



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NUCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS
PROGRAMA INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE ESPECIALISTAS EM
DESENVOLVIMENTO DE ÁREAS AMAZÔNICAS – FIPAM XXVII
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E MANEJO DE PAISAGEM**

NÍVIA CRISTINA VIEIRA ROCHA

**AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO E
FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL UTILIZANDO DADOS DO PROJETO
TERRACLASS NO MUNICÍPIO DE PRIMAVERA-PA EM 2004 E 2014**

Belém-PA

2017

NÍVIA CRISTINA VIEIRA ROCHA

**AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO E FRAGMENTAÇÃO
FLORESTAL UTILIZANDO DADOS DO PROJETO TERRACCLASS NO
MUNICÍPIO DE PRIMAVERA-PA EM 2004 E 2014**

Monografia apresentada como requisito para a obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental e Manejo de Paisagem pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará.

Orientadora: Prof. Dr^a Ponciana Freire de Aguiar

Belém-PA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca do NAEA/UFPA

Rocha, Nívia Cristina Vieira

Avaliação do uso e cobertura do solo e fragmentação florestal utilizando dados do projeto terraclass no município de Prima Vera-PA em 2004 e 2014/ Nívia Cristina Vieira Rocha; Orientadora Ponciana Freire Aguiar. - 2017.

55 f.: il.; 30 cm

Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Manejo de Paisagem, Belém, 2017.

1. Análise espaço-temporal. 2. Paisagens – Primavera (PA). 3. Florestas– Primavera (PA). I. Aguiar, Ponciana Freire, orientadora II. Título.

CDD 22. ed. **363.70098115**

NÍVIA CRISTINA VIEIRA ROCHA

**AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO E FRAGMENTAÇÃO
FLORESTAL UTILIZANDO DADOS DO PROJETO TERRACCLASS NO
MUNICÍPIO DE PRIMAVERA-PA EM 2004 E 2014**

Monografia apresentada como requisito para a obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental e Manejo de Paisagem pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará.

Aprovado em: 28/08/2017

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a Ponciana Freire de Aguiar
Orientadora – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Shaji Thomas
Examinador Interno – NAEA/UFPA

Prof. Dr. Nelton Cavalcante da Luz
Examinador Externo – INPE

***Aos meus pais, Jozino Rocha Filho e Luzia Vieira Rocha
E, a minha irmã Narolivia Vieira Rocha***

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua presença e pela força e sabedoria a mim concedidas.

Aos meus pais, Jozino Rocha Filho e Luzia Vieira Rocha, pelo exemplo de dedicação, no apoio e incentivo a sempre seguir adiante.

À minha irmã, Narolivia Vieira Rocha, pelo carinho e companheirismo em todos os momentos.

Agradeço à Dr.^a Ponciana Freire de Aguiar pela orientação, ensinamentos e dedicação dada a esse trabalho de pesquisa.

Aos amigos da turma do FIPAM 2015 pela parceria durante esta trajetória.

Ao Alexandre Damasceno, pela compreensão, apoio e companheirismo.

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

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

Walter S. Landor

RESUMO

As alterações relacionadas ao uso e cobertura do solo levam grandes proporções ao longo dos anos, sendo necessária a avaliação ambiental para a aplicação de medidas que sejam eficazes na conservação de áreas de floresta. A pesquisa é realizada no município de Primavera, localizado no nordeste do estado do Pará, com uma extensão de aproximadamente 254 km². O objetivo deste estudo é analisar o modelo de uso e cobertura do solo para o município de Primavera e as alterações na paisagem entre os anos de 2004 e 2014, através da fragmentação florestal local. Para isto, foram utilizados dados do projeto TerraClass, que possibilitaram a elaboração de mapas de uso e cobertura do solo para o período de estudo. Além destes dados, foram selecionadas duas classes para a realização da análise de fragmentação florestal do município, as classes de floresta e vegetação secundária. Para este processo, foram utilizadas as métricas de ecologia de paisagem, as quais fornecem indicadores espaciais relacionados às condições ecológicas dos fragmentos florestais. A partir da utilização desta técnica, pode-se observar algumas características que ocorreram no município ao longo do intervalo de dez anos, como por exemplo, o aumento das áreas urbanas e o aumento da vulnerabilidade dos fragmentos para a classe de floresta, e da fragmentação para a classe de vegetação secundária.

Palavras-chave: Análise espaço-temporal, métricas de paisagem, fragmentos florestais.

ABSTRACT

Changes related to land use and land cover take on large proportions over the years, requiring an environmental assessment for the application of measures that are effective in the conservation of forest areas. The research is carried out in the municipality of Primavera, located in the northeast of the state of Pará, with an extension of 254 km² approximately. The objective of this study is to analyze the land use and cover for the municipality of Primavera and the changes in the landscape between the years 2004 and 2014, through local forest fragmentation. For this, data from the TerraClass project were used, which enabled the elaboration of land use and cover maps for the study period. In addition to these data, two classes were selected for the analysis of forest fragmentation of the municipality, forest classes and secondary vegetation. For this process, landscape ecology metrics were used, which provide spatial indicators related to the ecological conditions of forest fragments. From the use of this method, it was observed some characteristics that occurred in the municipality during the interval of ten years, for example, the increase of urban areas and the increased vulnerability of the fragments to the forest class and fragmentation to the secondary vegetation class.

Key words: Spatial-temporal analysis, landscape metrics, forest fragments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Localização da área de estudo.	21
Figura 02 - Procedimento metodológico.	24
Figura 03 - Uso e cobertura do solo para o município de Primavera no ano de 2004.....	29
Figura 04 - Uso e cobertura do solo para o município de Primavera no ano de 2014.....	30
Figura 05 - Área percentual ocupada por cada classe de uso e cobertura do solo no município de Primavera para os anos de 2004 e 2014.....	31
Figura 06 - Mapa de fragmentos florestais para o ano de 2004 e 2014, representando as classes de floresta e de vegetação secundária.....	40
Figura 07 - Quantitativo da área dos fragmentos e de seus núcleos para o ano de 2004.	47
Figura 08 - Quantitativo da área dos fragmentos e de seus núcleos para o ano de 2014.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Área ocupada pelas classes de uso e cobertura do solo no município de primavera para os anos de 2004 e 2014.	30
Tabela 02 - Variação nas áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo para os anos de 2004 e 2014.	31
Tabela 03 - Matriz de transição entre os mapas de uso e cobertura do solo no município de Primavera para os anos de 2004 e 2014, com área em hectares. Onde as siglas correspondem as seguintes classes: ANO (Área não observada), AU (Área urbana), DES (Desflorestamento), FLO (Floresta), HID (Hidrografia), MO (Mosaico de ocupações), NFL (Não floresta), OUT (Outros), PL (Pasto limpo), PS (Pasto sujo), RCP (Regeneração com pasto), VS (vegetação secundária).....	35
Tabela 04 - Características de cada classe a partir da análise da matriz de transição.	36
Tabela 05 - Perdas e ganhos de área cada classe no período de 2004 a 2014.	39
Tabela 06 - Índices de área, diversidade, densidade e tamanho para os fragmentos referentes a 2004.	41
Tabela 07 - Índices de área, diversidade, densidade e tamanho para os fragmentos referentes a 2014.	41
Figura 08 - Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais mapeados para o ano de 2004.....	42
Figura 09 - Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais mapeados para o ano de 2014.....	43
Tabela 10 - Índice de forma para as classes nos anos de 2004 e 2014.....	44
Tabela 11 - Índice de borda para os fragmentos referentes às classes de floresta e vegetação secundária para os anos de 2004 e 2014.....	45
Tabela 12 - Índices de área central para os fragmentos florestais no ano de 2004.	46
Tabela 13 - Índices de área central para os fragmentos florestais no ano de 2014.	46
Tabela 14 - Índices de proximidade para os fragmentos florestais para os anos de 2004 e 2014.	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 JUSTIFICATIVA	16
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
4.1 Geoprocessamento e sistemas de informações geográficas.....	17
4.2 Dinâmica da paisagem	18
4.3 Uso e cobertura do solo	20
5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
5.1 Clima.....	22
5.2 Vegetação.....	22
5.3 Geologia e geomorfologia.....	22
5.4 Pedologia	23
6 MATERIAIS E MÉTODO	24
6.1 Aquisição e tratamento de dados de uso e cobertura da terra do projeto TerraClass	24
6.2 Modelagem da dinâmica espaço-temporal	27
6.3 Cálculo de métricas de paisagem	27
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7.1 Caracterização do uso e cobertura do solo.....	29
7.2 Análise da estrutura dos fragmentos florestais da paisagem	39
7.2.1 Índices de área, diversidade, densidade e tamanho	41
7.2.2 Índice de forma e borda	44
7.2.3 Índice de área central	45
7.2.4 Índice de proximidade	48
8 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o processo de degradação se dá por meio da conversão de áreas de floresta em outros tipos de uso e cobertura da terra, favorecendo assim a intensificação do processo de fragmentação da floresta Amazônica, principalmente nas áreas diretamente afetada pelo “arco do desflorestamento” o qual está relacionado aos processos de integração nacional e os ciclos econômicos do país (BECKER, 2005). Na atualidade, o desmatamento tem sido associado principalmente à expansão urbana e a agropecuária, fatores diretamente relacionados ao desenvolvimento do país.

A paisagem é dinâmica, estando assim em constante mudança, que ocorrem de maneira natural ou devido a ações antrópicas, e pode ser entendida como um espaço onde ocorre diversas interações entre os diversos aspectos, sendo eles biológicos, físicos e antrópicos os quais auxiliam na constituição das feições da paisagem, tornando-se assim, um conjunto único e indissociável (BERTRAND, 2004; SILVA et al., 2015).

O processo de fragmentação de paisagens é considerado preocupante devido à ocorrência de redução de áreas florestadas, fator que influencia diretamente no equilíbrio do ambiente, tanto nas questões climáticas, ecológicas, sociais, dentre outros aspectos, que contribuem para a manutenção da biodiversidade e a qualidade ambiental, sendo necessária a tomada de medidas as quais minimizem os impactos causados devido esta ação, como por exemplo, análise da paisagem por meio de sistemas de informações geográficas (WATRIN; CRUZ; SHIMABUKURO, 2005; LIMA; ROCHA, 2011).

Os sistemas de informações geográficas têm se mostrado, ao longo das décadas, uma importante ferramenta capaz de auxiliar em análises ambientais de maneira integrada, tais como as de paisagem, levando em consideração processos de uso e cobertura do solo e de fragmentos florestais, através do tratamento dos dados geoespaciais por meio da quantificação dos mesmos (CHARLIER, QUINTALE JÚNIOR, 2004).

Para este estudo foi escolhido município de Primavera-PA. Este está localizado no nordeste paraense e região bragantina (BRASIL, 2010). Nos últimos anos, está passando por algumas alterações devido à instalação de um polo industrial (indústria de cimento), influenciando o aumento populacional, a socioeconomia, desmatamentos, alterações nas formas de uso dos recursos naturais, mudança na qualidade de vida da população, e conseqüentemente, mudanças na paisagem das áreas de influência.

Neste contexto, o estudo é uma análise do modelo de uso e ocupação do solo para o município de Primavera e as alterações na paisagem entre os anos de 2004 e 2014, através da fragmentação florestal local. Por meio da análise desses dados coletados em fontes secundárias será possível a obtenção de resultados referentes as possíveis alterações, ocasionadas no município, por meio da paisagem e seus impactos positivos/negativos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo tem por objetivo avaliar o modelo de uso e ocupação e a fragmentação da paisagem para o município de Primavera-PA nos anos de 2004 a 2014.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar o padrão de evolução do processo de uso e ocupação do município de Primavera-PA para os anos de 2004 a 2014;
- b) Identificar os processos de fragmentação da paisagem na área a partir da geração de modelos do projeto TerraClass;
- c) Analisar os potenciais impactos causados pela alteração na paisagem no município de Primavera-PA.

3 JUSTIFICATIVA

Estudos voltados a análise da fragmentação da paisagem tem levado grande relevância nos últimos anos, já que o mesmo possibilita identificar o avanço desse processo e como isto impacta o ambiente, tornando possível a elaboração de estratégias que contribuam para a melhoria da gestão ambiental.

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade da identificação do processo de fragmentação da paisagem no município de Primavera, que nos últimos anos vem ganhando relevância no contexto ligado ao nordeste paraense, devido à implementação de um polo industrial, referente à produção de cimento, que causa impacto local e regional, podendo contribuir direta ou indiretamente para o aumento do processo de fragmentação da paisagem e mudanças nas ações voltadas para o uso e ocupação do solo.

Portanto, este tema torna-se importante, já que tem o intuito de analisar a realidade e produzir resultados que possam ser capazes de auxiliar na melhoria da gestão do município e conservação dos recursos naturais que são de fundamental importância para a estrutura e funcionamento dos ecossistemas ali existentes.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Geoprocessamento e sistemas de informações geográficas

O geoprocessamento, segundo Freitas e Costa (2005), define-se como um conjunto de tecnologias que visam a coleta e o tratamento de informações espaciais no intuito de contribuir para soluções diversas temáticas e tomadas de decisões, que podem estar relacionadas a análise de paisagem, identificação de uma rede de drenagem, análise urbana, dentre outros. Além disso, possibilita a automação de trabalhos cartográficos e facilita a realização de análises complexas (MAXIMIANO, 1996).

Os sistemas relacionados ao geoprocessamento vêm sendo aplicadas em diversas áreas da ciência (MOREIRA, 2005), como por exemplo, as ciências ambientais, a geografia, engenharias, agronomia, dentre outras, permitindo a extração de informações espaciais e geográficas e o cruzamento e análise de variáveis relacionadas a estes campos do conhecimento.

Existem atualmente, inúmeras técnicas relacionadas ao geoprocessamento, onde se destacam os sistemas de posicionamento global (GPS), sensoriamento remoto, topografia e os sistemas de informações geográficas (SIGs) (VETTORAZZI, 1996). Estas técnicas estão diretamente relacionadas ao monitoramento ambiental de áreas, o qual contribui para a análise da paisagem.

Os sistemas de informações geográficas surgiram há mais de quarenta anos e se tornaram ferramentas capazes de integrar dados, visualizá-los e armazená-los em um ambiente tecnológico e organizacional (CÂMARA, 1995; GHEZZI, 2003). Estes são de fundamental importância para a gestão territorial e análises de padrões espaciais, além do planejamento ambiental (BUTLER; WALSH, 1998).

Os SIGs são frequentemente aplicados à tecnologia computacional em uma determinada orientação geográfica usada em um grande número de aplicações, e nas últimas décadas, gerou um interesse significativo em todo o mundo, principalmente em relação à pesquisa científica. É uma integração entre *software*, *hardware*, as informações, a metodologia e o analista (RAIA JUNIOR, 2000).

Esses sistemas permitem integralizar uma grande quantidade de dados espaciais, fazendo com que haja uma organização de dados em ambiente computacional, fazendo com que haja uma otimização no tratamento integrado das informações (BARCELLOS; SANTOS,

1997). O uso destas ferramentas permite obter diversos produtos, como por exemplo, os mapas, dando-se de maneira rápida e precisa devido à armazenagem de seus bancos de dados, o que os torna uma ferramenta importante no estudo de potencialidades e fragilidades do ambiente (FARIA; SILVA; GOES, 2003).

4.2 Dinâmica da paisagem

A paisagem é considerada uma organização espacial, levando em consideração processos naturais e antrópicos (SOARES FILHO et al., 2007). A mesma pode ser definida como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo que esta heterogeneidade existe ao menos para um fator, de acordo com um observador e em uma determinada escala de observação” (METZGER, 2001).

Já o termo “Ecologia de Paisagem” foi utilizado primeiramente no ano de 1939 por Carl Troll, um biogeógrafo alemão, e a partir disto, o tema se tornou de fundamental importância para a conservação, desenvolvimento, manejo e planejamento da paisagem (POLETTE, 1999). A análise deste permite uma integração entre diversas áreas do conhecimento para que haja uma avaliação de forma complexa de vários aspectos do ambiente.

A ecologia da paisagem é considerada como uma ciência que aborda três características da paisagem, sendo elas: estrutura, representada por meio das relações entre os diferentes ecossistemas ou em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração; funcionamento, que diz respeito aos fluxos de energia, matéria e espécies; e alterações, as quais apresentam as modificações observadas na estrutura e funcionamento da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986).

Ao analisar uma paisagem, observa-se seus principais elementos, que segundo Forman e Godron (1986) são representados por três tipos básicos: as manchas ou fragmentos, os corredores e a matriz envolvente. A importância destas estruturas está ligada ao reconhecimento do arranjo espacial da paisagem, as quais possibilitam a identificação e percepção da ocorrência de processos que contribuem ou não para a sua conservação (SOARES FILHO, 1998).

As manchas são consideradas como espaços não lineares que compõem a matriz e variam em forma, tamanho, e limites; já a matriz é o maior elemento de conexão e possui o papel mais representativo em toda a paisagem, apresentando maior área; e os corredores são faixas estreitas, naturais ou antrópicas, que se diferem da matriz em ambos os lados

(VALENTE; VETTORAZZI, 2002). As interações que ocorrem na paisagem possuem fundamental importância para a elaboração de procedimentos que favoreçam o manejo e conservação dos remanescentes florestais e dos processos que lá ocorrem.

O fragmento florestal pode ser definido como uma extensão florestal, natural e não linear que sofre por interrupções por barreiras antrópicas ou naturais (METZGER, 1999). O processo de fragmentação florestal se dá por meio do isolamento das manchas em uma paisagem, ou seja, quando a distância entre fragmentos é consideravelmente aumentada, ocasionando assim uma baixa interação entre os mesmos.

Cada um destes elementos da paisagem possui uma capacidade diferente de armazenamento da energia, mecanismo de troca de calor, resposta de reação, tempo de relaxamento, resiliência, tolerância, e sensibilidade, ocasionando, na maioria das vezes, uma instabilidade no sistema (BRUNSDEN, 2001).

A modificação de paisagens naturais, relacionadas ao processo de fragmentação florestal, é atualmente uma das maiores ameaças a biodiversidade (FISHER; LINDENMAYER, 2007), além de impactos ambientais ligados a exploração do solo, crescimento urbano e a expansão da fronteira agrícola (ROCHA, 2017).

A ecologia de paisagens apresenta a relação entre os modelos espaciais e processos ecológicos, o que tornou possível o desenvolvimento de várias métricas e índices de paisagem, os quais permitem a análise e comparação entre paisagens distintas ou a paisagem de uma mesma localidade em diferentes escalas temporais, onde é realizada a identificação dos padrões espaciais das paisagens, de suas distinções e a definição das principais relações entre os seus processos funcionais (VALENTE; VETTORAZZI, 2002).

Devido a grandes variedades de métricas e índices, os autores McGarigal e Marks (1994) agruparam os mesmos em diferentes categorias, para contribuir e tornar a análise mais precisa, são estas: índices de área; índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos; índices de forma; índices de área central; índices de borda; índices de proximidade; índices de diversidade e índices métricos de contágio e espalhamento. As mesmas foram desenvolvidas para apresentar os padrões espaciais, adquiridos por meio do uso integrado de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, (WATRIN; VENTURIERI, 2005).

4.3 Uso e cobertura do solo

Segundo Bie, Leeuwen e Zuidema (1996) o uso do solo é considerado como diversas ações desenvolvidas de acordo com as atividades humanas, no intuito de obter insumos e benefícios por meio dos recursos naturais, já a cobertura é definida como elementos da natureza, tais como as florestas, água, gelo, rocha e areia, os quais recobrem a superfície terrestre.

O acelerado processo de crescimento populacional, principalmente de áreas urbanas e industriais, gera um aumento em demandas como águas e alimentos, as quais são dependentes do sistema de produção, ocasionando assim, diversas pressões sobre o território, inclusive ocasionando aumento de áreas voltadas para as atividades da indústria agropecuária, ocasionando também fragmentação florestal, dentre outros impactos (SCHLINDWEIN et al., 2007).

A identificação e classificação dos processos de uso e cobertura do solo são necessárias para o conhecimento do ambiente e também para o desenvolvimento de métodos capazes de adquirir informações e atualização das mesmas (VAEZA et al., 2010). É um tema que está sendo considerado como “delicado”, pois, leva em consideração diversos interesses e pode provocar alterações em processos socioeconômicos e ambientais, e expressa um componente do conjunto de atividades de uma sociedade (SCHLINDWEIN et al., 2007). Os padrões de uso e cobertura do solo podem influenciar direta ou indiretamente na qualidade da água, fluxo de fauna, além de alterar áreas ocasionando perda de habitat e da biodiversidade (COSME JUNIOR, 2011).

Dados referentes ao uso e cobertura do solo tem provocado interesse de todos os atores da sociedade, já que os mesmos são resultados da aplicação de técnicas de monitoramento dos possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos de um determinado local, além de possibilitar o acompanhamento, a curto e longo prazo, do desenvolvimento de áreas em diferentes escalas, tanto local, regional e global (MALDONADO; SANTOS; CARVALHO, 2001; MONTEBELO et al., 2005).

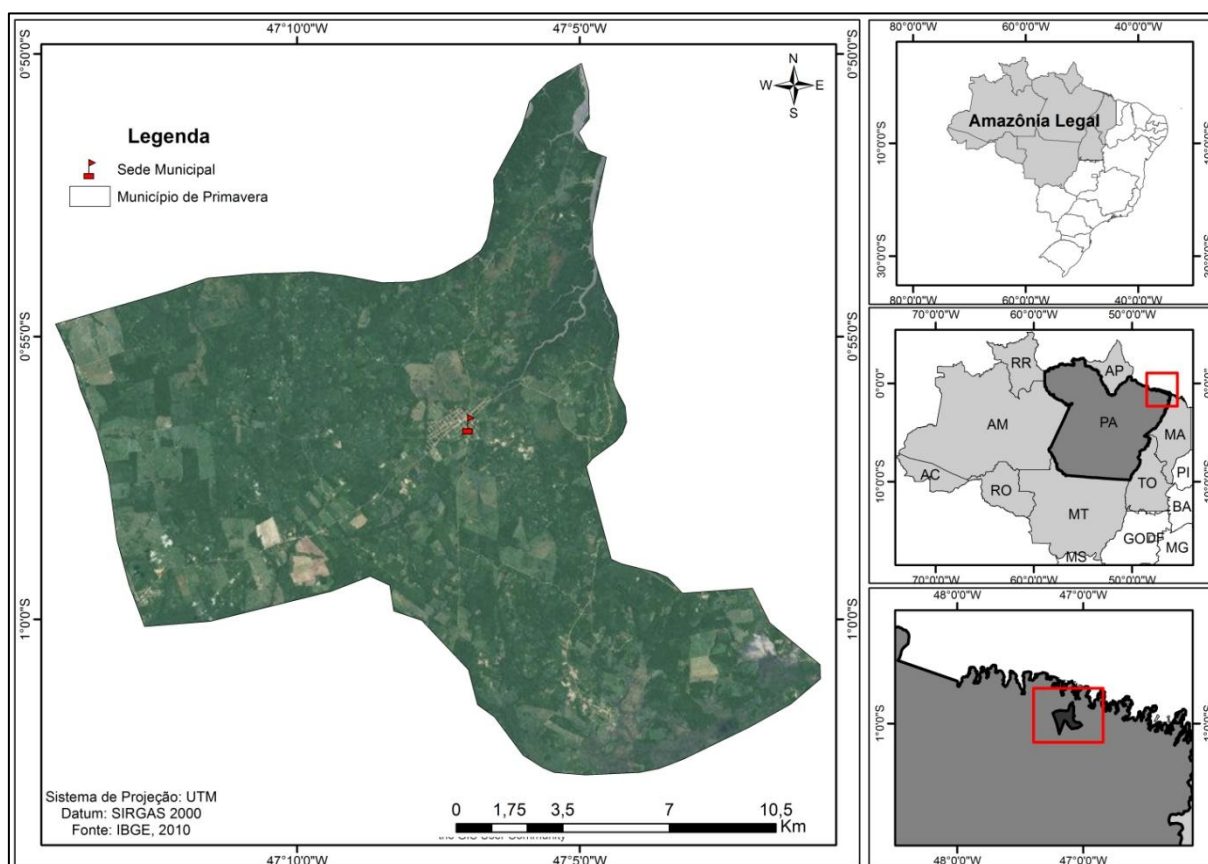
O uso e a cobertura do solo podem ser representados por meio de mapas, os quais apresentam a distribuição espacial e os padrões homogêneos ou heterogêneos de um local, tendo grande relevância quando ligados ao planejamento territorial e à orientação das estruturas da paisagem, contribuindo para que haja respeito em relação à resiliência do ambiente (LEITE; ROSA, 2012).

5 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Devido à implementação de projetos de integração nacional, é construída, no ano de 1955 a rodovia Belém-Brasília, a qual possibilitou um aumento na mobilidade populacional na região de influência, contribuindo assim para o surgimento de inúmeras vilas, povoados e cidades, dentre estes o município de Primavera que teve sua emancipação político-administrativa em 1961 (TAVARES, 2008).

Primavera é um município brasileiro que possui proporções por volta de 254 km² situado na região norte do país e no estado do Pará, em sua mesorregião nordeste (Figura 01). Localiza-se a uma latitude 00° 56' 25" sul e a uma longitude 47° 06' 59" oeste, e está distante cerca de 190 km da capital do estado, Belém. Este é um pequeno município da microrregião bragantina que abriga cerca de 10.500 habitantes segundo o censo demográfico para o ano de 2010 (BRASIL, 2010).

Figura 01 - Localização da área de estudo.



É considerado um município complexo apresentando baixo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH, expresso por 0,577; Índice de Vulnerabilidade Social de 0,67, tendo mais de 50% da população vivendo abaixo da linha da pobreza (PARÁ, 2010).

5.1 Clima

O município de Primavera possui um clima equatorial, caracterizado por ser quente e úmido, com altos índices pluviométricos e ventos constantes. Segundo a classificação de Köppen, que leva em consideração a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais de precipitação e da temperatura, o clima é classificado como Am, que representa um clima com temperaturas elevadas e um índice pluviométrico anual superior a 2.000 mm, com duas estações bem definidas, a mais chuvosa (de dezembro a maio) e menos chuvosa (de junho a novembro) (BRASIL, 2009).

5.2 Vegetação

A cobertura vegetal característica do município de primavera, segundo Brasil (2002), é Floresta Ombrófila Densa em ambientes de Terra Firme e Florestas Aluviais em áreas inundáveis e úmidas, inseridas no bioma Amazônico. A ocupação desordenada da área de estudo transformou inúmeros ambientes de floresta em áreas de uso da terra, como agricultura e pecuária, além de exploração madeireira realizada no início das ocupações, fazendo com que haja a formação de uma vegetação secundária em determinados espaços.

Algumas das espécies de vegetação encontradas foram: *Symphonia globulifera* (anani), *Euterpe olearacea* (açai), *Carapa guianensis* (andiroba), *Eschweilera coriácea* (matamatá-preto), *Lecythis idatimon* (matamatá), *Croton matourensis* (maravuvuia), *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Astrocarium murumuru* (muru-muru) (VOTORANTIM, 2012).

5.3 Geologia e geomorfologia

A área do município de primavera constitui sua geologia por sedimentos do Terciário (Formação Barreiras) associados a Quaternários Atuais e Subatuais (Formação Pós-Barreiras). Além destas características, registra-se a ocorrência da Formação Pirabas a qual é característica do Mioceno Inferior, tendo a definição de sua constituição rochosa por calcários

puros e fossilíferos. Os sedimentos recentes estão relacionados a depósitos fluviais com acúmulo de seixos, areias de granulação fina a média e argila escura (PEREIRA, 2012).

A descrição das unidades de relevo presentes no município leva em consideração porções de terra de pouca elevação topográfica, a qual está associada a baixas declividades, e uma altitude média de 48 metros, são estas: Planalto Rebaixado da Amazônia (zona bragantina) e Litoral de Rias. Estas baixas variações de cotas, permitem a formação de relevo discretas (VOTORANTIM, 2012).

5.4 Pedologia

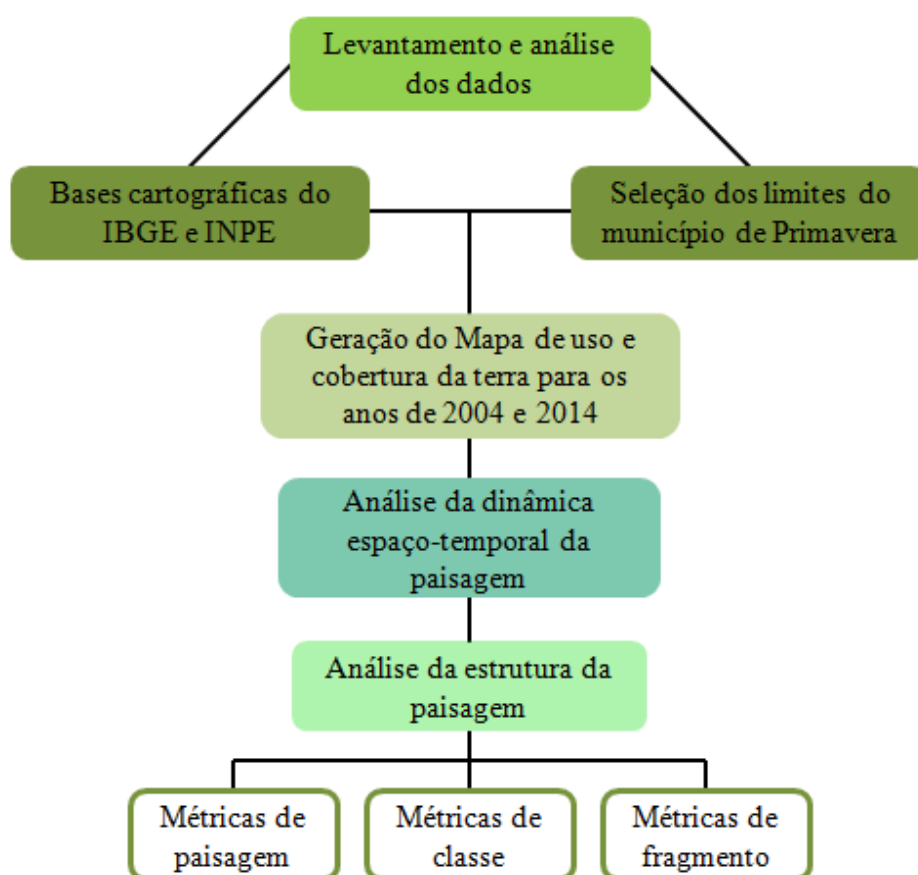
Os solos da área do município de Primavera são predominantes por Latossolo Amarelo Distrófico Típico, que são caracterizados como solos bem desenvolvidos, profundos e porosos. Além deste, são encontrados, em uma menor proporção o Neossolo Quartzarênico, Neossolos Flúvicos, Latossolos Vermelho Amarelos, Gleissolos e Argissolos Vermelho Amarelos (FALESI; BAENA; DUTRA, 1979; VOTORANTIM, 2012).

Os Latossolos Vermelho Amarelos e o Neossolos Quartzarênicos, são caracterizados por serem profundos e com moderada taxa de infiltração e tolerância à erosão. Os Argissolos Vermelho Amarelos e Gleissolos possuem taxas de infiltração muito baixas oferecendo pouca resistência e tolerância à erosão, além de pouca profundidade associada à mudança textural abrupta. E os Neossolos Flúvicos são profundos ou pouco profundos, com baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão, apresentando mudança textural abrupta (CALZAVARA; FERNANDEZ, 2015).

6 MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia presente nesta pesquisa caracteriza-se como exploratória, com abordagem quantitativa, onde foram feitos levantamentos e análise de dados primários e secundários a partir da utilização de métricas espaciais para a verificação da paisagem. A execução deste trabalho obedeceu, de forma sucinta, os seguintes procedimentos metodológicos (Figura 02). A seguir, será apresentado um detalhamento das mesmas.

Figura 02 - Procedimento metodológico.



6.1 Aquisição e tratamento de dados de uso e cobertura da terra do projeto TerraClass

Para o desenvolvimento desta pesquisa, optou-se em utilizar dados oficiais correspondentes a área de estudo, sendo que os arquivos vetoriais utilizados as análises de dados foram adquiridos segundo as instituições federais de pesquisa e planejamento.

Foram utilizados os dados do projeto TerraClass, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que é um banco de dados referentes à classificação de áreas levando em

consideração o modelo de uso e ocupação da terra, gerado a partir do satélite *Landsat* (sensor TM), com 30 metros de resolução espacial (ALMEIDA et al., 2016). Para a análise deste modelo de uso e ocupação do território foram selecionados os dados para os anos de 2004 e 2014 correspondentes ao município de Primavera, sendo o seu limite político-administrativo adquirido através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A análise da dinâmica de uso e cobertura da terra se deu a partir da utilização do *software ArcGIS 10.2*, onde foi possível estruturar e sistematizar o banco de dados. A mesma se deu para os dados vetoriais (*shapefile*), onde os mesmos foram e reprojetados para o Sistema de Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator – UTM SIRGAS 2000 zona 22 e 23.

Para a área de estudo, foram identificadas as classes de uso e cobertura da terra, sendo elas representadas nos quadros 01 e 02.

Quadro 01 - Classes de cobertura da terra para o município de Primavera.

Classes	Características
Floresta	Área de floresta primária, não alterada.
Vegetação secundária	Áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontra-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com uso de espécies nativas ou exóticas.
Não floresta	Áreas com vegetação característica de campos naturais (formações pioneiras herbáceas e/ou arbustiva).
Hidrografia	Corpos d'água, rios, lagos, riachos e lagoas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

Quadro 02 - Classes de uso da terra para o município de Primavera.

(Continua)

Classes	Características
Área urbana	Manchas urbanas decorrentes da concentração populacional formadora de lugarejos, vilas ou cidades que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural apresentando adensamento de arruamentos, casas, prédios e outros equipamentos públicos.
Desflorestamento	Área de floresta recentemente suprimida.
Mosaico de ocupações	Áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso da terra e que devido à resolução espacial das imagens de satélite não é possível uma discriminação entre seus componentes. Nesta classe, a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para criação tradicional de gado.

Quadro 02 - Classes de uso da terra para o município de Primavera.

(Conclusão)

Classes	Características
Pasto sujo	Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio da vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 50 e 80%, associado à presença de vegetação arbustiva esparsa com cobertura entre 20 e 50%.
Pasto limpo	Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea, e cobertura de espécies de gramíneas entre 90 e 100%.
Regeneração com pasto	Áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação nativa, apresentando dominância de espécies arbustivas e pioneiras arbóreas. Áreas caracterizadas pela alta diversidade de espécies vegetais.

Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

Além das classes apresentadas acima, também foram identificadas as classes referentes à “área não observada” que representa áreas que tiveram sua interpretação impossibilitada pela presença de nuvens ou sombra de nuvens, no momento de passagem para aquisição de imagens de satélite, além das áreas recentemente queimadas, e “outros” que são áreas que não se enquadram nas chaves de classificação e apresentam padrão de cobertura diferenciada de todas as classes do projeto, tais como afloramentos rochosos, praias fluviais, bancos de areia entre outros (BRASIL, 2013). Esta última não será levada em consideração na análise do uso e cobertura do solo, devido suas características, sendo utilizadas apenas para a representação espacial.

A análise será realizada de acordo com o cálculo de variação das áreas do ano de 2004 para o ano de 2014, a qual é expressa por meio da equação 1.

$$V = \frac{A_2 - A_1}{A_1 \times 100} \quad (1)$$

Onde:

V = Variação entre os anos de 2004 e 2014, expressa em porcentagem (%);

A₁ = Área de cada classe para o ano de 2004, expressa em hectares (ha);

A₂ = Área de cada classe para o ano de 2014, expressa em hectares (ha);

6.2 Modelagem da dinâmica espaço-temporal

A análise espaço-temporal foi realizada a partir dos dados de uso e ocupação para os anos de 2004 e 2014 no intuito de verificar a transição e a dinâmica que ocorreu nas características físicas ao longo destes dez anos. A organização dos dados se deu por meio da metodologia de matriz de transição, onde ocorreu uma tabulação cruzada formada pelas classes de uso e cobertura dos diferentes anos, representando a probabilidade de uma classe para outra, ou seja, cada linha da matriz mostrou como cada classe muda, o que ela “perde” e, cada coluna representou o que ela “ganha” de área para outras classes, ou seja, o cruzamento dos dados permitiu que fossem analisadas as conversões entre as classes temáticas e os cálculos de área (hectares) (OLIVEIRA et al., 2015).

6.3 Cálculo de métricas de paisagem

Os aspectos dos fragmentos florestais da paisagem foram analisados através do *software ArcGIS 10.2* por meio da extensão gratuita *V-LATE (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension)* que frequentemente é utilizado para análises do padrão espacial, conservação da biodiversidade e manejo florestal, já que calcula diversas métricas. O processamento teve como base o mapa de uso e cobertura para os anos de 2004 e 2014 em formato *shapefile* (vetorial), que através de índices e a partir das métricas, possibilitaram quantificar a estrutura da paisagem em níveis de fragmentos, de classes de uso e cobertura do solo e de paisagem.

Para esta análise foram selecionadas apenas as classes de cobertura do solo “floresta” e “vegetação secundária”, já que as demais classes não contemplam fragmentos florestais devido as suas características. Sendo assim, os índices referentes às classes forneceram as quantificações de vegetação primária e secundária, que segundo a abordagem de McGarigal e Marks (1994) são os elementos fundamentais de uma paisagem.

Com base nestes fatores, foram determinados alguns índices contidos nas métricas de área, de fragmentos, de forma, de área central e de vizinho mais próximo, consideradas relevantes para a análise, conforme o quadro 03:

Quadro 03 - Índices para análise da paisagem.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Característica
Área	CA	Área da classe	Hectares (ha)	Soma das áreas de todos os fragmentos florestais presentes na área em estudo.
Diversidade	DIV	Proporção da classe	Porcentagem (%)	Corresponde a representação de cada classe na paisagem.
Densidade e Tamanho	MPS	Tamanho médio dos fragmentos	Hectares (ha)	É a razão da área total da classe e de seu respectivo número de fragmentos.
	NP	Número de fragmentos	Adimensional	Quantifica o número de fragmentos que compõem cada classe.
	PSSD	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos	Hectares (ha)	Apresenta o quanto os valores observados variam em relação à sua média.
Borda	TE	Total de bordas	Metros (m)	Extremidade total de todos os fragmentos. É a soma do perímetro de todos os fragmentos.
	MPE	Comprimento médio de borda	Metros (m)	É a soma do perímetro de todos os fragmentos dividido pelo número de fragmentos.
Forma	MSI	Índice de forma média	Adimensional	Expressa a forma média dos fragmentos da classe avaliada, em função da razão média perímetro/área de seus fragmentos.
Proximidade	MNN	Distância do vizinho mais próximo	Metros (m)	Quantifica a distância média entre fragmentos de mesma classe.
	POX	Índice de Proximidade média	Adimensional	Quantifica a distância média entre fragmentos, de diferentes classes, tendo por base um raio previamente determinado, que nesse caso foi de 100 metros.
Área Central	NCA	Número de fragmentos com áreas centrais	Adimensional	Expressa o número de fragmentos que possuem área nuclear, após a retirada do efeito de borda, para cada classe.
	TCA	Área central total	Hectares (ha)	Apresenta a soma de todas as áreas nucleares obtidas.
	TCAI	Índice de área central total	Porcentagem (%)	Quantifica a porcentagem da classe ocupada com área nuclear, após a retirada da faixa referente ao efeito de borda. Nesta foi considerada uma faixa com largura de 100 metros (efeito de borda).

A partir destes índices de ecologia da paisagem, foi possível quantificar a sua estrutura, definir o seu padrão e a função de sua cobertura florestal.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Caracterização do uso e cobertura do solo

No mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Primavera, por meio dos dados do projeto TerraClass, foram identificadas 12 classes, sendo elas: área não observada, área urbana, desflorestamento, floresta, hidrografia, mosaico de ocupações não floresta, outros, pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto e vegetação secundária. As classes referentes à “outros” será representadas apenas espacialmente, já que suas características não correspondem ao uso e cobertura do solo.

A partir da identificação destas classes, foram elaborados dois mapas temáticos de uso e cobertura do solo, para os anos de 2004 e 2014, com a finalidade de representar as feições caracterizando a disposição de cada uma destas na paisagem, como pode ser observado nas figuras 03 e 04.

Figura 03 - Uso e cobertura do solo para o município de Primavera no ano de 2004.

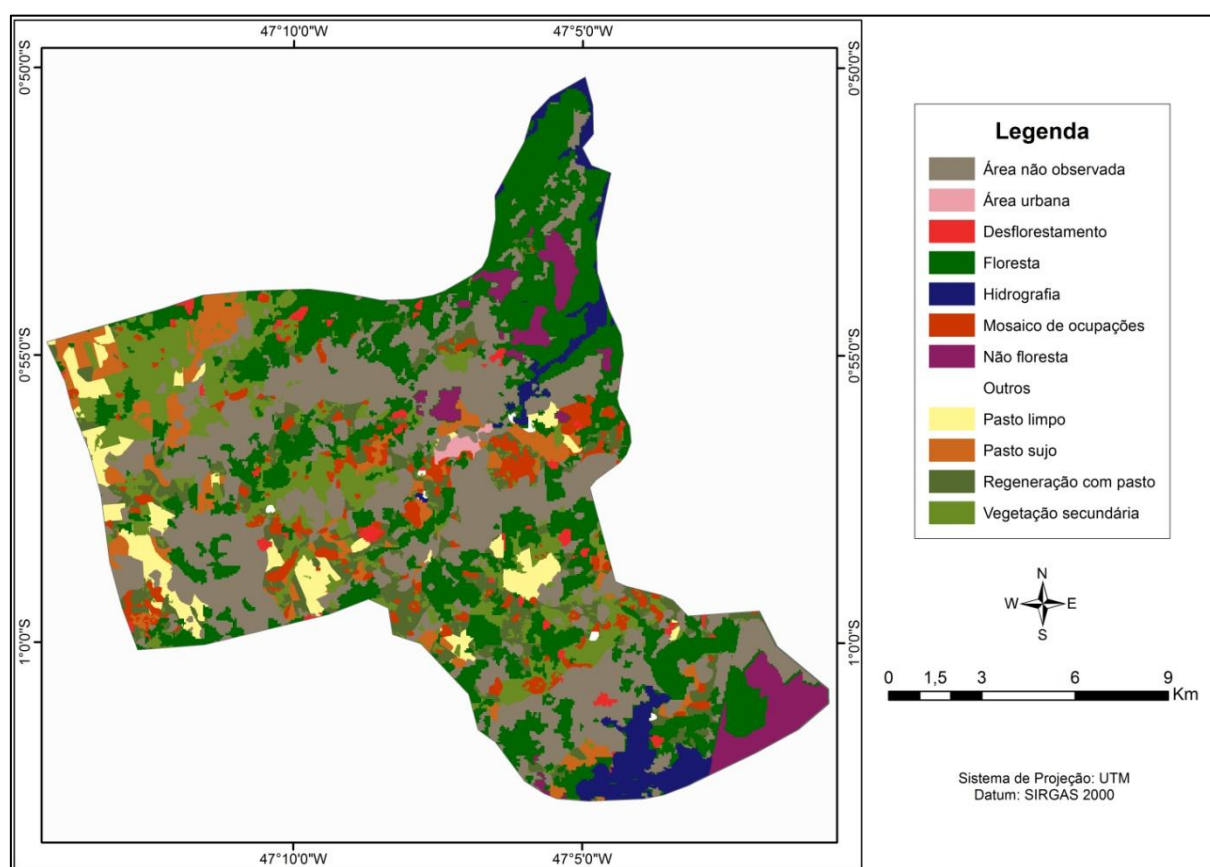
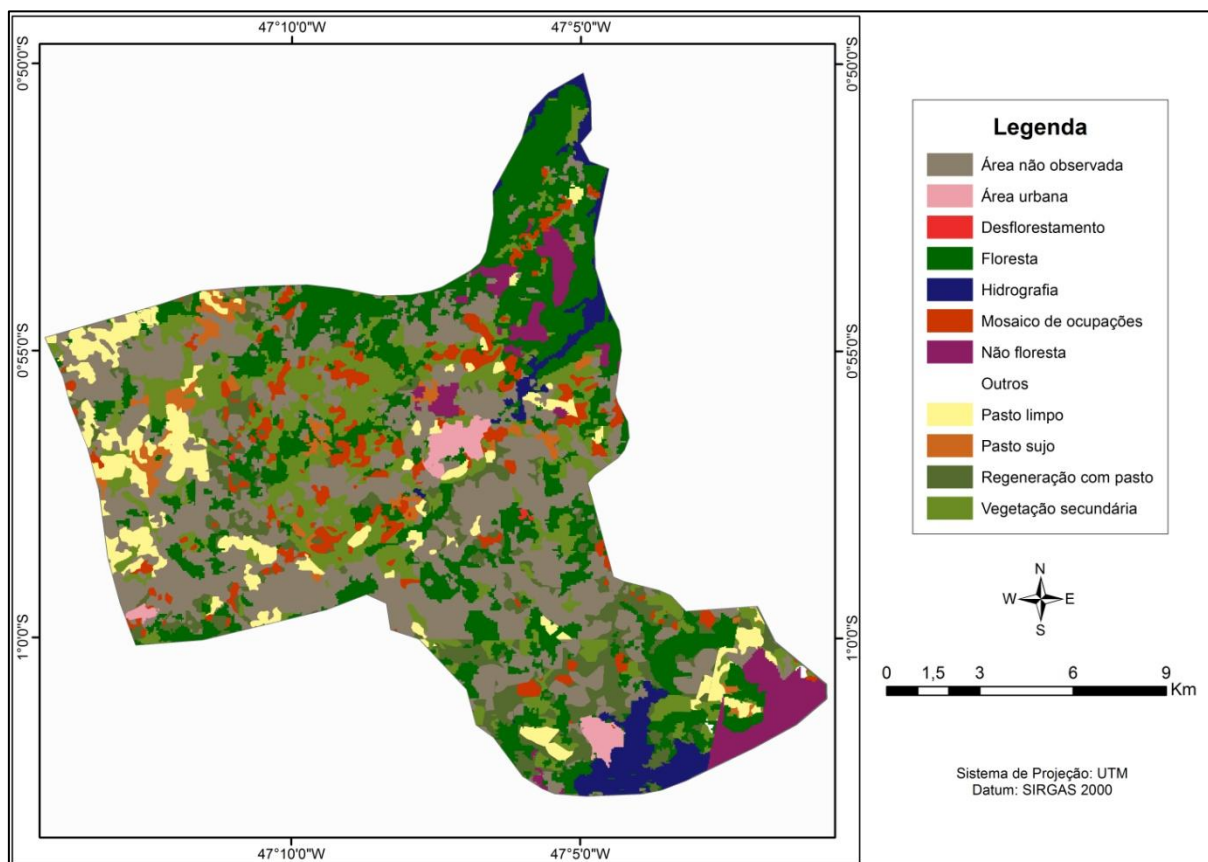


Figura 04 - Uso e cobertura do solo para o município de Primavera no ano de 2014.

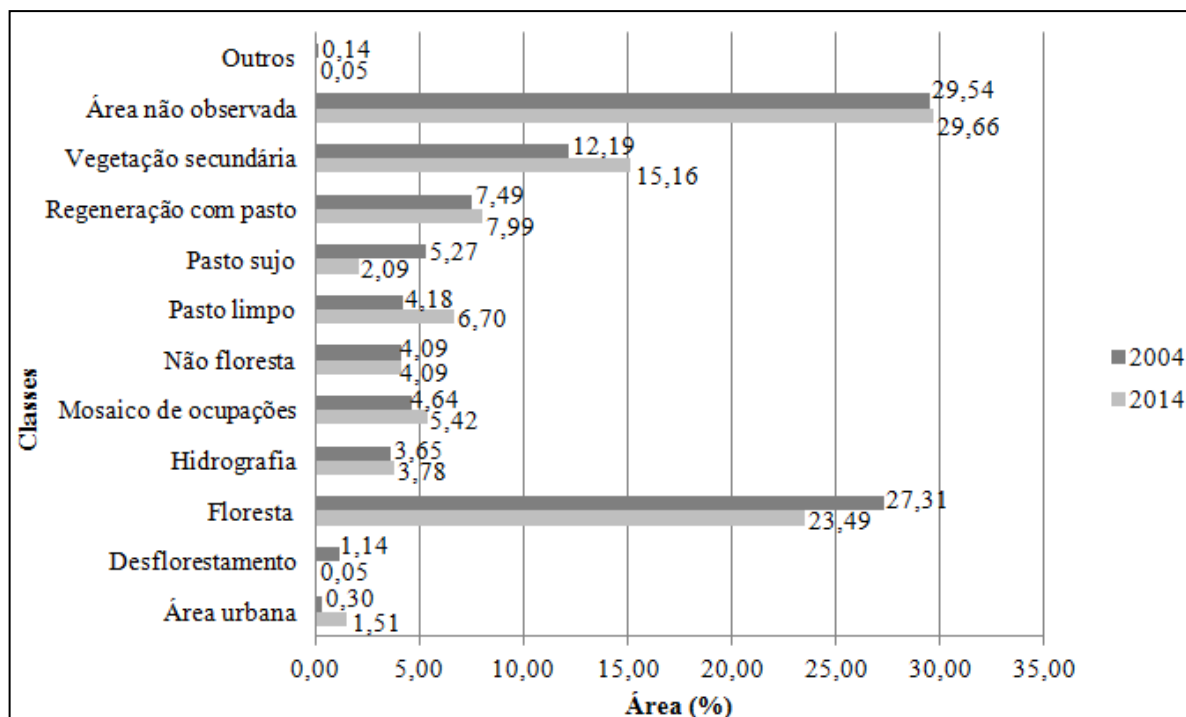


A quantificação das áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo no município de Primavera nos anos de 2004 e 2014 pode ser observada na tabela 01 e na figura 05 a seguir:

Tabela 01 - Área ocupada pelas classes de uso e cobertura do solo no município de primavera para os anos de 2004 e 2014.

Classe	2004		2014	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Área urbana	74,94	0,30	384,06	1,51
Desflorestamento	289,58	1,14	13,61	0,05
Floresta	6.931,08	27,31	5.960,29	23,49
Hidrografia	927,39	3,65	959,81	3,78
Mosaico de ocupações	1.190,26	4,69	1.374,92	5,42
Não floresta	1.037,51	4,09	1.037,51	4,09
Pasto limpo	1.061,94	4,18	1.701,20	6,70
Pasto sujo	1.338,57	5,27	530,67	2,09
Regeneração com pasto	1.901,79	7,49	2.027,21	7,99
Vegetação secundária	3.092,87	12,19	3.847,83	15,16
Área não observada	7.495,67	29,54	7.527,33	29,66
Outros	34,69	0,14	11,85	0,05

Figura 05 - Área percentual ocupada por cada classe de uso e cobertura do solo no município de Primavera para os anos de 2004 e 2014.



Por meio destes resultados, foi possível calcular a variação que as classes obtiveram no intervalo de dez anos, como está representado na tabela a seguir:

Tabela 02 - Variação nas áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo para os anos de 2004 e 2014.

Classe	Variação para os anos de 2004/2014 (%)
Área urbana	412,49
Desflorestamento	-95,30
Hidrografia	3,50
Não floresta	0,00
Pasto limpo	60,20
Mosaico de ocupações	15,51
Pasto sujo	-60,36
Regeneração com pasto	6,59
Vegetação secundária	24,41
Floresta	-14,01
Área não observada	0,42

Para o ano de 2004, classes consideradas mais representativas foram as de cobertura do solo, sendo que as áreas de floresta apresentaram 27,31% e de vegetação secundária 12,19%, significando que o município de Primavera possui aproximadamente de 39,50% de cobertura florestal. As classes de uso do solo as quais obtiveram maior destaque foram as de

regeneração com pasto aproximadamente 7,49% da área do município e pasto sujo com 5,27%.

No ano de 2014, as características de predominância de classes não mudaram muito, sendo que as áreas de cobertura vegetal representadas por floresta e vegetação secundária continuam a ocupar uma maior área no município com 23,49% e 15,16% respectivamente; e regeneração com pasto (7,99%) e pasto limpo (6,70%) apresentaram maiores áreas referente ao uso do solo. A presença de vegetação secundária está relacionada às áreas de ocupação antrópica, convertendo assim a vegetação primária nestas áreas.

Além destas classes a que se refere à área não observada, apesar da sua característica não se enquadrar em uso e cobertura do solo, a representação da mesma é muito significativa para a espacialização, para ambos os anos, pois possui área de 29,54% em 2004 e 29,66% em 2014.

A partir deste resultado, pode-se observar que o município de Primavera possui uma boa representatividade de cobertura florestal em sua totalidade, apresentando assim, suas características de conservação da vegetação. Isso se dá também devido a existência de uma área que será destinada a criação de uma Unidade de Conservação denominada Reserva extrativista Rio Primavera na porção nordeste do município, e está situada principalmente em áreas de floresta, que são predominantemente manguezais, ocorrendo em menores proporções áreas de vegetação secundária e não floresta (PARÁ, 2016).

As áreas de floresta, apesar de terem uma grande significância no território primaverense, sofreram ao longo desses dez anos uma redução de 970,79 hectares, e as de vegetação secundária apresentaram um acréscimo de 24,41%, correspondente a 754,96 hectares.

Vale ressaltar que a presença de vegetação secundária está relacionada à existência de ocupação antrópica, a qual ocasiona, em muito dos casos, a supressão de espécies primárias para o estabelecimento de comunidades e o desenvolvimento de atividades ligadas à subsistência, como agricultura e criação de gado, sendo assim, o reestabelecimento da vegetação desses espaços é dado por espécies secundárias (PEREIRA, 2012). Essas características se deram, principalmente, no período de integração da região bragantina a capital do estado do Pará.

Nota-se que a classe referente à área urbana teve um acréscimo de 412,49% de sua área, passando de 74,94 ha para 384,06 ha neste período de dez anos. Tal motivo pode ser explicado pela implantação de novas estruturas urbanas e a instalação de um novo

empreendimento de mineração e fábrica de cimento da empresa Votorantim Cimentos no município, a qual teve início desde o ano de 2010 e já gerou cerca de 1.200 novos empregos além da previsão de mais 270 novas vagas (VOTORANTIM, 2015).

Estes fatores também estão relacionados ao progresso da classe referente ao mosaico de ocupações que teve 184,66 hectares a mais no ano de 2014. Essas áreas estão relacionadas à ambientes com ocupação antrópica e desenvolvimento de suas atividades de subsistência, como criação de animais e agricultura em pequena escala, tendo como principais produtos de cultivo a mandioca, pimenta do reino e feijão (BRASIL, 2010; LORENZETTI; MANSE; RIBEIRO, 2016).

Houve uma redução nas áreas de desflorestamento de cerca de 95,30%, tal processo pode ser observado levando em consideração a conversão destas áreas de desflorestamento para outras classes, ou seja, as áreas que foram mapeadas no ano de 2004 como áreas desflorestadas, em 2014 passaram a ser outro tipo de uso e cobertura do solo, significando que não houve apenas uma redução no processo de desflorestamento.

Para a classe pasto limpo, houve um aumento de cerca de 60,20% do ano de 2004 para o ano de 2014, o que comprova a expansão da atividade pecuária no município. Tal dado não é considerado preocupante já que a área total desta classe representa, para este último ano de análise, 6,70% de toda a área de Primavera. Já as áreas referentes ao pasto sujo, tiveram uma redução de 60,36%, e as áreas de regeneração com pasto variaram positivamente em 6,59%. Comparado a outros municípios paraenses, este possui uma área pequena dentre todo o seu território para as classes de pastagem em geral, onde no ano de 2004 esta classe somou 16,95% e no ano de 2014 representa 16,78%, havendo uma redução sutil de área de pastagem como um todo. Tal característica pode estar relacionada a possíveis processos de regeneração de áreas ou até mesmo áreas de expansão de áreas urbanas ou de ocupação.

A classe de não floresta não apresentou alterações de área durante o período estudado, significando que além das características consideradas inalteráveis, de forma natural, desse ambiente. Isso significa que as características desta não devem mudar sem que haja uma interferência direta de impactos ambientais.

Já para a classe de hidrografia, observa-se uma relação de aumento, onde esta passa de 927,39 ha em 2004 para 959,81 ha em 2014, caracterizando assim, a relação de conservação dos recursos hídricos no município. Segundo estudos de Pará (2016), os residentes que moram na zona rural de primavera possuem uma melhor relação com os rios da região, já que a grande maioria desses se utiliza desse recurso como fonte de subsistência e de renda,

principalmente através da pesca artesanal, além de possibilitar atividades de lazer para as famílias.

Para uma melhor análise das alterações ocorridas no território em relação ao uso e cobertura do solo, foi elaborada uma matriz de transição (Tabela 03), a qual possibilitou identificar as áreas que permaneceram de mesma classe e as que passaram a ser outro tipo de uso ou cobertura, além de possibilitar a influência das áreas não observadas em relação às demais classes.

Tabela 03 - Matriz de transição entre os mapas de uso e cobertura do solo no município de Primavera para os anos de 2004 e 2014, com área em hectares.

Onde as siglas correspondem as seguintes classes: ANO (Área não observada), AU (Área urbana), DES (Desflorestamento), FLO (Floresta), HID (Hidrografia), MO (Mosaico de ocupações), NFL (Não floresta), OUT (Outros), PL (Pasto limpo), PS (Pasto sujo), RCP (Regeneração com pasto), VS (vegetação secundária).

		Ano de 2014												Total Geral
Classes		ANO	AU	DES	FLO	HID	MO	NFL	OUT	PL	PS	RCP	VS	
Ano de 2004	ANO	3.036,58	155,42	0	181,08	32,50	618,15	0	5,32	708,09	169,64	959,92	1.628,97	7.495,67
	AU	0	74,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,94
	DES	91,62	3,57	0	0	0	43,04	0	0	18,96	2,79	70,96	58,64	289,58
	FLO	517,97	15,58	13,61	5.749,63	0	76,17	0	6,27	125,10	23,07	139,41	264,27	6.931,08
	HID	0	0	0	0	927,31	0	0	0	0	0	0	0,08	927,39
	MO	484,90	50,37	0	0,03	0	215,81	0	0,10	64,58	32,37	122,62	219,48	1.190,26
	NFL	0	0	0	0	0	0	1.037,51	0	0	0	0	0	1.037,51
	OUT	17,05	0,02	0	0	0	4,25	0	0	0,01	2,83	3,48	7,05	34,69
	PL	598,29	4,60	0	0	0	45,02	0	0	253,38	9,19	85,87	65,59	1.061,94
	PS	475,75	57,71	0	2,19	0	64,35	0	0	289,94	195,51	91,93	161,19	1.338,57
	RCP	837,39	11,88	0	26,99	0	143,49	0	0,16	88,27	39,36	249,99	504,26	1.901,79
	VS	1.467,78	9,97	0	0,37	0	164,64	0	0	152,87	55,91	303,03	938,30	3.092,87
Total Geral		7.527,33	384,06	13,61	5.960,29	959,81	1.374,92	1.037,51	11,85	1.701,22	530,67	2.027,21	3.847,83	25.376,29
		Valores de área das classes que permaneceram sem alterações.												

A partir da análise da matriz de transição, pode-se observar que aproximadamente 50% (12.678,96 ha) do território apresentaram alterações quanto à transição de classes. Dentro desse território alterado 35,49% corresponde à área não observada, ou seja, são espaços que não puderam ter a classificação de uso e cobertura do solo devido o aparecimento de nuvens, impossibilitando a observação dos alvos. Sendo assim, 64,51% das áreas que sofreram alterações representam outros tipos de uso e cobertura. E a outra metade do município, não passou por alterações (12.697,33 ha), mantendo assim a classe original.

As classes que mantiveram uma maior conservação de áreas foram as classes de não floresta, que apresentaram 100% de suas áreas e as classes de hidrografia e de floresta com 96,61% e 96,47% respectivamente, a pesar da boa permanência de grande parte das áreas de floresta, estas ainda foram convertidas em outros tipos de uso, significando assim, que houve supressão vegetal durante o período estudado.

Já as classes que apresentaram uma menor conservação de suas áreas foram as referentes ao desflorestamento e outros, que tiveram suas áreas alteradas em sua integralidade, ou seja, foram convertidas para outros tipos de uso e cobertura. A tabela 04 representa as características que cada classe conservou no período estudado.

Tabela 04 - Características de cada classe a partir da análise da matriz de transição.

Classe	Área mantida na transição de 2004 para 2014 (ha)	Área mantida na transição de 2004 para 2014 (%)
Área não observada	3.036,58	40,34
Área urbana	74,94	19,51
Desflorestamento	0,00	0,00
Floresta	5.749,63	96,47
Hidrografia	927,31	96,61
Mosaico de ocupações	215,81	15,70
Não floresta	1.037,51	100,00
Outros	0,00	0,00
Pasto limpo	253,38	14,89
Pasto sujo	195,51	36,84
Regeneração com pasto	249,99	12,33
Vegetação secundária	938,30	24,39

Nesta etapa de análise, em alguns casos, as classes pasto limpo, pasto sujo e regeneração com pasto, serão classificadas unicamente como pastagem para simplificar a abordagem dos resultados de conversões de áreas.

Cerca de 7% das áreas de floresta, no mapeamento de 2014, forma cobertas por nuvens; outros 0,22% (15,58 ha), foram convertidos em área urbana e 1,10% (76,17 ha) para mosaico de ocupações, tornando claro o intuito de aumento populacional do município ou instalações de novas áreas comerciais e industriais no mesmo. Além destes números, 0,20% desta classe passava por processos de desflorestamento e 4,15% (287,58 ha) tornaram-se áreas de pastagem. Para Fearnside (2001), a pesar de a legislação brasileira ser rigorosa quanto ao desflorestamento, é cada vez mais comum em municípios da Amazônia, principalmente naqueles localizados no arco do desflorestamento, a conversão de áreas florestadas em outros tipos de uso do solo, assim como a pastagem que considerada a matriz da região.

Em relação à classe vegetação secundária, 47,46% da área referente a 2004, foram mapeadas para o ano de 2014 como área não observada, impossibilitando a análise desta porção. O restante da área a qual foi convertida, 686,79 ha, tornaram-se áreas urbanas (0,32%), mosaico de ocupações (5,32%) e pastagem (16,55%). É importante ressaltar a importância de se manter as áreas de vegetação conservadas para manter um equilíbrio no ecossistema, tanto em questões climáticas, ecológicas, sociais, dentre outras, sendo necessário aplicar medidas que minimizem a redução desses ambientes.

Já as áreas desflorestadas no ano de 2004, em 2014, tornaram-se, em sua maioria, espaços de pastagem, representando 32,02%, enquanto outras locais, cerca de 20% (58,64 ha) foram convertidas em vegetação secundária, assim como na pesquisa realizadas por Adami et al., (2015), a qual mostra a conversão de áreas desflorestadas no ano 2008 em áreas de pastagem (55%) e vegetação secundária (29%) em relação ao ano de 2012 para todo o estado do Pará, fazendo uso dos dados do projeto TerraClass.

O aumento das áreas referentes à hidrografia, a partir dessa análise, além de envolver a conservação dos recursos hídricos, apresenta que 3,38% da sua área haviam sido encobertas por nuvens no mapeamento de 2004. O problema de mapeamento na região amazônica em relação às nuvens é recorrente, devido ao alto índice pluviométrico e outras condições climáticas (BRASIL, 2008).

Outra classe que também passou por perdas de área foi a de mosaico de ocupações, sendo que 18,44% desta área no ano de 2014 se tornou vegetação secundária, equivalendo a conversão de 219,48 ha. Tal processo se dá devido a abandono de regiões de agricultura familiar que utilizam cultivos associados a áreas de vegetação de pequeno, médio e grande porte, modificando assim a estrutura da paisagem. Além desta classe, houve também mudanças para pasto limpo (64,58 ha), pasto sujo (32,37 ha), regeneração com pasto (122,62 ha) e área urbana (50,37 ha).

Aproximadamente 57% da área de pasto limpo mapeada no ano de 2004, em 2014 foram classificadas como área não observada, além disso, teve 0,87% de sua área voltada para o pasto sujo e 8,09% para a regeneração com pasto, sendo que ainda se encontra como pastagem. Dentro das classes de uso, o mosaico de ocupações adquiriu 45,02 ha do pasto limpo e na de cobertura, 65,59 ha tornaram-se vegetação secundária.

A classe de pasto sujo apresentou uma dinâmica semelhante a esta última apresentada, sendo que de 100% da sua área em 2004, 35,54% da mesma foi coberta por nuvens no ano de 2014, além de ter cedido área para o mosaico de ocupações (64,35 ha) e área urbana (57,71

ha), teve aproximadamente 22% de sua área convertida em pasto limpo e 7% em regeneração com pasto. As classes de cobertura influenciadas foram a de vegetação secundária com 12,04% e floresta com 0,16%. Cabe ressaltar que nesta análise pode ser identificado um erro nos dados do projeto TerraClass, já que a pastagem, neste caso, não poderia ser convertida em áreas de florestas primárias, pois já que uma vez suprimidas, podem apenas se converter em vegetação secundária (ARAÚJO et al., 2012).

Para esta análise de perda de áreas, a classe de uso regeneração com pasto cedeu 0,62% de sua área de 2004 para área urbana em 2014 e 7,54% para mosaico de ocupações. Com relação à pastagem, 4,64% foi convertida para pasto limpo e 2,07% para pasto sujo. Esta classe apresentou o mesmo problema já identificado na análise anterior referente ao pasto sujo, tendo 1,42% de sua área transformada para áreas de floresta; além de 26,52% para vegetação secundária. O restante da área convertida se deu em áreas não observadas equivalendo a 837,39 hectares.

Nota-se uma tendência de que grandes áreas em relação à pastagem, no geral, tiveram um problema na identificação de alvos devido à ocorrência de nuvens e as sombras das mesmas.

Com isso, pode-se observar que as classes que mais cederam áreas do período de 2004 para 2014 foram a de vegetação secundária com 2.154,57 ha convertidos e regeneração com pasto com 1.651,80. Já as classes que menos perderam áreas foram as de não floresta e área urbana, que não tiveram perda, além da hidrografia com 0,08 ha. Apesar desta análise, as classes que apresentaram maior ganho em representatividade em área foram as mesmas sendo que vegetação secundária com acréscimo de 2.909,53 ha e regeneração com pasto com 1.777,22 ha de novas áreas.

Mesmo apresentando inúmeras perdas de área ao longo dos dez anos de análise, as classes também obtiveram ganhos, as classes que apresentaram maior ganho de área foram as referentes à área urbana a qual se manteve em sua integralidade dos anos de 2004 a 2014, além de aumentar sua espacialidade em 309,12 ha, cerca de quatro vezes o seu tamanho, sendo considerada a que obteve maior representatividade levando em consideração esta característica. Praticamente todas as demais classes, com exceção da de não floresta, tiveram uma pequena porção de seus espaços convertidas para a área urbana, a que mais teve perdas para esta foi a de pasto sujo cedendo 57,71 ha.

A tabela a seguir apresenta a quantidade de área, em hectares, que cada classe adquiriu e perdeu no período de estudo para outras classes.

Tabela 05 - Perdas e ganhos de área cada classe no período de 2004 a 2014.

Classe	Perdas (ha)	Ganhos (ha)
Área não observada	4.459,09	4.490,75
Área urbana	0,00	309,12
Desflorestamento	289,58	13,61
Floresta	1.181,45	210,66
Hidrografia	0,08	32,50
Mosaico de ocupações	974,45	1.159,11
Não floresta	0,00	0,00
Outros	34,69	11,85
Pasto limpo	808,56	1.447,82
Pasto Sujo	1.143,06	335,16
Regeneração com pasto	1.651,80	1.777,22
Vegetação secundária	2.154,57	2.909,53

Estas análises comprovam a complexa dinâmica a qual a paisagem do município de primavera se submeteu ao longo de dez anos, mesmo apresentando uma extensão relativamente pequena em comparação aos demais municípios do estado, podendo servir de auxílio para estudos voltados ao modo de vida da população e dos ecossistemas existentes no mesmo.

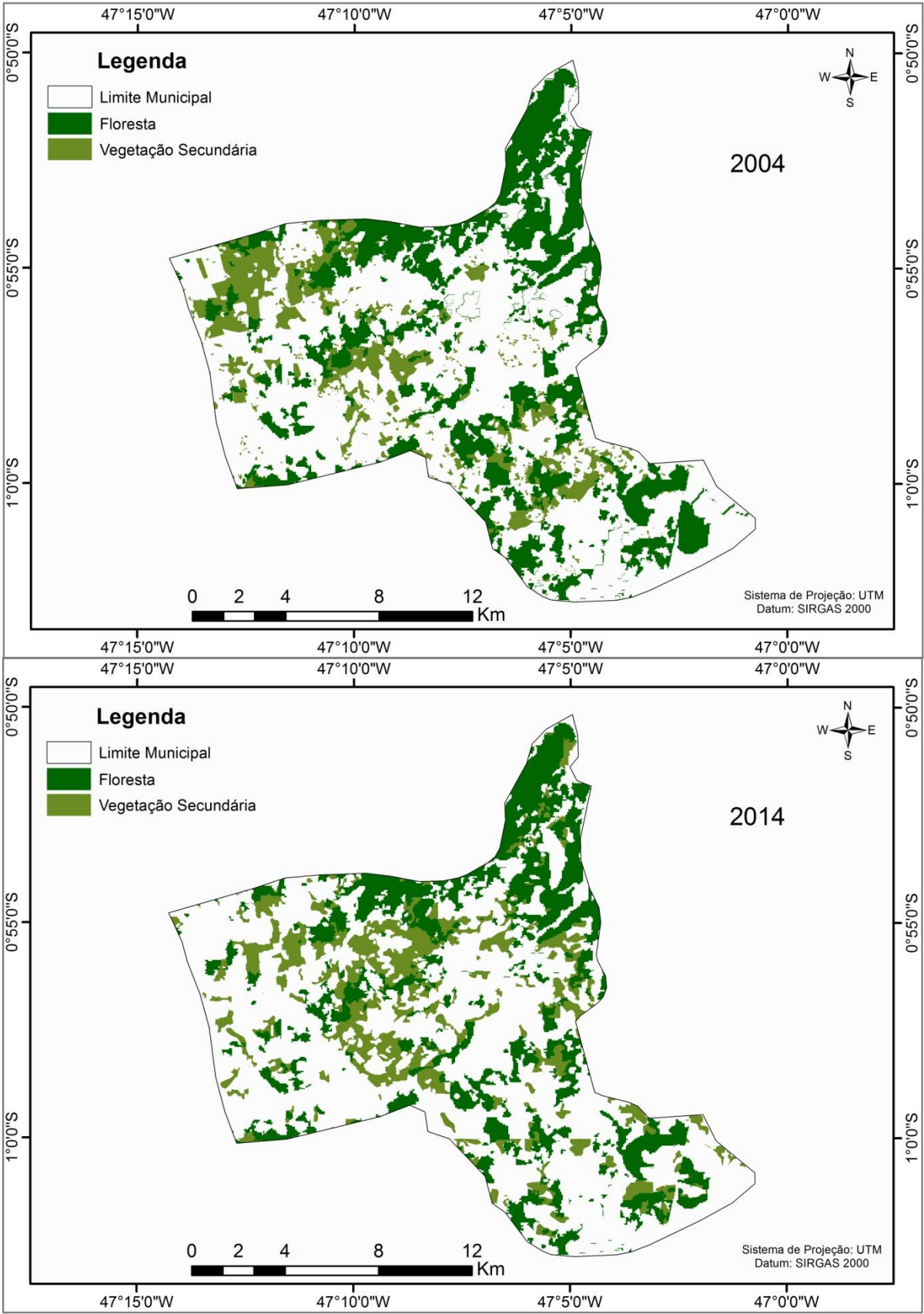
7.2 Análise da estrutura dos fragmentos florestais da paisagem

A quantificação espacial e caracterização dos fragmentos florestais, através de métricas da paisagem, apresentam uma grande importância para estudos relacionados à heterogeneidade da paisagem levando em consideração as propriedades ecológicas da área de estudo (PEREIRA, 2012). Para esta área de estudo, observou-se que as áreas de floresta são consideradas a matriz da paisagem, já que possuem uma maior representatividade na mesma.

As métricas obtidas às quais se referem a índices de área, diversidade, densidade, tamanho, borda, forma, proximidade e área central foram selecionadas para analisar os anos de 2004 e 2014 foram agrupadas e comparadas em ambos os anos, apresentando as alterações ocorridas em relação às classes que representam fragmentos florestais, as quais são vegetação secundária e floresta.

Na figura 06 é possível identificar a localização dos fragmentos florestais no município de Primavera para os anos de 2004 e 2014, fazendo distinção das duas classes selecionadas para a realização da análise.

Figura 06 - Mapa de fragmentos florestais para o ano de 2004 e 2014, representando as classes de floresta e de vegetação secundária.



7.2.1 Índices de Área, Diversidade, Densidade e Tamanho

As áreas de cobertura florestal ocupam a maior porção do município de Primavera, sendo estas representadas pelas classes de floresta e vegetação secundária. Para o ano de 2004 a mesma representa uma soma de 10.023,95 hectares (39,5% do território) e para o ano de 2014, ocupam uma extensão equivalente a 9.808,12 ha (38,65% do território), o que caracteriza que houve uma perda de áreas florestadas no período estudado de cerca de 1% (Tabelas 06 e 07).

Tabela 06 - Índices de área, diversidade, densidade e tamanho para os fragmentos referentes a 2004.

Classe	Área (ha)	Diversidade (%)	Número de fragmentos	Tamanho médio do fragmento (ha)	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos (ha)
Floresta	6.931,08	27,31	4.162	1,72	29,42
Vegetação secundária	3.092,87	12,19	3.097	1,00	2,99

Tabela 07 - Índices de área, diversidade, densidade e tamanho para os fragmentos referentes a 2014.

Classe	Área (ha)	Diversidade (%)	Número de fragmentos	Tamanho médio do fragmento (ha)	Desvio padrão do tamanho médio dos fragmentos (ha)
Floresta	5.960,29	23,49	264	22,58	114,76
Vegetação secundária	3.847,83	15,16	4.269	0,90	4,04

No ano de 2004 pode-se observar que havia um maior número de fragmentos ligados a classe floresta do que no ano de 2014, passando de 4.162 machas para 264, havendo uma redução significativa. Este dado apresenta uma diminuição no processo de fragmentação do município e conservação dos fragmentos maiores, mesmo havendo uma redução de áreas florestadas, indicando assim, que a maioria das áreas suprimidas estavam relacionadas a pequenos fragmentos.

Já para a classe de vegetação secundária há um aumento no processo de fragmentação neste período, já que as manchas aumentaram em quantidade, passando de 3.097 fragmentos para 4.269. Segundo Metzger (2003), a este é um processo de quebra da unidade de paisagem, ocasionando isolamentos e dificultando a interação entre os fragmentos, havendo assim, um

aumento na complexidade da paisagem e da avaliação dos seus diversos parâmetros relacionados às métricas.

Esta análise também pode ser observada a partir do tamanho médio dos fragmentos e desvio padrão deste, pois este é considerado um bom indicador do nível de fragmentação já que é a função do número de fragmentos e da extensão total ocupada por eles (VALENTE; VETTORAZZI, 2002).

Neste caso, observa-se um aumento no tamanho médio dos fragmentos para as áreas de florestas, passando de 1,72 ha para 22,58 ha, durante o período estudado, tal fato comprova a característica da existência de grandes fragmentos florestais no ano de 2014, também pelo fato da representação do alto valor de desvio padrão (114,76 ha) para este ano em comparação ao anterior. Os altos valores para o desvio padrão indicam a existência de manchas com tamanhos maiores do que o apresentado na média (PEREIRA; NEVES; FIGUEIREDO, 2007; BEZERRA et al., 2011).

Baixos valores ligados ao tamanho médio de fragmentos para as paisagens indicam um maior grau de fragmentação (MCGARIGAL; MARKS, 1994), fato que pode ser observado para a classe vegetação secundária, que em ambos os anos apresenta baixos tamanhos além da redução de 2004 para 2014, sendo que este passou de 1 ha para 0,90 ha, caracterizando assim o alto nível de fragmentação desta classe. Quanto menor for o fragmento, maior a vulnerabilidade quanto a influência das outras classes para com ele, fato esse que é denominado como efeito de borda (SILVA; SOUZA, 2014).

Devido esta análise, para melhor representar a estrutura florestal do município de Primavera, os fragmentos foram estruturados por ordem de tamanho, levando em consideração a quantidade e a área representada por eles na paisagem, como é observado nas tabelas 08 e 09.

Figura 08 - Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais mapeados para o ano de 2004.

Tamanho (ha)	2004							
	Floresta				Vegetação Secundária			
	Fragmentos		Área total		Fragmentos		Área Total	
	Número	(%)	(ha)	(%)	Número	(%)	(ha)	(%)
< 1	3.793	91,13	494,68	7,14	2.485	80,24	539,02	17,43
1 – 10	311	7,47	934,48	13,48	564	18,21	1.645,44	53,20
10 – 50	29	0,70	575,84	8,31	46	1,49	790,17	25,55
> 50	29	0,70	4.926,08	71,07	2	0,06	118,24	3,82
Total	4.162	100,00	6.931,08	100,00	3.097	100,00	3.092,87	100,00

Figura 09 - Quantificação das classes de tamanho dos fragmentos florestais mapeados para o ano de 2014.

Tamanho (ha)	2014							
	Floresta				Vegetação Secundária			
	Fragmentos		Área total		Fragmentos		Área Total	
	Número	(%)	(ha)	(%)	Número	(%)	(ha)	(%)
< 1	109	41,29	15,55	0,26	3.513	82,29	609,10	15,83
1 – 10	101	38,26	389,53	6,54	707	16,56	2.088,93	54,29
10 – 50	25	9,47	575,97	9,66	46	1,08	838,86	21,80
> 50	29	10,98	4.979,24	83,54	3	0,07	310,94	8,08
Total	264	100,00	5.960,29	100,00	4.269	100,00	3.847,83	100,00

Para o ano de 2004, na classe floresta, observa-se que havia uma maior quantidade de fragmentos menores que 1 ha, representando 91,13% de todos eles, a pesar disso, os mesmos ocupavam uma área de 494,68 ha (7,14%), tendo pouca expressividade na paisagem como um todo. A partir disto, os grandes fragmentos, classificados como os maiores que 50 ha, apesar de serem apenas 29, ocupavam mais da metade da área de todas as manchas, representando 71,07% de área.

Já para o ano de 2014, para a mesma classe, houve uma grande redução no número de fragmentos, sendo que apenas 109 eram classificados como menores que 1 ha, representando 0,26% da área de todos os fragmentos. Os fragmentos acima de 50 ha foram mantidos em 29, havendo um pequeno aumento de área referente a esta categoria, passando a representar 83,54% de toda a área ocupada pelas manchas.

Em relação à classe de vegetação secundária, ocorreu uma característica um pouco distinta. No ano de 2004 e de 2014 os fragmentos menores que 1 hectare era a grande maioria, sendo que na transição de um ano para o outro esse valor aumentou passando de 2.485 para 3.513 manchas, representando mais de 80% destas nos dois períodos. E os fragmentos maiores que 50 ha passaram de 2 para 3 nesse intervalo de dez anos. As manchas que mais se destacaram em relação à área, foram as que variaram de 1 a 10 hectares, apresentando assim mais de 50% de toda a área ocupada por essa classe no município.

Esses fragmentos maiores possuem uma menor vulnerabilidade ao efeito de borda em relação aos fragmentos menores, devido manter o seu interior mais conservado, porém a importância destes últimos não é descartada, pois contribuem para a interação entre as manchas. Com isso, esta paisagem é considerada heterogênea, pois apresenta distinção no tamanho dos seus fragmentos, onde nas classes de floresta e vegetação secundária, no ano de 2004, o maior fragmento teve área de 1.750,13 e 60,47 hectares respectivamente, e para o ano de 2014 os maiores apresentaram 1.750,13 e 195,67 hectares também nesta ordem de

discussão. Para ambos os anos e classes, os menores fragmentos tiveram área inferior a 0,01 ha.

7.2.2 Índice de Forma e Borda

Analisar a forma de um fragmento é de fundamental importância para a avaliação da estrutura florestal das classes analisadas no município, além de contribuir para a análise da vulnerabilidade de um fragmento aos fatores externos. O índice de forma média, que verifica o quanto a forma de um fragmento se aproxima de uma circunferência, tendo 1 como o seu menor valor (BEZERRA et al., 2011), ou seja, aqueles fragmentos que possuem índices próximos a 1 são considerados mais arredondados e menos complexos e quanto maior o índice, mais alongados e complexos são os mesmos.

A tabela 10 apresenta o índice de forma média das manchas analisadas.

Tabela 10 - Índice de forma para as classes nos anos de 2004 e 2014.

Classe	Índice de forma média	
	2004	2014
Floresta	1,78	1,82
Vegetação Secundária	1,59	1,63

Para o índice de forma média, foram obtidos valores próximos a 1 em todos os casos, o que significa que os fragmentos possuem formas regulares (arredondadas) e pouco complexas. De acordo com Forman e Godron (1986), as formas circulares tendem a apresentar uma maior diversidade de espécies em seu no interior, devido a melhor conservação do seu núcleo.

A forma dos fragmentos florestais é um importante parâmetro a ser levado em consideração, e deve-se analisar considerando outros aspectos das manchas, como por exemplo, o seu efeito de borda que está diretamente relacionado, possibilitando determinar a menor ou maior influência dos fatores externos no fragmento.

O efeito de borda é um tema discutido principalmente devido à influência que exerce sobre as áreas mais externas do fragmento em contato com outros tipos de uso, causando modificações em relação aos parâmetros físicos, químicos e biológicos do sistema (RIBEIRO, 2008). Com isso, foram calculados os índices de borda para auxiliar nas análises dos fragmentos do município de Primavera (Tabela 11).

Tabela 11 - Índice de borda para os fragmentos referentes às classes de floresta e vegetação secundária para os anos de 2004 e 2014.

Classe	2004		2014	
	Total de bordas (m)	Comprimento médio (m)	Total de bordas (m)	Comprimento médio (m)
Floresta	1.686.671,87	405,26	662.193,63	2.508,31
Vegetação Secundária	1.266.014,99	408,79	1.602.072,68	375,28

Os fragmentos florestais referentes a classe de floresta, apresentou uma redução em relação ao seu total de bordas, passando de 1.686.671,87 metros para 662.193,63 metros, isto significa que em 2014, a redução do número de fragmentos contribuiu para que houvesse um menor número de áreas que tiveram interação com outros tipos de uso da paisagem, processo que ocorreu de maneira inversa com a classe de vegetação secundária, já que houve um aumento da extensão da borda entre os anos de 2004 e 2014, mudando de 1.266.014,99 metros 1.602.072,68 metros, indicando o aumento no processo de fragmentação desta classe.

O comprimento médio de borda indica qual a extensão de borda expressa por cada fragmento em média, ou seja, média do comprimento do perímetro das bordas dos fragmentos florestais (LANG; BLASCHKE, 2009; LUCAS; FONSCECA; JESUS, 2013). Esta análise contribui para a confirmação do aumento do processo de fragmentação da vegetação secundária no período estudado, havendo uma redução no comprimento médio, deixando de ser 408,79 metros e tornando-se 375,28 metros, comprovando a existência de fragmentos pequenos, em sua grande maioria.

Já na classe de floresta, percebe-se uma redução no processo de fragmentação, devido o seu comprimento médio aumentar de 405,26 metros para 2.508,31 metros, sugerindo a presença de grandes fragmentos que têm uma maior representatividade de área no ano de 2014. A existência de grandes fragmentos na paisagem do município pode representar um fator importante na conservação da diversidade biológica (LIMA; ROCHA, 2011).

7.2.3 Índice de Área Central

O índice de área central é de fundamental importância para a análise dos fragmentos, pois indica o número de manchas que possuem um núcleo mais conservado e a área deste centro do fragmento. Para esta análise, foi selecionada uma faixa contínua de 100 metros, da borda para o interior, no intuito de simular o efeito de borda. Essa margem é considerada a

que representa melhor a redução da influência das interações que ocorrem entre o fragmento e os outros tipos de uso em relação ao seu interior. A partir disto, as tabelas 12 e 13 apresentam os índices de área central dos fragmentos florestais para o período estudado, possibilitando a comparação entre ambas.

Tabela 12 - Índices de área central para os fragmentos florestais no ano de 2004.

Classe	Área central total (ha)	Índice de área central total (%)	Número de fragmentos com áreas centrais
Floresta	1.879,36	27,11	70
Vegetação secundária	51,99	1,68	56

Tabela 13 - Índices de área central para os fragmentos florestais no ano de 2014.

Classe	Área central total (ha)	Índice de área central total (%)	Número de fragmentos com áreas centrais
Floresta	1.877,24	31,5	59
Vegetação secundária	113,01	2,94	65

Nota-se que uma quantidade muito pequena de fragmentos possui áreas centrais. Para o ano de 2004, a classe floresta apresentou 4.162 manchas em sua totalidade, e destes apenas 70 possuem área central, ou seja, 1,68% dos fragmentos. Para a classe vegetação secundária, no mesmo ano, eram 3.097 fragmentos, sendo que 56 apresentam alguma extensão de núcleo conservado, representando 1,81% destes. Essas características são consideradas ruins para as áreas vegetadas, reforçando a grande fragmentação devido à existência de pequenas manchas de vegetação.

Para o ano de 2014, a situação não mudou muito em relação à quantidade de fragmentos com áreas centrais, pois continua havendo um baixo percentual. Para a classe de floresta, devido à mesma ter sofrido uma grande redução no número de fragmentos, apresentando 264, destes 59 possuem áreas nucleares, uma proporção de 22,50%, apesar de ser um percentual bom, em relação à área, as alterações não foram significativas da transição de um período para o outro. Já para a classe de vegetação secundária, dos 4.269 fragmentos existentes para este ano, apenas 65 têm área central, cerca de 1,52% do total, índice considerado baixo.

Quando se analisa a área em hectares, a situação é ainda mais preocupante, principalmente para a classe referente a vegetação secundária. No ano de 2004 esta classe representava 3.092,87 ha, sendo que destes, apenas 51,99 ha, são áreas centrais, uma proporção muito pequena diante da importância da conservação dessas áreas. E para o ano de 2014, houve um pequeno aumento de áreas centrais, as quais dobraram o quantitativo,

passando de 51,99 ha para 113,01 ha, porém, cabe lembrar que a área desta classe também aumentou nesse período de análise, passando de 3.092,87 ha para 3.847,83 ha, tornando esse acréscimo de núcleos pouco representativo.

Na classe de floresta houve um resultado considerado negativo, pois ocorreu uma redução de áreas centrais passando de 1.879,36 ha para 1.877,24 ha, uma diminuição de 2,12 hectares. Por outro lado, pode ser considerada uma boa representatividade, pois para esta classe, também aconteceu uma redução de área durante o período de 2004 a 2014, cerca de 970,79 hectares a menos.

A partir destas análises, nota-se que a grande maioria dos fragmentos está totalmente sob o efeito de borda. As figuras a baixo resumem a representatividade das áreas centrais para o período de análise.

Figura 07 - Quantitativo da área dos fragmentos e de seus núcleos para o ano de 2004.

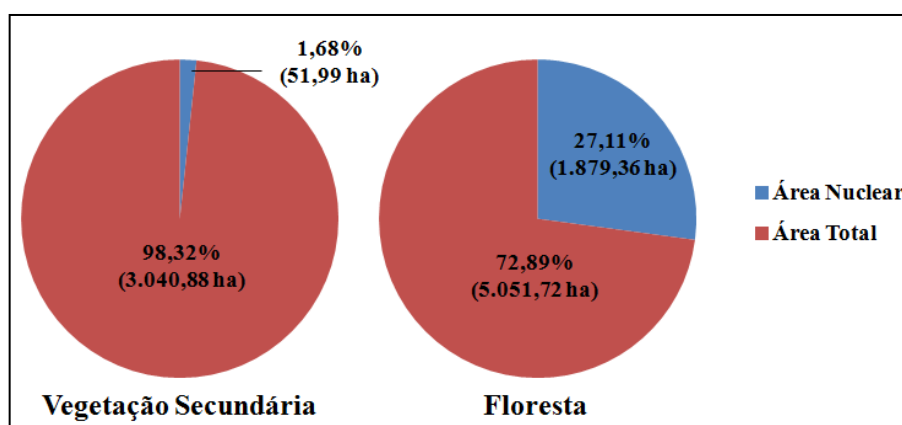
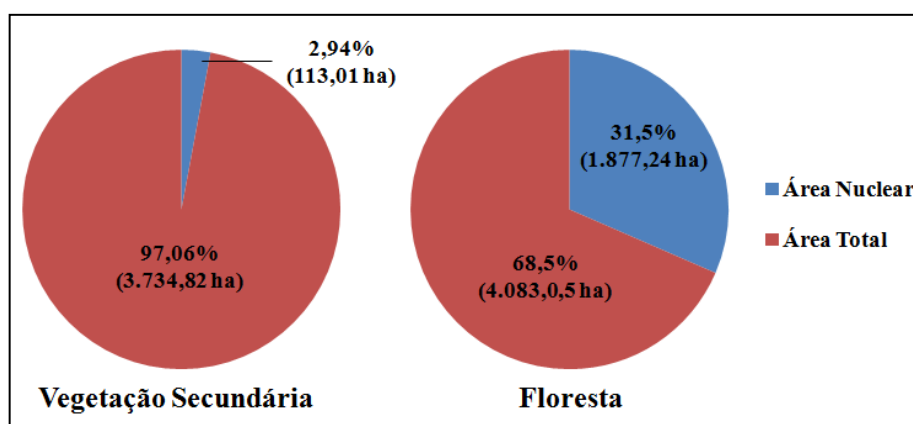


Figura 08 - Quantitativo da área dos fragmentos e de seus núcleos para o ano de 2014.



A área central é um bom indicativo da qualidade dos fragmentos em relação a sua área total. Para o município de primavera, nota-se a maior vulnerabilidade para os fragmentos referentes às áreas de vegetação secundária do que nas de floresta, porém, é importante a conservação e manutenção dos mesmos para que não haja um maior processo de fragmentação. As áreas nucleares dos fragmentos florestais representam espaços internos do ambiente ecologicamente efetivo para espécies sensíveis às bordas, levando em consideração as questões ecológicas, ou seja, são áreas as quais não são diretamente influenciadas pelo efeito de borda, ou apresentariam efeitos mais reduzidos (LANG; BLASCHKE, 2009).

7.2.4 Índice de Proximidade

A distância média do fragmento mais próximo define-se como uma distância de um fragmento a outro mais próximo e de mesma classe. Baseia-se na distância entre borda a borda. Nesta pesquisa, foram analisadas as métricas referentes à distância média do vizinho mais próximo e ao índice de proximidade (Tabela 14).

Tabela 14 - Índices de proximidade para os fragmentos florestais para os anos de 2004 e 2014.

Classe	2004		2014	
	Distância do vizinho mais próximo (m)	Índice de proximidade média	Distância do vizinho mais próximo (m)	Índice de proximidade média
Floresta	1,45	101,18	78,70	6,62
Vegetação Secundária	8,34	2,56	1,40	1,98

A distância média dos vizinhos mais próximos dos fragmentos referentes à classe de floresta mapeada foi de 1,45 metros em 2004 e de 78,70 metros em 2014, um aumento de 77,25 metros, indicando um alto grau de isolamento entre estes fragmentos para o ano de 2014. Para a classe de vegetação secundária, houve um processo inverso, sendo que no ano de 2004 a distância média era de 8,34 metros, passando para 1,40 metros em 2014, apresentando uma diminuição no grau de isolamento entre as manchas desta classe.

O grau de isolamento, afeta diretamente a qualidade de um fragmento de floresta, em relação da transição de organismos e a dispersão das espécies de floresta. Quanto menor essa distância, esses processos ocorrem de uma forma mais simplificada, já se o grau de isolamento de um fragmento de floresta é maior, maior será a taxa de crescimento de espécies de borda, que podem chegar a ocupar todo o remanescente (VALENTE, 2001).

A análise do índice de proximidade é considerada distinta da distância do vizinho mais próximo, sendo estas inversamente proporcionais (ROCHA, 2017). O índice de proximidade é a soma da área dos fragmentos em razão da distância mais próxima da borda entre as manchas de mesma classe, dentro de um raio específico, neste caso, foi utilizado o raio de 100 metros. Caso todos os fragmentos não apresentarem vizinhos de mesma classe dentro do raio determinado pelo estudo, o índice de proximidade será igual a zero (MCGARIGAL; MARKS, 1994).

Para o município de Primavera, levando em consideração as classes analisadas, nota-se que os fragmentos da classe vegetação secundária possuem menores valores referentes ao índice de proximidade média, ou seja, essa classe possui um número menor de fragmentos de mesma classe nas suas proximidades. Esse índice diminuiu durante o período estudado passando de 2,56 para 1,98, indicando o aumento do processo de fragmentação dessas áreas correspondentes a esta classe.

Em relação à classe floresta, também é possível notar uma redução neste índice, pelos mesmos motivos de fragmentação, passando de 101,18 em 2004 para 6,62 em 2014. Em comparação as duas classes analisadas, esta última apresenta um maior número de fragmentos de mesma classe nas suas proximidades.

8 CONCLUSÃO

Por meio da geração do mapa de uso e cobertura do solo foi possível analisar quantitativamente, a área e número de fragmentos florestais, referentes à classe vegetação secundária e floresta. E com auxílio dos índices de ecologia de paisagem, identificar a composição e a configuração dessas classes, que permitiram uma avaliação mais detalhada das manchas.

Com relação ao uso e cobertura do solo no município de primavera, foi possível identificar algumas alterações importantes no ano de 2014 em relação ao ano de 2004. As mudanças levam em consideração o crescimento urbano. Outro fator de destaque foi a diminuição das áreas referentes à classe floresta e aumento da cobertura vegetal para a classe de vegetação secundária no período de estudo.

As áreas de florestadas do município de primavera, durante o período analisado, encontram-se muito fragmentadas, devido à existência de um número significativo de pequenos fragmentos, os quais se formam devido os impactos provocados por meio das atividades antrópicas, sendo determinante a preservação e conservação dos remanescentes que auxiliam em um equilíbrio do sistema.

Foi possível verificar alguns fatores que indicam a vulnerabilidade para a classe de floresta na transição de 2004 para 2014, como a redução no número de fragmentos, um leve aumento no índice de forma média, o aumento significativo no grau de isolamento e redução para o índice de proximidade, índice de área nuclear e números de fragmentos com áreas centrais.

Para a classe de vegetação secundária, foi identificado um maior grau de fragmenta, mesmo que tenha ocorrido um aumento de área para esta. Diversos fatores contribuíram para este resultado, como a diminuição dos valores de tamanho médio de fragmentos e aumento em relação ao número de fragmentos, índice de forma média e proximidade média.

Os resultados obtidos podem contribuir para etapas do planejamento de atividade de gestão ambiental para o município de Primavera, no intuito de auxiliar a criação de estratégias capazes de conservar a manutenção dos fragmentos florestais, fazendo com que os mesmos não sejam substituídos por outros tipos de uso do solo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazônica**, v. 46, n. 3, p. 291-302, 2016.

ARAÚJO, G. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; OLIVEIRA, F. A.; GAMA, J. R. V.; GONÇALVES, D. C. M.; ALMEIDA, L. S. Comparação entre floresta primária e secundária com ocorrência de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart.: estudo de caso na Amazônia Oriental. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 325-335, 2012.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S. M. Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento. **IESUS**, v. 6, n. 1, p. 21-29, 1997.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA'ega**, Curitiba/PR, n. 8, p. 141-152, 2004.

BEZERRA, C. G.; SANTOS, A. R.; PIROVANI, D. B.; PIMENTEL, L. B.; EUGENIO, F. C. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do córrego horizonte, Alegre, ES. **Espaço & Geografia**, Brasília/DF, v. 14, n. 2, p. 257-277, 2011.

BIE, C. A. J. M.; LEEUWEN, J. A.; ZUIDEMA, P. A. **The land use database: a knowledge based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual**. Enschede, Netherlands. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Food and Agriculture Organization. United Nations Environment Programme. Wageningen University, 1996. 41 f.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 09 de Setembro de 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Vegetação do Brasil 2002**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>>. Acesso em: 15 de Abril de 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção agrícola dos municípios**. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=capitao-poco/PA-Agricultura:-Confira-a-producao-agricola-e-a-area-plantada-no-seu-municipio>>. Acesso em: 18 de Junho de 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélite**. São José dos Campos, SP, 2008, 16 f.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. Brasília, DF, 2013, 108 f.

BRASIL. Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). **Zoneamento climático**. Brasília, DF, 2009.

BRUNSDEN, D. A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology. **Catena**, v. 42, n. 2-4, p. 99-123, 2001.

BUTLER, D. R.; WALSH, S. J. The application of remote sensing and geographic information systems in the study of geomorphology: an introduction. **Geomorphology**, v. 21, p. 179-181, 1998.

CÂMARA, G. 1995. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. Tese (Doutorado em Computação Aplicada), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos/SP, 1995.

CHARLIER, F.; QUINTALE JÚNIOR, C. O SIG como ferramenta para a gestão ambiental em uma ferrovia. **Engevista**, v. 6, n. 3, p. 25-35, 2004.

COSME JUNIOR, S. **Análise de uso e cobertura do solo no município de Parelhas/RN**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2011,

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C.; DUTRA, S. **Consequências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, p. 1-49, 1979.

FARIA, A. L. L.; SILVA, J. X.; GOES, M. H. B. Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v.4, n. 9, p. 50-65, 2003.

FEARNSIDE, P. M. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: the case of southern Pará. **World Development**, v. 29, n. 8, p. 1361-1372, 2001.

FISHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 265-280, 2007.

FORMAN, R. T. T; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York, John Wilwy e Sons. 1986. 619 p.

FREITAS, R. N.; COSTA, S. M. F. Aplicação de técnicas de geoprocessamento na avaliação dos vazios urbanos existentes na cidade de São José dos Campos, SP, em 2000. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia/GO. **Anais...** Goiânia/GO, 2005, v. 7, p. 3763-3770.

GHEZZI, A. O. **Avaliação e mapeamento da fragilidade ambiental da bacia do rio Xaxim, Baía de Antonina – PR, com o auxílio de geoprocessamento**. 2003. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2003.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, p. 1-424, 2009.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, p. 90-106, 2012.

LIMA, R. N. S.; ROCHA, C. H. B. Técnicas de sensoriamento remoto e métricas de ecologia da paisagem aplicadas na análise da fragmentação florestal no município de Juiz de Fora - MG em 1987 e 2008. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba/PR, 2011, v. 15, p. 2067-2074.

LORENZETTI, M. A.; MANSI, V. R.; RIBEIRO, P. M. A. Valor Compartilhado: A Experiência de um Empreendimento Industrial no Município de Primavera (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 2016, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP, 2016, v. 39, p. 1-15.

LUCAS, D. F.; FONSCECA, B. M.; JESUS, J. R. P. Análise espacial dos fragmentos florestais em de São Gonçalo do Rio Abaixo - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu/PR. **Anais...** Foz do Iguaçu/PR, 2013, v. 16, p. 2921-2927.

MALDONADO, F. D.; SANTOS, J. R.; CARVALHO, V. C. Rotação espectral controlada como alternativa em análise por componentes principais para a detecção de mudanças em regiões do semiárido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2001, Foz do Iguaçu/PR. **Anais...** Foz do Iguaçu/PR. 2001, v. 10, p. 627-630.

MAXIMIANO, G. A. **Bacia do rio Pato Branco, e ensaio cartográfico para a análise da fragilidade do meio físico com uso de geoprocessamento**. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1996.

MCGARIGAL, K; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1994. 141p.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P. Y. (org.), **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu/SP.: FEPAF, 2003. cap. 3.

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

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

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. V. Ramos; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia/GO. **Anais...** Goiânia/GO, 2005, v. 12, p. 3829-3836.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª Ed. Viçosa, Editora: UFV, 2005. 320 p.

OLIVEIRA, R. R. S.; PINTO, J. F. S. K. C.; ADAMI, M.; BELLUZZO, A. P.; MAIA, J. S.; GOMES, A. R. Avaliação da integridade e análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra nas unidades de conservação e terras indígenas do estado de Rondônia, 2008 - 2010. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa/PB. **Anais...** João Pessoa/PB, 2015, v. 17, p. 2735-2742.

PARÁ. **Relatório com diagnóstico socioambiental referente a proposta de criação da Resex Rio Primavera.** Belém, PA, 2016, 99 f.

PARÁ. Sistema de Informações de Indicadores Sociais. 2010. Disponível em: <<https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsubsites/index.php?action=MenuOrgao.show&id=2098&oOrgao=53>>. Acesso em: 26 de abril de 2017.

PEREIRA, M. A. S.; NEVES, N. A. G.; FIGUEIREDO, D. F. C. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. **Revista Geografia**, Londrina/PR, v. 16, n. 2, p. 5-24, 2007.

PEREIRA, B. W. F. **Análise da estrutura da paisagem da microbacia do rio Peixe-Boi, nordeste paraense, com base na fragmentação da vegetação arbórea.** 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA, 2012.

POLETTE, M. Paisagem: uma reflexão sobre um amplo conceito. **Turismo - Visão e Ação**, v. 2, n. 3, p. 83-94, 1999.

RAIA JUIOR, A. A. **Acessibilidade e mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas.** 2000. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2000.

RIBEIRO, M. S. L. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 2, p. 535-545, 2008.

ROCHA, N. C. V. **Avaliação da sustentabilidade hídrica segundo os modelos de uso e ocupação do território na bacia do rio Guamá – Pará, Amazônia Oriental.** 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2017.

SCHLINDWEIN, J. R.; DURANTI, R. R.; CEMIN, G.; FALCADE, I.; AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Florianópolis/SC, 2007. **Anais...** Florianópolis/SC, 2007, v. 13, p. 1103-1107.

SILVA, A. A.; COSTA, D. F. S.; GRIGIO, A. M.; ROCHA, R. M. Análise da paisagem aplicada a caracterização e planejamento ambiental da mata ciliar no trecho urbano do rio Apodi-Mossoró (Mossoró/RN-Brasil). **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 42, n. 1, p. 300-318, 2015.

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

SOARES FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; ARAÚJO, W. L.; VOLL, E. Modelagem de dinâmica de paisagem: concepção e potencial de aplicação de modelos de simulação baseados em autômato celular. **Megadiversidade**, v. 3, n.1-2, p. 74-86, 2007.

SOARES FILHO, B. S. **Análise de paisagem: fragmentação e mudanças**. Belo Horizonte/MG, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998, 90 f.

TAVARES, M. G. C. A formação territorial do espaço paraense: dos fortes a criação de municípios. **Revista Acta Geográfica**, v. 2, n. 3, p. 59-83, 2008.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. 162 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 2001.

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

VETTORAZZI, C. A. Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas. **Série técnica IPEF**. Universidade de São Paulo – Piracicaba, v. 10, n. 29, p. 45-51, 1996.

VOTORANTIM. **Relatório de impacto ambiental**. Primavera/PA, 2012, 132 f.

VOTORANTIM. **Relatório Votorantim 2015**. Disponível em: < <http://www.votorantim.com.br/>>. Acesso em: 08/05/2017.

WATRIN, O. S.; CRUZ, C. B. M.; SHIMABUKURO, Y. E. Análise evolutiva da cobertura vegetal e do uso da terra em projetos de assentamentos na fronteira agrícola amazônica, utilizando geotecnologias. **Geografia**, v. 30, n. 1, p. 59-76, 2005.

WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A. Métricas de paisagem na avaliação da dinâmica do uso da terra em projetos de assentamentos no Sudeste Paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia/GO. **Anais...** Goiânia/GO, 2005, p. 3433-3440.