co-advisers:** Profa. Dra. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA and Prof. Dr.  
ALEXANDRE DE AZEVEDO OLIVAL

### ABSTRACT

In this work, the spatial structure of agroforestry systems (AFS) is placed as a subject of study, with emphasis on the landscape of the municipality of Terra Nova do Norte-MT, belonging to the Amazonian biome. The objective was to analyze the spatial structure of the rural properties of the municipality and the AFS that compose them; characterize and analyze the spatial structure of the land cover and land use classes in a hydrographic basin in the municipality, relating them to the structure of AFS and natural vegetation; and propose alternatives that aim to improve and/or conserve aspects related to the ecology of the landscapes analyzed. Chapter 1 discusses the spatial structure of rural properties, and the AFS that compose them, in the rural landscape of the municipality. The structure of rural properties reflects a spatial organization that advocated access to water sources and roads, characteristic of colonization. The structure of AFS is related to its objective as production or restoration and its spatial distribution shows an inclination for the diversification of the productive matrix and concern with the restoration and preservation of water resources. Chapter 2 discusses the spatial structure of land cover and land use in a river basin in the municipality, addressing the role of AFS in increasing forest cover and compliance with environmental legislation in different scenarios. The hydrographic micro basin underwent intense fragmentation of the natural vegetation for the implantation of pastures. In this way, the AFS contribute to the improvement of the ecological characteristics of the landscape and are presented as an alternative for the restoration of the connectivity of the fragmented landscape.

**Key-words:** Agroforestry; Deforestation in the Amazon; Landscape ecology; Landscape metrics; Coverage and land use.



## INTRODUÇÃO

Historicamente, o avanço da fronteira agropecuária sobre as áreas florestais da Amazônia Brasileira tem causado intensos impactos ambientais e socioeconômicos na região (PAULO et al., 2015; BONINI; PESSOA; SEABRA JÚNIOR, 2013; MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016; WEIHS; SAYAGO; TOURRAND, 2017). No início dos anos 80, o governo brasileiro encorajou o desmatamento de florestas nativas por colonizadores para a implantação de atividades antrópicas, principalmente a pecuária e mais recentemente para a produção de soja (PAULO et al., 2015; ARIMA; BARRETO; BRITO, 2005; DOMINGUES; BERMANN, 2012; RIVERO et al., 2009; FERNANDES et al., 2018; FARIAS et al., 2018).

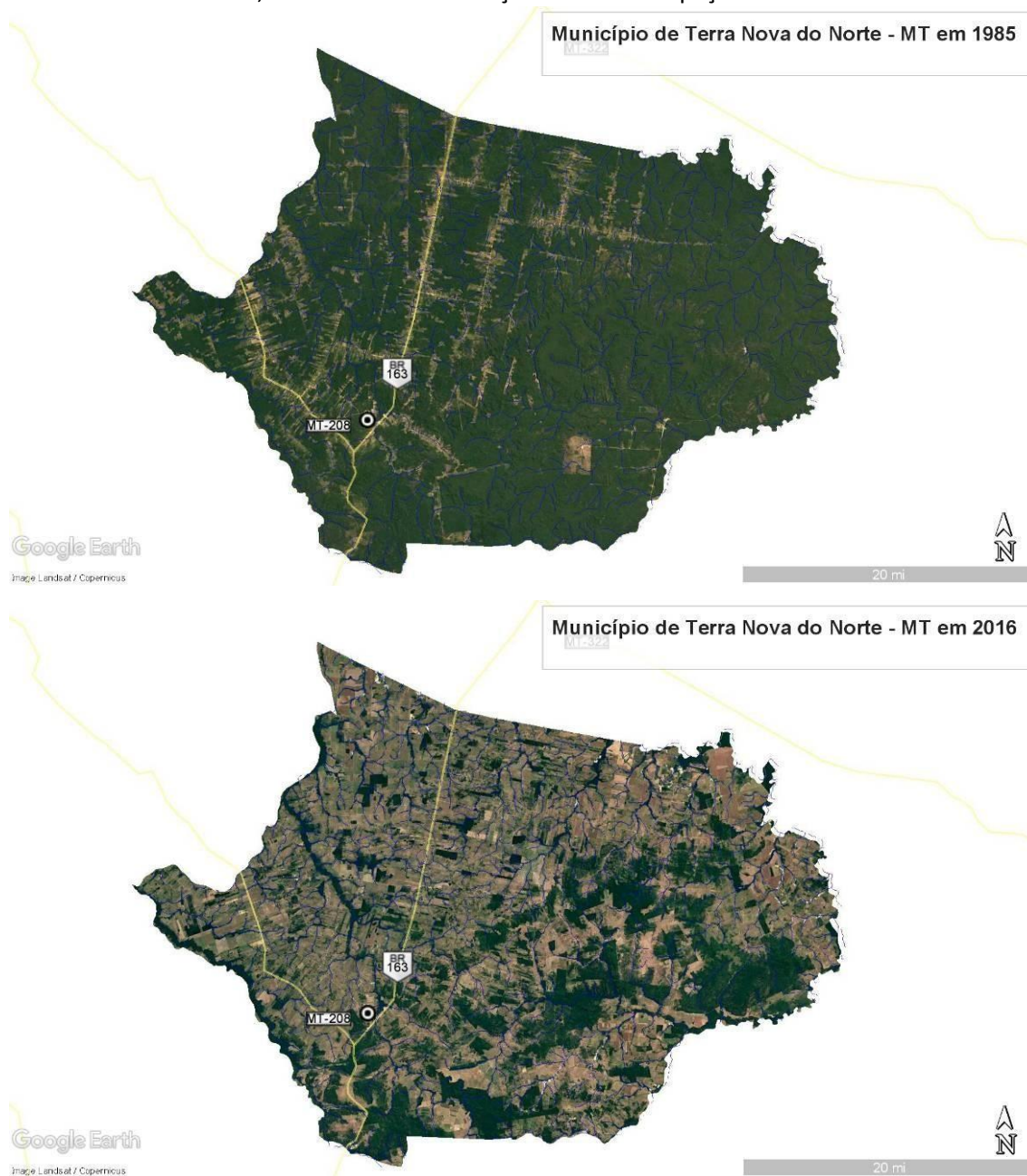
Consequência direta e inevitável do desmatamento, a fragmentação da vegetação natural (PAULA; SAIS; OLIVEIRA, 2018), é processo de ruptura na continuidade espacial de habitats naturais que ocorre à medida que grande extensão de floresta é subdividida e diminui de tamanho (METZGER, 2008). A fragmentação da floresta tem múltiplos efeitos sobre a biota amazônica, podendo alterar a diversidade e a composição das comunidades nos fragmentos e mudar processos ecológicos. Esses efeitos ocorrem em função do isolamento e são em geral proporcionais ao tamanho do fragmento (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Nesse contexto, o município de Terra Nova do Norte foi fundado na década de 1980 em território de domínio amazônico. É oriundo de assentamento de colonização rural e apresenta uma dinâmica geográfica, cultural, social, econômica e política essencialmente agropecuária, articulada à formação de agrovilas e com predominância da agricultura familiar, presente em 85% dos imóveis rurais (LOVATO, 2016a; INSTITUTO..., 2016). No ano de 2006 cerca de 80% das áreas com atividades agropecuárias eram de pastagens, e mais de 80% dos agricultores familiares desenvolviam a pecuária leiteira como sua principal atividade (OLIVAL; SPEXOTO; RODRIGUES, 2006; LOVATO, 2016a; LOVATO, 2016b).

Nesse contexto, as áreas de pastagem, sobretudo degradadas devido à pecuária extensiva, tornaram-se a matriz antrópica mais comum na paisagem

do município (Figura 1.1), avançando inclusive sobre Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, podendo causar diminuição da capacidade de adaptação dos agricultores aos desafios ambientais crescentes, principalmente nos pequenos imóveis rurais (PAULA; SAIS; OLIVEIRA, 2018).

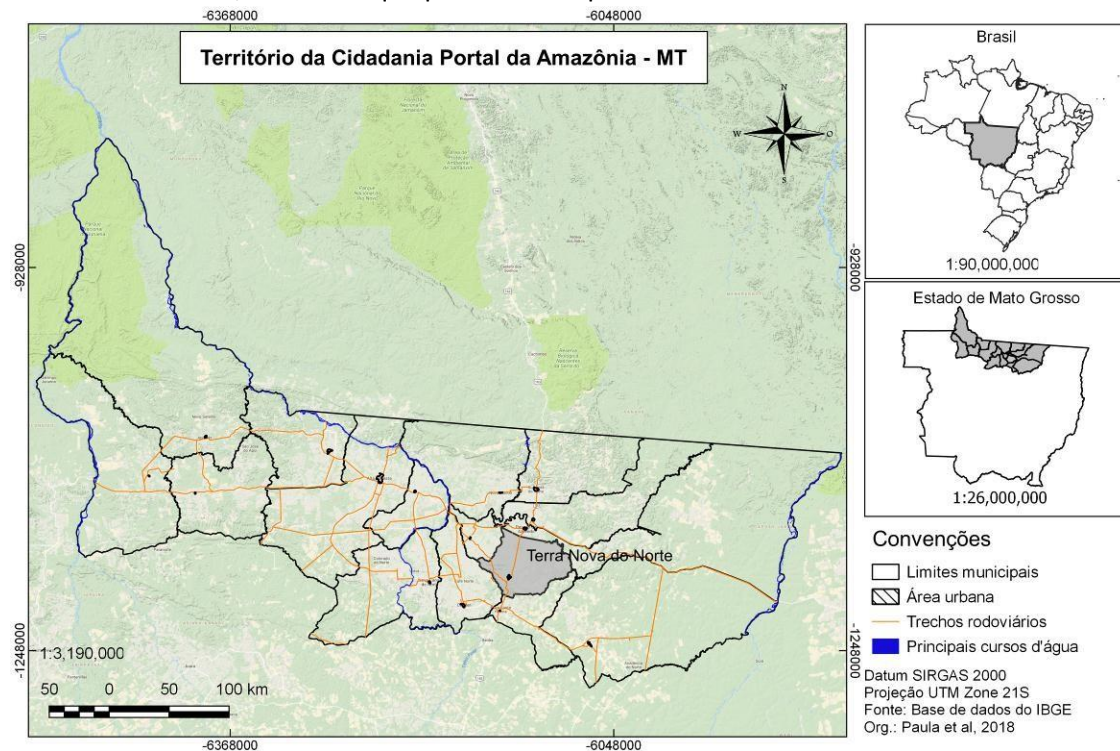
**Figura 1.1** – Imagens de satélite do município de Terra Nova do Norte-MT em 1985 e em 2016, evidenciando a evolução do uso e ocupação da terra.



Fonte: Google Earth, 2018.

Terra Nova do Norte é um dos 16 municípios que compõem o Território da Cidadania Portal da Amazônia no norte do estado de Mato Grosso (BRASIL, 2008) (Figura 1.2). O Portal da Amazônia está localiza-se na divisa do estado de Mato Grosso com os estados do Pará e Amazonas, na região conhecida como Arco do Desmatamento. Considerando a necessidade de se criar estratégias de melhoria na paisagem rural frente aos altos índices de desmatamento decorrentes da expansão da fronteira agrícola, e de se pensar no papel da agricultura familiar na região e em seus sistemas de produção, foi iniciada em 2014 a estruturação de um programa de pesquisa intitulado “Pesquisa-ação para a avaliação e fortalecimento da Resiliência da Agricultura Familiar na Amazônia – MT”.

**Figura 1.2** – Representação espacial da localização do Território da Cidadania Portal da Amazônia - MT, com destaque para o município de Terra Nova do Norte-MT.



Fonte: Base de dados do IBGE, 2017.

Este programa envolve a articulação de seis Universidades (entre as quais a Universidade Federal de São Carlos), Organizações Não Governamentais e representantes de comunidades rurais que buscam, através da integração de diferentes escalas e dimensões de análise, a construção de



um processo de aprendizagem coletivo para gerar conhecimentos teóricos e práticos para fortalecer as iniciativas (desenvolvidas por organizações públicas, do terceiro setor e movimentos sociais) que apoiam a agricultura familiar e camponesa, e ao mesmo tempo para despertar inovação quanto ao papel social da universidade.

O programa está estruturado na necessidade de reinvenção das estratégias de resiliência da agricultura familiar e nos desafios teóricos e práticos associados a esta ideia, envolvendo a articulação de pesquisa interdisciplinar com ações de formação e extensão, com ênfase em: (i) formas de ocupação da paisagem e uso de recursos naturais; (ii) interações sociais, cultura e modos de vida; (iii) governança, gestão e instituições; (iv) relações econômicas e de mercado. Parte de questões específicas relacionadas aos principais sistemas produtivos existentes para estudar elementos relacionados à resiliência dos agricultores familiares, articulando pesquisas quantitativas e qualitativas.

A Amazônia mato-grossense é uma paisagem em que agricultores e agricultoras familiares desenvolvem múltiplas atividades produtivas (criação de gado e produção de leite, cultivos agrícolas diversos, extrativismo florestal, sistemas agroflorestais e silvipastoris) em várias escalas, que podem ser analisadas desde a parcela produtiva na propriedade rural até o território, e que integram e ajudam a descrever os modos de vida de pessoas e comunidades.

Desde 2010, através de um projeto intitulado Sementes do Portal (desenvolvido por uma articulação entre a organização não governamental local -Instituto Ouro Verde – IOV, com financiamento do Fundo Amazônia/ BNDES e movimentos sociais locais) e da atuação de seu Centro de Pesquisa em Agrofloresta, foram implantados mais de 2800 ha de Sistemas Agroflorestais, em propriedades de mais de 1200 famílias de agricultores familiares. OS SAF implantados atendem à adequação e às demandas das propriedades rurais no que se refere à restauração florestal (quando implantadas em áreas de preservação permanente), e à silvicultura e agrossilvicultura (quando implantadas em áreas de reserva legal ou em outras áreas, não protegidas, voltadas à produção).



As pesquisas apresentadas nesse trabalho relacionam-se a uma das linhas de pesquisa do Programa de Pesquisa-Ação, voltadas ao mapeamento e caracterização dos Sistemas Agroflorestais implantados no âmbito do Projeto Sementes do Portal, com vistas ao seu monitoramento e proposições de manejo, e para melhoria dos sistemas produtivos e de restauração florestal na região de estudo.

Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAF) biodiversos, por serem mais similares ao habitat natural, podem melhorar os aspectos relacionados a ecologia da paisagem, facilitando o movimento de animais e propágulos vegetais entre os fragmentos de vegetação natural; como zonas de proteção em seu entorno; e melhorando a conectividade através de corredores, principalmente em paisagens altamente fragmentadas e com predomínio de monocultivos (CULLEN JR. et al., 2001; LAURANCE, 2004; UEZU; BEYER; METZGER, 2008).

A ecologia de paisagens é uma área de conhecimento marcada pela combinação de duas principais abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e as relações interesporaciais de um fenômeno natural; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica. A ecologia de paisagens vem promovendo uma mudança de paradigma nos estudos sobre fragmentação e conservação de espécies e ecossistemas, pois permite a integração da heterogeneidade espacial e do conceito de escala na análise ecológica, tornando esses trabalhos ainda mais aplicados para resolução de problemas ambientais (METZGER, 2001; BATISTA, 2014; REED et al., 2016).

A análise de paisagem pode ser realizada com ferramentas computacionais, especialmente o Sistema de Informações Geográficas (SIG) através de um conjunto de procedimentos e medidas, conhecido como métricas de paisagem, que medem e descrevem a estrutura espacial das manchas, classes de manchas ou do total da paisagem (BARBOSA et al., 2018).

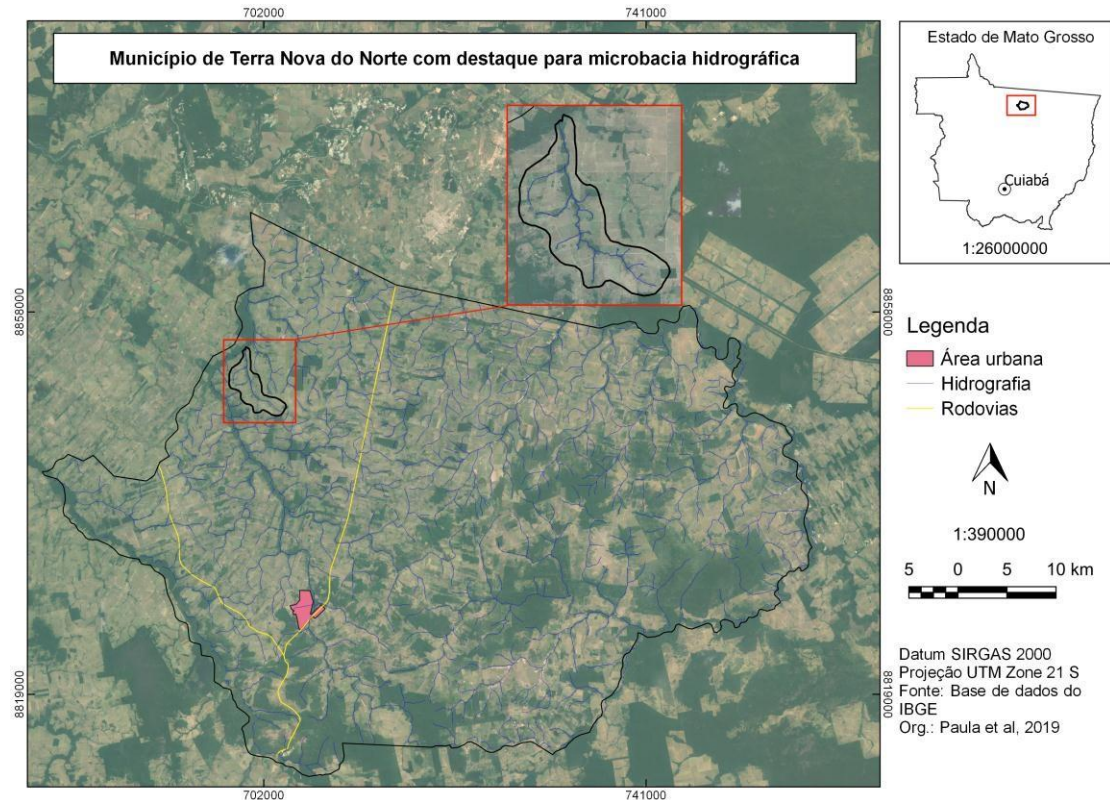
A estrutura, no âmbito da ecologia de paisagens, refere-se à relação espacial entre ecossistemas distintos ou elementos presentes na paisagem, em

relação à dimensão, forma, número, tipo e configuração dos ecossistemas (BATISTA, 2014). A análise e interpretação dos padrões espaciais recebem uma especial atenção em ecologia da paisagem e possibilitam avaliar a multifuncionalidade dos ecossistemas em análise buscando reestabelecer a conectividade da vegetação natural (BARBALHO; SILVA; DELLA GIUSTINA, 2015).

Em análise de paisagens, a conectividade se opõe à fragmentação. É geralmente definida como a capacidade de uma paisagem de facilitar os fluxos de espécies e propágulos. De acordo com Metzger, (2008) para aumentar a conectividade da paisagem há duas estratégias básicas: melhorar a rede de corredores e aumentar a permeabilidade da matriz da paisagem.

Neste trabalho, a estrutura espacial de sistemas agroflorestais é colocada como tema objeto de estudo, com ênfase na paisagem de um município do bioma amazônico e de uma microbacia hidrográfica (Figura 1.3).

**Figura 1.3** – Representação espacial dos limites das paisagens estudadas neste trabalho.



Fonte: base de dados do IBGE, 2017.



Dessa forma, as principais questões que nortearam o seu desenvolvimento foram:

- Quais os padrões característicos da estrutura espacial dos sistemas agroflorestais, implantados entre os anos de 2010 a 2016, na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT?

- Quais os padrões característicos da estrutura espacial dos imóveis rurais que implantaram SAF na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT?

- Existe relação entre os padrões da estrutura espacial dos sistemas agroflorestais e dos imóveis rurais em que foram implantados?

- Quais os impactos da implantação dos sistemas agroflorestais na relação espacial entre os elementos presentes na paisagem do município e dos imóveis rurais?

- Quais são as características da cobertura e uso da terra de uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT?

- Quais os padrões da estrutura espacial da paisagem da microbacia hidrográfica e das classes de cobertura e uso da terra?

- Os sistemas agroflorestais podem melhorar e/ou conservar as características ecológicas da paisagem da microbacia hidrográfica?

A partir dessas questões definiram-se os seguintes objetivos:

1- Analisar a estrutura espacial dos imóveis rurais que implantaram SAF entre os anos de 2010 a 2016 na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT;

2- Analisar a estrutura espacial dos SAF implantados entre os anos de 2010 a 2016 na paisagem do município;

3- Caracterizar a cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município;

4- Analisar a estrutura espacial das classes de cobertura e uso da terra na paisagem da microbacia hidrográfica;

5- Analisar a estrutura espacial dos sistemas agroflorestais e vegetação natural e suas interações espaciais com as diferentes coberturas e usos da terra na paisagem da microbacia hidrográfica;



6- Propor alternativas que visem melhorar e/ou conservar os aspectos relacionados a ecologia da paisagem da microbacia hidrográfica.

A fim de buscar respostas às questões colocadas, e atingir os objetivos acima descritos, foram definidas para esta pesquisa as seguintes atividades:

- (i) Coleta e organização dos dados geográficos referentes às áreas dos imóveis rurais e dos sistemas agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT;
- (ii) Consulta a bancos de dados geográficos secundários sobre hidrografia, relevo, trechos rodoviários, área urbana e limites municipais de Terra Nova do Norte-MT;
- (iii) Definição, elaboração e processamento de dados e informações geográficas necessárias para a realização das análises;
- (iv) Análises e discussões através de métricas e conceitos de ecologia de paisagem.

Este trabalho foi organizado em dois capítulos. O primeiro capítulo aborda a estrutura espacial dos imóveis rurais, e dos SAF que os compõe, na paisagem rural do município de Terra Nova do Norte, discutindo sobre a importância em futuras tomadas de decisão sobre cobertura e uso da terra, o planejamento voltado à introdução de novos SAF e à construção de paisagens multifuncionais nesse e em outros municípios da Amazônia mato-grossense. O segundo traz a discussão sobre a estrutura espacial da cobertura e do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT. Aborda ainda a estrutura espacial dos sistemas agroflorestais e suas interações espaciais com as diferentes coberturas e usos da terra, visando a construção de uma paisagem multifuncional nessa e em outras microbacias do município de Terra Nova do Norte-MT.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (referentes a introdução)

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. **Pecuária na Amazônia**: tendências e implicações para a conservação ambiental. Belém: Imazon, 2005.

BARBALHO, M. G. da S.; SILVA, S. D.; DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 472-487, 2015.

BARBOSA, S. G.; SPLETOZER, A. G.; ROQUE, M. P. B.; FERREIRA NETO, J. A.; DIAS, H. C. T.; RAMOS, M. P.; BONILLA, M. A. C.; RIBEIRO, W. S.; ALCÁNTARA-DE-LA-CRUZ, R.; ZANUNCIO, J. C. Geotechnology in the analysis of forest fragments in northern Mato Grosso, Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 3959-3965, 2018.

BATISTA, M. T. F. **Modelação geográfica em processos de caracterização e avaliação da paisagem numa perspectiva transfronteiriça**. 2014. 264 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade de Évora, Évora, 2014.

BRASIL. **Territórios da Cidadania**. Brasília: Governo Federal, 2008.

CULLEN JR., L.; SCHMINK, M.; PÁDUA, C. V.; MORATO, I. Agroforestry benefit zones: a tool for the conservation and management of Atlantic forest fragments, Sao Paulo, Brazil. **Natural Areas Journal**, v. 21, n. 4, p. 346-356, 2001.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia da pecuária à soja. **Ambiente & Sociedade**, v. 14, n. 2, p. 1-22, 2012.

FARIAS, M. H. C. S.; BELTRÃO, N. E. S.; SANTOS, C. A. CORDEIRO, Y. E. M. Impacto dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia. **Mercator**, v. 17, p. 1–20, 2018.

FERNANDES, E. M. S.; SOARES, D. R.; OLIVEIRA, R. E.; SAIS, A. C. Evolução da Paisagem do Município de Carlinda/MT. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estabelecimento e área da agricultura familiar, segundo as Unidades da Federação, Mesorregiões, Microrregiões e Municípios - 2006**. Brasília, 2016.

Disponível em:

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Agropecuario\\_2006/agri\\_familiar\\_2006/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/agri_familiar_2006/).

Acesso em: 21 maio 2018.

LAURANCE, S. G. W. Landscape connectivity and biological corridors. In: SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. IZAC, A. M. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004. p. 50- 63.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n.3, p.434-



451, 2009.

LOVATO, D. M. C. O projeto Terra Nova em Mato Grosso no contexto da fronteira capitalista : um estudo de caso. **Nativa**, v. 5, n. 2, p. 25–41, 2016a.

LOVATO, D. M. C. A (re)configuração do espaço rural no território Portal da Amazônia. **Nativa**, v. 5, n. 2, p. 88–105, 2016b.

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

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008, p. 49-76.

MOUTINHO, P.; GUERRA, R.; AZEVEDO-RAMOS, C. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: What is missing? **Elementa Science of the Anthropocene**, v. 4, p. 1-11, 2016.

OLIVAL, A. de A.; SPEXOTO, A. A.; RODRIGUES, J. A. Organização Comunitária Como Estratégia de Desenvolvimento Sustentável: os Resultados do Primeiro Ano do Projeto Gestar – Território Portal da Amazônia, MT, Brasil. **Revista Ciência em Extensão**, v. 3, n. 1, p. 45–52, 2006.

PAULA, R. P.; SAIS, A. C.; DE OLIVEIRA, R. E. Conectividade de fragmentos de vegetação nativa e Áreas de Preservação Permanente de imóveis rurais familiares em uma microbacia hidrográfica na Amazônia Matogrossense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

PAULO, C. M.; CINTRA, L. M.; CUNHA, L. M. V.; OTTA, D. V.; ENGELMANN, E. Expansão da Fronteira Agropecuária e Desmatamento na Região de Alta Floresta/MT: alternativas para o desenvolvimento sustentável. **Gestão & Políticas Públicas**, v. 5, n. 1, p. 108–130, 2015.

REED, J.; VIANEN, J. V.; DEAKIN, E. L.; BARLOW, J. SUNDERLAND, T. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: learning from the past to guide the future. **Global change biology**, v. 22, n. 7, p. 2540-2554, 2016.

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

UEZU, A.; BEYER, D. D.; METZGER, J. P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region? **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 8, p. 1907-1922, 2008.

WEIHS, M.; SAYAGO, D.; TOURRAND, J. F. Dinâmica da fronteira agrícola do Mato Grosso e implicações para a saúde. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 323–338, 2017.



## CAPÍTULO 1 – SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA PAISAGEM RURAL EM TERRA NOVA DO NORTE-MT

### 1.1 Introdução

O uso do solo na Amazônia Legal é heterogêneo, e sua paisagem atual deriva de diferentes fases do desenvolvimento de ações antrópicas ocorridas ao longo dos últimos 50 anos (MELLO; ARTAXO, 2017). No início dos anos 80, o governo brasileiro encorajou o desmatamento de florestas nativas por colonizadores para a implantação de atividades agrícolas. O avanço dessa fronteira agrícola na Amazônia preconizou a retirada de vegetação nativa para dar lugar à atividade pecuária e mais recentemente para a produção de soja (DOMINGUES; BERMAN, 2012; RIVERO et al., 2009). Além disso, milhões de hectares foram convertidos em assentamentos rurais no Brasil, com 90% deles na Amazônia Legal (EZZINE-DE-BLAS et al., 2011). Os assentamentos rurais também convertem florestas nativas em outros usos e ocupação da terra na Amazônia (ALENCAR et al., 2016; FARIAS et al., 2018).

Compreender essa paisagem analisando sua estrutura e dinâmica pode ser uma forma de se pensar o planejamento de estratégias de conservação e restauração, associadas a alternativas socioeconômicas e adaptadas localmente visando a consolidação de paisagens multifuncionais. As paisagens multifuncionais sustentáveis são criadas e manejadas para que provenham segurança alimentar e meios de subsistência, manutenção de espécies e funções ecológicas que forneçam serviços ambientais, que satisfaçam necessidades culturais, estéticas e recreativas das populações humanas (O'FARRELL; ANDERSON, 2010). Para isso, é essencial que valores ecológicos, econômicos e socioculturais sejam considerados nos processos de planejamento e tomadas de decisão (deGROOT, 2006; deGROOT et al., 2010).

A análise da paisagem pode envolver uma abordagem geográfica - em que se enfoca o planejamento e o estudo da ocupação antrópica territorial, ou ecológica - envolvendo o estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos (METZGER, 2008). Analisar a paisagem é uma forma de avaliar os recursos de que se dispõe, visando integrar características variadas e reunir partes interessadas de vários setores para fornecer soluções



em múltiplas escalas (TURNER, 1987; LANG; BLASCHKE, 2009; REED et al., 2016).

Em Terra Nova do Norte muitos agricultores familiares aderiram à implantação de SAF como alternativas à adequação ambiental de seus imóveis; à proteção e manutenção dos recursos hídricos e à geração de renda e segurança alimentar. O interesse pelas agroflorestas veio a partir da percepção dos danos ambientais decorrentes do modelo de produção adotado, em especial a degradação de nascentes e matas ciliares. Com o propósito de apoiar a recuperação de áreas degradadas, a implantação de sistemas agroflorestais na região ganhou importância a partir de 2010, com o início do projeto “Sementes do Portal”, realizado por organizações não governamentais, como o Instituto Ouro Verde (IOV), e movimentos sociais ligados a agricultura de base familiar, como a Comissão Pastoral da Terra (CPT), Movimento de Mulheres Camponesas (MMC) e Associação Comunitária Regional de Agricultores do Norte de Mato Grosso. Esse projeto deu início ao diálogo sobre alternativas econômicas e segurança alimentar, trazendo os sistemas agroflorestais como uma possibilidade para as famílias de agricultores da região (GOULART et al., 2016).

Os sistemas agroflorestais (SAF) têm sido apontados como ferramentas interessantes para a reintrodução do componente arbóreo, com objetivos ecológicos ou econômicos, envolvendo a valorização da agricultura de base familiar, podendo ser considerados estratégias multifuncionais de uso da terra em paisagens rurais (MATTSONN; OSTWALD; NISSANKA, 2017). Nesses sistemas plantas lenhosas e perenes são manejadas com cultivares agrícolas em uma mesma área, envolvendo diferentes formas de arranjo espacial e sequência temporal. Há diversos tipos de SAF, desde sistemas simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta biodiversidade e alta intensidade de manejo, e entre esses, vários tipos intermediários (BERNOUX; CHEVALLIER, 2014; MICCOLIS et al., 2016; MEDRADO, 2000).



Os imóveis rurais, caracterizados pela presença de sistemas agroflorestais, são aqui compreendidos como elementos estruturais componentes da paisagem rural do município.

O presente capítulo teve como principal objetivo analisar a estrutura espacial dos imóveis rurais – e dos SAF que os compõe – na paisagem rural de Terra Nova do Norte, a fim de subsidiar, em futuras tomadas de decisão sobre cobertura e uso da terra, o planejamento voltado à introdução de novos SAF e à construção de paisagens multifuncionais nesse e em outros municípios do Portal da Amazônia (MT).

## 1.2 Material e métodos

### 1.2.1 Área de estudo

Foram estudados 202 imóveis rurais familiares no município de Terra Nova do Norte (MT), cujos proprietários aderiram ao Projeto Sementes do Portal (coordenado pelo Instituto Ouro Verde e financiado pelo BNDES, através do Fundo Amazônia), e que implantaram sistemas agroflorestais em suas áreas, entre os anos de 2010 e 2016 (Figura 2.1). O clima de acordo com a classificação de Köppen é Am com temperatura média de 25 °C e pluviosidade média anual entre 2.500 e 2.800 mm anuais (ALVARES et al., 2013). Os solos Argissolos são predominantes (SECRETARIA..., 2001; JACOMINE, 2009). A área pertence ao domínio da Floresta Ombrófila Aberta (Floresta Amazônica) com vegetação secundária e atividades agrárias (INSTITUTO..., 2004).

A escolha desse município como área de estudo foi baseada nos seguintes critérios: estar localizado no território Portal da Amazônia; possuir áreas com SAF distribuídas pelo município; e ter passado intenso processo de desmatamento da vegetação natural.

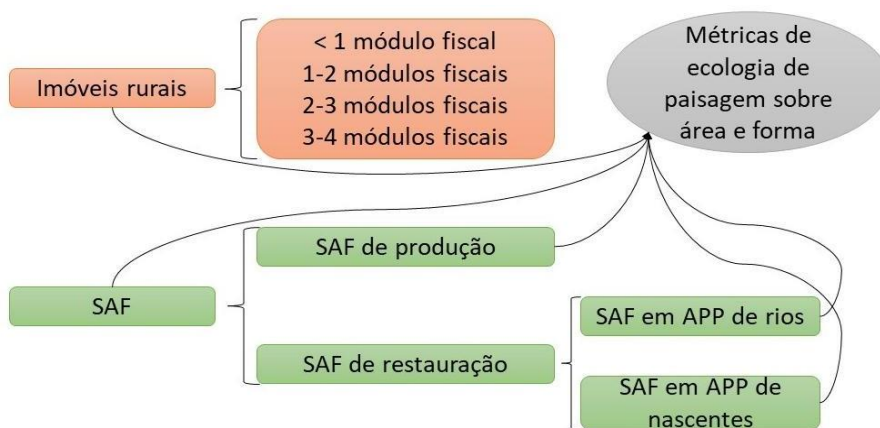
A base para a implantação desses SAF é uma rede de coleta e distribuição de sementes florestais, formada pelos próprios agricultores e que fornece material para os SAF, implantados basicamente por semeadura direta, mas também com a introdução de mudas e sementes de espécies agrícolas anuais, de adubação verde, agrícolas perenes e florestais (exóticas e nativas). Os modelos utilizados incluem quintais agroflorestais, sistemas agroflorestais



forma que para cada linha, polígono ou ponto foi criado um arquivo do tipo Shapefile (SHP), com Datum WGS 84 (World Geodetic System), projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) Zona 21S. Para analisar esses dados foi necessária a construção de um banco de dados geográficos utilizando o software QGIS versão 2.14 (QGIS, 2017).

Inicialmente os imóveis rurais foram classificados de acordo com a quantidade de módulos fiscais que possuíam, categorizados de 1 a 4 (Figura 2.2). Em Terra Nova do Norte 1 módulo fiscal equivale a 90 ha (LANDAU et al., 2012).

**Figura 2.2** – Representação do processo de classificação e análise dos dados de área e forma dos imóveis rurais e sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT.



(APP: Áreas de Preservação Permanente).

Fonte: elaborada pelos autores.

Os SAF foram classificados, com base nos dados geográficos, de acordo com sua finalidade e proximidade com os recursos hídricos: SAF de restauração de áreas de preservação permanente – APP - de nascentes e de cursos d'água e SAF de produção (Figura 2.2). Conforme definição da Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012), Área de Preservação Permanente:

É uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Art. 3º).

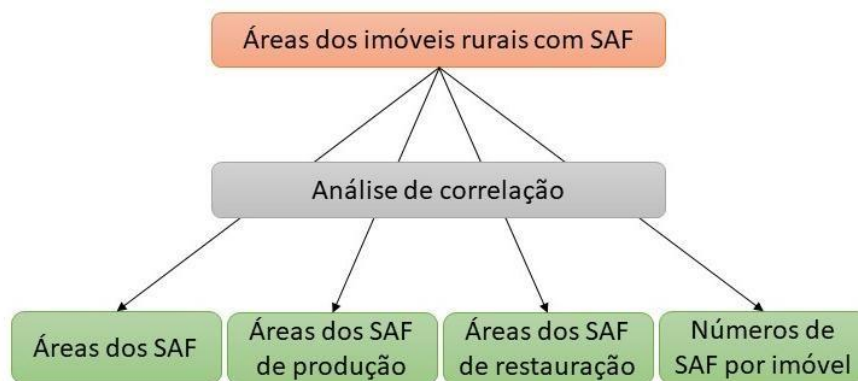
As análises realizadas nesse capítulo foram baseadas em APP de 30 metros. Foram considerados SAF de restauração aqueles em que parte ou a

totalidade da sua área estava sobre APP de nascentes ou de cursos d'água, e SAF de produção, aqueles localizados fora dessas áreas protegidas.

Para avaliar a estrutura espacial dos imóveis rurais e áreas de SAF na paisagem do município foram mensurados índices de ecologia de paisagem sobre área e forma de imóveis rurais e SAF (Figura 2.2), utilizando a ferramenta “Calculadora de campo” do software QGIS versão 2.18 (QGIS, 2017). O conjunto de métricas de paisagem utilizado no presente trabalho foi baseado em McGarigal; Marks (1995), Wu et al. (2002), Batista (2014), Lang; Baschke (2009) conforme o Quadro 1.1.

As quantidades e os tamanhos de cada tipo de SAF foram correlacionados com o tamanho de cada imóvel rural. Para tanto, foram feitas análises de correlação entre as áreas dos imóveis rurais com: áreas de SAF; áreas de SAF de restauração; áreas de SAF de produção; e número de SAF (Figura 2.3). Utilizou-se para essas análises o aplicativo RStudio do programa estatístico R (R, 2018).

**Figura 2.3** – Representação das análises de correlação dos dados dos imóveis rurais e sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.



**Quadro 1.1** – Métricas de ecologia de paisagem para avaliação das áreas com sistemas agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 na paisagem do município de Terra Nova do Norte-MT.

Métrica	Escala	Descrição
<b>Área</b>		
MPS = Tamanho médio das manchas	Classe e paisagem	Tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem. Permite perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem.
LPI = Índice de maior mancha	Classe e paisagem	É a porcentagem da área da paisagem ocupada pela maior mancha. Permite perceber se a paisagem é dominada por uma só mancha e, portanto, da sua homogeneidade. Quando o LPI é próximo de 100 significa que a maior mancha ocupa quase a totalidade da área da paisagem.
CA = Área da classe	Classe e paisagem	Total da área da paisagem ocupada por uma classe.
PSSD = Desvio padrão do tamanho das manchas	Classe e paisagem	Desvio padrão do tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem. Permite perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem.
MedPS = Mediana do tamanho das manchas	Classe ou paisagem	Mediana (percentil 50) do tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem. Permite perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem.
PSCoV = Covariância do tamanho das manchas	Classe e paisagem	Covariância do tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem. Permite perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem.
<b>Forma</b>		
SHAPE = Índice de forma	Mancha, podendo ser sumarizada ao nível da classe e da paisagem	Mede a complexidade da forma da mancha comparada com a sua forma <i>standart</i> (circular) do mesmo tamanho. Calcula-se dividindo o perímetro (m) pela raiz quadrada da área (m <sup>2</sup> ) do fragmento, ajustado por uma constante (pi) para ter-se a equivalência a um círculo padrão. Quanto mais a forma do elemento da paisagem se desviar do padrão redondo, ou seja, quadrático, tanto maior será o valor do índice de forma.

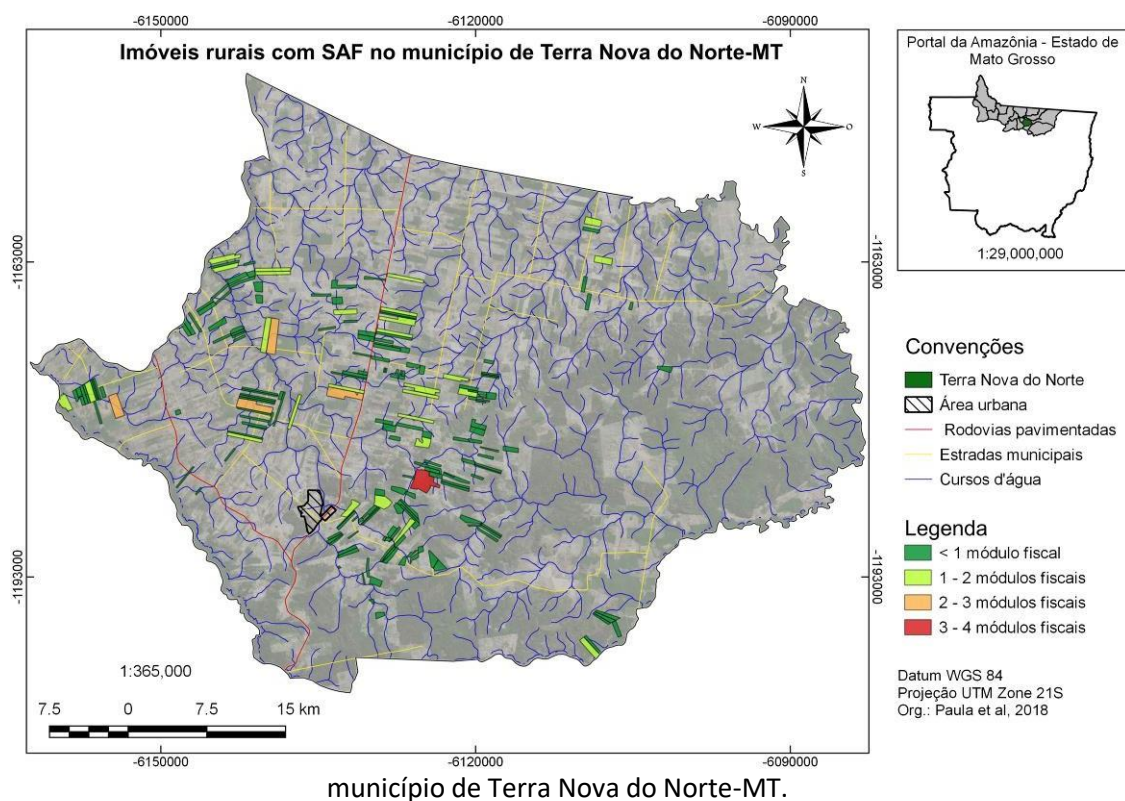
Fonte: McGarigal; Marks (1995), Wu et al. (2002), Batista (2014), Lang; Baschke (2009).

## 1.3 Resultados e discussão

### 1.3.1 Análise estrutural-espacial da paisagem

A maioria (84,16%) dos 202 imóveis analisados possui área menor que 90 ha (1 módulo fiscal), podendo ser classificados como minifúndios (Figura 2.4). Esse resultado indica que a adesão à implantação de SAF ocorreu, principalmente entre os agricultores com menores áreas.

**Figura 2.4** – Representação espacial da distribuição dos imóveis rurais com SAF no



Fonte: Elaborada pelos autores.

A quantidade de módulos fiscais dos imóveis é levada em consideração para a aplicação da Lei da Agricultura Familiar (BRASIL, 2006) e da Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN (BRASIL, 2012). Todos os imóveis estudados neste artigo podem ser de agricultura familiar, pois é considerado legalmente como agricultor familiar ou empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural e não detém, a qualquer título, área maior do que 4 módulos fiscais.



Na LPVN, a quantidade de módulos do imóvel determina a largura da faixa marginal (que varia de 5 a 100 m) em relação à calha do leito regular dos cursos d'água que deve ser recuperada nas áreas de preservação permanente (APP). Como a maioria dos imóveis estudados são menores que 1 módulo fiscal (Figura 2.4), nesses casos, a lei determina a recomposição das faixas marginais em largura mínima de 5 metros, independentemente da largura do curso d'água, 15 metros no entorno de nascentes e olhos d'água e 5 metros no entorno de lagos e lagoas naturais. Essa restauração pode ser feita por meio de práticas agroflorestais, o que abre caminhos para a possibilidade de restauração ecológica/florestal com SAF, contanto que estes sistemas mantenham ou mesmo aprimorem as funções ecológicas básicas da área (EWERT et al., 2016; MARTINS; RANIERI, 2014; MICCOLIS et al., 2016).

A área total dos imóveis analisados soma 11.280,95 ha, o que representa 5% da área total dos imóveis rurais do município de Terra Nova do Norte (INSTITUTO..., 2016) (Tabela 1.1).

**Tabela 1.1** – Métricas da área dos imóveis rurais com sistemas agroflorestais, implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT.

<b>Métricas</b>	<b>Unidades</b>
Tamanho médio das manchas (MPS)	55,85 ha
Índice de maior mancha (LPI)	3,01 %
Área da classe (CA)	11.280,95 ha
Desvio padrão do tamanho das manchas (PSSD)	0,65 ha
Mediana do tamanho das manchas (MedPS)	45,47 ha
Covariância do tamanho das manchas (PSCoV)	81,42 %

Fonte: Elaborada pelos autores.

A diferença entre a média (MPS) e a mediana (MedPS) revela que a distribuição das áreas dos imóveis apresenta forte assimetria negativa, e o alto valor da covariância indica dados muito dispersos em torno da média, ou seja, há predominância de imóveis de menores tamanhos na área estudada. O baixo índice de maior mancha (LPI) indica que não houve dominância da área do maior imóvel (340,03 ha) sobre os demais.

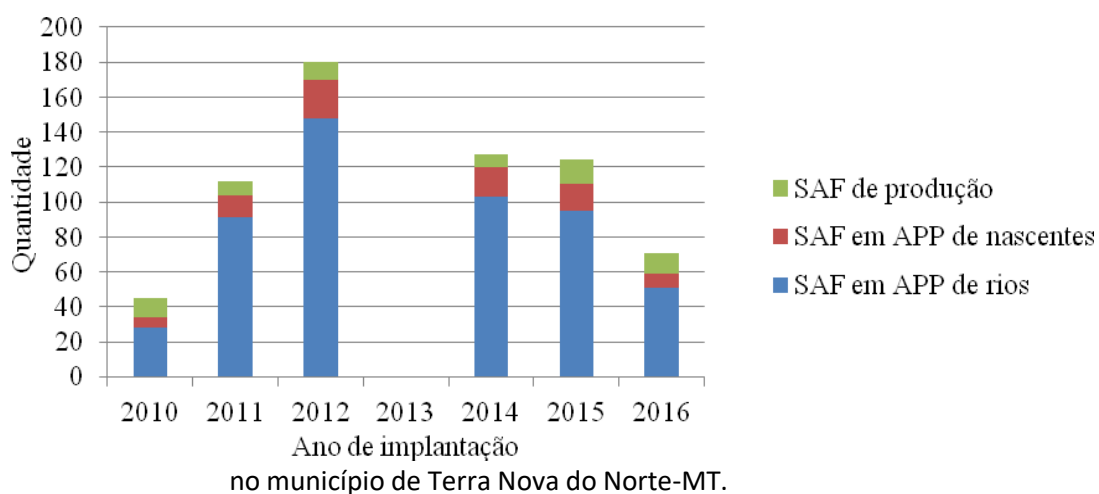
Os imóveis com SAF se concentraram, em sua maior parte, em um raio de 26 km no entorno da área urbana, na região sudoeste do município. De acordo com Duarte (2016), essa região apresenta, além da área urbana, mais



estradas, incluindo duas rodovias (BR 163 e MT 208). Considerando a evolução histórica da paisagem, essa conformação pode ter contribuído com o avanço do desmatamento intensificado até o ano de 2001. A expansão das áreas de pastagem, atingindo até mesmo as áreas de preservação permanente, faz com que essa região apresente demanda por ações que visem restaurar essas áreas desmatadas. Nesse sentido, o SAF se tornou uma alternativa interessante para os agricultores familiares desse município.

Entre os anos de 2010 e 2016 foram implantados 592 SAF em APP de rios e nascentes (90,52%) e 62 SAF de produção (9,48%) (Figura 2.5). Entende-se por SAF de restauração aqueles implantados com o objetivo primário de recomposição da vegetação nativa, sem haver interesse inicial de otimizar a produção agrícola nestas áreas. São áreas geralmente pouco manejadas pelos agricultores e implantadas em áreas de maior nível de degradação. Entende-se por SAF de produção aqueles implantados com o objetivo inicial de obter produtos agrícolas e florestais com vistas à subsistência e geração de renda nessas áreas, sendo geralmente muito manejados. Nesses anos a implantação foi dividida em dois períodos, o primeiro entre os anos de 2010 e 2012, e o segundo entre os anos de 2014 e 2016 (em 2013 não houve plantio de SAF pelo projeto Sementes de Portal). O ano de 2012 foi o de maior implantação de SAF, com 180 áreas, sendo 170 deles de restauração.

**Figura 2.5** – representação gráfica do número de sistemas agroflorestais implantados por ano



Fonte: Elaborado pelos autores.



A opção do agricultor em implantar áreas de SAF está relacionada a vários fatores, como a existência de assistência técnica especializada e disponibilidade de informações (PODADERA et al., 2009), e representa uma quebra de paradigma, ao migrar para um sistema de produção completamente novo (COSTA JR. et al., 2009). Nesse sentido a implantação de SAF nas APP, principalmente nos primeiros anos, pode ser um caminho viável aos agricultores na utilização desses espaços para aprendizado sobre o sistema até alcançarem segurança de reproduzi-lo como geradores de renda e produtos para subsistência nas principais áreas de produção agrícola do imóvel. Os resultados apontam adesão dos proprietários rurais, analisando-se o número de agricultores familiares interessados em implantar áreas de SAF (tanto de produção como de restauração). Foram 654 SAF implantados em 202 imóveis, num período de seis anos.

A área total implantada com SAF (CA) foi de 281,29 ha, o que representa 2,49% da área total dos imóveis rurais analisados. Desses 281,29 ha, 9,52%, são de SAF de produção. Dos SAF em APP (cursos d'água e nascentes), 21,57% da área (CA) estão no entorno de nascentes e 68,9% em faixas marginais ao longo de cursos d'água (Tabela 1.2).

**Tabela 1.2** – Métricas da área dos Sistemas Agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT.

Métricas	SAF* total	SAF de produção	SAF em APP* de nascentes	SAF em APP de rios
MPS*	0,43 ha	0,44 ha	0,75 ha	0,38 ha
LPI*	3,28 %	9,96 %	15,19 %	2,97 %
CA*	281,29 ha	26,79 ha	60,68 ha	193,82 ha
PSSD*	0,65 ha	0,57 ha	1,23 ha	0,49 ha
MedPS*	0,23 ha	0,22 ha	0,42	0,21 ha
PSCoV*	150 %	130 %	164 %	130 %

Fonte: Elaborada pelos autores.

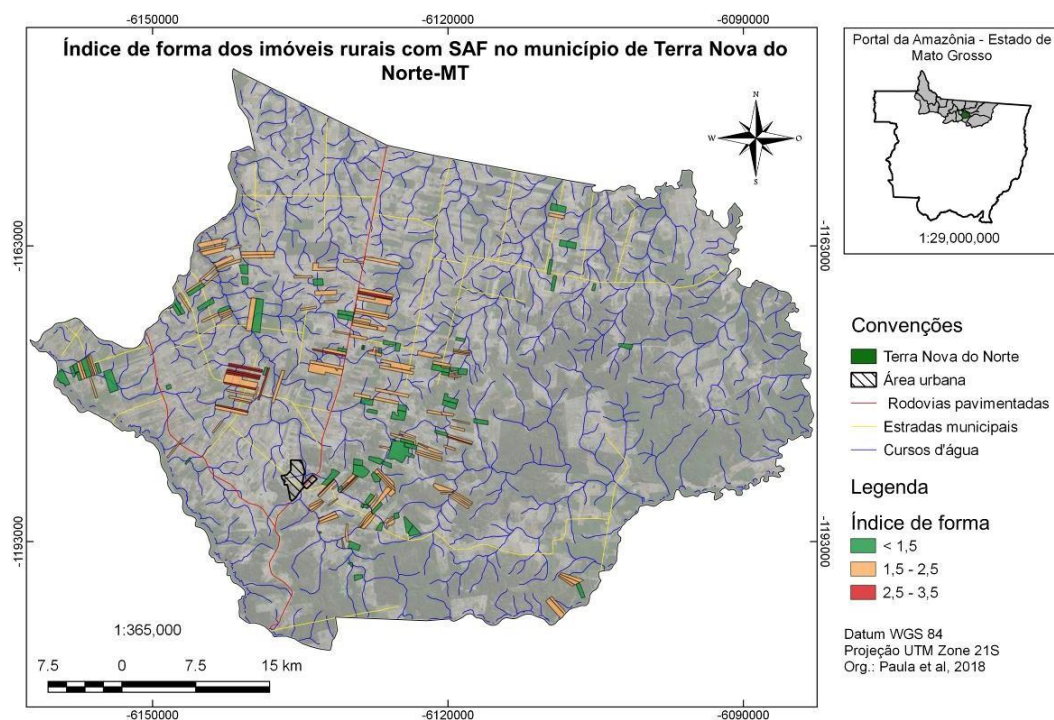
\*MPS: Tamanho médio das manchas; LPI: Índice de maior mancha; CA: Área da classe; PSSD: Desvio padrão do tamanho das manchas; MedPS: Mediana do tamanho das manchas; PSCoV: Covariância do tamanho das manchas; SAF: Sistemas Agroflorestais.

Para os três tipos de SAF classificados a diferença entre a média (MPS) e a mediana (MedPS) revela que a distribuição das áreas de SAF apresenta

forte assimetria negativa, com dados muito dispersos em torno da média, em que a maioria das áreas se concentrou nos menores tamanhos. O baixo índice de maior mancha (LPI) indica que não houve dominância das áreas dos maiores SAF sobre as demais (Tabela 1.2).

O índice de forma dos imóveis (Figura 2.6) revela que a maioria deles apresentou forma retangular, com índice médio de 1,74. Observou-se que imóveis com índice de forma abaixo de 1,5 apresentaram formas mais circulares ou quadradas; entre 1,5 e 2,5 apresentaram formas retangulares; e entre 2,5 e 3,5, compridas e muito estreitas. Os formatos retangulares desses imóveis são comuns na região do município de estudo (PAULA et al, 2018; SOARES et al, 2018) e tem sua origem do processo de colonização agrária. São formas características que permitem acesso aos recursos hídricos e às estradas, com os imóveis alocados perpendicularmente às vias de acesso. Imóveis com formatos mais compridos e estreitos possuem distâncias maiores entre suas extremidades o que dificulta o planejamento das parcelas produtivas e favorece processos erosivos e de degradação ambiental, pois geralmente são manejados acompanhando o sentido da declividade do solo.

**Figura 2.6** – Representação espacial do índice de forma dos imóveis com sistemas



agroflorestais no município de Terra Nova do Norte-MT.

Fonte: Elaborada pelos autores.



Os índices de forma das áreas de SAF (Tabela 1.3) indicam que a maioria apresenta formas mais retangulares, com índices de 1,5 e 2,5. Os SAF de produção tenderam a apresentar formas mais circulares, em relação aos SAF em APP de rios e nascentes, quando se compara a porcentagem de SAF nos índices abaixo de 1,5.

**Tabela 1.3** – Índice de forma dos sistemas agroflorestais implantados entre os anos de 2010 a 2016 no município de Terra Nova do Norte-MT.

SHAPE*	SAF* totais		SAF de produção		SAF de rios		SAF de nascentes	
	n*	%	n	%	n	%	n	%
<1,5	100	15,17	21	33,87	73	14,15	6	7,41
1,5-2,5	349	52,96	28	45,16	28	55,43	35	43,21
2,5-3,5	145	22,00	8	12,90	6			
3,5-4,5	47	7,13	3	4,84	10	21,12	28	34,57
4,5-6	18	2,73	2	3,23	9	6,78	9	11,11
<b>Total</b>	<b>659</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>81</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborada pelos autores.

\*SAF: sistemas agroflorestais; SHAPE: índice de forma; n: número de sistemas agroflorestais.

De forma geral espera-se que os SAF que compõem as APP apresentem formas mais complexas, por acompanharem a faixa marginal no entorno dos recursos hídricos, enquanto que SAF voltados à produção tendam a ter formatos quadrados ou retangulares, a fim de facilitar as práticas de implantação e manejo.

O quadro 1.2 destaca os formatos de SAF mais encontrados dentre os estudados. Observa-se que os formatos variaram conforme as categorias de produção e restauração de APP (curso d'água e nascente). Os SAF de produção variaram de formatos mais quadrados, entre áreas de pastagem ou próximos às residências, até formatos retangulares e mais alongados nas bordas de áreas de vegetação nativa ou em faixas nas pastagens (sistemas agrossilvipastoris). Os SAF em APP de rios e nascentes variaram de formatos mais quadrados e arredondados até formatos alongados e irregulares, acompanhando as características dos cursos d'água. Esses resultados indicam

que o tipo e localização dos sistemas agroflorestais no imóvel influenciam fortemente sua forma.

**Quadro 1.2** – Imagens representativas dos sistemas agroflorestais (SAF) no município de Terra Nova do Norte-MT, nas categorias produção e de restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) (cursos d'água e nascentes) e seus respectivos índices de forma (Shape).

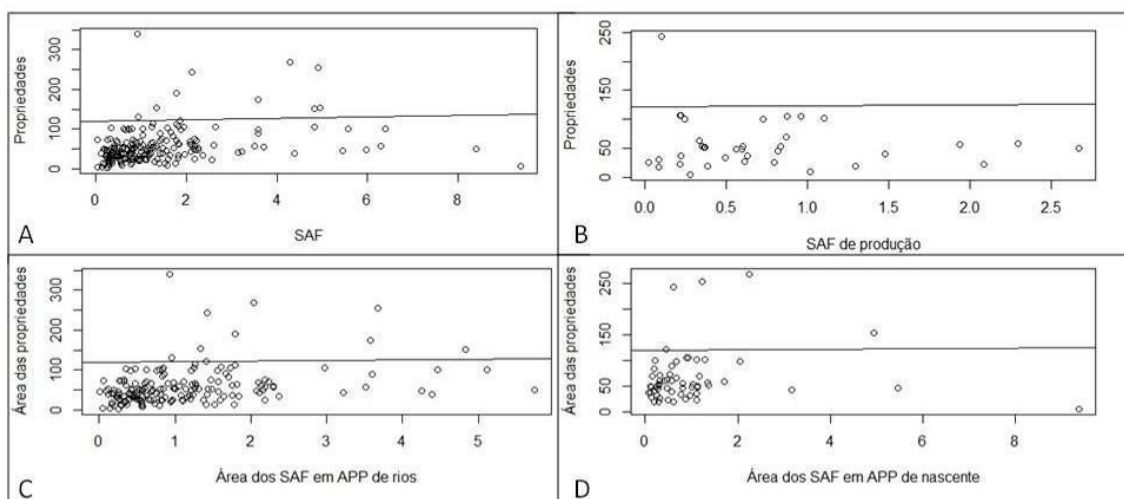
SAF de Produção	SAF em APP curso d'água	SAF em APP de Nascente
 Shape = 1,11	 Shape = 1,13	 Shape = 1,23
 Shape = 1,52	 Shape = 1,50	 Shape = 1,48
 Shape = 2,58	 Shape = 2,49	 Shape = 2,53
 Shape = 4,98	 Shape = 4,63	 Shape = 4,69

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados das análises de correlação entre as áreas dos imóveis e SAF (Figuras 2.7 e 2.8) inferiram que os SAF, de modo geral, estavam

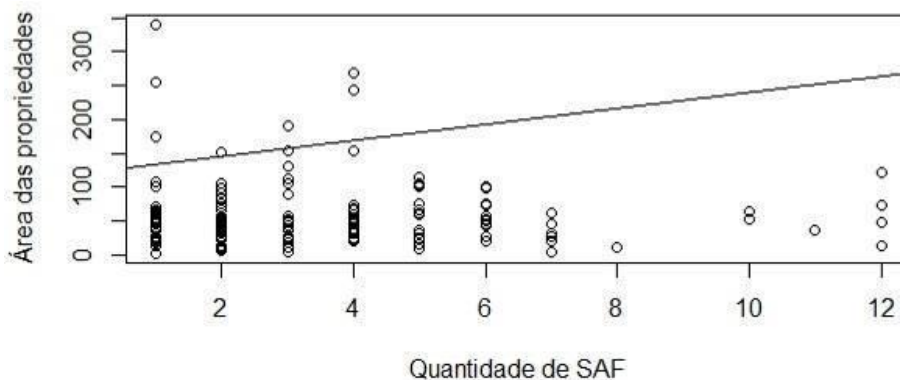
concentrados em tamanhos pequenos e nos imóveis menores, tanto em área quanto em quantidade, não havendo correlação significativa em nenhuma das análises realizadas. Isso indica que os maiores imóveis não optaram por implantar áreas e quantidades maiores de SAF, tanto de produção como em APP de rios e nascentes, mesmo possuindo, em tese, mais disponibilidade de área. Esses resultados corroboram com a tendência, apresentada na figura 2.4, de que os agricultores com menores imóveis rurais tiveram maior aceitação a adesão de SAF.

**Figura 2.7** – Representação gráfica da correlação de Spearman entre os tipos de sistemas agroflorestais (SAF) e imóveis rurais (Propriedades) no município de Terra Nova do Norte-MT. A) Áreas dos imóveis e áreas de SAF totais; B) Área dos imóveis e SAF de produção; C) Áreas dos imóveis e SAF em Área de Preservação Permanente (APP) de rios; D) Áreas dos imóveis e SAF em APP de nascentes.



Fonte: Elaborada pelos autores.

**Figura 2.8** – Representação gráfica da correlação de Spearman das áreas e a quantidade de sistemas agroflorestais (SAF) implantada nos imóveis rurais (Propriedades) do município de Terra Nova do Norte-MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.



### 1.3.2 Impacto dos sistemas agroflorestais na paisagem

A análise de paisagem deve levar em consideração a relação existente entre os aspectos naturais e sociais nela inseridos (VERONEZZI; FAJARDO, 2015). Assim, a conformação e o arranjo de elementos estruturais com diferentes características podem ajudar a avaliar e propor melhores configurações para a paisagem, pensando-se diferentes objetivos.

Os SAF podem ser implantados em vários tipos de locais, desde áreas de pastagem (mais simplificados) até áreas em diferentes estágios de regeneração (EWERT et al., 2016). Apresentam alta biodiversidade comparados aos sistemas agrícolas convencionais (SCHROTH et al., 2004) e são tidos como uma ferramenta complementar importante nos esforços de recuperação de áreas degradadas e restauração de ecossistemas (JOSE, 2009, 2012) e de paisagens (HILLBRAND et al., 2017).

Na área de estudo a maioria dos SAF foi implantada com objetivo de restauração florestal em áreas protegidas (APP de cursos d'água e nascentes), voltados principalmente à conservação de solo e água nessas áreas. Os SAF de restauração têm ainda outros objetivos ecológicos, como a melhoria de conectividade na paisagem e resgate da biodiversidade nativa (SAIS; OLIVEIRA, 2018), sendo mais recomendados para esses fins aqueles que são mais parecidos com habitats intactos e mais diversificados, pensando-se uma aproximação com processos e funções dos ecossistemas naturais de referência (MICCOLIS et al., 2016). O grau em que um SAF contribui para os esforços de conservação depende de uma variedade de fatores, como o desenho do sistema em termos de sua diversidade e estrutura, a paisagem da qual faz parte e a localização do SAF em relação aos habitats naturais remanescentes (MARTINS; RANIERI, 2014).

SAF também foram implantados com objetivo de produção, em que se enfoca a obtenção de produtos agrícolas e florestais madeireiros e não madeireiros com vistas à subsistência e geração de emprego e renda nas propriedades rurais com a comercialização dos produtos obtidos (ABDO; VALERI; MARTINS, 2008; SAIS; OLIVEIRA, 2018). No caso da paisagem do Portal da Amazônia, esses sistemas podem significar também uma potencial



diversificação dos sistemas de produção e aumento e conservação da agrobiodiversidade, entendida como a diversidade de organismos que vivem em paisagens sob manejo agrícola (WOOD et al., 2015). Nesta região, as agroflorestas têm sido encaradas pelos agricultores como estratégias para recomposição de áreas degradadas, melhoria da qualidade da alimentação das famílias e, para um número menor, como alternativa de diversificação de renda, incluindo produtos agrícolas e comercialização de sementes florestais.

As métricas de área e forma aqui analisadas para os SAF podem subsidiar a discussão sobre a configuração desses sistemas como elementos estruturais da paisagem rural de Terra Nova do Norte e seu potencial para aumento da conectividade e melhoria da qualidade da paisagem em diferentes escalas.

Apesar do grande número de SAF implantados (654 no total em seis anos, como já descrito), esses somam menos de 3% da área total dos imóveis, e representam áreas pulverizadas e descontínuas. Ainda assim, são extremamente importantes pensando-se a reintrodução do componente arbóreo e florestal, tanto em áreas de preservação permanente quanto em áreas voltadas à produção, e podem ser significativos na melhoria da conectividade da paisagem.

A alocação dos SAF pode auxiliar na restauração da conectividade a partir de diferentes estratégias, ainda mais se melhor distribuídos e alocados pensando-se a interligação de remanescentes florestais. Metzger (2008) destaca a proteção de borda de fragmentos de vegetação nativa, a implantação de redes de corredores entre remanescentes e dos chamados “stepping stones” ou trampolins ecológicos, entendidos como pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre manchas (METZGER, 2001).

Pode-se pensar então em aumentar a quantidade de SAF nos imóveis estudados e introdução em novos imóveis, buscando aumento de área, maior proximidade entre SAF e remanescentes de vegetação nativa e a alocação dos SAF em áreas no entorno de fragmentos nativos, a fim de aumentar as áreas contínuas de vegetação na paisagem. A implantação de SAF contíguos ao



longo de áreas de APP de cursos d'água pode criar uma rede de corredores interligando remanescentes naturais e a utilização de espécies florestais nativas mesmo nos SAF de produção pode amplificar os efeitos benéficos dessas estratégias na paisagem.

A conversão de sistemas de produção simplificados e degradados em sistemas diversos, agroecológicos e resilientes é desafiadora, e a expansão desses sistemas exigirá uma combinação de inovações científicas e tecnológicas, políticas, econômicas e incentivos de mercado adaptados a diferentes escalas (MONTES-LONDOÑO, 2017). Essa conversão pode significar a construção de paisagens multifuncionais na região em que se insere esse estudo.

#### 1.4 Considerações finais

Os SAF implantados ainda representam uma área pequena se comparados com o tamanho do município, mas se mostram como uma alternativa viável para iniciar o processo de restauração de áreas protegidas, em especial áreas de preservação permanente.

A estrutura dos imóveis rurais reflete uma organização espacial que preconizou o acesso a fontes de água e a estradas, características da colonização do município. A estrutura espacial dos SAF está relacionada com o seu objetivo como produção ou restauração de APP de nascentes e rios e sua distribuição espacial demonstra uma preocupação com a restauração e preservação dos recursos hídricos.

A existência de SAF de produção indica uma mudança e inclinação para a diversificação da matriz produtiva, o que pode também refletir futuramente na incorporação desses sistemas, em especial em áreas de colonização agrária e assentamentos rurais.

Na Amazônia Legal esses sistemas podem possibilitar a reintrodução do componente arbóreo num cenário pós-desmatamento, principalmente em áreas caracterizadas por agricultura familiar.



## 1.5 Referências bibliográficas

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistema agroflorestais e agricultura familiar: Uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, p. 50–59, 2008.
- ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades**. Brasília: IPAM, 2016.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAVOREK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BATISTA, M. T. F. **Modelação geográfica em processos de caracterização e avaliação da paisagem numa perspectiva transfronteiriça**. 2014. 264 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade de Évora, Évora, 2014.
- BERNOUX, M.; CHEVALLIER, T. Carbon in dryland soils. Multiple essential functions. **Les dossiers thématiques du CSFD (Comité Scientifique Français de la Désertification)**, n. 10, p. 40, 2014.
- BONINI, I.; PESSOA, M. J.; SEABRA JUNIOR, S. Faces da produção agrícola na Amazônia mato-grossense: tipos de exploração, origem dos agricultores e impactos na conservação ambiental em Alta Floresta (MT). **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 173–190, 2013.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 21 mar. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília: Presidência da República [2006]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm). Acesso em: 21 mar. 2019.
- COSTA JR., E. A.; GONÇALVES, P. K.; RUAS, N.; GONÇALVES, A. C.; PODADERA, D. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LEITE, E. C. Estratégias Inovadoras em ATER Voltados à Transição Agroecológica e ao Desenvolvimento de SAFs: o Caso do Assentamento Ipanema, Iperó/SP. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 4969–4973, 2009.



de GROOT, R. S. Functional analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 75, p 175–186, 2006.

de GROOT, R. S.; ALKEMADE, R.; BRAAT, L.; HEIN, L.; WILLEMEN, L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, p. 260–272, 2010.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia da pecuária à soja. **Ambiente & Sociedade**, v. 14, n. 2, p. 1-22, 2012.

DUARTE, I. (Coord). **Terra Nova do Norte**: Conhecendo os municípios do Portal da Amazônia. Alta Floresta: Instituto Centro de Vida, 2016.

ENGEL, V. L. Descrição dos principais sistemas agroflorestais aplicáveis às condições do estado de São Paulo. In: \_\_\_\_\_ **Introdução aos sistemas agroflorestais**. FEPAF: Botucatu, 1999. p. 38 a 51.

EWERT, M.; VENTURIERI, G. A.; STEENBOCK, W.; SEOANE, C. E. S. Sistemas agroflorestais multiestrata e a legislação ambiental brasileira: desafios e soluções. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 95–114, 2016.

EZZINE-DE-BLAS, D.; BÖRNER, J.; VIOLATO-ESPADA, A. L.; NASCIMENTO, N.; PIKETTY, M. G. Forest loss and management in land reform settlements: Implications for REDD governance in the Brazilian Amazon. **Environmental Science and Policy**, v. 14, n. 2, p. 188–200, 2011.

FARIAS, M. H. C. S.; BELTRÃO, N. E. S.; SANTOS, C. A. CORDEIRO, Y. E. M. Impacto dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia. **Mercator**, v. 17, p. 1–20, 2018.

GOULART, I. C. G.; OLIVAL, A. A.; VIDAL, E.; ARANTES, V. T. Fatores relacionados à adoção de práticas de manejo em sistemas agroflorestais sucessionais na região norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, p. 196-205, 2016.

HILLBRAND, A.; BORELLI, S.; CONIGLIARO, M.; OLIVIER, A. **Agroforestry for landscape restoration**: Exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes. FAO: Rome, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estabelecimento e área da agricultura familiar, segundo as Unidades da Federação, Mesorregiões, Microrregiões e Municípios - 2006**. Brasília, 2016. Disponível em:

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Agropecuario\\_2006/agri\\_familiar\\_2006/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/agri_familiar_2006/).

Acesso em: 21 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala: 1:5.000.000



Disponível em:

[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf). Acesso em: 14 maio 2018.

JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 5-6, p. 161-179, 2009.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1–10, 2009.

JOSE, S. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p. 1–8, 2012.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. Variação Geográfica do Tamanho dos Módulos Fiscais no Brasil. **Documentos / Embrapa Milho e Sorgo**, v. 146, p. 200, 2012.

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

MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEP, 2000.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Agroforestry as an alternative to Legal Reserves. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79–96, 2014.

MATTSONN, E., OSTWALD, M., NISSANKA, S. P. What is good about Sri Lankan homegardens with regards to food security? A synthesis of the current scientific knowledge of a multifunctional land-use system. **Agroforestry Systems**, v. 92, p. 1–16, 2017.

MAY, P.H.; TROVATTO, C. M. M (Coord.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério de Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas Agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 269–312.

MELLO, N. G. R.; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, v. 0, n. 66, p. 108–129, 2017.

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



METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008, p. 49-76.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T. PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: Como conciliar conservação com produção**. Brasília: ICRAF, 2016.

MONTES-LONDOÑO, I. Tropical dry forests in multi-functional landscapes: Agroforestry systems for conservation and livelihoods. In: MONTAGNINI, F. (ed.). **Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty**. Cham: Springer, 2017, p 47-78.

O'FARRELL, P. J., ANDERSON, P. M. L. Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, p. 59–65, 2010.

PAULA, R. P.; DE-ALMEIDA, D. C.; CAVALIERI SAIS, A.; OLIVEIRA, R. E. Políticas públicas na geração de informações geográficas: Análise do banco de dados CAR para um assentamento rural na Amazônia Legal. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2018.

PODADERA, D. S.; CARDOSO-LEITE, E.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA-JR, E. A. Difusão dos Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica : Estudo de Caso do Vale do Ribeira de Iguape. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 2541–2545, 2009.

QGIS DEVELOPMENT TEAM (2017). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/>. Acesso em: 4 set. 2017.

R CORE TEAM (2018). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 set. 2018.

REED, J.; VIANEN, J. V.; DEAKIN, E. L.; BARLOW, J. SUNDERLAND, T. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: learning from the past to guide the future. **Global change biology**, v. 22, n. 7, p. 2540-2554, 2016.

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

SAIS, A. C.; OLIVEIRA, R. E. Distribuição de Sistemas Agroflorestais no Estado de São Paulo : apontamentos para restauração florestal e produção sustentável. **Redes**, v. 23, n. 1, p. 111–132, 2018.



SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. IZAC, A. M. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). **Zoneamento sócio-econômico ecológico**. Brasília: SEPLAN, 2001. Escala: 1:1.500.000. Disponível em: [www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/pedologia/pedologia/rt/DSEE-PD-RT-004-A001.pdf](http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/pedologia/pedologia/rt/DSEE-PD-RT-004-A001.pdf). Acesso em: 03 dez. 2018.

SOARES, D. R.; SAIS, A. C.; OLIVEIRA, R. E.; SILGUEIRO, V. F. O Cadastro Ambiental Rural na Gestão de Propriedades Rurais Familiares de uma Microbacia no Portal da Amazônia/MT. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

TURNER, M. G. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: A comparison of 3 transition models. **Landscape Ecology**, v. 1, n. 1, p. 29–36, 1987.

VERONEZZI, F.; FAJARDO, S. A paisagem na análise geográfica: Considerações sobre uma paisagem rural em Guarapuava-PR. **GEOgraphia**. v. 17, n. 34, p. 207-224, 2015.

WOOD, S. A.; KARP, D. S.; DECLERCK, F.; KREMEN, C.; NAEEM, S.; PALM, C. A. Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. **Trends in ecology & evolution**, v. 30, n. 9, p. 531-539, 2015.

WU, J.; SHEN, W.; SUN, W.; TUELLER, P. T. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. **Landscape Ecology**, v. 17, n. 8, p. 761–782, 2002.



## CAPÍTULO 2 – SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA EM TERRA NOVA DO NORTE-MT

### 2.1 Introdução

No início dos anos 80, o governo brasileiro encorajou o desmatamento de florestas nativas por colonizadores em terras amazônicas (MANN et al., 2014; BARBOSA et al., 2018), o que gerou, ao longo do tempo, a insustentabilidade dos recursos naturais (OLIVEIRA et al., 2013). As mudanças de cobertura e uso da terra e a paisagem atual nessa região derivam de diferentes fases do avanço da fronteira agrícola ao longo dos últimos 50 anos (SCHIELEIN; BÖRNER, 2018).

Nesse contexto, as áreas de pastagem, sobretudo degradadas devido à pecuária extensiva, tornaram-se a matriz antrópica mais comum na paisagem, fragmentando as áreas de vegetação nativa, e abrindo espaços para a implantação de monoculturas. A consequência foi a degradação ambiental, com empobrecimento do solo e intensa fragmentação da vegetação nativa, com introdução de pastagens e superexploração dos recursos florestais (MELLO; ARTAXO, 2017), caracterizando paisagens ecologicamente frágeis nas bacias vertentes do sistema formador da drenagem de grandes rios, importantes para o abastecimento de centros urbanos e comunidades rurais (O'DRISCOLL et al., 2010).

Essas áreas podem ser exploradas por sistemas com baixo impacto ambiental, que prezem pela matéria orgânica do solo e a manutenção da água no sistema (OLIVEIRA et al., 2013). Uma alternativa é a utilização de sistemas agroflorestais ou agroflorestas (SAF), que conciliam restauração, conservação e produção, principalmente aqueles em que a estrutura e diversidade mais se aproximam aos ecossistemas naturais (AMADOR, 2008).

Sistemas agroflorestais são sistemas de produção em que plantas lenhosas e perenes são manejadas com cultivares agrícolas em uma mesma área, envolvendo diferentes formas de arranjo espacial e sequência temporal. Há diversos tipos de SAF, desde sistemas simplificados, com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até sistemas altamente complexos, com alta biodiversidade e alta intensidade de manejo, e entre esses, vários tipos



intermediários (BERNOUX; CHEVALLIER, 2014; MICCOLIS et al., 2016; MEDRADO, 2000). Eles podem ser empregados tanto como estratégia metodológica de restauração, como para a constituição de agroecossistemas biodiversificados. De fato, a restauração de fragmentos florestais e matas ciliares com SAF podem contribuir para a conservação dos ecossistemas, na medida em que o estabelecimento de agroflorestas como zona tampão ao redor de fragmentos, corredores biológicos e manchas de produção biodiversificadas e permanentes promovem a restauração de paisagens (SCHROTH et al., 2004).

Os SAF ajudam a compor a paisagem, definida como a expressão visível da combinação da cobertura e uso da terra, da geomorfologia e do povoamento humano, resultantes da interação entre os processos naturais, históricos, culturais e mais recentemente político-econômicos, e pode ser estudada através da ecologia da paisagem (BATISTA, 2014).

Uma paisagem é, geralmente, descrita a partir de seus elementos estruturais, compondo-se por meio da ordenação específica desses elementos estruturais da qual resultam determinados padrões característicos (LANG; BLASCHKE, 2009; CLARK, 2010; BATISTA, 2014).

A análise da paisagem envolve uma abordagem geográfica, em que se enfoca o planejamento da ocupação territorial; e uma ecológica, envolvendo o estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos (METZGER, 2008). A ecologia da paisagem é caracterizada pela interdisciplinaridade, integrando diversas áreas do conhecimento e sendo utilizada em aplicações práticas como o planejamento e ordenamento do território (BATISTA, 2014). A ecologia da paisagem ajuda a compreender melhor as inter-relações entre diferentes processos e padrões e é capaz de transferir informação ao longo de diferentes escalas espaciais e temporais (TURNER, 1987; LANG; BLASCHKE, 2009; REED et al., 2016).

A análise espacial proposta pela ecologia da paisagem pode ser realizada com ferramentas computacionais, especialmente o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Um conjunto de procedimentos e medidas, conhecido como métricas de paisagem, permite a compreensão quantitativa e



a estimativa dos padrões de estrutura da paisagem (SVERDRUP-THYGESON et al., 2017; BARBOSA et al., 2018). As métricas de paisagem descrevem o tamanho e o padrão de distribuição das manchas de vegetação natural e possibilitam avaliar a funcionalidade dos ecossistemas que estão sendo afetados pela retirada da vegetação e são utilizados nos estudos que visam à preservação e/ou conservação dos recursos naturais (BARBALHO; SILVA; DELLA GIUSTINA, 2015; LEROUX et al., 2007; McGARIGAL; MARKS, 1995).

A quantificação da heterogeneidade espacial é condição necessária para se compreender as relações entre os padrões espaciais. Assim a medição, análise e interpretação dos padrões espaciais recebem uma especial atenção em ecologia da paisagem (METZGER, 2001).

Neste trabalho foi adotada a microbacia hidrográfica como a unidade de paisagem a ser analisada. A bacia hidrográfica é definida como uma área da superfície terrestre, responsável pela drenagem da água advinda da precipitação, de sedimentos e de materiais dissolvidos, os quais são convergidos para uma saída única, denominada de exutório ou foz, por meio de canais fluviais, tributários e/ou, ravinhas (SILVA; SCHULZ; CAMARGO 2004; BENATTI et al., 2018). A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e pesquisa se justifica por ser uma das melhores formas de análise, pois nesse ambiente se associam os processos naturais à ação antrópica. (OLIVEIRA et al., 2013).

O objetivo deste capítulo foi analisar a estrutura espacial da cobertura e do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT e avaliar o papel dos SAF no aumento da cobertura florestal e no cumprimento da legislação ambiental em diferentes cenários.

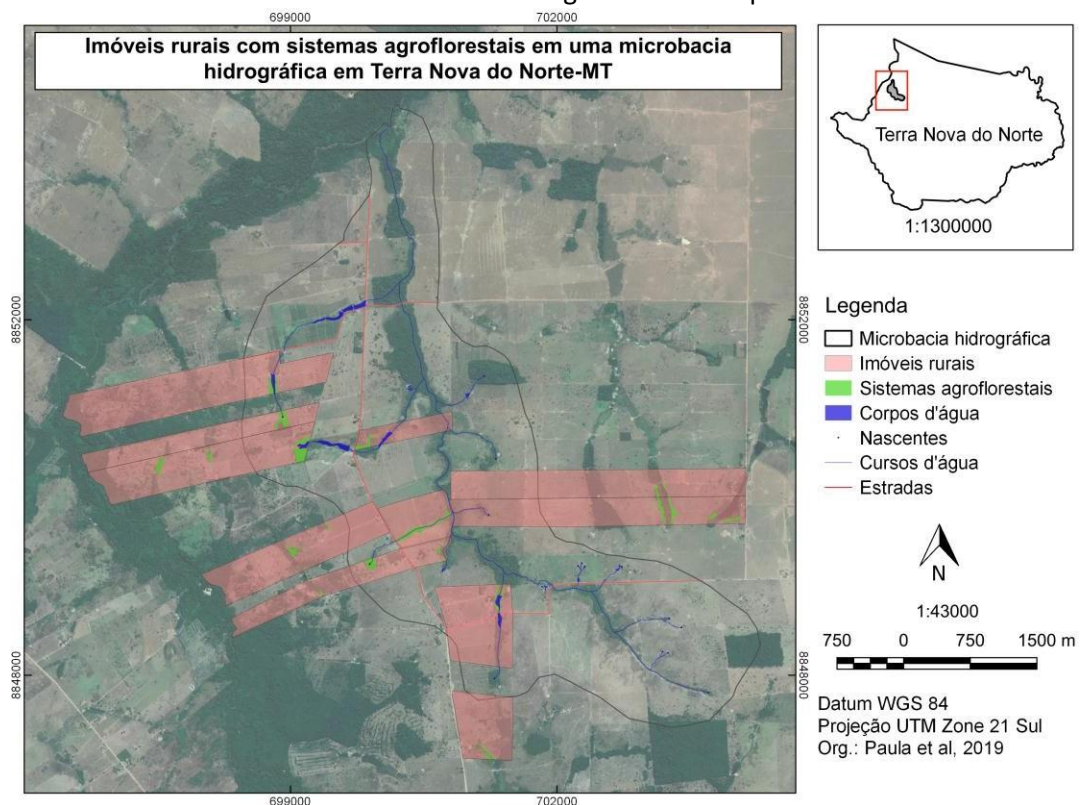
## **2.2 Material e métodos**

### **2.2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado em uma microbacia hidrográfica com área de 1.593,55 ha, localizada na parte noroeste do município de Terra Nova do Norte, estado de Mato Grosso, Brasil (Figura 3.1). A escolha dessa microbacia

hidrográfica foi baseada nos seguintes critérios: possuir áreas com SAF, possuir porcentagem de remanescentes de vegetação nativa e uso e ocupação do solo semelhantes ao restante do município (DUARTE, 2016), e possuir disponibilidade de imagens de alta resolução no Google Earth.

**Figura 3.1** – Representação espacial da microbacia hidrográfica estudada com destaque para os imóveis rurais com sistemas agroflorestais implantados.



Fonte: Elaborada pelos autores.

O clima de acordo com a classificação de Köppen é Am com temperatura média de 25 °C e pluviosidade média anual entre 2.500 e 2.800 mm anuais (ALVARES et al., 2013). Os solos Argissolos são predominantes (SECRETARIA..., 2001; JACOMINE, 2009). A área pertence ao domínio da Floresta Ombrófila Aberta (Floresta Amazônica) com vegetação secundária e atividades agrárias (INSTITUTO..., 2004).

Na área estudada são destacados 11 imóveis rurais familiares, com parte ou a totalidade de suas áreas dentro dos limites da microbacia, cujos proprietários aderiram a um projeto intitulado Projeto Sementes do Portal (coordenado pelo Instituto Ouro Verde e financiado pelo BNDES, através do



Fundo Amazônia), e implantaram sistemas agroflorestais em suas áreas, entre os anos de 2010 e 2016 (Figura 3.1). De 36 SAF implantados nesses imóveis rurais, 20 se localizavam dentro da área da microbacia hidrográfica estudada (Figura 3.1). A base para a implantação desses SAF é uma rede de coleta e distribuição de sementes florestais, formada pelos próprios agricultores e que fornece material para os SAF, implantados basicamente por semeadura direta, mas também com a introdução de mudas e sementes de espécies agrícolas anuais, de adubação verde, agrícolas perenes e florestais (exóticas e nativas). Os modelos utilizados incluem quintais agroflorestais, sistemas agroflorestais multiestratificados e sistemas silvipastoris (ENGEL, 1999; MACEDO, 2000; MAY; TROVATTO, 2008). Esses SAF atendem à adequação e às demandas das propriedades rurais no que se refere à restauração florestal (quando implantadas em áreas de preservação permanente), e à silvicultura e agrossilvicultura (quando implantadas em áreas de reserva legal ou em outras áreas, não protegidas, voltadas à produção).

### 2.2.2 Cobertura e uso da terra

Para delimitação da rede hidrográfica e limite de drenagem foi consultado o Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de Terra Nova do Norte (folha 10\_555), disponível no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil do projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (VALERIANO; ROSSETTI; ALBUQUERQUE, 2009). De posse desse arquivo do tipo raster (Imagem TIFF) foram identificados os divisores de água e digitalizados os arquivos vetoriais do tipo Shapefile (SHP) representando geograficamente a rede hidrográfica e os limites da microbacia (Figura 3.2).

**Figura 3.2** – Representação do processo de delimitação da rede hidrográfica e limite de drenagem de uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte- MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.

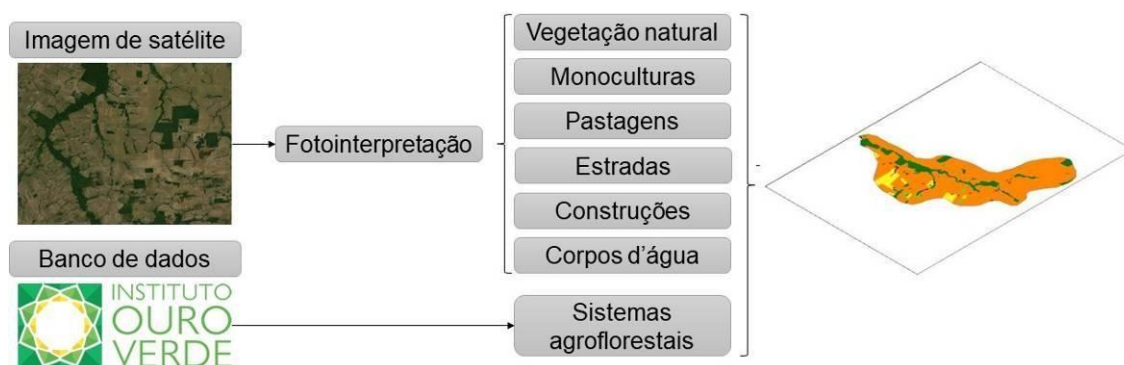


Para o mapeamento da cobertura e uso da terra foi utilizada uma imagem aérea disponibilizada pelo Google Earth datada de julho de 2017 (Figura 3.3). Foi realizada a digitalização dos polígonos referentes às classes de cobertura e uso da terra, por meio de procedimentos de fotointerpretação, tendo em vista que a resolução da imagem permitiu a distinção entre as classes e também por se tratar de uma área de pequena dimensão (LOPES; NOGUEIRA, 2011). Também foram adquiridos em julho de 2017 dados geográficos referentes às áreas com sistemas agroflorestais em um banco de dados coletados e organizados pelos técnicos do Instituto Ouro Verde (IOV) (Figura 3.3). Sendo assim, as classes de cobertura e uso da terra consideradas foram: vegetação natural, monoculturas, pastagem, área construída, sistemas agroflorestais e corpos d'água, que foram definidas da seguinte forma:

- Vegetação natural: Áreas ocupadas pelas diferentes formações florestais nativas existentes na microbacia sejam elas de restauração de florestas nativas ou vegetação arbórea natural nos estágios inicial ou secundário de regeneração;
- Monoculturas: Uso da terra para plantios de culturas agrícolas e/ou florestais em sistemas de monocultivos;
- Pastagem: Áreas utilizadas para pecuária, tanto intensiva como extensiva, além de áreas tomadas por gramíneas, sem uso da terra definido, sujeitas a uso futuro de determinada cultura ou à regeneração natural;
- Estradas: Incluem estradas principais, vicinais, urbanas e rurais;
- Área construída: Presença de edificações e parcelamento da terra com ocupações residenciais.
- Sistemas agroflorestais: Agroflorestas implantadas e mapeadas através do Projeto Sementes do Portal entre os anos de 2010 e 2016.
- Corpos d'água: Lagos naturais e artificiais e represamentos dos cursos d'água naturais.

Todo o processamento dos dados foi realizado no software QGIS 2.18 (QGIS, 2017), com Datum WGS 84 (World Geodetic System), projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 21Sul.

**Figura 3.3**– Representação do processo de delimitação da cobertura e uso da terra de uma



microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.

Fonte: Elaborada pelos autores.

### 2.2.3 Caracterização e análise estrutural da paisagem

Foi realizada uma caracterização dos elementos estruturais da paisagem, descrevendo os padrões das classes de cobertura e uso da terra na paisagem da microbacia analisada. A análise estrutural da paisagem foi realizada em diferentes níveis, analisou-se o ambiente físico para entender as interconexões entre os elementos da paisagem e perceber a heterogeneidade espacial relacionando os diferentes padrões de cobertura e uso da terra com base nas métricas de paisagem. Para tanto foram realizadas análises no nível de paisagem, classes e manchas.

Definiram-se como manchas os menores elementos individuais observáveis na paisagem através da imagem de satélite; as classes são os conjuntos de tipos de manchas, definidas nesse trabalho como os usos e cobertura da terra; e a paisagem foi definida como toda a extensão da microbacia hidrográfica. Nesse caso, a paisagem constituiu-se como uma escala mais ampla, ao contrário das manchas. Em Ecologia de Paisagem a análise em diferentes níveis visa a compreensão de padrões específicos que cada nível possa apresentar com a finalidade de buscar respostas para a estrutura espacial da paisagem como um todo (McGARIGAL; MARKS, 1995; WU et al., 2002; LANG; BLASCHKE, 2009; BATISTA, 2014).



Para o nível de manchas, comparou-se a vegetação nativa e sistemas agroflorestais em diferentes períodos, em 2010 e 2017, avaliando antes e depois da implantação dos SAF. Utilizou-se para essa análise imagens do Google Earth nos respectivos anos, através das quais foram digitalizadas as áreas de vegetação florestal. Também se analisou o efeito de uma possível reconstituição das Áreas de Preservação Permanente (APP) sobre os fragmentos atuais de vegetação natural através de três cenários: Cenário 1 – vegetação natural, sistemas agroflorestais e reconstituição das APP a 5 m dos cursos d'água; Cenário 2 – vegetação natural, sistemas agroflorestais e reconstituição das APP a 30 m dos cursos d'água; e Cenário 3 – vegetação natural, sistemas agroflorestais e reconstituição das APP a 200 m dos cursos d'água.

Para a definição dos cenários 1 e 2 utilizou-se como base as diretrizes estabelecidas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651, Brasil, 2012) e para o cenário 3 buscou-se comparar os efeitos em ecologia de paisagem de um possível corredor ripário que seja apropriado para atender as necessidades para a vida das espécies de aves e mamíferos. (LEES; PERES, 2008; TUBELIS; COWLING; DONNELLY, 2004). Os cenários foram montados através do software QGIS 2.18 (QGIS, 2017) e as análises foram feitas através dos softwares Fragstats 4 (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012) e R 3.4 (R, 2018). O conjunto de métricas utilizado está representado na tabela 2.1.



**Tabela 2.1** – Métricas de paisagem utilizadas para analisar a paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT.

Nível	Grupo	Abreviação	Descrição
Paisagem (microbacia)	Área	TA	Área total da paisagem
		PR	Riqueza de manchas
	Diversidade	PRD	Densidade de riqueza de manchas
		SEI	Índice de uniformidade de Shannon
		SIDI	Índice de diversidade de Simpson
Classe (usos da terra)	Agregação	CONTAG	Contágio
	Fragmentação	PN	Número de manchas
		PD	Densidade de manchas
		MESH	Tamanho da malha efetiva
		IJI	Interdispersão e justaposição
Mancha (vegetação natural)	Área	CA	Área da classe
		MPS	Tamanho médio das manchas
	Forma	SHAPE	Índice de forma
	Fragmentação	PN	Número de manchas
PROX		Distância euclidiana do vizinho mais próximo	

Fonte: McGarigal e Marks (1995), Wu et al. (2002), Lang e Blaschke (2009), Batista (2014).

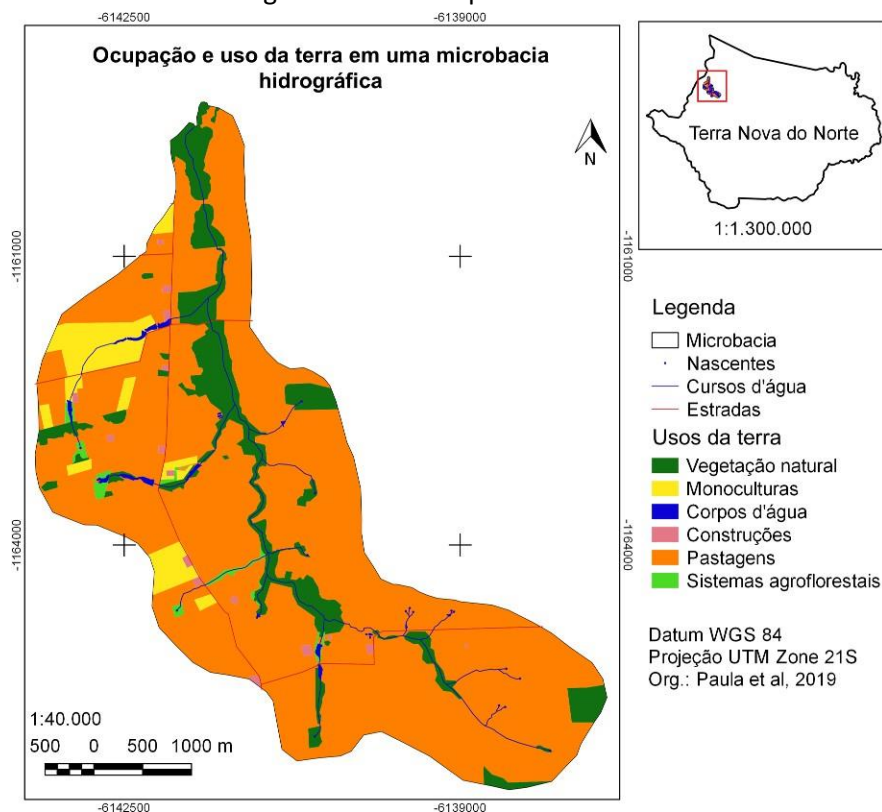
## 2.3 Resultados e discussão

### 2.3.1 Caracterização estrutural da paisagem

Na microbacia analisada as áreas de pastagem somaram 1.288,20 ha (Figura 3.4) ocupando grande proporção da área total da microbacia (Figura 3.5). Essas áreas destinam-se à criação de bovinos para produção de carne e de leite, em sua maior parte feita pelo sistema de pastejo extensivo. As áreas de pastagem em alguns pontos avançam até as margens dos córregos, sendo possível observar erosões provocadas pelo caminhar dos animais e pontos de solo exposto onde os animais provavelmente se reúnem (Figura 3.6). Nessa paisagem as pastagens são caracterizadas como o elemento dominante, perfeitamente conectado e que circunda todos os outros, exercendo um maior grau de controle sobre a dinâmica da paisagem (BATISTA, 2014). A

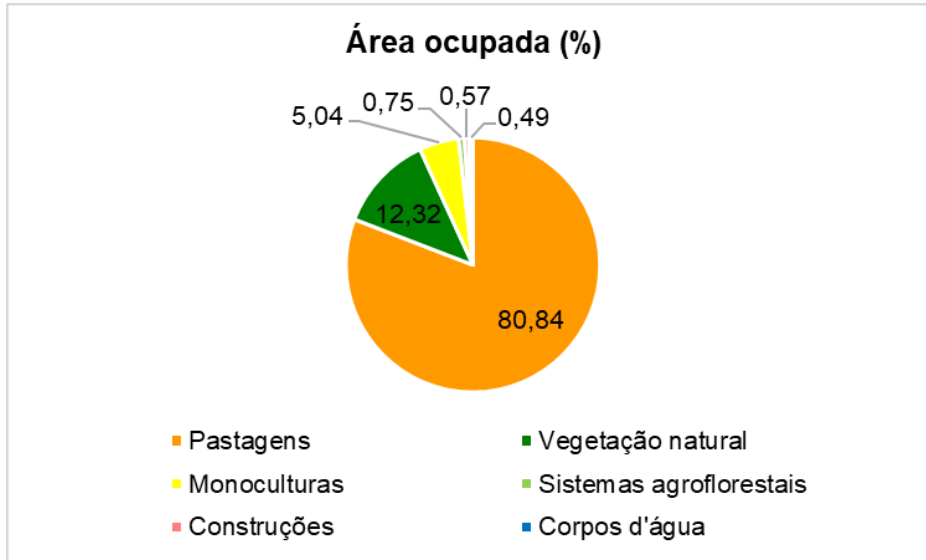
grande proporção da paisagem classificada como pastagem pode ter profundas influências nos processos ecológicos, pois uma matriz antrópica com baixa biodiversidade pode ser considerada fonte de perturbação, com acentuado efeito de borda e contribuindo para a extinção de espécies do interior (METZGER, 2008).

**Figura 3.4** – Representação espacial das classes de cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.



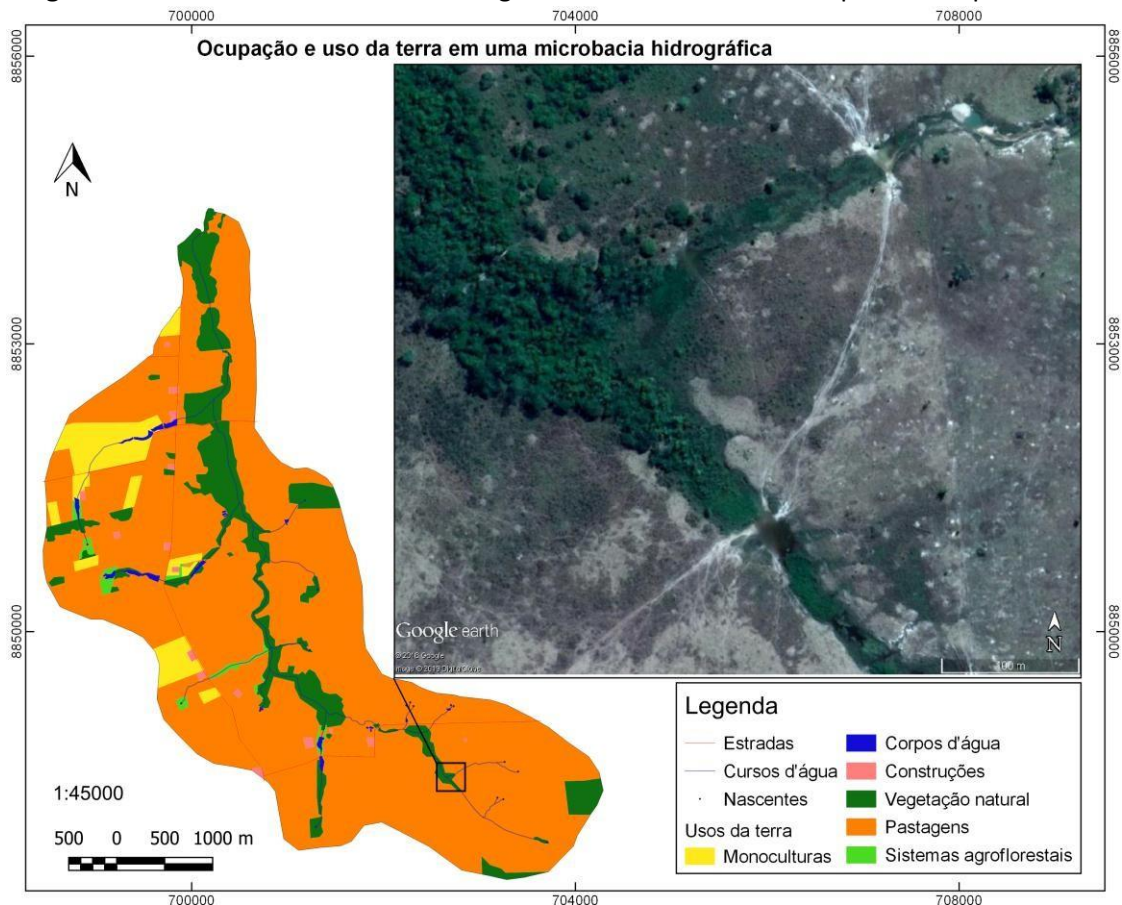
Fonte: Elaborada pelos autores.

**Figura 3.5** – Representação gráfica da porcentagem da área das classes de cobertura e uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte- MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.

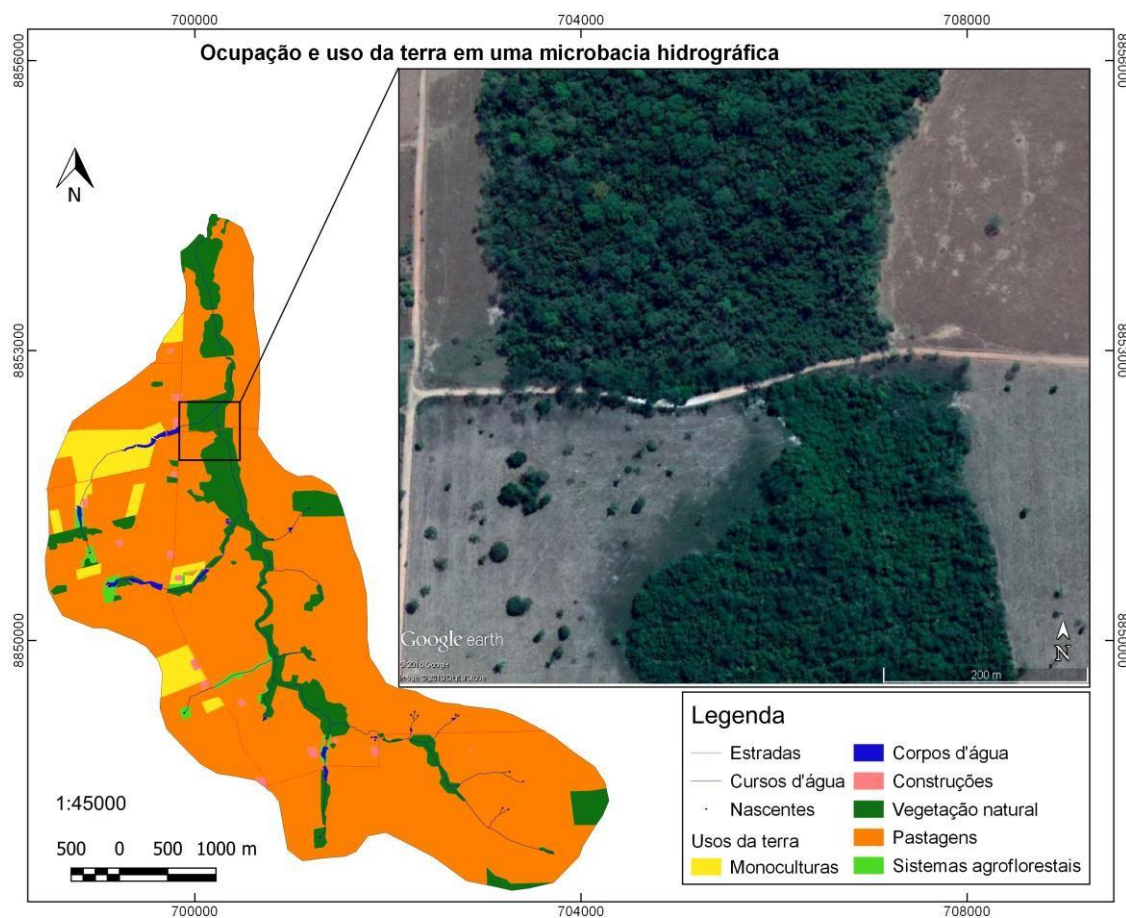
**Figura 3.6** – Trecho da microbacia hidrográfica com sinais de erosão provocada por bovinos.



Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

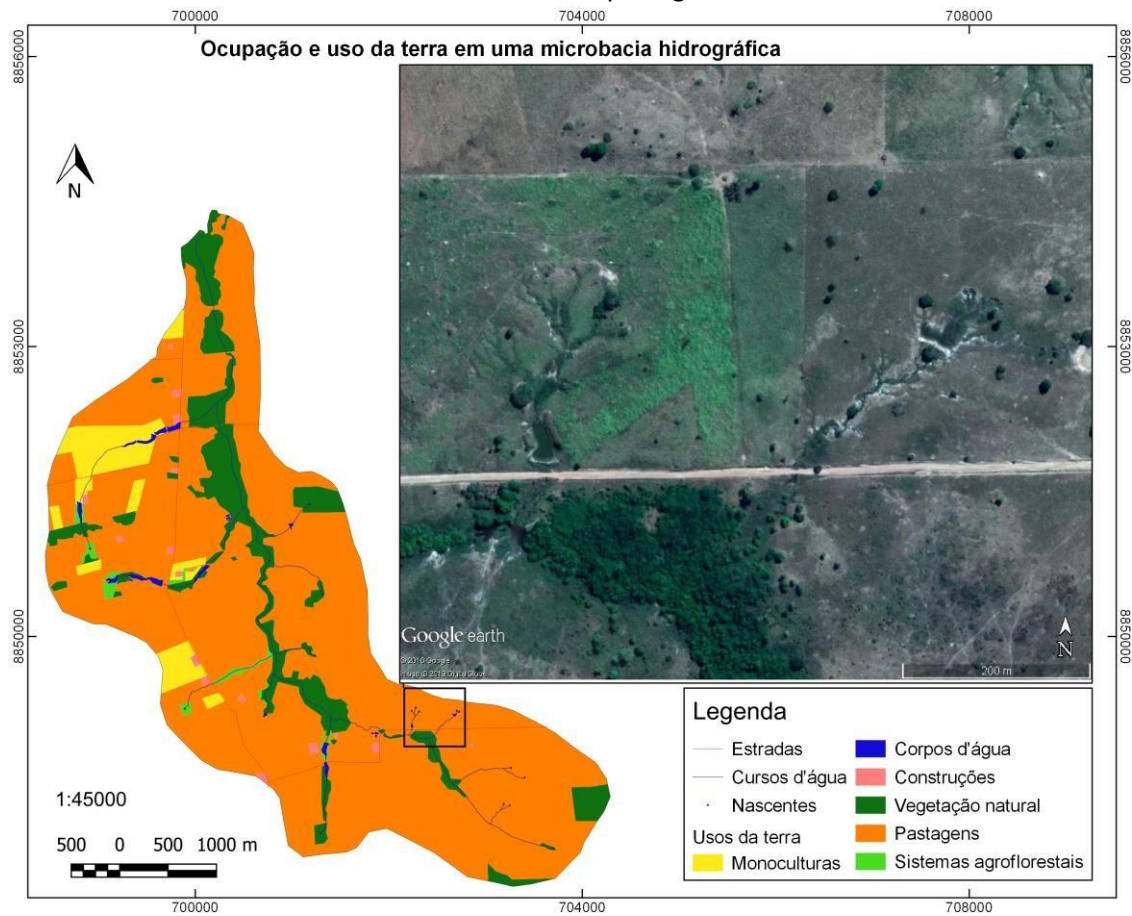
Os fragmentos de vegetação natural somaram 196,34 ha (Figura 3.4). É possível observar que a maioria dos fragmentos de vegetação natural está associada a recursos hídricos, formando trechos de corredores remanescentes ripários, alguns interrompidos por estradas (que somaram 11,34 km de extensão) (Figura 3.7). Considerando o ponto central do córrego principal, destaca-se que a maior parte dos remanescentes de vegetação natural estava à jusante, o que pode ser efeito do maior alagamento dessas áreas nas épocas chuvosas dificultando as atividades agropecuárias; e à montante apresentou poucos fragmentos, inclusive nas primeiras nascentes que formam a bacia. Dez das dezoito nascentes encontravam-se desprotegidas, todas à montante, representando um risco para o adequado fluxo hidrológico dessa paisagem e representando uma demanda para a restauração das APP (Figura 3.8).

**Figura 3.7** – Trecho da microbacia hidrográfica com florestas interrompidas por estradas.



Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

**Figura 3.8** – Trecho da microbacia hidrográfica com nascentes e Áreas de Preservação Permanente desprotegidas.



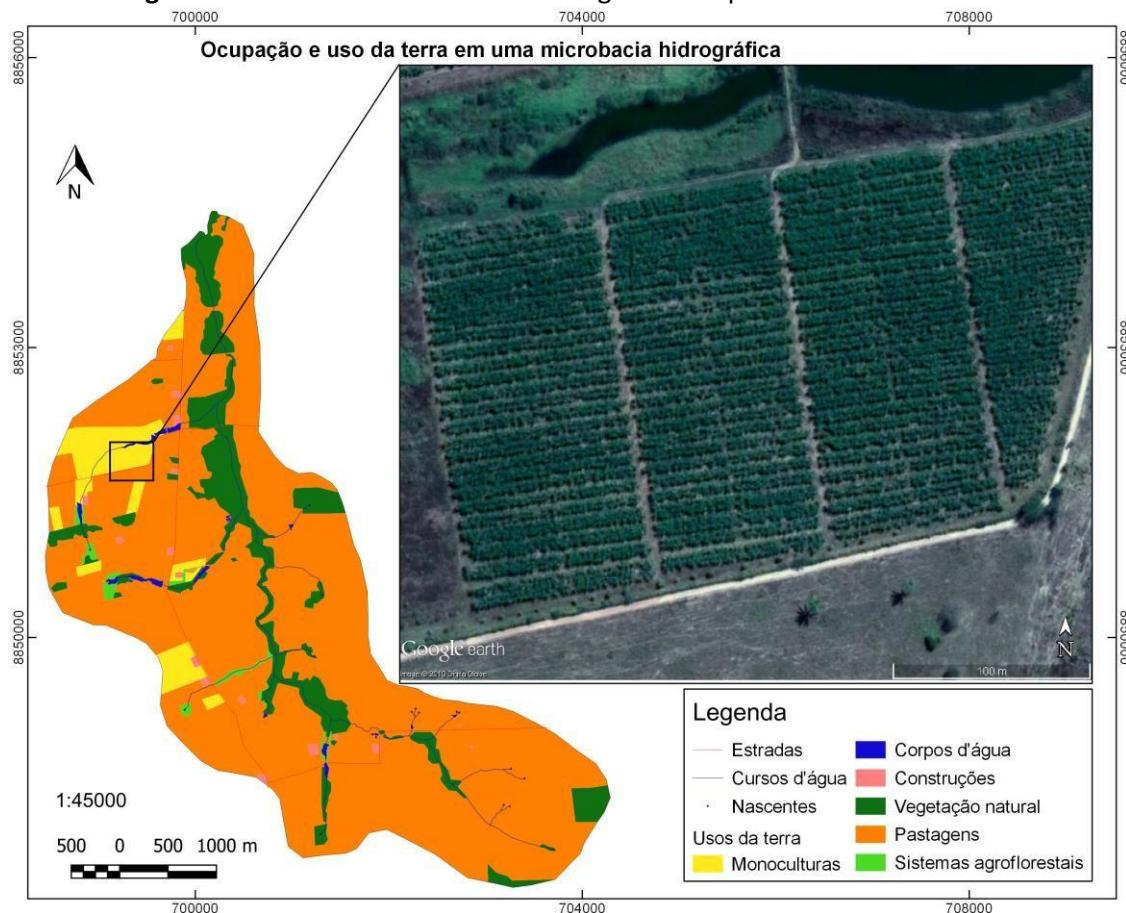
Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

Além de trechos estreitos, os corredores são estruturas paisagísticas funcionalmente importantes que influenciam a dispersão de plantas e animais na paisagem (HADDAD et al. 2003). Os fragmentos de vegetação natural ripários podem favorecer os fluxos gênicos, transporte de água, energia e minerais, habitats ou fonte de recursos de diversas espécies e como elemento tampão ou filtros ecológicos; e os trechos de estradas podem atuar como elemento barreira à passagem de espécies e propágulos no âmbito da ecologia de paisagem (PAULA; SAIS; OLIVEIRA, 2018).

As áreas com monoculturas somaram 80,37 ha. Pela imagem de satélite foi possível observar nessas áreas manchas introduzidas na paisagem com plantas herbáceas ou perenes, cultivadas em linhas e talhões em monocultivos (Figura 3.9). Essas áreas estavam localizadas, geralmente, nas áreas mais

baixas da microbacia, mais próximas à foz, possivelmente por serem áreas com relevo mais propenso a essas atividades.

**Figura 3.9** – Trecho da microbacia hidrográfica ocupada com Monoculturas.



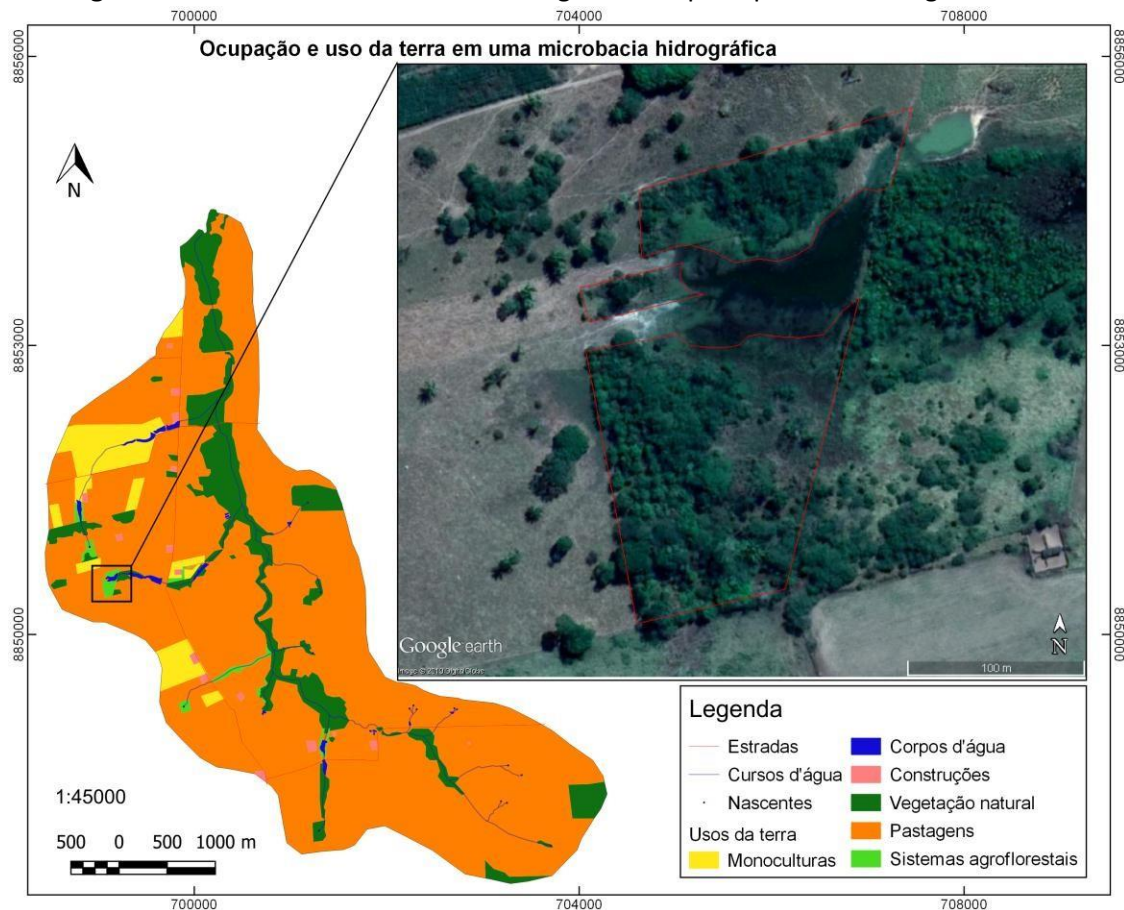
Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

Outros usos menos representativos em termos de área foram as áreas construídas, geralmente residências e currais, que somaram 9,04 ha; e os corpos d'água, formados principalmente por barramentos dos cursos naturais ou lagos artificiais, que somaram 7,73 ha.

Os SAF estavam geralmente relacionados com os recursos hídricos, sendo implantados no entorno de nascentes, corpos d'água e cursos d'água, totalizaram 11,88 ha. Esses sistemas destacam-se na paisagem analisada por representarem o único uso e ocupação da terra que pode possuir características mais próximas aos remanescentes (Figura 3.10), e por isso facilitar fluxos biológicos na paisagem, por exemplo, como fonte de alimentos,

abrigo e rotas de várias espécies animais, além de fonte de propágulos e minerais para plantas (UEZU; BEYER; METZGER, 2008).

**Figura 3.10** – Trecho da microbacia hidrográfica ocupada por sistemas agroflorestais.

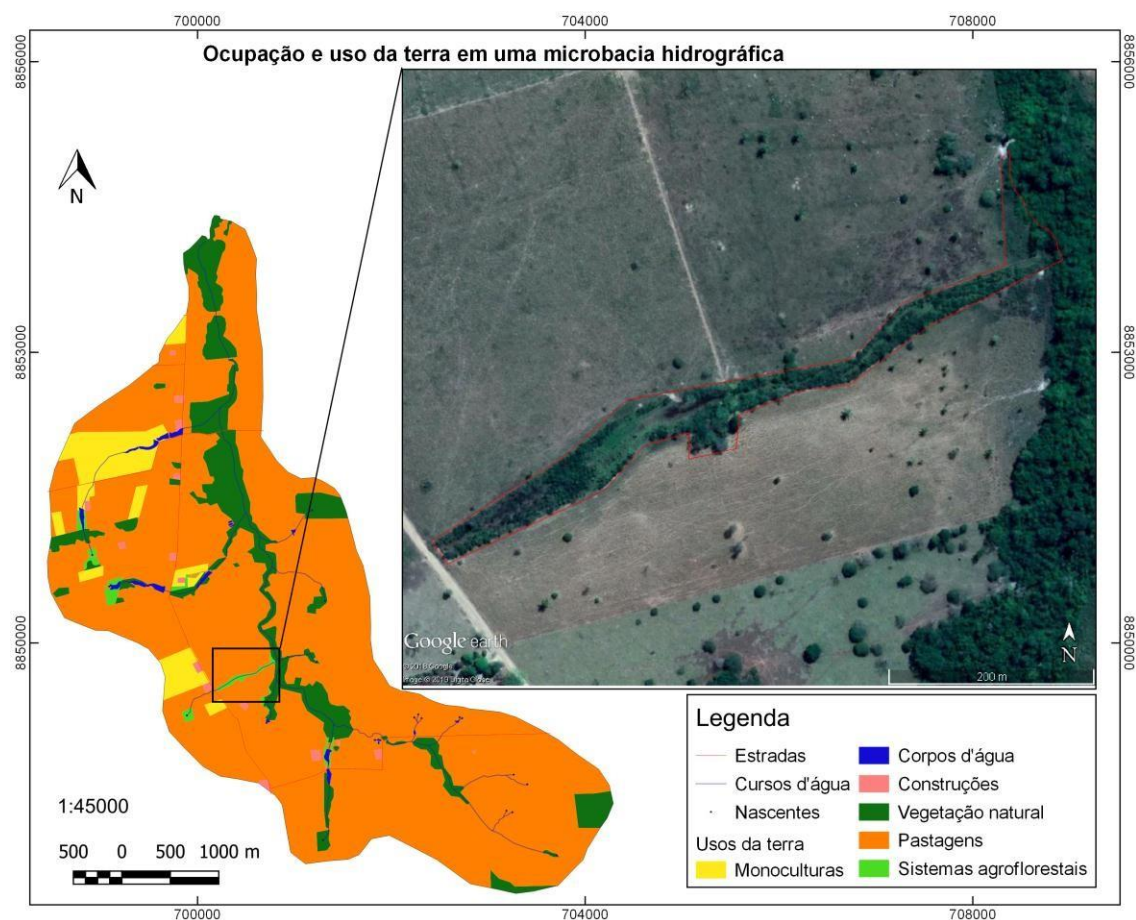


Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

Os sistemas agroflorestais implantados apresentaram uma relação específica com os recursos hídricos. Dentre as 20 manchas de SAF, todas estavam localizadas a menos de 150 m de pelo menos um recurso hídrico (nascente, curso d'água e corpo d'água), sendo 19 delas a menos de 50 metros. Além disso, 6 manchas de SAF estavam localizadas no entorno de 3 das 4 nascentes em imóveis rurais que implantaram SAF; e 15 manchas se localizavam à montante de 4 dos 5 corpos d'água em imóveis rurais com SAF. Outro dado relevante é que dos 7 trechos de cursos d'água que cortam os imóveis rurais com SAF, 6 possuíam esse sistema implantado às suas margens (Figura 3.11). Esses resultados demonstram que os agricultores, possivelmente, adotaram a implantação dos SAF em suas propriedades com o

intuito de realizarem a restauração florestal visando a proteção dos recursos hídricos. Nesse sentido, estes sistemas apresentam-se como um manejo alternativo para promover a reinserção do componente arbóreo, e com benefícios para restauração das APP (RIBEIRO et al., 2018).

**Figura 3.11** – Trecho da microbacia hidrográfica com sistema agroflorestal implantado ao longo de curso d'água.



Fonte: extraída do Google Earth em 22 mar. 2019.

Na paisagem analisada os SAF podem contribuir para a melhoria da paisagem através dos sistemas silvipastoris. Esses sistemas são caracterizados pela combinação de árvores ou arbustos com plantas forrageiras herbáceas para alimentação de animais (COSTA; ARRUDA; OLIVEIRA, 2002). A reintrodução do componente arbóreo nessa matriz antrópica deve maximizar os benefícios agrônômicos e ecológicos, podendo aumentar a biodiversidade e melhorar aspectos econômicos, principalmente para a agricultura familiar (QUEIROZ et al., 2017; RICE; GREENBERG, 2004).



A implantação de sistemas agroflorestais não tem por objetivo retornar às condições de uma paisagem não alterada antropicamente, mas é um esforço de conciliação entre áreas produtivas sustentáveis com áreas de conservação biológica. Embora esses elementos agroflorestais possam cobrir apenas uma pequena porcentagem da paisagem, como na microbacia analisada, eles ainda podem oferecer algum habitat e aumentar a permeabilidade da matriz agrícola para muitos organismos que não são adaptados a áreas largas e sem árvores, aumentando assim a conectividade entre ilhas de vegetação natural. Desta maneira, práticas agroflorestais pode ser um complemento valioso para as áreas protegidas de tamanho suficiente e cobrindo uma gama de condições do local nas estratégias de conservação em longo prazo sob condições de mudança climática (SCHROTH et al., 2004).

### **2.3.2 Análise estrutural da paisagem**

A análise da estrutura da paisagem com a ajuda de métricas ocorreu em três níveis: paisagem, classe e mancha (GÖKYER, 2013). Lang e Blaschke, (2009) sugerem que para uma pesquisa completa, uma paisagem seja analisada em escalas de detalhes, assim, a complexidade dos padrões e as ordenações específicas das manchas podem ser entendidas como sumarizadas às escalas. O nível da paisagem é a fase final de agregação de todas as manchas de todas as classes, ao longo da total extensão da paisagem.

O tamanho da área da paisagem analisada (Tabela 2.2) permitiu o mapeamento da cobertura e uso da terra e fragmentação da vegetação natural refletindo o contexto da região do estudo (SILVA; DOURADO, 2016; BLEICH; SILVA, 2013; BARBOSA et al., 2018; PAULA; SAIS; OLIVEIRA, 2018). Entretanto, vale considerar que algumas métricas e alguns processos ecológicos apresentam relação específica com o tamanho da paisagem. Fluxos de energia, espécies animais e propágulos vegetais por vezes ultrapassam os limites estabelecidos para uma paisagem. Nesse sentido, ao aplicar as métricas para estudos de processos ecológicos os resultados podem ser tendenciosos para os limites estabelecidos para a paisagem focal (LANG;



BLASCHKE, 2009; MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012). Nesse caso, aumentando-se a paisagem esses efeitos podem ser minimizados.

**Tabela 2.2** – Resultados das métricas em nível de paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT.

<b>Grupo</b>	<b>Métrica</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Área	TA*	1593,55	ha
Diversidade	PR*	6	-
	PRD*	0,38	Por km <sup>2</sup>
	SEI*	0,38	-
	SIDI*	0,33	-
Fragmentação	CONTAG	80,76	%

Fonte: Elaborada pelos autores.

\*TA: Área total da paisagem; PR: Riqueza de manchas; PRD: Densidade de riqueza de manchas; SEI: Índice de uniformidade de Shannon; SIDI: Índice de diversidade de Simpson; CONTAG: Contágio.

As medidas de diversidade refletem dois componentes - riqueza e uniformidade. A riqueza refere-se ao número de tipos de manchas presentes (PR e PRD); uniformidade refere-se à distribuição de área entre diferentes tipos (SEI e SIDI). Na microbacia hidrográfica estudada a componente composicional riqueza de manchas mostrou-se de acordo com a região em que está inserida (Tabela 2.2), podendo variar conforme o aumento da escala. Tendo em vista que à medida que os índices se aproximam de 1 a diversidade observada se aproxima da perfeita uniformidade, a paisagem apresentou baixa diversidade de manchas (Tabela 2.2),

A riqueza de manchas é um elemento-chave da estrutura da paisagem, porque a variedade de elementos presentes pode ter uma influência importante em uma variedade de processos ecológicos (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012). Como muitos organismos estão associados a um único tipo de mancha, a riqueza de manchas geralmente se correlaciona com a riqueza de espécies (RESCIA; SANZ-CAÑADA; BOSQUE-GONZÁLEZ, 2017). Vale destacar que uso de medidas de diversidade da paisagem não transmite qualquer informação sobre a composição real das espécies de uma comunidade, apesar de, geralmente haver relação positiva entre elas.



Outro grupo de métricas de paisagem analisado ao nível de paisagem na presente pesquisa refere-se à agregação das manchas. A agregação refere-se à tendência de os tipos de manchas serem espacialmente agregados; isto é, ocorrer em distribuições grandes, agregadas ou "contagiosas" (BATISTA, 2014). Essa propriedade também é conhecida como textura de paisagem. O índice de contágio (CONTAG), utilizado na presente pesquisa para medir a agregação da paisagem da microbacia hidrográfica demonstrou 80% de contágio (Tabela 2.2). Valores mais elevados de contágio podem resultar de paisagens com algumas grandes manchas contínuas, enquanto os valores mais baixos geralmente caracterizam paisagens com muitas manchas pequenas e dispersas (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012). Isso comprova que a microbacia analisada possui algumas grandes manchas contínuas, principalmente das áreas com pastagens, como pode ser observado visualmente no mapa da Figura 3.4 (ver seção "Caracterização estrutural da paisagem", pág. 43). Por ser baseado na matriz de adjacência (ou seja, o número de adjacências entre cada par de tipos de mancha) que incluem adjacências semelhantes é fortemente afetado pelo tamanho do pixel ou resolução da imagem (neste caso foram usados pixels de 1x1 m) (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012).

O número de manchas (NP) e a densidade de manchas (PD) são as medidas mais simples de subdivisão. Grande número de manchas geralmente é interpretado como riqueza estrutural e pode indicar também fragmentação (LANG; BLASCHKE, 2009), ou seja, maior número de manchas é indicador de maior fragmentação da classe (BATISTA, 2014). Na microbacia analisada inferiu-se que a vegetação natural obteve maior fragmentação ao contrário das áreas de pastagens que são menos retalhadas (Tabela 2.3). Esse resultado pode ser explicado pela relação entre a expansão das áreas de pastagem com o desmatamento da vegetação natural que ocorreu historicamente na região em que a microbacia hidrográfica está inserida (CANO-CRESPO et al., 2015; BARONA et al., 2010; SILVÉRIO et al., 2013).

O tamanho efetivo da malha (MESH) indica o tamanho das manchas quando a classe é dividida (cada uma com o mesmo tamanho), permitindo



perceber o tamanho efetivo da mancha no total da classe (SCHMIEDEL; CULMSEE, 2016). Jaeger (2000) argumenta que o tamanho da malha efetiva caracteriza a subdivisão de uma classe independentemente de seu tamanho. Assim, os resultados apresentados na Tabela 2.3 indicam que na microbacia hidrográfica analisada as áreas de pastagem apresentaram menor subdivisão, pois apresentou maior tamanho efetivo de sua malha; ao contrário de construções, sistemas agroflorestais e corpos d'água que foram mais subdivididos (Tabela 2.3). Esse resultado pode ser efeito do tamanho médio das manchas de cada classe.

**Tabela 2.3** – Resultados das métricas de fragmentação em nível de classes de cobertura e uso da terra na paisagem rural de uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT.

Classes	Métricas			
	PN*	PD*	MESH*	IJI* (%)
Pastagens	3	0,19	1012,39	72,34
Vegetação natural	28	1,76	6,45	24,12
Monoculturas	8	0,50	1,49	58,46
Sistemas agroflorestais	20	1,26	0,00	83,06
Construções	20	1,26	0,01	60,47
Corpos d'água	16	1,00	0,00	41,20

Fonte: Elaborada pelos autores.

\*PN: Número de manchas; PD: Densidade de manchas; MESH: Tamanho da malha efetiva; IJI: Interdispersão e justaposição.

O índice de interdispersão e justaposição (IJI) mede a extensão em que os tipos de mancha são intercalados; valores mais altos resultam de classes nas quais os tipos de mancha são mais intercalados (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012; SUN; ZHOU, 2016). Os resultados indicam que na microbacia hidrográfica analisada as manchas de sistemas agroflorestais são mais intercaladas, ao contrário das manchas de vegetação natural (Tabela 2.3).

A composição e estrutura do mosaico de paisagem interveniente podem determinar a permeabilidade da paisagem aos movimentos de animais e propágulos vegetais (METZGER, 2008). Observa-se na Figura 3.4 (ver seção “Caracterização estrutural da paisagem”, pág. 43) que, sob uma perspectiva biogeográfica, os fragmentos de vegetação natural estão rodeados, em sua



maior parte, por um conjunto de atividades antrópicas que é hostil à sobrevivência e à dispersão de espécies. Neste caso, pelos resultados das métricas, presume-se que a matriz (pastagem) não contém estrutura significativa e o isolamento é influenciado em grande parte pela distância entre manchas de habitat favoráveis e que o mosaico exerce pressão negativa para a conservação da vegetação natural.

As métricas no nível da mancha são calculadas para cada mancha individualmente, caracterizando o seu caráter espacial único e o seu contexto particular. Estes índices podem ser cruciais para a análise da adequabilidade de determinada mancha como uma área que pode ser habitada por uma determinada espécie de animal, planta ou outro organismo (LANG; BLASCHKE, 2009).

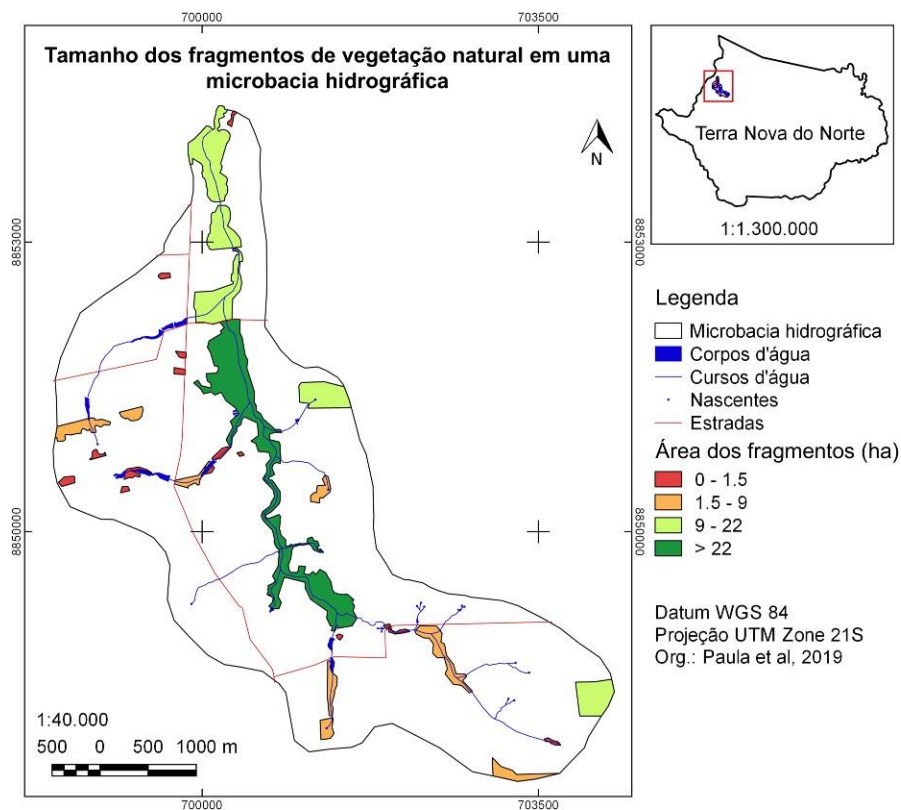
A área de cada mancha é a base para muitos dos índices de ecologia de paisagem, e tem grande utilidade para a maioria das espécies que tem requisitos mínimos de área necessária para atender a todos as condições de vida (BAGUETTE; STEVENS, 2013). Na microbacia hidrográfica analisada a maioria das manchas de vegetação natural apresentou área abaixo de 9 ha (23 de 29 manchas), as menores abaixo de 1,5 ha (15 manchas), acima de 9 ha foram classificadas 6 manchas, com a maior possuindo 78,97 ha, como demonstra a Figura 3.12. Esses resultados reforçam a alta fragmentação da vegetação natural remanescente, em acordo com os resultados das métricas de paisagem, aliada à baixa porcentagem de cobertura vegetal da paisagem analisada.

### **2.3.3 Evolução dos fragmentos de vegetação nativa e efeitos da restauração das APP**

Através do conhecimento da dinâmica temporal da vegetação, é possível identificar padrões, processos e mecanismos, que podem ser usados para realizar predições e orientar estratégias de uso racional, proteção e conservação dos recursos florestais, bem como a previsão de tendências futuras (ROSA et al., 2017). Os resultados obtidos nesses estudos são indispensáveis às práticas relacionadas à reestruturação da vegetação original

devastada, pois direcionam o processo de recomposição dos fragmentos florestais (SILVA et al., 2015).

**Figura 3.12** – Representação espacial dos diferentes tamanhos dos fragmentos de vegetação natural em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A construção de cenários futuros permite simular situações da restauração de APP visando à representação do espaço em longo prazo, de modo a auxiliar a tomada de decisão futura, a maximização de impactos positivos e ainda servir de suporte ao zoneamento ecológico econômico e gestão rural. Essas simulações permitem prever a mudança da paisagem e identificar a relevância dessas alterações para a melhoria das características ecológicas sobre tal paisagem. Nesse sentido, considera-se um auxílio à gestão territorial, visto que os resultados aqui obtidos poderão servir de base para uma gestão mais eficiente que vise o desenvolvimento sustentável.

De acordo com Metzger, (2008) A partir de um certo grau de fragmentação, ou para uma determinada configuração espacial dos



fragmentos, os efeitos da fragmentação tornam-se muito intensos e a restauração é então necessária para manter a diversidade biológica. A noção básica que se opõe a fragmentação é a conectividade dos fragmentos. Para reconectar fragmentos de vegetação nativa isolados, há duas opções: melhorar a rede de corredores e aumentar a permeabilidade da matriz (GRAY et al., 2016).

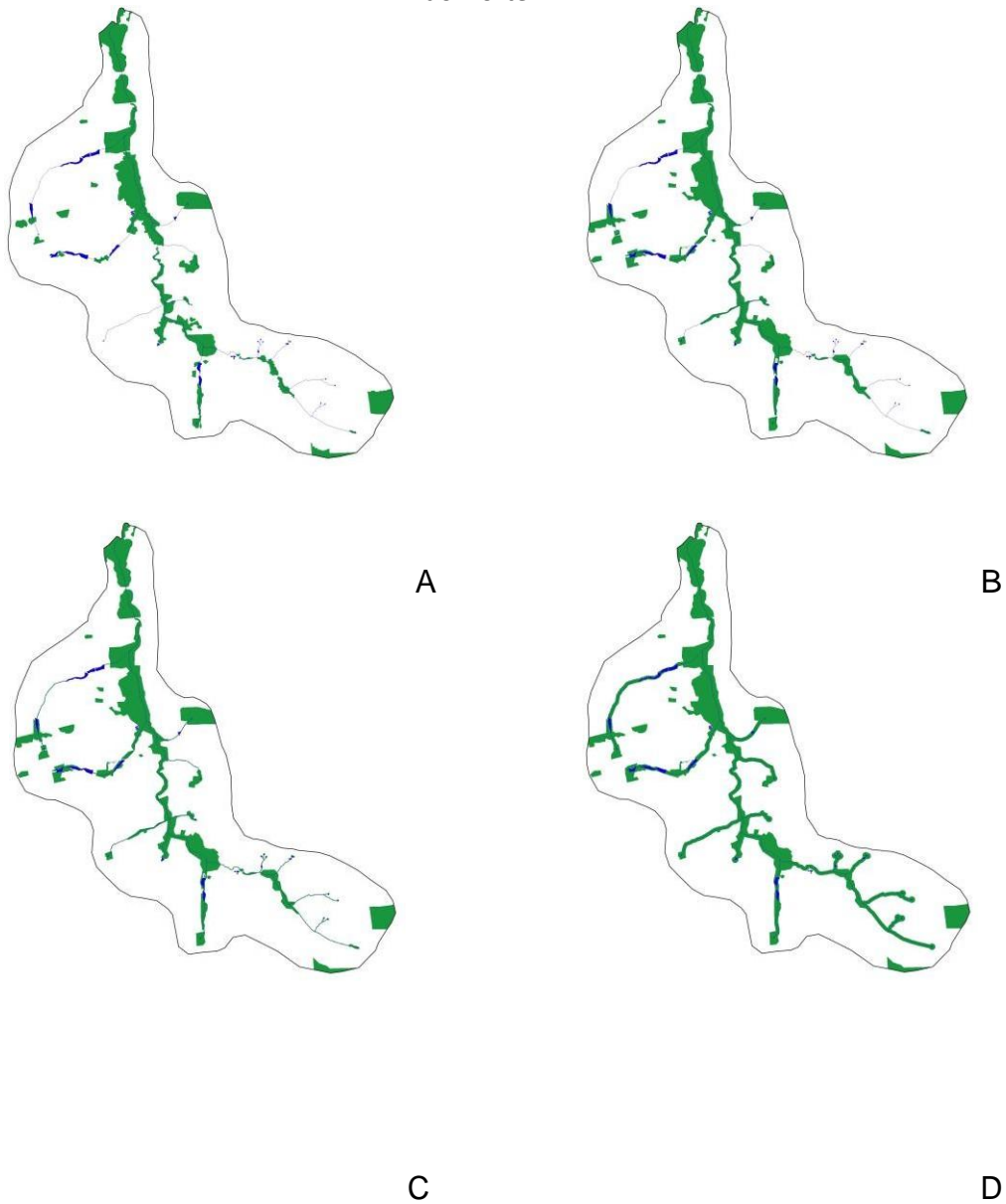
A melhoria da rede de corredores pode ser feita preferencialmente utilizando corredores ripários, pois as matas nessas áreas, além de facilitarem os fluxos biológicos, têm também outras funções vitais para a sustentabilidade da paisagem (LAURANCE, 2004). No entanto para que sejam efetivos é necessário que eles sejam largos o suficiente para incluírem áreas internas de matas não influenciadas pela cheia. Aumentar a permeabilidade da matriz pressupõe a substituição de uma matriz com baixa similaridade florística e fisionômica por uma matriz com alta similaridade com o ambiente natural. Pode ser realizada também aumentando-se a densidade de “*stepping stones*”, também conhecidos como “trampolins ecológicos”, que são áreas reduzidas de habitat inseridas na matriz (METZGER, 2008).

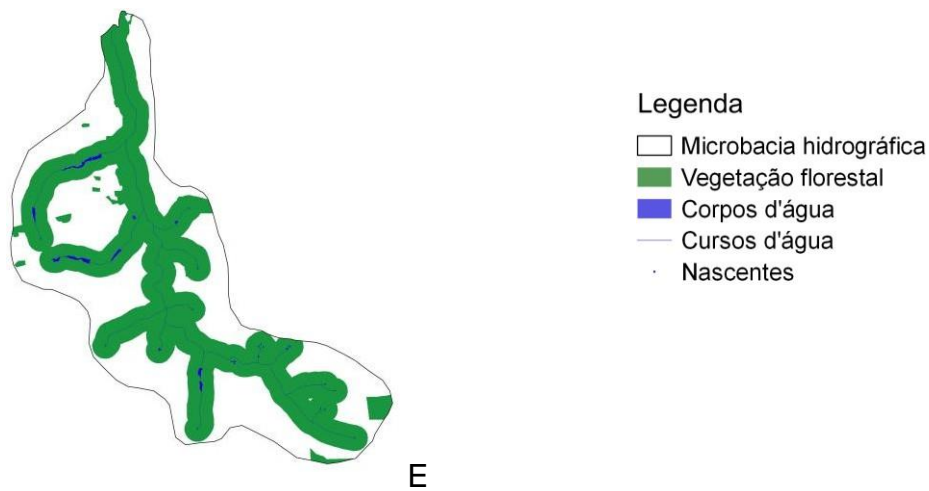
Em paisagens fragmentadas, os sistemas agroflorestais biodiversos, por sua estrutura biodiversa e multiestratificada, podem atuar como degraus facilitando o movimento de animais entre os fragmentos de vegetação natural (*stepping stones*); como zonas de benefício agroflorestal em torno de fragmentos de vegetação natural; e melhorando a conectividade através de corredores (CULLEN JR. et al., 2001; LAURANCE, 2004; UEZU; BEYER; METZGER, 2008). A presença do sistema agroflorestal favorece uma maior riqueza de espécies generalistas, são mais vantajosos para a conservação do que o sistema de monocultura e são alternativas para a restauração inicial de áreas protegidas (SCHROTH et al., 2004; AMADOR, 2008).

Na microbacia hidrográfica analisada, o mapeamento dos fragmentos florestais em duas épocas e os cenários de possíveis restaurações das APP está representado na Figura 3.13.



**Figura 3.13** – Fragmentos florestais em diferentes períodos (A: em 2010; B: em 2017) e cenários de possíveis restaurações das Áreas de Preservação Permanente (C: APP de 5 m; D: APP de 30 m; E: APP de 200 m) em uma microbacia hidrográfica no município de Terra Nova do Norte-MT.

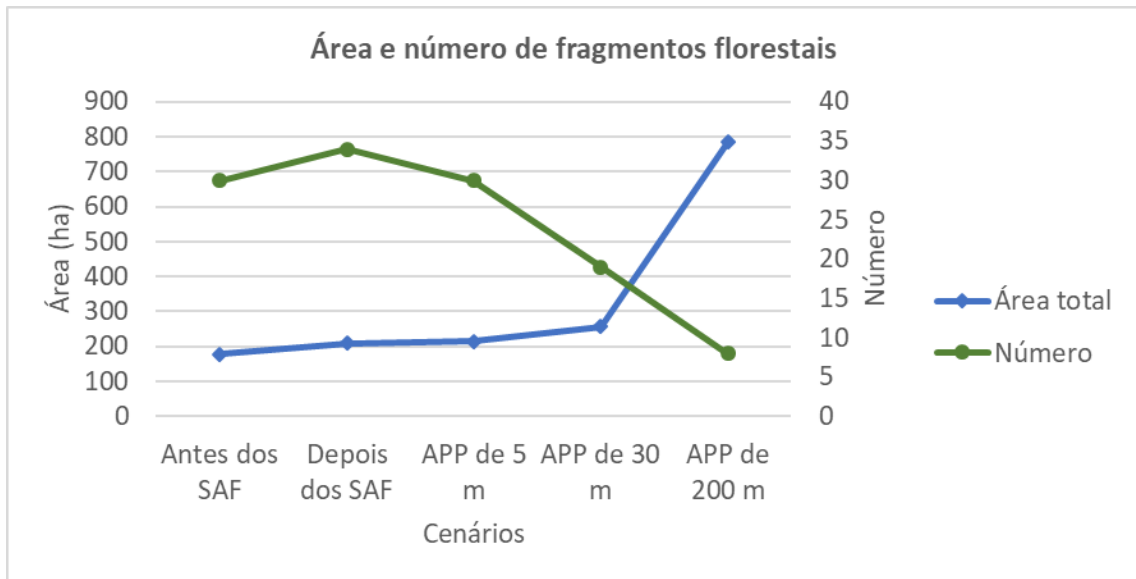




Fonte: elaborada pelos autores.

Analisando os efeitos sobre a vegetação natural após a implantação dos SAF na microbacia hidrográfica estudada, observa-se que o número de fragmentos biodiversos aumentou de 30 para 34 e a área total aumentou de 178,20 ha para 208,23 ha antes e depois da implantação dos SAF, respectivamente (Figura 3.14). A restauração e manutenção das APP aumentariam as áreas de vegetação florestal de 208,23 ha, na situação atual, para 215,66 e 257,23 ha com APP de 5 m e 30 m, respectivamente. O número de fragmentos diminuiria de 34 para 30 e 19 com APP de 5 m e 30 m, respectivamente, pois alguns fragmentos atualmente isolados seriam conectados através do corredor formado pela APP (Figura 3.14).

**Figura 3.14** – Representação gráfica da área e número de fragmentos florestais em diferentes situações e cenário em uma microbacia hidrográfica em Terra Nova do Norte-MT.



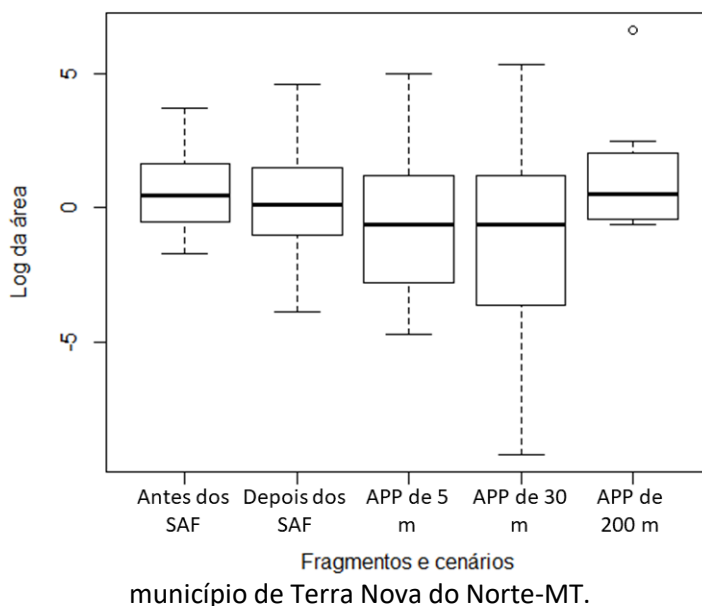
Fonte: elaborada pelos autores.

A simulação de um corredor ripário com 200 m em cada margem dos rios aumentou a área florestal total de 208,23 ha, atualmente, para 784,16 ha (Figura 3.14). Essa área representou 49,21% da área da microbacia e pode contribuir para os esforços dos agricultores em atender a legislação florestal brasileira, que na Amazônia Legal obriga os agricultores a manter, no mínimo, 50% de áreas de floresta em seus imóveis rurais, quando em áreas rurais consolidadas (Lei nº 12.651). Esse corredor ripário diminuiria o número de fragmentos de 34, atualmente, para 8, conectando vários fragmentos florestais que atualmente encontram-se isolados (Figura 3.14).

A variação das médias das áreas dos fragmentos foi maior após a implantação dos SAF, e tenderam a ser crescentes nos cenários com APP de 5 e 30 m, com as medianas tendendo a diminuir gradativamente (Figura 3.15). Esse efeito ocorre devido ao aumento de área nos fragmentos preexistentes pela conexão destes, ao mesmo tempo em que pequenos fragmentos foram criados, seja pela implantação de áreas de SAF ou de APP de tamanhos menores, entretanto o aumento de área total faz com que a mediana continue diminuindo.



**Figura 3.15** – Representação gráfica da área das manchas dos cenários\* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no



Fonte: Elaborada pelos autores.

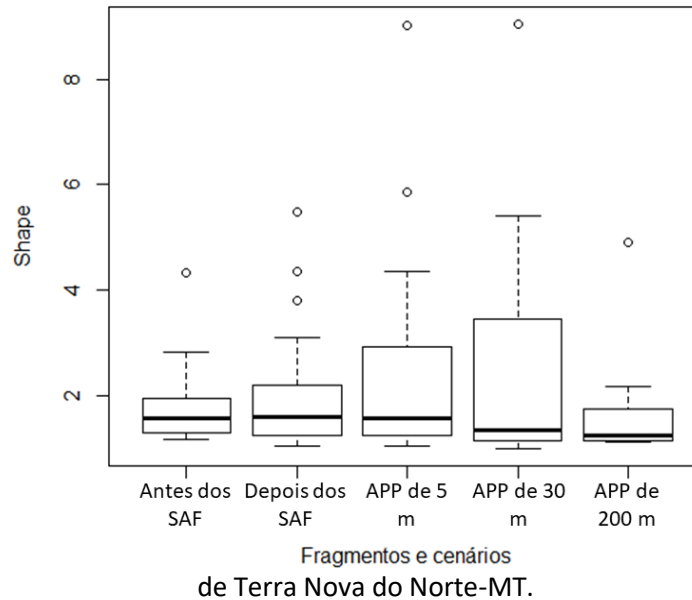
\*Cenário 1: vegetação natural; Cenário 2: vegetação natural + sistemas agroflorestais; Cenário 3: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 5 m; Cenário 4: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 30 m; Cenário 5: vegetação natural + sistemas agroflorestais + corredores ripários.

Ao simular um corredor ripário de 200 m a variação das médias das áreas diminuiu consideravelmente e a mediana aumentou em comparação com os outros cenários. Isso pode ser efeito da conexão de vários fragmentos em um corredor consideravelmente maior em relação aos outros (*Outlier*) (Figura 3.15). Esse grande fragmento criado com a APP de 200 m somou 761,68 ha de vegetação florestal conectada, o que representa 97% da vegetação florestal desse cenário, sendo quase 8 vezes maior que o maior fragmento florestal do cenário atual.

A variação das médias das formas dos fragmentos foi maior após a implantação dos SAF, e tenderam a ser crescentes nos cenários com APP de 5 e 30 m, com as medianas se concentrando nos menores valores (Figura 3.16). Ressalta-se que médias mais próximas a 1 representam formas mais circulares. Esse efeito ocorreu, principalmente devido ao aumento da complexidade das formas dos fragmentos que acompanham os cursos d'água. Observou-se que alguns desses fragmentos possuíam média de forma discrepante (*Outliers*).



**Figura 3.16** – Representação gráfica do índice de forma (shape) das manchas dos cenários\* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no município



Fonte: Elaborada pelos autores.

\*Cenário 1: vegetação natural; Cenário 2: vegetação natural + sistemas agroflorestais; Cenário 3: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 5 m; Cenário 4: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 30 m; Cenário 5: vegetação natural + sistemas agroflorestais + corredores ripários.



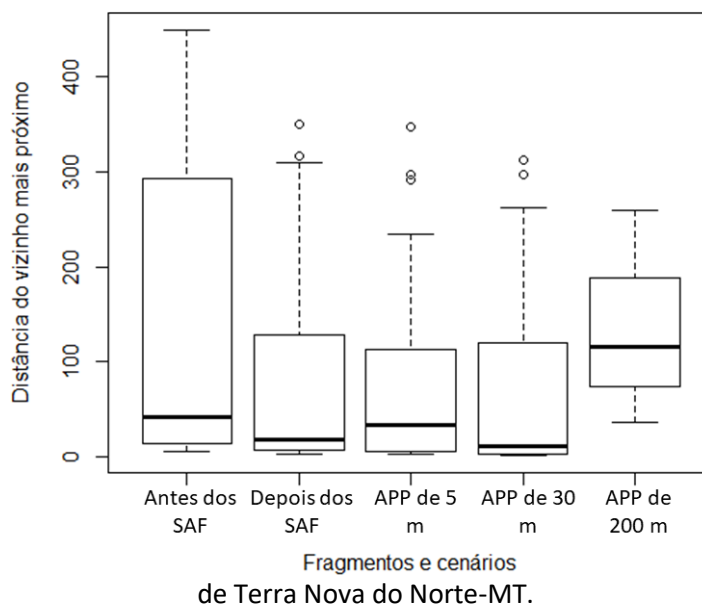
Com a simulação de um corredor de 200 m a variação das médias de forma diminuiu consideravelmente, com a mediana ainda se concentrando nos menores valores (Figura 3.16). Isso pode ser efeito da menor complexidade média das formas dos fragmentos nesse cenário, dos 8 fragmentos apenas 1 apresentou forma complexa. Esse valor discrepante (*Outlier*) representa o fragmento correspondente ao corredor, supracitado, formado pela conexão de vários fragmentos.

A variação das médias das distâncias do vizinho mais próximo dos fragmentos foi menor após a implantação dos SAF, e variaram entre os cenários com APP de 5 e 30 m, com as medianas se concentrando nos menores valores (Figura 3.17). Observou-se maior variação das médias no cenário antes da implantação dos SAF, diminuindo nos cenários subsequentes. Esses efeitos podem ter ocorrido, principalmente devido à diminuição ou aumento da distância entre os fragmentos na medida em que são criadas novas áreas de vegetação florestal ou quando se aumentam as áreas dos fragmentos preexistentes.

Com a simulação de um corredor de 200 m a variação das médias de distância do vizinho mais próximo diminuiu, com a mediana se concentrando em um valor maior em relação aos demais cenários (Figura 3.17). Isso pode ser efeito da conexão de vários fragmentos em um único corredor, diminuindo a distribuição das médias, restando alguns outros fragmentos que ficaram isolados, elevando a mediana.

De forma geral, o reflorestamento dos imóveis rurais, principalmente nas APP, foi uma tendência na microbacia hidrográfica analisada, pois imóveis que não participaram do projeto Sementes do Portal também reflorestaram parte de suas propriedades. Os resultados dos cenários indicam que os SAF implantados nessas áreas representam uma das formas que os agricultores buscam para reflorestar seus imóveis rurais. O aumento da vegetação florestal foi de 16,85%, representando uma área de 30,03 ha reflorestada em seis anos, dos quais 11,88 ha são sistemas agroflorestais.

**Figura 3.17** – Representação gráfica do índice proximidade (prox) das manchas de cenários\* de vegetação natural e sistemas agroflorestais em um microbacia hidrográfica no município



Fonte: Elaborada pelos autores.

\*Cenário 1: vegetação natural; Cenário 2: vegetação natural + sistemas agroflorestais; Cenário 3: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 5 m; Cenário 4: vegetação natural + sistemas agroflorestais + APP a 30 m; Cenário 5: vegetação natural + sistemas agroflorestais + corredores ripários.

Essa tendência representa uma resistência desses agricultores ao modelo de exploração que preconizou o desmatamento para inserção de atividades agropecuárias nas últimas décadas na Amazônia, buscando neste novo contexto por sistemas de produção que preconizam a recuperação e a manutenção das áreas florestais. Em termos de ecologia da paisagem no contexto estudado os SAF contribuem para aumentar a conectividade dos fragmentos florestais, principalmente com o aumento de manchas biodiversas formando maior quantidade de “stepping stones”, sendo utilizados como alternativa de restauração ecológica, particularmente quando a exigência de permeabilidade da matriz é demandada (Figura 3.18).

**Figura 3.18** – Mudanças na paisagem após a implantação dos sistemas agroflorestais. (A: em 2010, antes da implantação de SAF; B: em 2017, após a implantação de SAF).



Fonte: elaborada pelos autores.

A conservação das APP, conforme a legislação vigente, e a implantação de corredor ripário poderiam aumentar a conectividade entre os fragmentos de vegetação natural, tendo em vista que as APP, além de protegerem áreas fisicamente sensíveis e contribuírem para a manutenção da qualidade da água, exercem grande importância para a permanência e deslocamento da fauna e flora local (MELLO et al., 2014; LAURANCE, 2004; LEES; PERES, 2007). Isso gera uma demanda por ações imediatas de conservação e restauração ecológica, sendo necessários esforços, também nas esferas governamentais, por ações com o intuito de atender essa demanda, por meio de iniciativas à atividades econômicas que reproduzam conceitos agroecológicos, como os sistemas agroflorestais e os sistemas silvipastoris biodiversos.

Lees e Peres (2007), em pesquisa na mesma região deste estudo, afirmaram que para fornecer habitats adequados para mamíferos e aves são recomendados corredores ripários de 200 m em cada margem dos rios. A manutenção de corredores ecológicos mais largos é importante ecologicamente devido a superpopulação de espécies e os efeitos de borda serem reduzidos à medida que a largura do corredor aumenta, e os corredores mais largos, geralmente, acomodam maior heterogeneidade espacial. As áreas ripárias poderiam ser prioritárias em estratégias de restauração da Reserva Legal, a fim de se atender as diretrizes legais impostas a esses agricultores



aliada a restauração, manutenção e conservação dos aspectos relacionados a ecologia da paisagem.

No entanto, a persistência das florestas ripárias em paisagens desmatadas exigirá uma combinação de aplicação efetiva da legislação existente por meio de pessoal e sistemas de monitoramento, iniciativas educacionais e incentivos financeiros aos proprietários privados, que poderiam ser alavancados através de políticas públicas eficazes visando a restauração ecológica.

A demanda por reflorestamento e a alta porcentagem da área ocupada por pastagem podem indicar que uma forma de melhorar a permeabilidade da matriz é a implantação de sistemas agrossilvipastoris com árvores nativas na paisagem da microbacia, evitando-se assim, áreas extensas e homogêneas que são muito resistentes aos fluxos biológicos (UEZU; BEYER; METZGER, 2008). Nesse contexto, essas iniciativas podem ser potencializadas por meio de incentivos que visem a adoção de práticas agropecuárias mais sustentáveis, como os sistemas agroflorestais e sistema agrossilvipastoris.

## 2.4 Conclusões

A microbacia hidrográfica analisada sofreu um processo intenso de desmatamento da vegetação natural, refletindo na fragmentação das áreas remanescentes naturais. Essa fragmentação ocorreu, principalmente para a implantação de áreas de pastagens que dominaram amplamente a paisagem e foram perfeitamente conectadas.

A distribuição espacial dos SAF na paisagem analisada demonstra que os agricultores adotaram a implantação desse sistema de produção principalmente como uma forma de reintrodução do componente arbóreo visando o manejo e conservação dos recursos hídricos.

Por estarem no início da implantação os SAF analisados representam, no contexto analisado, uma forma de contrapor o sistema que preconizou o desflorestamento dessas áreas, tendo em vista que o reflorestamento foi uma tendência entre o período de 2010 e 2017. Nesse período a implantação dos SAF contribuiu para melhorar a conectividade da paisagem, na medida em que



aumentou a quantidade de fragmentos biodiversos (*stepping stones*) na área analisada.

As características da paisagem com amplas áreas de pastagens e a demanda por reflorestamento, abrem espaço para que novos SAF possam ser implantados nessas áreas, sejam para o início da restauração das APP e Reservas Legais desmatadas ou como sistemas silvipastoris.

A restauração das APP e a formação de corredores ripários podem aumentar a conectividade dos fragmentos de vegetação florestal e melhorar a permeabilidade da paisagem, podendo facilitar os fluxos biológicos.



## 2.5 Referências bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAVOREK, G. Köppen's climate classification map for Brazil.

*Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008, p. 331-340.

BAGUETTE, M.; STEVENS, V. Predicting minimum area requirements of butterflies using life-history traits. **Journal of Insect Conservation**, v. 17, n. 4, p. 645-652, 2013.

BARBALHO, M. G. S.; SILVA, S. D.; DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 472-487, 2015.

BARBOSA, S. G.; SPLETOZER, A. G.; ROQUE, M. P. B.; FERREIRA NETO, J. A.; DIAS, H. C. T.; RAMOS, M. P.; BONILLA, M. A. C.; RIBEIRO, W. S.; ALCÂNTARA-DE-LA-CRUZ, R.; ZANUNCIO, J. C. Geotechnology in the analysis of forest fragments in northern Mato Grosso, Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 3959-3965, 2018.

BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O. T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 2, p. 1-9, 2010.

BATISTA, M. T. F. **Modelação geográfica em processos de caracterização e avaliação da paisagem numa perspectiva transfronteiriça**. 2014. 264 f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade de Évora, Évora, 2014.

BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; LEITE, C. E.; FARIA, L. C. Morfometria e uso e cobertura de uma microbacia no município de Sete Barras, São Paulo. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 21-32, 2018.

BERNOUX, M.; CHEVALLIER, T. Carbon in dryland soils. Multiple essential functions. **Les dossiers thématiques du CSFD (Comité Scientifique Français de la Désertification)**, n. 10, 2014.

BLEICH, M. E.; SILVA, C. J. Caracterização dos fragmentos florestais amazônicos remanescentes na microbacia hidrográfica do rio Taxidermista I em Alta Floresta, MT. **Biotemas**, v. 26, n. 4, p. 45-51, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 21 mar. 2019.



- CANO-CRESPO, A.; OLIVEIRA, P. J. C.; BOIT, A.; CARDOSO, M.; THONICKE, K. Forest edge burning in the Brazilian Amazon promoted by escaping fires from managed pastures. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 120, n. 10, p. 2095-2107, 2015.
- CLARK, W. Principles of landscape ecology. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 10, p. 34, 2010.
- COSTA, R. B.; DE ARRUDA, E. J.; DE OLIVEIRA, L. C. S. Sistemas agrossilvipastoris como alternativa sustentável para a agricultura familiar. **Interações (Campo Grande)**, v. 3, n. 5, 25-32, 2002.
- CULLEN JR., L.; SCHMINK, M.; PÁDUA, C. V.; MORATO, I. Agroforestry benefit zones: a tool for the conservation and management of Atlantic forest fragments, Sao Paulo, Brazil. **Natural Areas Journal**, v. 21, n. 4, p. 346-356, 2001.
- DUARTE, I. (Coord). **Terra Nova do Norte: Conhecendo os municípios do Portal da Amazônia**. Alta Floresta: Instituto Centro de Vida, 2016.
- ENGEL, V. L. Descrição dos principais sistemas agroflorestais aplicáveis às condições do estado de São Paulo. In: \_\_\_\_\_ **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. p. 38-51.
- GÖKYER, E. Understanding landscape structure using landscape metrics. In: OZYAVUZ, M. (ed). **Advances in Landscape Architecture**. London: InTech, 2013.
- GRAY, M.; WILMERS, C. C.; REED, S. E.; MERENLENDER, A. M. Landscape feature-based permeability models relate to puma occurrence. **Landscape and Urban Planning**, v. 147, p. 50-58, 2016.
- HADDAD, N. M.; BOWNE, D. R.; CUNNINGHAM, A.; DANIELSON, B. J.; LEVEY, D. J.; SARGENT, S.; SPIRA, T. Corridor use by diverse taxa. **Ecology**, v. 84, n. 3, p. 609-615, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala: 1:5.000.000 Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf). Acesso em: 14 maio 2018.
- JACOMINE, P. K. T. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 5-6, p. 161-179, 2009.
- JAEGER, J. A. G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. **Landscape ecology**, v. 15, n. 2, p. 115-130, 2000.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos; 2009.
- LAURANCE, S. G. W. Landscape connectivity and biological corridors. In: SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.;



- VASCONCELOS, H. L. IZAC, A. M. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004. p. 50- 63.
- LEES, A. C.; PERES, C. A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for amazonian birds and mammals. **Conservation Biology**, v. 22, n. 2, p. 439-449, 2008.
- LEROUX, S. J.; SCHMIEGELOW, F. K. A.; LESSARD, R. B.; CUMMING, S. G. Minimum dynamic reserves: a framework for determining reserve size in ecosystems structured by large disturbances. **Biological Conservation**, v. 138, p. 464-473, 2007.
- LOPES, E. E.; NOGUEIRA, R. E. Proposta metodológica para validação de imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. 2011, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: SBSR. 2011. p. 2308-2315.
- MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEP. 2000.
- MANN, M. L.; KAUFMANN, R. K.; BAUER, D. M.; GOPAL, S.; NOMACK, M.; WOMACK, J. Y.; SULLIVAN, K.; SOARES-FILHO, B. S. Pasture conversion and competitive cattle rents in the Amazon. **Ecological economics**, v. 97, p. 182-190, 2014.
- MAY, P.H.; TROVATTO, C. M. M (Coord.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério de Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; ENE, E. **FRAGSTATS v4**: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>, 2012.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS**: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.
- MEDRADO, M. J. S. Sistemas Agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 269-312.
- MELLO, K.; PETRI, L.; LEITE, E. C.; TOPPA, R. H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 309-317, 2014.
- MELLO, N. G. R.; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, v. 0, n. 66, p. 108-129, 2017.
- METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.;



- GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008, p. 49-76.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.
- MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T. PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com Sistemas Agroflorestais: Como conciliar conservação com produção**. Brasília: ICRAF, 2016.
- O'DRISCOLL, M.; CLINTON, S.; JEFFERSON, A.; MANDA, A.; MCMILLAN, S. Urbanization effects on watershed hydrology and in-stream processes in the southern United States. **Water**, v. 2, n. 3, p. 605-648, 2010.
- OLIVEIRA, L. F. C.; CALIL, P. M.; RODRIGUES, C.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Potencial do uso dos solos da bacia hidrográfica do alto rio Meia Ponte, Goiás. **Ambiente & Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 222-238, 2013.
- PAULA, R. P.; SAIS, A. C.; DE OLIVEIRA, R. E. Conectividade de fragmentos de vegetação nativa e Áreas de Preservação Permanente de imóveis rurais familiares em uma microbacia hidrográfica na Amazônia Matogrossense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.
- QUEIROZ, J. F.; MANESCHY, R. Q.; AZEVEDO, R.; MARQUES, M. N. C.; CHAVES, T. H. M. Modelagem econômica de sistemas agroflorestais pecuários com ênfase na produção animal no bioma Amazônia. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 243-250, 2017.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM (2017). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/>. Acesso em: 4 set. 2017.
- R CORE TEAM (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 set. 2018.
- REED, J.; VIANEN, J. V.; DEAKIN, E. L.; BARLOW, J. SUNDERLAND, T. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: learning from the past to guide the future. **Global change biology**, v. 22, n. 7, p. 2540-2554, 2016.
- RESCIA, A. J.; SANZ-CAÑADA, J.; BOSQUE-GONZÁLEZ, I. A new mechanism based on landscape diversity for funding farmer subsidies. **Agronomy for sustainable development**, v. 37, n. 2, p. 1-8, 2017.
- RIBEIRO, F. T.; RIBEIRO, M. E. O.; ANTONIOLLI, B. I.; SILVA, J. M. S.; VENTURIN, E. V. F. Os sistemas florestais na preservação das APP. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 12, n. 39, p. 300-316, 2018.
- RICE, R. A.; GREENBERG, R. Silvopastoral systems: ecological and socioeconomic benefits and migratory bird conservation. In: SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. IZAC, A. M. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004, p. 453-472.



ROSA, P. A.; BREUNIG, F. M.; DE ALMEIDA, C. M.; BALBINOT, R. Dinâmica de fragmentos florestais no noroeste do Rio Grande do Sul. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 1, p. 177-189, 2017.

SCHIELEIN, J.; BÖRNER, J. Recent transformations of land-use and land-cover dynamics across different deforestation frontiers in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 76, p. 81-94, 2018.

SCHMIEDEL, I.; CULMSEE, H. The influence of landscape fragmentation, expressed by the „Effective Mesh Size Index“, on regional patterns of vascular plant species richness in Lower Saxony, Germany. **Landscape and Urban Planning**, v. 153, p. 209-220, 2016.

SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L. IZAC, A. M. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). **Zoneamento sócio-econômico ecológico**. Brasília: SEPLAN, 2001. Escala: 1:1.500.000. Disponível em: [www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/pedologia/pedologia/rt/DSEE-PD-RT-004-A001.pdf](http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/pedologia/pedologia/rt/DSEE-PD-RT-004-A001.pdf). Acesso em: 03 dez. 2018.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2004.

SILVA, K. G.; DOS SANTOS, A. R.; DA SILVA, A. G.; PELUZIO, J. B. E.; FIEDLER, N. C.; ZANETTI, S. S. Análise da dinâmica espaço-temporal dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 311-318, 2015.

SILVA, O.; DOURADO, F. Comparação dos resultados da classificação supervisionada da cobertura do solo por máxima verossimilhança de imagens Landsat-5 TM e Alos Avnir-2. **Geo UERJ**, n. 29, p. 220-233, 2016.

SILVÉRIO, D. V.; BRANDO, P. M.; BALCH, J. K.; PUTZ, F. E.; NEPSTAD, D. C.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; BUSTAMENTE, M. M. C. Testing the Amazon savannization hypothesis: fire effects on invasion of a neotropical forest by native cerrado and exotic pasture grasses. **Philosophical transactions of the Royal Society of London B: Biological sciences**, v. 368, n. 1619, p. 1-8, 2013.

SUN, B.; ZHOU, Q. Expressing the spatio-temporal pattern of farmland change in arid lands using landscape metrics. **Journal of Arid Environments**, v. 124, p. 118-127, 2016.

SVERDRUP-THYGESON, A.; SKARPAAS, O.; BLUMENTRATH, S.; BIRKEMOE, T. Habitat connectivity affects specialist species richness more than generalists in veteran trees. **Forest Ecology and Management**, v. 403, p. 96-102, 2017.

TUBELIS, D. P.; COWLING, A.; DONNELLY, C. Landscape supplementation in adjacent savannas and its implications for the design of corridors for forest birds in the central Cerrado, Brazil. **Biological Conservation**, v. 118, n. 3, p. 353-364, 2004.



TURNER, M. G. Spatial simulation of lanscape changes in Georgia: A comparison of 3 transition models. **Landscape Ecology**, v. 1, n. 1, p. 29-36, 1987.

UEZU, A.; BEYER, D. D.; METZGER, J. P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region? **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 8, p. 1907-1922, 2008.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G. TOPODATA: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: SBSR. 2009. p. 1-8.

WU, J.; SHEN, W.; SUN, W.; TUELLER, P. T. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. **Landscape Ecology**, v. 17, n. 8, p. 761–782, 2002.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Terra Nova do Norte a paisagem analisada sofreu um processo intenso de desmatamento da vegetação natural, que atualmente está fragmentada e restrita a poucas áreas remanescentes. Essa fragmentação ocorreu, principalmente em decorrência do avanço da fronteira agropecuária, nas últimas décadas sobre a região do Portal da Amazônia. Nessa região o desmatamento da vegetação natural foi realizado para a implantação de áreas de pastagens, que atualmente são amplamente dominantes na paisagem e perfeitamente conectadas exercendo um alto grau de controle sobre a dinâmica da paisagem e se apresentando como fonte de perturbação para a vegetação natural remanescente.

Os resultados apontam que a preocupação com os efeitos da fragmentação e o desflorestamento, principalmente sobre os recursos hídricos dos imóveis rurais, fez com que agricultores, buscando alternativas que possam ser empregadas tanto como estratégia metodológica de restauração, como para a constituição de agroecossistemas biodiversificados, implantassem sistemas agroflorestais em seus imóveis rurais.

A quantidade de sistemas agroflorestais implantados ainda não representa uma área significativa na paisagem dos imóveis rurais, em uma microbacia hidrográfica e também no município de Terra Nova do Norte-MT, pois se apresentam, geralmente, em manchas de pequenos tamanhos comparativamente à escala das paisagens analisadas.

Contudo, a existência de sistemas agroflorestais nos imóveis rurais, voltados para a produção indica uma mudança dos agricultores buscando a diversificação da matriz produtiva aliada à produção para subsistência e comercialização, o que pode também refletir futuramente na incorporação desses sistemas, em especial em áreas de colonização agrária e assentamentos rurais.

Os sistemas agroflorestais também foram adotados nos imóveis rurais como estratégia de restauração das áreas de preservação permanente, se mostrando como uma alternativa viável para iniciar o processo de restauração de áreas protegidas, formando corredores ripários que podem aumentar a



quantidade de trampolins ecológicos e melhorar a permeabilidade da paisagem.

Os SAF favorecem a formação de corredores biodiversos e a conectividade da vegetação natural remanescente em uma paisagem fragmentada. Na Amazônia Legal esses sistemas podem possibilitar a reintrodução do componente arbóreo num cenário pós-desmatamento, principalmente em áreas caracterizadas por agricultura familiar.