



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO DA
TERRA NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DE CÁSSIA (BA).**

Gabriela de Oliveira Romão
Dissertação de Mestrado

Brasília-DF: Abril / 2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO DA
TERRA NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DE CÁSSIA (BA).**

Gabriela de Oliveira Romão

ORIENTADOR: Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Brasília-DF: Abril / 2014

GABRIELA DE OLIVEIRA ROMÃO

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA A ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO DA TERRA
NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA DE CÁSSIA (BA).

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

ORIENTADOR: Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Brasília-DF, 22 de abril de 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

ROMÃO, GABRIELA DE OLIVEIRA

Uso de geotecnologias para a análise da dinâmica do uso da terra no município de santa rita de cássia (BA). 58p. (UnB-IH-GEA-LSIE, Mestrado, Gestão Ambiental e Territorial, 2014).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia

1 - cobertura e uso da Terra

2 - análise multitemporal,

3 - fragmentação da paisagem

4 - processo morfogénético.

I. UnB-IH-GEA-LSIE

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação (tese) e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado (tese de doutorado) pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Gabriela de Oliveira Romão

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por estar sempre presente em minha vida guiando meus passos e renovando minha fé a todo momento.

Agradeço aos meus pais, Eliton e Sílvia, pelo imenso amor dedicados a mim e pelos constantes exemplos de superação, perseverança, fé e paciência.

Ao meu irmão, Felipe por me acompanhar em mais essa caminhada e por sempre estar por perto em todos os momentos, bons em quase sua totalidade.

Ao meu noivo Bernardo pelo companheirismo, amizade e pela força extra nos momentos de dificuldade.

Ao Professor Orientador Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes pela valorosa orientação e por todo carinho, paciência e incentivo ao longo de todos esses anos. Obrigada pelas valorosas discussões profissionais e pessoais que me ajudaram a reduzir meus temores e me davam ânimo para prosseguir.

Aos Professores Osmar Abílio de Carvalho Júnior e Renato Fontes Guimarães, pelo entusiasmo, dedicação e profissionalismo com que sempre me receberam.

A Ana Flor e Dani, pela força e colaboração para a elaboração desse trabalho. Sem vocês esse processo seria mais difícil.

Aos amigos do LSIE, Bruno, Leandro (Guru), Leonardo, Marcus Fábio, Rosana, Regiane por me proporcionarem um ambiente agradável e amistoso durante os projetos desenvolvidos no laboratório.

As queridas amigas Argélica, Natália, Priscila e Irene pela valorosa amizade e pelos momentos de descontração. Muito Obrigada!

A CAPES pela bolsa de estudos a mim concedida. Sem esse apoio a realização desse trabalho seria muito mais difícil.

A todos que ajudaram na elaboração desse trabalho, meus agradecimentos.

RESUMO

O avanço da fronteira agropecuária no oeste baiano é uma das principais causas de fragmentação da paisagem nessa região. A realização de estudos capazes de identificar o padrão da cobertura e uso da Terra assim como quantificar e analisar a fragmentação da vegetação proporciona subsídios para o planejamento ambiental. O objetivo desse trabalho é estudar o processo de cobertura e uso da Terra e da fragmentação da paisagem em uma perspectiva temporal no município de Santa Rita de Cássia – BA, a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, com o propósito de descrever o seu avanço e fornecer subsídios para o planejamento ambiental. Para alcançar tal objetivo foi elaborado o mapa do uso da terra do município para o ano de 2008, com a utilização das imagens do sensor PRISM/ALOS e a análise multitemporal do uso da terra no recorte temporal de 1988 a 2008 com o auxílio de imagens do sensor TM/LANDSAT 5. Posteriormente foi elaborada a compartimentação morfofenética do município e o mapeamento de padrões de fragmentos da paisagem. A análise multitemporal e a classificação do tipo de cobertura e uso da Terra mostrou que em 1988 as atividades agropecuárias correspondiam a 8,62% da área total do município passando, em 2008, a ocupar 14,9%, em contrapartida a taxa de ocupação da vegetação natural que era de 88% no ano de 1988, passou por um processo de retração ao longo dos anos analisados e chegou ao índice de 81% em 2008. Com a compartimentação morfofenética foi possível averiguar que houve um crescimento da cobertura e uso da Terra em todas os compartimentos ao longo dos anos porém essa taxa foi mais expressiva nos processos erosivos e estáveis. A análise morfológica da paisagem revelou que as áreas de núcleo correspondiam a 85% da área do município em 1988 e durante os anos passou por um processo significativo de redução de sua área chegando a 77% em 2008. A análise da dinâmica da cobertura e uso da Terra em Santa Rita de Cássia mostrou que o município ainda encontra-se bastante preservado devido, principalmente, as suas características morfofenéticas.

Palavras-chave: cobertura e uso da Terra, análise multitemporal, fragmentação da paisagem, processo morfofenético.

ABSTRACT

The advance of the agricultural frontier in the west of Bahia is one of the main causes of landscape fragmentation in this region. Conducting studies that identify the pattern of use and land cover and can quantify and analyze the vegetation fragments provides grants for environmental planning. The aim of this work is to study the process of use and land cover and landscape fragmentation in a time perspective in the municipality of Santa Rita - BA, from the use of GIS techniques, with the purpose of describing its progress and provide subsidies for environmental planning. To achieve this goal a map of land use for the municipality was created, for the year 2008, with the use of images from PRISM / ALOS sensor and multitemporal mapping of land use in the time frame from 1988 to 2008 with the aid of images from TM/LANDSAT 5 sensor. After that the morphogenetic partitioning and mapping of the municipality landscape fragment patterns was elaborated. The multitemporal analysis and classification of the type of use and land cover in 1988 showed that agricultural activities accounted for 8.62% of the total area of the municipality. In 2008, this activities were occupying 14.9%, however the rate of occupation of natural vegetation was 88% in 1988, and went through a process of retraction over the years and reached the rate of 81% in 2008. With the morphogenetic partitioning, it was possible to verify that there was a growth in the use and land cover in all compartments over the years but this rate was more significant in erosive and stable processes. Morphological analysis of the landscape revealed that the core areas accounted for 85% of the municipal area in 1988 and has undergone a significant process of reduction of its area reaching 77% in 2008. The analysis of coverage and use of land in Santa Rita showed that the city is still well preserved, mainly due to the morphogenetic characteristics.

Keywords: use and land cover, multitemporal analysis, landscape fragmentation, morphogenetic process.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REVISÃO TEÓRICA | 15 |
| 2.1 O AVANÇO DA FRONTEIRA AGROPECUÁRIA NO OESTE BAIANO..... | 15 |
| 2.3 FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM..... | 17 |
| 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 21 |
| 3.1 ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICO | 21 |
| 3.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS..... | 22 |
| 4 METODOLOGIA | 26 |
| 4.1 ELABORAÇÃO DO MAPA DE COBERTURA E USO DA TERRA..... | 26 |
| 4.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DA SÉRIE TEMPORAL..... | 28 |
| 4.4 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOGENÉTICA DO MUNICÍPIO | 31 |
| 4.5 MAPEAMENTO DOS PADRÕES DE FRAGMENTOS DA PAISAGEM POR MEIO DA CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA..... | 33 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 36 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 51 |
| REFERÊNCIAS | 53 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa de localização do município de Santa Rita de Cássia - BA..... | 21 |
| Figura 2: Tipos de vegetação encontrada em Santa Rita de Cássia - BA. | 24 |
| Figura 3: Mosaico de imagens do sensor ALOS/PRISM, banda pancromática, passagens em 2007, 2008, 2009, 2010 no município de Santa Rita de Cássia – BA. | 27 |
| Figura 4: Série temporal das Imagens LANDSAT 5 sensor TM. | 30 |
| Figura 5: (a) Mapa de elevação obtido a partir dos dados do SRTM <i>Hydroshed</i> ; (b) Composição colorida obtida a partir dos mapas morfométricos gerados dos dados do SRTM <i>Hydroshed</i> | 32 |
| Figura 6: Segmentação morfológica de padrões binários proposta por Soille e Vogt (2009): X é o mapa binário em formato raster; e Y é a demonstração das sete classes de fragmentos. Fonte: Vogt <i>et. al</i> (2007b). | 34 |
| Figura 7: Mapa de cobertura e uso da Terra para o ano de 2008 | 36 |
| Figura 8: Área destinada a agropecuária. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 37 |
| Figura 9: Representação da área urbana. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 37 |
| Figura 10: Área de vegetação alterada. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 38 |
| Figura 11: Área de vegetação natural. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 38 |
| Figura 12: representação de Massa d'água. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 39 |
| Figura 13: Representação das lagoas cársticas. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM | 39 |
| Figura 14: Retroanálise do mapeamento da cobertura e uso da Terra no município de Santa Rita de Cássia. | 40 |
| Figura 15: Evolução temporal da cobertura e uso da Terra com Imagens do sensor TM-LANDSAT, para os anos de 1998, 1992, 1996, 2000, 2004 e 2008. | 42 |
| Figura 16: Tendência das curvas do percentual de área alterada (em vermelho) e de área natural (em verde). | 44 |
| Figura 17: Mapa de detecção de mudança entre os anos analisados. | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 18: Mapa da compartimentação dos processos morfogênicos do município de Santa Rita de Cássia. | 45 |
| Figura 19: Relação do percentual do uso em cada unidade morfogênica. | 46 |
| Figura 20: Cobertura e uso da Terra em relação à área ocupada na unidade analisada..... | 47 |
| Figura 21: Análise morfológica temporal dos fragmentos florestais no município de Santa Rita de Cássia (BA). | 50 |

LISTA DE TABELA

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Imagens e data das imagens do satélite LANDSAT 5 sensor TM utilizadas | 29 |
| Tabela 2: Percentual de ocupação do município entre os anos analisados. | 41 |
| Tabela 3: Processos morfogenéticos encontrados no municípios de Santa Rita de Cássia e sua relação com a morfogênese/pedogênese. | 45 |
| Tabela 4: Métricas multitemporais da Análise de Padrões Espaciais Morfológicos (MSPA) do município de Santa Rita de Cássia (BA)..... | 48 |

Lista de Abreviaturas e Siglas

AHSFRA – Administração da Hidrovia do São Francisco

ALOS – Advanced Land Observing Satellite

CBERS – China-Brazil Earth Resources Satellite, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

CBPM – Companhia Baiana De Pesquisa Mineral

CPAC – Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária

HRC - High Resolution Camera

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional De Pesquisa Espaciais

JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency

MMA – Ministério Do Meio Ambiente

MSPA – Morphological Spatial Pattern Analysis

PLANVASF – Plano Diretor para o desenvolvimento do Vale do São Francisco

PRISM – Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping

PROCEDER – Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

UTM – Universal Transversa de Mercator

1 INTRODUÇÃO

Conhecer as potencialidades dos recursos de uma região e sua dinâmica de cobertura e uso da Terra é imprescindível para a elaboração de um planejamento ambiental eficaz. Para tanto é necessário que haja uma análise integrada dos componentes como solo, relevo, rochas e minerais, águas, clima, fauna e flora para garantir a funcionalidade entre os componentes físicos, bióticos e socioeconômicos presentes na área de interesse. (GUERRA; CUNHA, 2004; GUIMARÃES, 2012).

No Brasil, a expansão da fronteira agropecuária, sobre os biomas Caatinga e Cerrado tem ocorrido de maneira intensiva e muitas vezes sem um planejamento ambiental adequado que garanta a integração dos principais componentes da paisagem tornando-se uma das causas da fragmentação da paisagem nesses domínios. As paisagens que antes eram cobertas por vegetação nativa em quase sua totalidade, agora vem tomando novas características e constituindo mosaicos diferenciados, onde a vegetação natural perde espaço para a agricultura e a pecuária, e ficam restritas em ilhas de diferentes tamanhos e formas (PAULA; RODRIGUES, 2002).

A fragmentação da paisagem é proveniente da substituição de áreas de vegetação natural por outros tipos de uso da terra. O processo de fragmentação pode gerar consequências negativas como a perda da diversidade biológica, distúrbio no regime hidrológico das bacias hidrográficas, mudanças no microclima regional, degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida da população. Quanto mais fragmentada e perturbada está uma paisagem, maiores são os desafios para conservação da biodiversidade (VIANA, 1995).

Nesse contexto a detecção de mudanças na cobertura e uso da Terra é uma grande aliada para entender as transformações ocorridas pelos principais fatores antropogênicos e naturais em uma localidade e forte instrumento de planejamento. A detecção de mudança é uma das principais aplicações do sensoriamento remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) atualmente.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto são capazes, por exemplo, de realizar medições da vegetação nativa em diferentes escalas temporais e espaciais (CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2006), detectar desmatamentos ou a regeneração de habitat,

ajudar no monitoramento de colheitas de rotação de cultura, entre outras utilidades (KIEL, 2008). Uma técnica bastante utilizada na detecção de mudanças é a análise de imagens multitemporais pois elas são capazes de auxiliar no reconhecimento de padrões de comportamento típico de cada componente da imagem. As análises multitemporais podem trazer o benefício de minimizar os problemas causados pela variabilidade temporal devido a geração de informações quantitativas sobre a cobertura e uso da Terra (CRUSCO, 2007). Para a realização da técnica da análise multitemporal encontram-se disponíveis diversos tipos de sensores orbitais que permitem monitorar o uso da terra, a evolução do desmatamento e o crescimento urbano.

As ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por sua vez são capazes de proporcionar a quantificação da fragmentação da paisagem revelando, por exemplo, a extensão das áreas dos fragmentos e como esses se apresentam distribuídos espacialmente (ANDRADE, 2005), além de permitir a organização e a manipulação dos dados disponíveis para fins de análise de detecção de mudanças.

No cenário Brasileiro, a região conhecida como oeste baiano vem se consolidando como uma importante fronteira agropecuária no Brasil, desde a década de 80. As ações antrópicas intensivas mudaram de forma significativa a configuração da paisagem da região e, por isso, quantificar o que ainda existe de vegetação natural, definir sua localização espacial e sua forma são condições básicas para estabelecer estratégias eficientes de conservação, além de fornecer subsídio científico aos formuladores de políticas públicas (CMBBC, 2014).

O município de Santa Rita de Cássia está entre os municípios que compõe o oeste baiano porém apresenta uma configuração de cobertura e uso da Terra diferente da maioria dos municípios presentes nessa região. Em comparação com os demais municípios do oeste baiano, Santa Rita de Cássia possui grande parte de sua superfície preservada e coberta com vegetação nativa e por isso estudos que busquem entender como ocorre o processo de cobertura e uso da Terra pode ajudar na gestão dos recursos naturais frente a necessidade do crescimento econômico da região que é baseado principalmente na atividade agropecuária.

Considerando o exposto, o objetivo geral do presente trabalho é estudar o processo de cobertura e uso da Terra e da fragmentação da paisagem em uma perspectiva temporal no município de Santa Rita de Cássia – BA, a partir do uso de técnicas de geoprocessamento,

com o propósito de descrever o seu avanço e de fornecer subsídios para o planejamento ambiental.

Para alcançar tal objetivo este trabalho deverá realizar uma análise multitemporal da cobertura e uso da Terra em uma escala temporal de 20 anos (1988 a 2008) além de analisar de que maneira os aspectos morfo genéticos condicionam o uso e ocupação no município.

Outro item a ser verificado e analisado são os padrões de fragmentação da vegetação natural, entre os anos de 1988 e 2008, por meio da metodologia de classificação morfológica de fragmentos.

A obtenção desses dados possibilitará ter uma visão abrangente das características da ocupação do município de Santa Rita de Cássia e, com isso, ter mais subsídios para a formulação de um planejamento ambiental, como por exemplo por meio da implantação de corredores ecológicos e a recuperação de áreas degradadas.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 O AVANÇO DA FRONTEIRA AGROPECUÁRIA NO OESTE BAIANO.

A literatura sobre o conceito de fronteiras agropecuárias no Brasil é extensa e segue diversas linhas distintas. Alguns autores consideram que a expansão da fronteira agropecuária abarca todo e qualquer deslocamento populacional que ocorra no sentido cidade-campo. Outros, para definir esse processo, trazem a distinção entre as fronteiras demográficas e econômicas, fronteiras de expansão e pioneiras, e até mesmo entre frentes extrativistas, pecuárias e agrícolas (SAWYER, 1984).

Este trabalho utilizou como base para o conceito de fronteiras agropecuárias, os estudos de Sawyer (1984). Este autor considera a fronteira como um espaço socialmente construído que “oferece condições para a expansão de atividades econômicas antes ausentes, ou presentes em escala menor.” Além disso, Sawyer (1984) faz questão de destacar a especificidade de este conceito estar ligado às atividades econômicas e não ao crescimento demográfico. Isso porque, em sua concepção não existe ocupação demográfica sem atividade econômica embora, em algumas situações, o contrário possa ocorrer.

A ocupação do espaço que hoje denomina-se oeste baiano, teve início ainda no século XVI. Naquele tempo a economia local era basicamente sustentada pela pecuária e o acesso a essa região era realizado principalmente pela navegação fluvial. Entre os séculos XIX e meados do século XX não houve mudanças significativas no padrão de ocupação do oeste baiano (MORAES, 2003; SOUSA *et al.*, 2010).

É só a partir dos anos cinquenta, com a criação da Comissão de Planejamento Econômico, que o governo do estado da Bahia começa inserir a região em seus estudos e pesquisas, no intuito de aproveitar suas potencialidades (SOUSA *et al.*, 2010).

A década de 60 foi marcada por significativas intervenções do governo federal, como a criação das rodovias que serviriam para ligar a nova capital federal, Brasília, às outras regiões do país. No contexto do desenvolvimento do oeste baiano as principais rodovias construídas foram a BR 020, Brasília-Barreiras, porque faz a ligação da capital federal com a região; e a BR 242 Barreiras-Salvador, por fazer a ligação com a capital do estado da Bahia (FILHO; FILHO, 2008). A consolidação da rede viária permitiu conectar essa região aos grandes centros econômicos, e como consequência notou-se uma valorização de suas terras.

Nessa mesma época o governo federal criou o Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados - CPAC com o intuito de estudar as potencialidades agrícolas desse bioma, visando principalmente o mercado mundial de alimentos. As políticas agrícolas nesse momento não eram direcionadas especificamente para o nordeste, porém, as condições naturais, climáticas e a geomorfologia do oeste baiano acabaram por inseri-lo nesse contexto (SOUSA *et al.*, 2010).

O processo de reorganização da produção agrária brasileira, que se iniciou nos anos sessenta, chegou de forma definitiva no oeste baiano no final desta década (FILHO; FILHO, 2008). Segundo o mesmo autor, a partir desse momento essa região foi inserida no processo de expansão da fronteira agropecuária e passou a ser marcada por um rápido crescimento econômico e tecnológico tornando-se objeto de estudo de várias áreas do conhecimento.

A partir das intervenções dos governos federal e estadual, a década de 80 foi marcada pelo investimento de novos atores, principalmente do setor privado. Nesse contexto destacam-se os investidores japoneses, que juntamente com o governo federal criaram o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados (PROCEDER), cujo principal objetivo era ampliar a produtividade agrícola, especialmente a da soja (FILHO; FILHO, 2008).

Os imigrantes da região Sul do país, principalmente os gaúchos, são exemplos de outros atores que tiveram grande participação no processo de expansão agropecuária no oeste baiano. Eles foram os grandes empreendedores da região e com isso tornaram-se os detentores da maioria das propriedades rurais mecanizadas.

Os anos 80 também foram marcados por mais investimentos vindos da esfera estadual de governo. Destacam-se as ações para a melhoria da infraestrutura de transportes e a criação de programas como o Programa de Ocupação Econômica do Oeste (1980) e o Programa de Desenvolvimento Econômico e Social do oeste baiano (1987). Esses programas tinham como objetivo facilitar o acesso aos créditos fundiários e a terra (FILHO; FILHO, 2008).

Atualmente, o oeste baiano é um dos principais polos de produção de grãos do Brasil e ainda encontra-se em fase de desenvolvimento. Segundo Filho e Filho (2008), a região possui uma área de 1,5 milhões de hectares plantados e com capacidade de expansão de mais 3 milhões de hectares, tornando-a a maior fronteira agrícola da Bahia. O alto desempenho agrícola e econômico da região atraiu grandes empresas do ramo do agronegócio nacional e

mundial.

A expansão agrícola no oeste baiano baseia-se na aplicação de práticas de alto nível tecnológico como mecanização, uso de variedades de culturas adaptadas, irrigação, manejo, entre outros. Os aspectos positivos desse processo são evidenciados no aumento da geração de emprego e riqueza, na modernização da produção, no sucesso do agronegócio e no crescimento econômico regional.

No entanto, o rápido crescimento econômico notado nos últimos anos, também traz aspectos negativos evidenciados nos conflitos relacionados à intensa utilização dos recursos naturais, como a água e o solo, por exemplo. Somam-se a esses conflitos a rápida expansão dos processos de degradação ambiental, o que exige do poder público e do setor privado uma interferência no sentido de realizar ações mitigadoras de emergência e de controle (LIMA, 2010).

2.3 FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM

O avanço da fronteira agropecuária sobre os biomas cerrado e caatinga tem gerado um elevado nível de perturbação nos ecossistemas naturais. Como resultado dessas perturbações encontra-se a fragmentação da vegetação natural. Em regiões com alto grau de influência antrópica a vegetação nativa costuma ser encontrada disposta na forma de pequenos fragmentos altamente perturbados, isolados e com baixo grau de proteção.

Estudos que buscam analisar os padrões de fragmentação dos remanescentes florestais estão sendo desenvolvidos no mundo inteiro, com ênfase maior nos Estados Unidos, Europa e China (UUEMAA *et al.*, 2013). Isso porque a configuração dos padrões dos fragmentos estão diretamente ligados a saúde, ao equilíbrio e a manutenção dos ecossistemas.

Forman e Gordon (1986) em seus estudos sobre ecologia da paisagem, definiram o fragmento florestal como uma área de vegetação não contínua que apresenta uma composição diferenciada de seus arredores e que podem ter características variadas como tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e limite. A formação dos fragmentos podem ser decorrentes da subtração da vegetação natural por diferentes tipos de uso da terra ou pela existência de barreiras naturais, como morros e lagos.

Segundo os dados apresentados pelo Sistema Florestal Brasileiro (MMA, 2003), a fragmentação por processos naturais pode ser causada por: flutuações climáticas, que podem causar expansão ou retração de determinados tipos coberturas vegetais; heterogeneidade de solos, onde certos tipos de vegetação estão restritos a tipos específicos de solos; topografia, que podem formar ilhas de vegetação; processos de sedimentação e processos hidrogeológicos que produzem áreas alagadas, onde ocorre um tipo particular de vegetação.

Ainda segundo o Sistema Florestal Brasileiro, as causas antrópicas de destruição das vegetações nativas estão diretamente relacionadas com a fixação do homem e o avanço dos meios de produção. As principais causas de fragmentação da paisagem no Brasil estão ligadas ao extrativismo vegetal, ao crescimento das áreas destinadas para pecuária e agricultura, às queimadas e ao processo de urbanização (MMA, 2003).

O processo de fragmentação da paisagem tem dois componentes importantes: a redução da quantidade total de habitat natural e a configuração do habitat restante em manchas pequenas e isoladas (MEFFE; CARROL, 1994 *apud* ARAUJO *et al.* 2008). A redução do habitat natural pode causar a extinção de espécies locais e afetar de forma permanente outras populações que existem naquele ecossistema por meio de mudanças nos processos ecológicos.

Estudos importantes apontam para o fato de que algumas consequências ecológicas da fragmentação podem estar diretamente ligadas com a configuração espacial dos fragmentos na paisagem e com as alterações temporais e espaciais sofridas por esses fragmentos (FORMAN; GODRON, 1986, ECHEVERRÍA *et al.*, 2006). Nessa perspectiva, três atributos espaciais da fragmentação são particularmente importantes: a área de núcleo, a forma e o isolamento dos fragmentos. Quanto maior a área de núcleo mais o ambiente é semelhante ao da vegetação original (ECHEVERRÍA *et al.*, 2006). A forma de um fragmento é caracterizado pelo comprimento de suas arestas e quanto mais irregular ele for maior será esse comprimento. Por fim, o isolamento de fragmentos florestais pode reduzir a possibilidade de movimentação de organismos entre os fragmentos (BENNETT, 2003 *apud* ECHEVERRÍA *et al.*, 2006).

Araújo *et al.* (2008), chama a atenção para o fato de que quanto mais isolada e fragmentada é uma área, maior é a proporção de zonas de efeito de borda sobre ela. Isso porque as zonas de borda são áreas mais expostas as perturbações externas porque permitem

uma maior penetração dos raios solares e dos ventos. Como consequência a temperatura e a evapotranspiração são mais elevadas nas bordas do que no interior de um habitat e as umidades do ar e do solo são reduzidas, fato que favorece a ocorrência de stress hídrico. (ARAÚJO *et al.*, 2008)

Ultimamente diversos programas ambientais, nacionais e internacionais estão reportando a situação da fragmentação em estudos-diagnósticos da saúde e biodiversidade de suas florestas (VOGT *et al.*, 2007b). Muitos desses estudos mostram a importância de se pensar novas medidas de restauração dos padrões florestais. Um dos caminhos que estão sendo propostos é o estudo da conectividade entre os fragmentos no intuito de reestabelecer o fluxo gênico daquele ecossistema.

Seguindo nessa linha de pensamento, manter a permeabilidade da paisagem com corredores e ligações, passa a ser um importante princípio de planejamento da paisagem (VOGT *et al.* 2007a). Assim, para que haja a reestruturação do fluxo gênico nos ecossistemas, os ambientes fragmentados devem ser reconectados através da construção de corredores ecológicos, que são aqui entendidos como a ligação física entre manchas de habitats dentro de uma paisagem (FREEMARK *et al.* 2002 *apud* VOGT *et al.*, 2007a).

Para o contexto brasileiro, o Ministério do Meio Ambiente - MMA, em seu documento “Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.” (2002) sugere que os governos federal, estadual e municipal criem políticas públicas de incentivo aos processos de desfragmentação dos remanescentes florestais, conectando áreas públicas e privadas por meio de corredores, com o intuito de conter o processo de perda da biodiversidade.

Para fundamentar as medidas propostas anteriormente, o MMA ressalta a importância do desenvolvimento de novas pesquisas e a disseminação das informações levantadas. A análise dos padrões de fragmentos florestais e dos processos de uso e ocupação da terra, possibilitam a obtenção de importantes informações que permitem a estruturação de tais planos de conservação. É importante observar que restringir essa análise somente ao momento de implementação dos programas pode acarretar sérios problemas de planejamento visto que algumas consequências só serão notadas em médio e longo prazo.

Neste contexto, é cada vez maior o número de estudos sobre os padrões dos fragmentos que utilizam as métricas da paisagem para quantificá-la. As métricas são desenvolvidas a partir da relação entre os padrões espaciais e os processos ecológicos e permitem a comparação, a diferenciação e a determinação das relações entre os padrões da paisagem (VALENTE; VETTORAZZI, 2002, *apud* PERICO, *et. al.*, 2005). Segundo Volotão (1998) a popularização do uso das métricas ocorreu principalmente pela disponibilidade do emprego de recursos computacionais, que estão cada vez mais presentes no cotidiano dos pesquisadores de todas as áreas do conhecimento. Volotão (1998) ainda alerta que, para uma correta utilização das métricas da paisagem, é necessário que o usuário tenha um conhecimento sólido sobre as implicações do seu uso para, assim, escolher a escala e os aspectos do terreno mais relevantes para a análise espacial dos fragmentos da paisagem.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICO

O município de Santa Rita de Cassia localiza-se no extremo oeste do estado da Bahia, (Figura 1) possui uma população de aproximadamente 26.250 habitantes, sendo que 56,79% corresponde a população urbana e 43,2% a população rural, e uma área de 5.977,768km² (IBGE 2010). É cortado no sentido oeste-leste pelo Rio Preto, afluente do Rio São Francisco.

A economia santarritense é tradicionalmente baseada na pecuária extensiva, com destaque para os rebanhos bovinos, caprinos, suínos e asininos. Com o avanço da fronteira agrícola do oeste baiano a produção agrícola ganhou força com destaque para a produção de feijão, mandioca melancia e milho. O extrativismo vegetal para a produção de carvão vegetal também é pilar para a economia local tornando Santa Rita de Cassia um dos municípios baianos que mais produzem essa matéria prima. (IBGE, 2005).

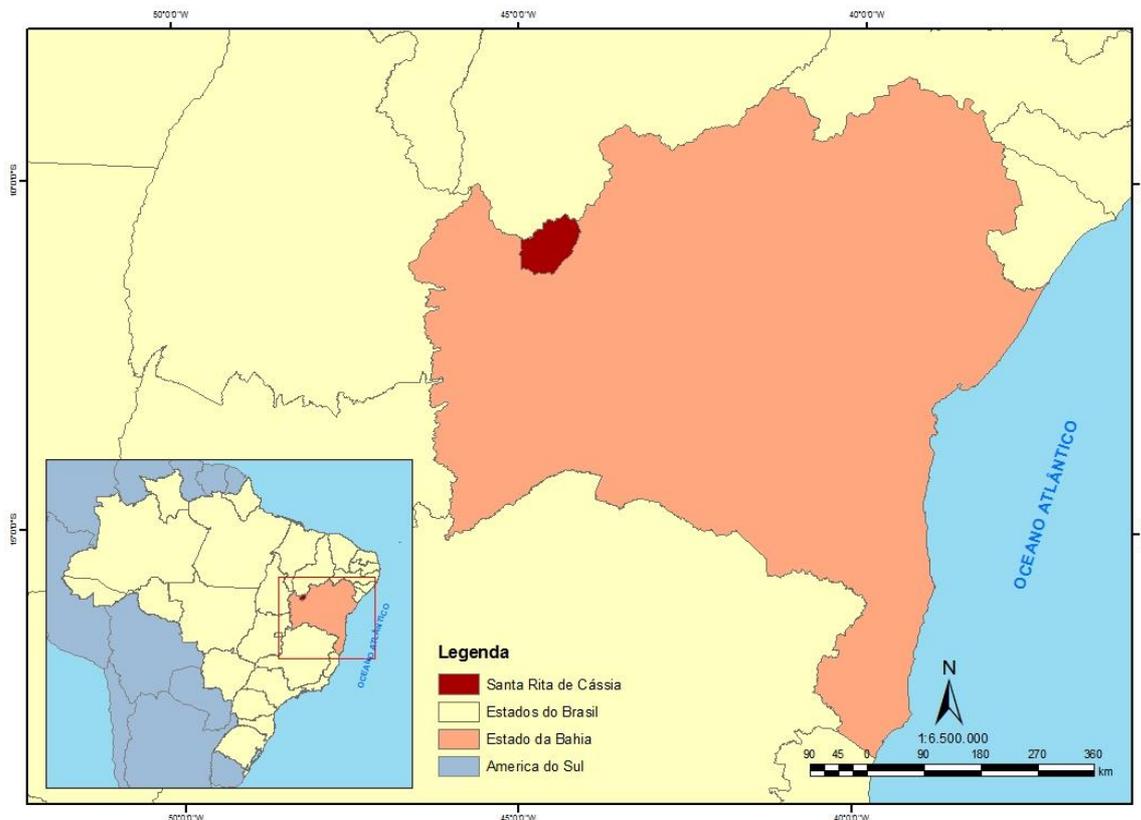


Figura 1: Mapa de localização do município de Santa Rita de Cássia - BA

3.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A geologia a região do oeste baiano em que o município de Santa Rita de Cássia está inserida é caracterizada por 3 formações principais: Formação Urucuia, Grupo Bambuí e Grupo Rio Preto (RADAMBRASIL, 1982). A Formação Urucuia representa a parte mais elevada da região do oeste devido aos seus sedimentos cretáceos que acabaram desenvolvendo um domínio de “meio poroso. Posteriormente, seguindo a elevação e indo em direção ao canal do São Francisco, temos um domínio com sequências pelítico-carbonáticas do Grupo Bambuí. Este grupo possui como característica básica o desenvolvimento de feições cársticas. E por último, nas elevações mais próximas ao rio São Francisco temos o Grupo Rio Preto com seus metassedimentos seguidos por um embasamento arqueano.

Nesta região não se tem um mapeamento de solos de detalhe que se possa separar as unidades com fidelidade. De acordo com IICA (2014), o município de Santa Rita de Cássia é caracterizado por uma associação de solos do tipo: Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico + Nitossolo Vermelho + Argissolo Vermelho-Amarelo + Cambissolo Háplico + Chernossolo Háplico. Além desta associação mais representativa, verifica-se também outra associação de solos bastante significativa, caracterizado por uma associação do tipo: Latossolo Amarelo + Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-Amarelo + Neossolo Quartzarênico + Neossolo Flúvico + Neossolo Litólico. Encontramos também, além destas associações de solos alguns afloramentos rochosos (IICA, 2014).

A geomorfologia da região, de acordo com o RADAMBRASIL (1982), possui uma área de chapadões, outra de patamares e outra de depressões. Estes chapadões são caracterizados por relevos planos à suavemente ondulados com as elevações mais altas da margem esquerda do São Francisco. Os chapadões estão envolvidos por patamares, que em geral foram desenvolvidos por formações cársticas. Após estes patamares tem as depressões, que estão mais próximas ao rio São Francisco.

O município de Santa Rita de Cássia está inserido na sub-bacia do rio Preto, o maior afluente do rio Grande, e pertence à bacia hidrográfica do rio São Francisco. A bacia do Rio Grande abrange uma área de 76.000 km², o que representa algo em torno de 10% da superfície do estado da Bahia. O rio Grande localiza-se na margem esquerda do Rio São Francisco e é considerado o último afluente de grande porte com regime permanente, daquela região (ANDRADE *et al*, 2002).

A bacia de drenagem do rio Preto tem uma área de 22.630 km² ocupando quase a totalidade da parte norte da bacia do rio Grande (AHSFRA, 2006). O rio recebe esse nome devido à suas águas turvas e profundas, que fazem a coloração de sua superfície ficar escura.

Em relação a vegetação o município encontra-se em uma zona de transição cerrado-caatinga e por isso é considerado uma região de tensão ecológica. Nesta área a vegetação é mais rica que a da Caatinga, com florestas de árvores de folhas secas. Naturalmente, o clima é mais seco que o do Cerrado, e os solos são mais ressecados devido aos períodos de estiagem mais prolongados (CBPM 2013).

Na região também encontra-se, em menor expressividade, as seguintes formações:

- Cerrado típico, (figura 2) em linhas gerais é caracterizado por árvores de pequeno porte, inclinadas, retorcidas, isoladas ou agrupadas, sobre tapete graminóide, serpenteada às vezes por florestas de galeria (CBPM 2013);
- Caatinga, (figura 2) caracteriza-se pela presença de árvores pequenas e arbustos que perdem a folhagem durante o período de seca, frequentemente são providos de espinhos. Nesse tipo de vegetação é comum a presença de cactáceas, bromeliáceas e ervas, estas quase todas anuais (CBPM 2013);
- Veredas, (figura 2) são caracterizadas pela presença de palmeiras, especialmente os buritis, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas. São resultantes do processo de transpiração do lençol freático e geralmente ocupam vales pouco íngremes ou áreas planas acompanhando linhas de drenagens mal definidas. Também podem ser encontradas em áreas próximas às nascentes e nas bordas das cabeceiras de matas de galeria (EMBRAPA 2010);
- Mata Seca, (figura 2) são formações florestais que não possuem ligação com cursos de água e apresentam como principal característica a queda de folhas durante a estação seca. Essa queda pode ocorrer em vários níveis e em função disso, associado ao tipo de solo e a composição florística, pode ser encontrada em 3 sub-tipos: Mata seca sempre verde, mata seca semidecídua e mata seca decídua. É encontrada em áreas de interflúvio e depende das condições químicas e físicas do solo, principalmente a profundidade, para se desenvolver (EMBRAPA 2010);

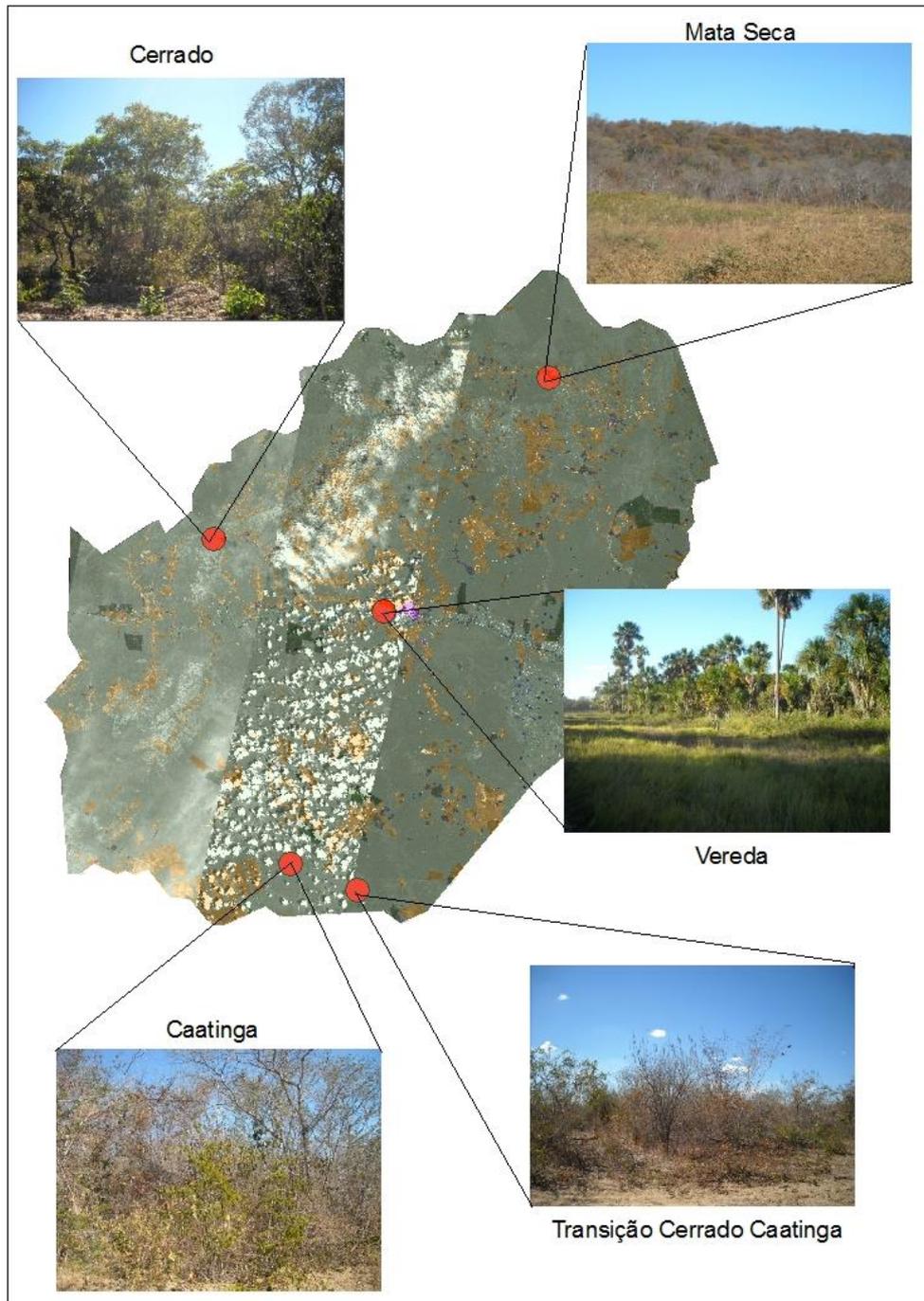


Figura 2: Tipos de vegetação encontrada em Santa Rita de Cássia - BA.

O clima na região é subúmido seco e tropical semiárido com chuvas de verão e precipitações médias anuais que variam entre 600 mm, e 1.400 mm. A pluviosidade é máxima no período do verão e mínima no inverno e o processo transitório desses dois períodos

ocorrem nas estações da primavera e outono. A massa Tropical Atlântica (TA) é responsável pelos ventos quentes e secos, provenientes do centro de alta pressão do Atlântico Sul, que conferem a região dias ensolarados e quentes no outono e na primavera. No inverno, a chegada da Frente Polar Atlântica (FPA) resulta em chuvas frontais e pós-frontais de pequena intensidade e breve duração, acompanhadas de quedas de temperatura e umidade relativa (RADAMBRASIL, 1982).

A temperatura média anual é de cerca de 24°C, a média de outubro é de 26°C e a de julho 20°C a 21°C.(PLANVASF 89). A evapotranspiração potencial anual é de 1.100mm a 1.200mm (RADAMBRASIL, 1982).

4 METODOLOGIA

No intuito de alcançar os objetivos propostos anteriormente, a metodologia desse trabalho seguirá as seguintes etapas: a) Elaboração do mapa de cobertura e uso da Terra do município de Santa Rita de Cássia, utilizando imagens de satélites de alta resolução; b) Análise multitemporal da cobertura e uso da Terra utilizando imagens de satélite de média resolução (TM Landsat); c) obtenção da compartimentação morfogenética do município a partir dos dados SRTM e d) análise da fragmentação da paisagem por meio da classificação morfológica dos fragmentos.

4.1 ELABORAÇÃO DO MAPA DE COBERTURA E USO DA TERRA

O mapa de cobertura e uso da Terra foi elaborado por meio da vetorização manual das imagens do satélite de alta resolução, ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sensor PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instruments for Stereo Mapping*), lançado em 2006 pela Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA. A escolha do satélite alta resolução ocorreu pelo fato de possibilitar uma melhor interpretação visual das classes de uso presentes no município.

O sensor PRISM do satélite ALOS, opera na faixa de luz visível, com uma banda pancromática de 8bits e resolução espacial de 2,5m. As imagens foram adquiridas no nível de processamento L1B2R que possuem pixels alinhados em relação a trajetória do satélite, calibração radiométrica e geométrica, além da em projeção UTM. O erro médio quadrático da precisão geométrica absoluta para a visão nadir é de 8m (cross track) e 9 m (along track), enquanto que a precisão relativa é de 4m (cross track) e 3m (along track) (JAXA, 2007). As cenas para a elaboração do mosaico, e posterior mapeamento, foram obtidas no período de Janeiro a Julho dos anos de 2008, 2009 e 2010 (Figura 3), na visada nadir.

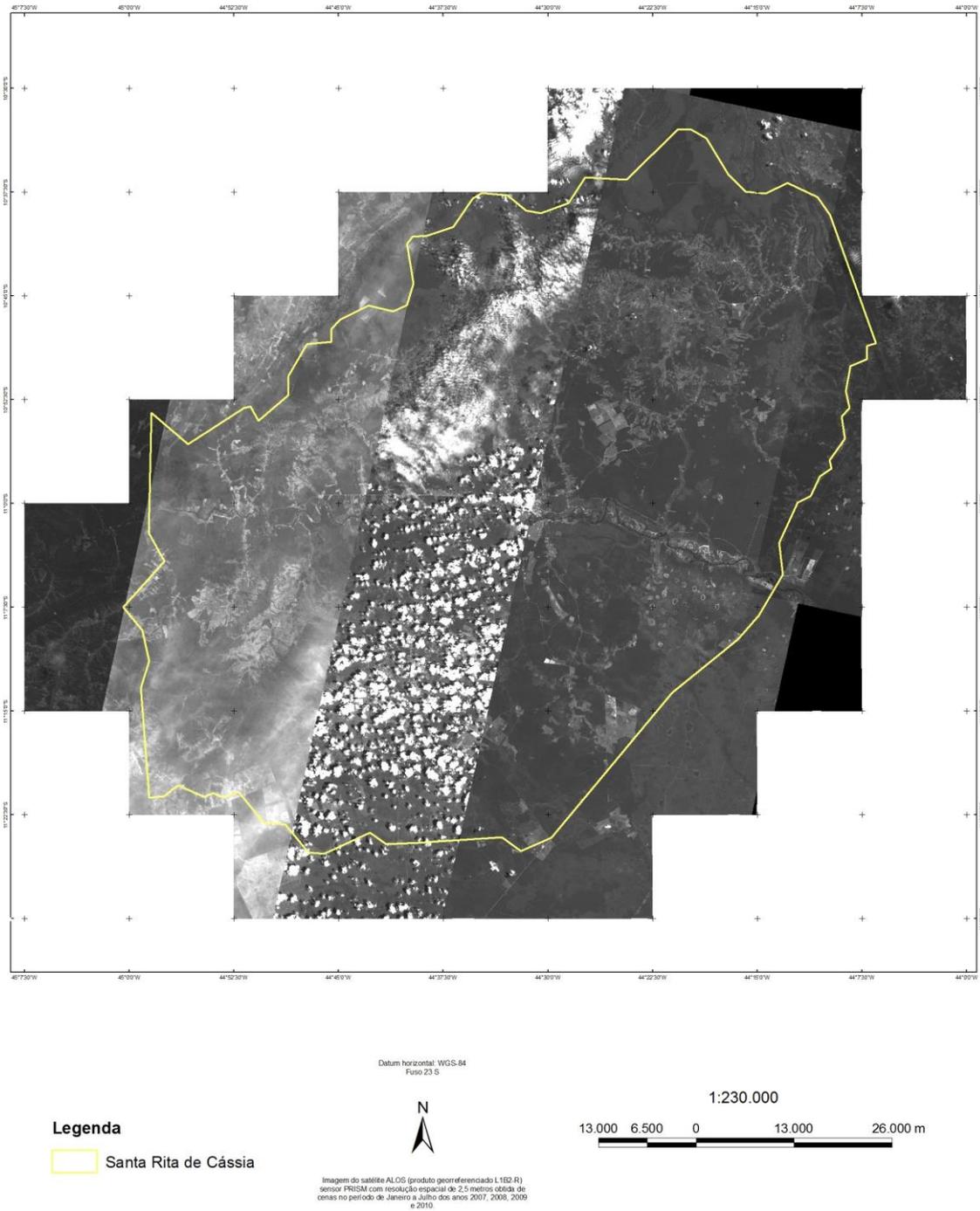


Figura 3: Mosaico de imagens do sensor ALOS/PRISM, banda pancromática, passagens em 2007, 2008, 2009, 2010 no município de Santa Rita de Cássia – BA.

Na figura 3 observa-se uma extensa faixa de cobertura de nuvens, que impedem a correta interpretação das imagens. Para sanar os problemas gerados pela interferência das nuvens foram utilizadas imagens do sensor HRC do satélite CBERS 2B.

O programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) nasceu de uma parceria entre Brasil e China e tinha o intuito de desenvolver novas tecnologias para o setor técnico-científico espacial e diminuir a dependência de dados de sensoriamento remoto advindos de outras nações. Com isso o Brasil tornou-se parte do seleto grupo de países que detém tecnologia de geração de dados primários de sensoriamento remoto.

O satélite CBERS 2B, pertence a primeira geração de CBERS e foi construído com o objetivo de dar continuidade ao programa de imageamento do país iniciado pelos CBERS-1 e 2 (INPE, 2014). Seu lançamento ocorreu no dia 19 de setembro de 2007 a partir da base de lançamento localizada na China. Suas atividades foram encerradas em 2010 por problemas com o sinal do satélite.

O CBERS 2B possui uma câmera pancromática de alta resolução – HRC que opera em uma única faixa espectral capaz de cobrir o visível e parte do infravermelho próximo. Produz imagens em uma faixa de 27km de largura com uma resolução espacial de 2,7m o que dá a imagem um alto nível de detalhamento dos objetos. A escolha desse satélite se deu porque a resolução espacial dele é muito próxima da resolução das imagens do satélite ALOS, e também pela facilidade para aquisição das imagens que estão disponíveis gratuitamente para download no site do INPE.

4.2 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DA SÉRIE TEMPORAL

Para a elaboração dos mapas da série temporal foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 5 sensor TM. Esse sensor possui 7 bandas, cada uma representando uma faixa do espectro eletromagnético. As bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 possuem uma resolução geométrica de 30m e se referem a faixa do visível e infravermelho. Este sensor foi escolhido por se encontra em órbita há mais de 30 anos, o que facilita o levantamento histórico de cobertura e uso da Terra do município de Santa Rita de Cássia.

As imagens trabalhadas são referentes aos anos de 1988, 1992, 1996, 2000, 2004 e 2008 (Figura 4) e foram escolhidas mais ou menos na mesma época do ano pois assim é possível evitar mudanças fenológicas ou de estágio de cultura (Tabela 1). Também tomou-se o cuidado para escolher as imagens com a menor cobertura de nuvens, dessa maneira foi possível evitar problemas na interpretação da cobertura e uso da Terra, como ocorreu no estágio anterior. As imagens adquiridas foram co-registradas com as imagens ALOS para obter uma sobreposição mais precisa.

Tabela 1: Imagens e data das imagens do satélite LANDSAT 5 sensor TM utilizadas

| ORBITAS/PONTO | DATAS | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1988 | 1992 | 1996 | 2000 | 2004 | 2008 |
| 219/ 67 | 10/07 | 06/08 | 16/07 | 12/08 | 07/08 | 01/07 |
| 220/67 | 02/08 | 14/09 | 21/06 | 19/08 | 30/08 | 22/06 |
| 219/68 | 03/09 | 22/08 | 29/05 | 12/08 | 23/08 | 17/07 |
| 220/68 | 27/08 | 14/09 | 21/06 | 16/06 | 23/08 | 22/06 |

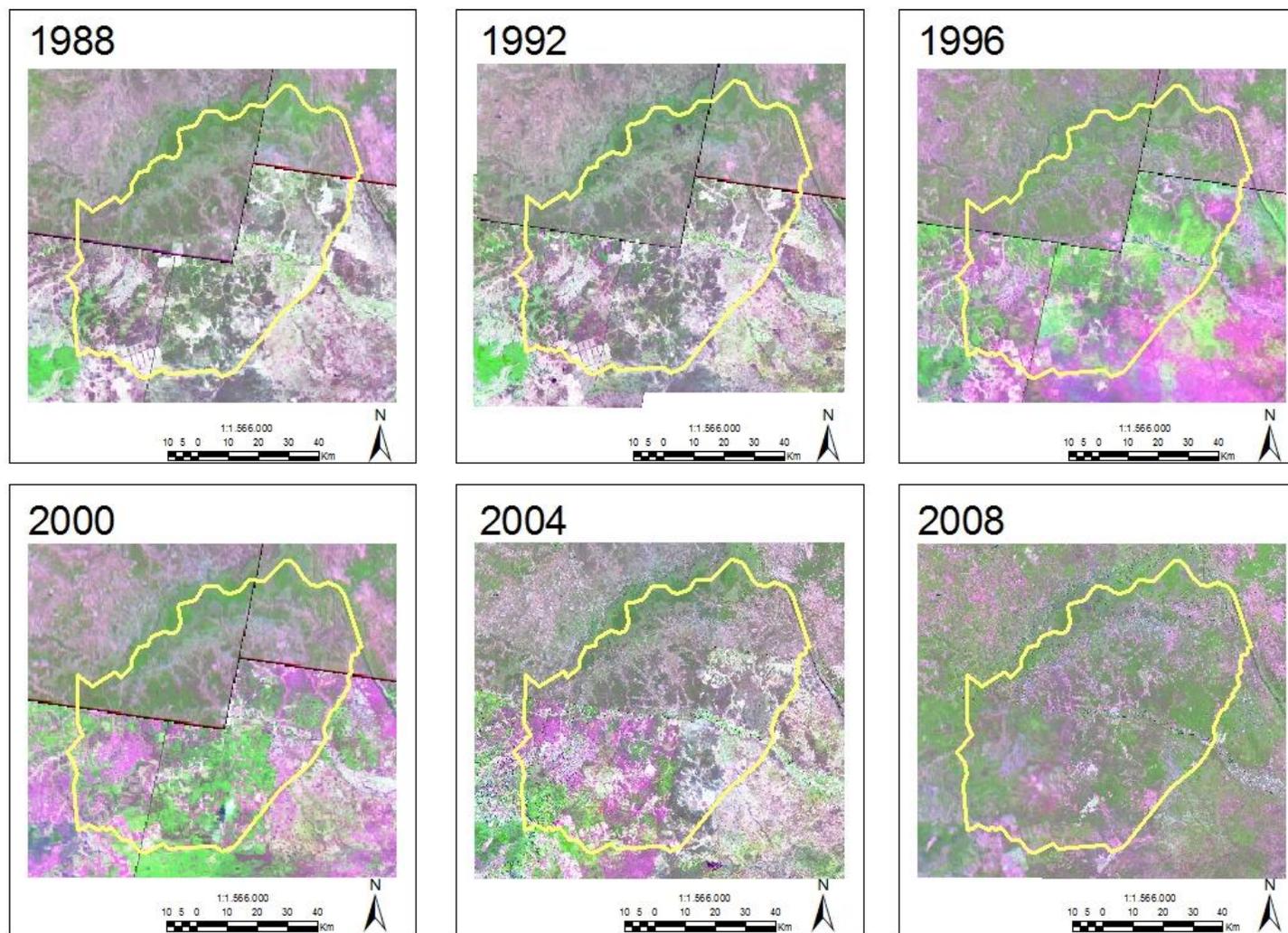


Figura 4: Série temporal das Imagens LANDSAT 5 sensor TM.

Para auxiliar na detecção das mudanças da cobertura e uso da Terra foi empregada a técnica de pós classificação, que consiste em classificar as imagens previamente em um ambiente de geoprocessamento sob funções de álgebra de mapas, ou manualmente e posteriormente compará-las de forma a extrair e quantificar as áreas que sofreram alguma mudança. (JENSEN *et al.*, 1993; YUAN; ELVIDGE, 1998; YUAN *et al.*, 2005).

As principais vantagens desta técnica estão relacionadas a (COPPIN *et al.*, 2004; MENKE *et al.*, 2009; GURGEL, 2011): a) facilidade de atualização dos dados ao longo do tempo favorecendo o monitoramento; (b) a possibilidade de fazer compensações relativas as variações provenientes das condições atmosféricas, mudanças fenológicas e umidade de solo, devido à independência na confecção do mapa temático e (c) a possibilidade de integrar e comparar imagens de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas.

A confiabilidade no processo de classificação das imagens é a chave para que a utilização dessa técnica seja bem sucedida.

No presente trabalho foi realizada a classificação manual proveniente da interpretação visual das imagens baseadas em suas propriedades básicas (cor, textura, forma e estrutura).

4.4 COMPARTIMENTAÇÃO MORFOGENÉTICA DO MUNICÍPIO

A compartimentação morfogênética se dá pela análise dos processos morfogênicos atuantes. Estes processos são definidos a partir do intemperismo, transporte e acumulação de sedimentos mais significativos no contexto analisado. Deste modo, os processos morfogênicos vão definir a estruturação e o modelado do relevo em questão (CASSETI, 2014). A partir desse levantamento, é possível definir a relação entre a pedogênese e morfogênese, ou seja, define-se a estabilidade ou instabilidade dos processos atuantes.

Para definir esses processos morfogênicos na paisagem do município de Santa Rita de Cássia seguiu-se a metodologia já aplicada em outros municípios do oeste baiano (CASTRO *et al.*, 2010a; CASTRO *et al.*, 2010b; LIMA *et al.*, 2010a; LIMA *et al.*, 2010b; LIMA *et al.*, 2010c; PASSO *et al.*, 2010a; PASSO *et al.*, 2010b).

A metodologia utiliza técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para diferenciar os elementos na paisagem. O mapeamento dos processos morfogênicos é feito a partir do processamento dos dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) versão

Hydroshed (disponível em: <http://hydrosheds.cr.usgs.gov/>) e da análise dos seus atributos morfométricos.

A partir da variável altimetria, obtidas a partir das imagens SRTM, foram derivados os seguintes planos de informações relativas às variáveis morfométricas de declividade, aspecto, convexidade, mínima curvatura e máxima curvatura. (CASTRO *et al.*, 2010a, PASSO *et al.*, 2010a) Esses planos foram combinados para gerar imagens compostas a partir da técnica da composição colorida.

Por meio da utilização composição colorida é possível interpretar visualmente os diferentes elementos da paisagem. Esta composição é elaborada a partir da combinação de no mínimo 3 imagens derivadas que são combinadas em cada canal de cor da composição. Uma imagem é colocado no canal vermelho (Red), outra no azul (Blue) e a terceira no verde (Green) (CASTRO *et al.*, 2010a; CASTRO *et al.*, 2010b; LIMA *et al.*, 2010a; LIMA *et al.*, 2010b; LIMA *et al.*, 2010c; PASSO *et al.*, 2010a; PASSO *et al.*, 2010b).

Com base na interpretação visual das composições e os conhecimentos obtidos sobre a área de estudo, foi possível gerar o mapa de composição colorida que melhor representa os processos morfogenéticos atuantes no município (Figura 5) em que, no canal vermelho foi colocado o mapa de elevação, no verde a declividade e no azul a curvatura do relevo.

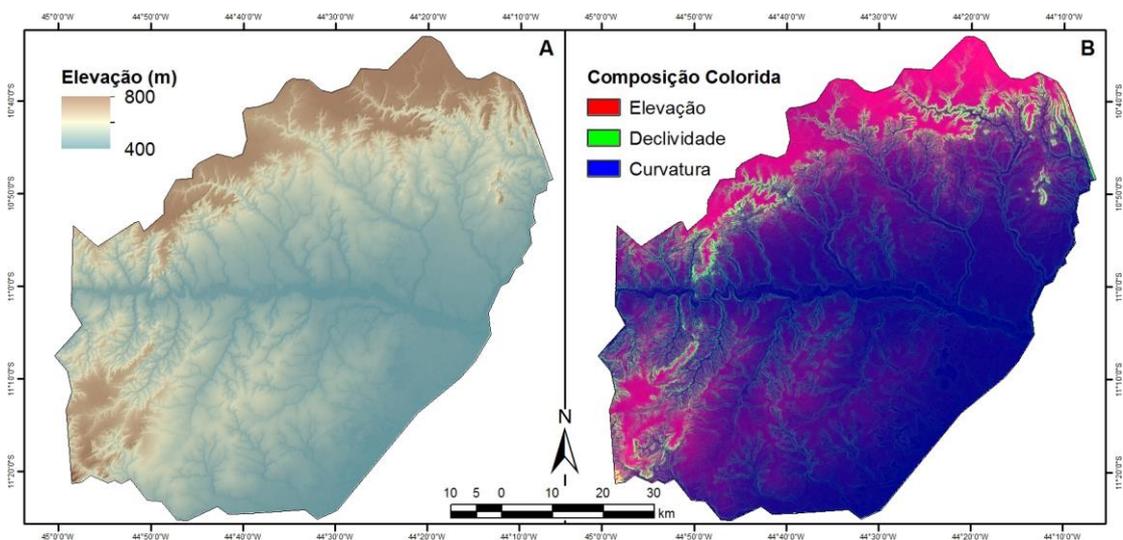


Figura 5: (a) Mapa de elevação obtido a partir dos dados do SRTM *Hydroshed*; (b) Composição colorida obtida a partir dos mapas morfométricos gerados dos dados do SRTM *Hydroshed*.

A diferenciação das unidades dos processos morfogênicos seguiu o critério da diferenciação das variações tonais e texturais que a composição colorida produz (HERMUCHE *et al.*, 2002).

4.5 MAPEAMENTO DOS PADRÕES DE FRAGMENTOS DA PAISAGEM POR MEIO DA CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA

O processamento de imagens morfológicas tem sido bastante utilizada para mapear os padrões de fragmentação da paisagem e assim poder estimar níveis de adjacência e complexidade das bordas dos fragmentos (METZGER; MULLER, 1996; METZGER; DE' CAMPS 1997).

Para a realização da análise multitemporal dos padrões de fragmentos da paisagem foi utilizada a metodologia de classificação morfológica. (SOILLE; VOGT, 2009). Essa técnica utiliza a morfologia matemática, baseada na teoria dos conjuntos, para analisar a forma dos objetos e descrever os padrões espaciais dos fragmentos florestais extraídos das imagens de satélite (SOILLE, 2003; VOGT *et al.*, 2007). A Análise de Padrões Espaciais Morfológicos (*Morphological Spatial Pattern Analysis – MSPA*) é constituída por uma sequência de operadores matemáticos voltados para a descrição da geometria e conectividade dos componentes de uma imagem. Essa metodologia pode ser aplicada a qualquer tipo de imagem digital e por isso abrange vários campos de aplicação.

Para o processamento dos dados foi utilizado o pacote de software livre GUIDOS disponível no site: <http://forest.jrc.ec.europa.eu/biodiversity/GUIDOS/>. Como o dado de entrada desse software é uma imagem binária foi necessário fazer a conversão dos mapas de cobertura e uso da Terra que estavam em formato vetorial para o formato raster. Nessa conversão foi atribuído aos pixels referentes a vegetação natural e lagoas cársticas (*foreground pixels*) o valor 1 e aos pixels referente as demais classes de uso (*Background pixel*) o valor 0.

A classificação automatizada dessa imagem resulta em sete categorias denominadas de núcleo (*core*), ilha (*islet*), perfuração (*perforation*), borda (*edge*), laço (*loop*), ponte (*bridge*), e ramo (*branch*) (Figura 6) que, quando somadas, correspondem exatamente à área inicial.

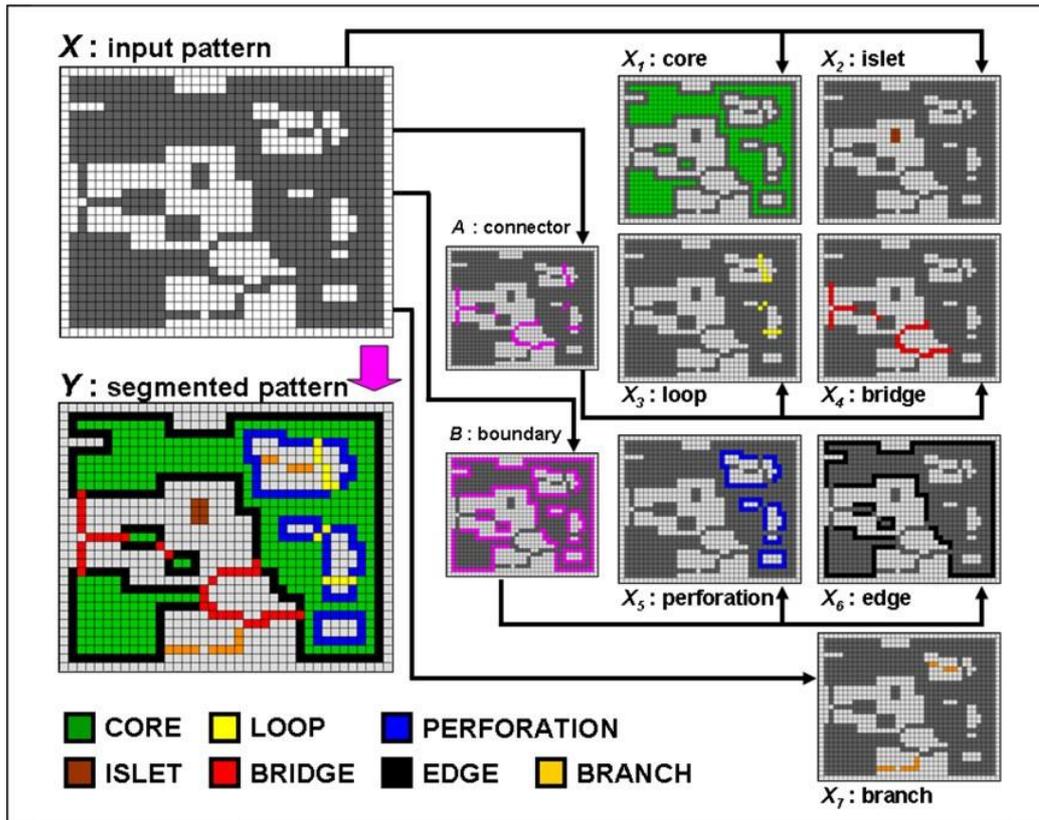


Figura 6: Segmentação morfológica de padrões binários proposta por Soille e Vogt (2009): X é o mapa binário em formato raster; e Y é a demonstração das sete classes de fragmentos. Fonte: Vogt *et. al* (2007b).

Os núcleos (*core*) são definidos como o conjunto de pixels do objeto de interesse (*Foreground pixels*) cuja a distância dos pixels das demais áreas (*background pixels*) é maior que o tamanho do parâmetro determinado. No caso estudado esse parâmetro foi definido em 30m.

As Ilhas (*islet*) são as áreas formadas por pixels pertencentes ao objeto de interesse (*Foreground*), mas que são muito pequenas para possuírem um núcleo.

Os laços (*loop*) e as pontes (*bridge*) são os chamados conectores, ou seja, são pixels pertencentes ao objeto de interesse que se conectam com os núcleos. Os laços são conectores da mesma área de núcleo enquanto as pontes conectam duas áreas de núcleo diferentes.

As classes denominadas perfuração (*perforation*) e borda (*edge*) são pixels que definem os limites da área de núcleo e por isso são denominados de pixels de fronteira. As perfurações são os limites ou fronteiras internas, ou seja, são os pixels que pertencem ao

perímetro interno do objeto de interesse (*foreground*) e as bordas são os pixels de limites ou fronteiras externas, aqueles que pertencem ao perímetro externo do objeto de interesse.

E finalmente os pixels que não pertencem a nenhuma categoria previamente definida são chamados de ramo (*branch*). Os ramos podem ser derivados tanto das categorias de fronteiras (perfurações e bordas) quanto das categorias de conectores (laços e pontes).

As análises dos fragmentos da paisagem foram feitas com auxílio do processo MSPA (*Morphological Spatial Pattern Analysis*). As métricas para cada classe, oriundas desse método foram extraídas do software Guidos e são a frequência, a porcentagem em relação a vegetação natural e a porcentagem em relação a área total.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em um primeiro momento, para o ano de 2008, a interpretação visual foi realizada com base no mosaico das imagens ALOS (sensor PRISM), pois assim é possível obter um melhor detalhamento da área, devido a resolução de 2,5m da imagem. A Imagem Landsat, deste mesmo ano, serviu de apoio para a obtenção das categorias de cobertura e uso da Terra. (Figura 7)

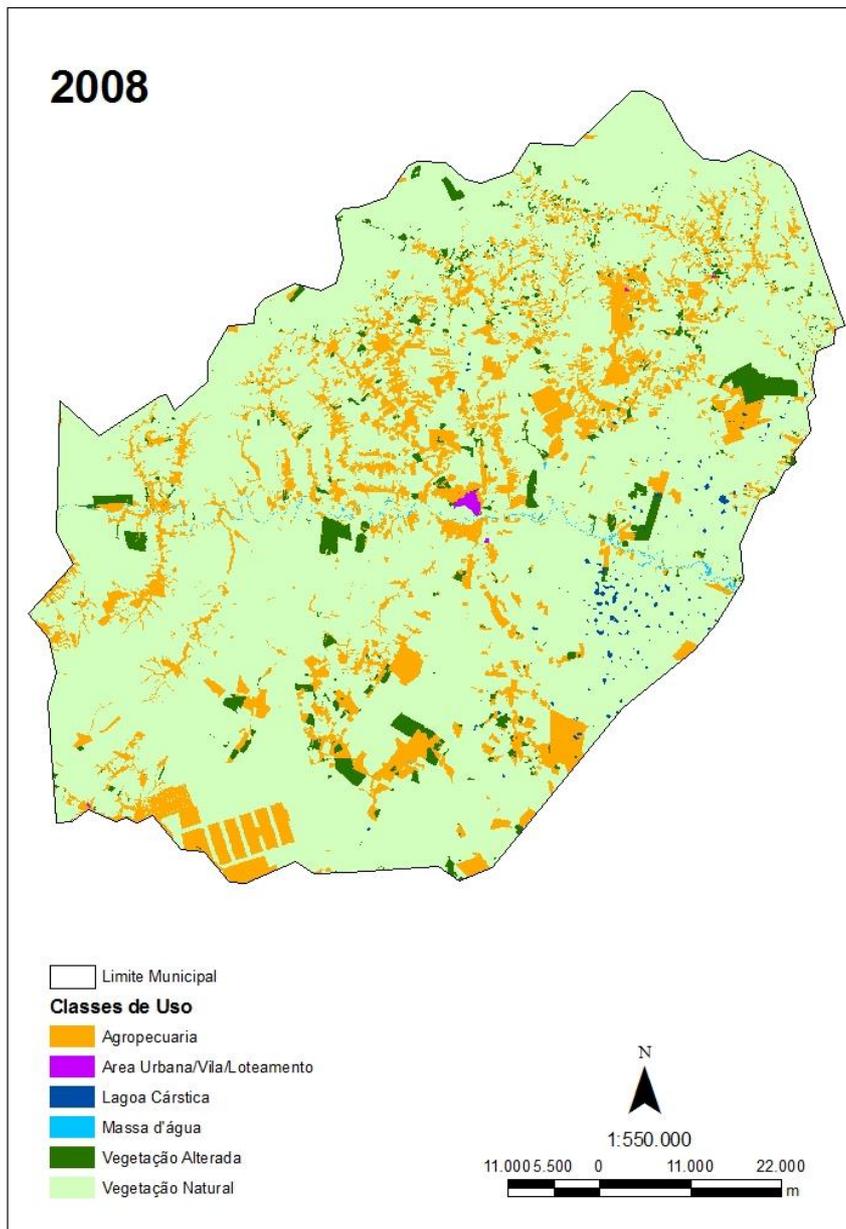


Figura 7: Mapa de cobertura e uso da Terra para o ano de 2008

Na área em questão foram identificadas 6 categorias de cobertura e uso da Terra: Agropecuária, Área urbana/Vila/Loteamento, Vegetação Alterada, Vegetação Natural, Massa d'água, Lagoa Cárstica. Essas categorias foram determinadas da seguinte forma:

- Agropecuária: Nesta classe foram englobados as grandes propriedades rurais, as culturas permanentes, as culturas temporárias, pequenas áreas de pastagem e as pequenas propriedades rurais, em que é praticada a agricultura tradicional e familiar. Localizam-se principalmente próximos às drenagens (Figura 8).

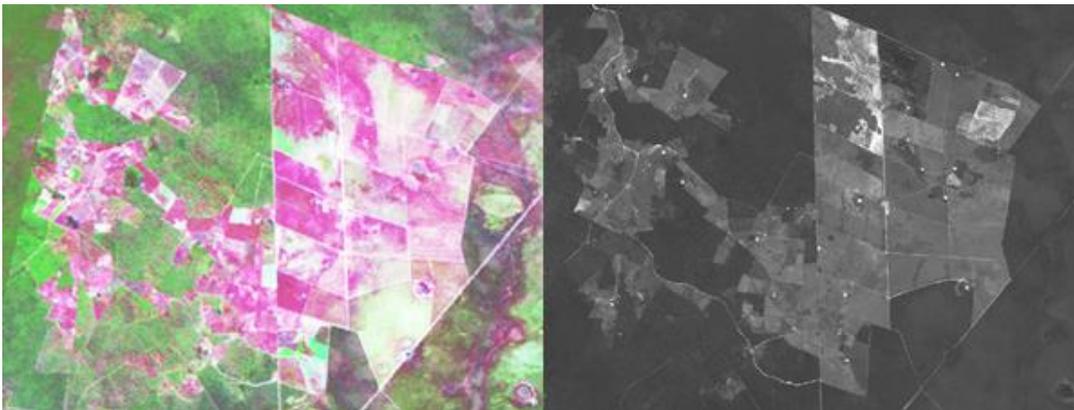


Figura 8: Área destinada a agropecuária. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

- Área Urbana/Vila/Loteamento: correspondem às áreas com grande número de parcelamentos feitos por ruas e presença de edificações. Também fazem parte dessa classe às áreas ocupadas por conjuntos industriais e comércios, situados nas proximidades das áreas de elevada produção agrícola e de pequenas lavouras (Figura 9).



Figura 9: Representação da área urbana. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

- *Vegetação Alterada*: áreas que foram recentemente desmatadas ou que a vegetação natural sofreu algum tipo de alteração derivada da ação antrópica. Inclui ainda, as áreas de solo exposto, representadas por polígonos, cuja identificação foi inviabilizada, em detrimento da resolução espacial da imagem Landsat TM (Figura 10).

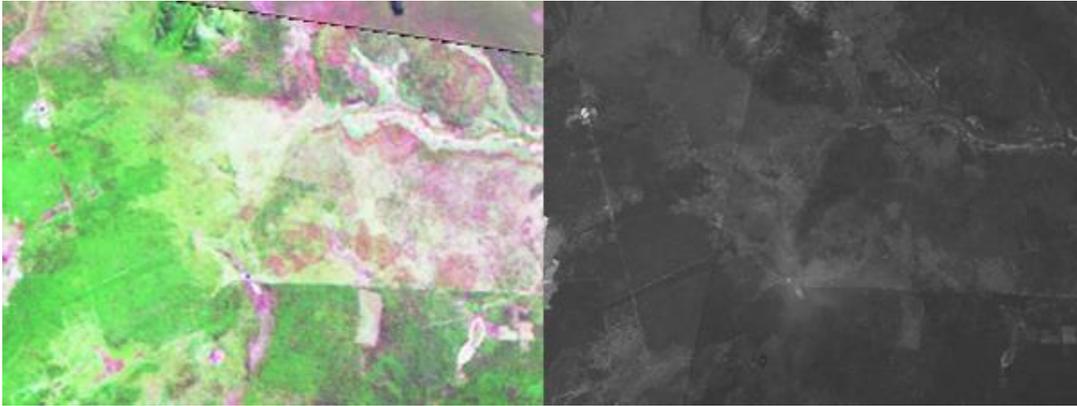


Figura 10: Área de vegetação alterada. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

- *Vegetação Natural*: áreas que mantêm a sua vegetação original ou que já foram reconstituídas com o passar dos anos. Compreende também o Campo Cerrado, demarcado por áreas de depressões; e as Matas Ciliares que acompanham as drenagens perene e intermitente. (Figura 11)

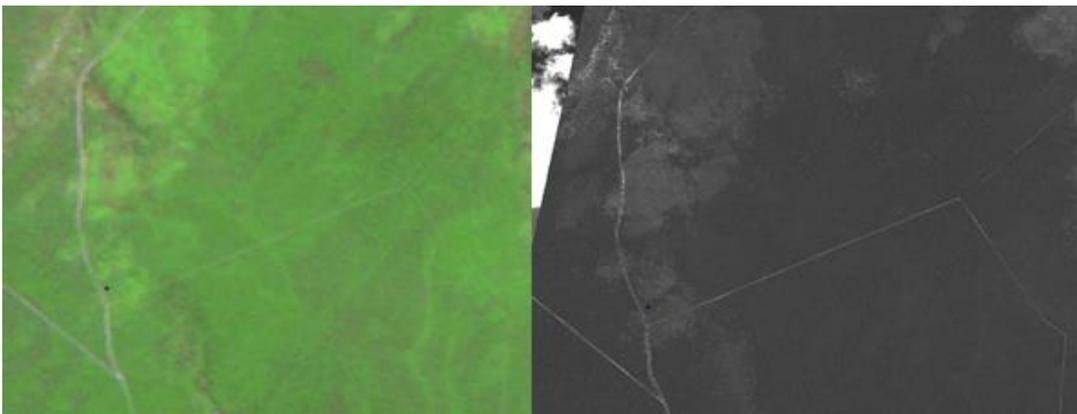


Figura 11: Área de vegetação natural. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

- *Massa d'água*: Compreende os rios perenes de maior que 30m e os reservatórios naturais. Os corpos d'água foram identificados principalmente pelo padrão característico das redes de drenagens. (Figura 12)

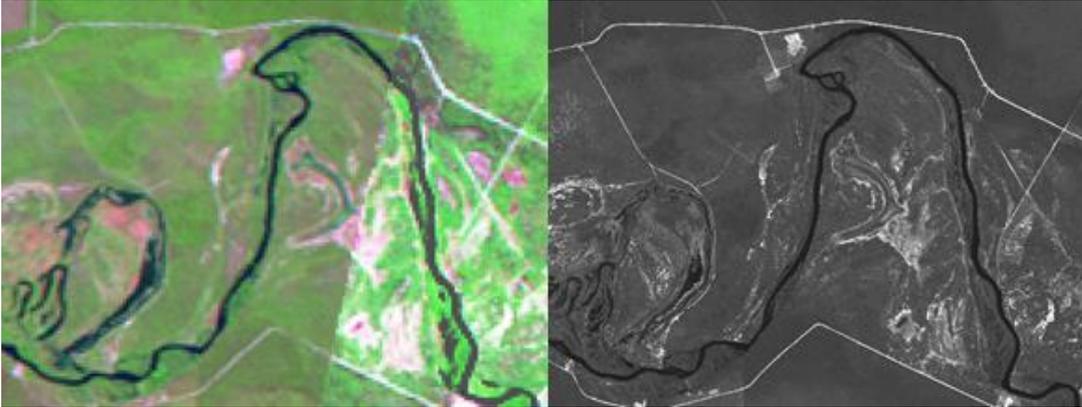


Figura 12: representação de Massa d'água. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

- *Lagoa Cárstica*: localizadas no fundo de dolinas ou depressões do relevo cárstico refletem a saúde do lençol freático dessa região, pois são surgências deste. Podem ser, permanentes, ou temporários. (Figura 13)

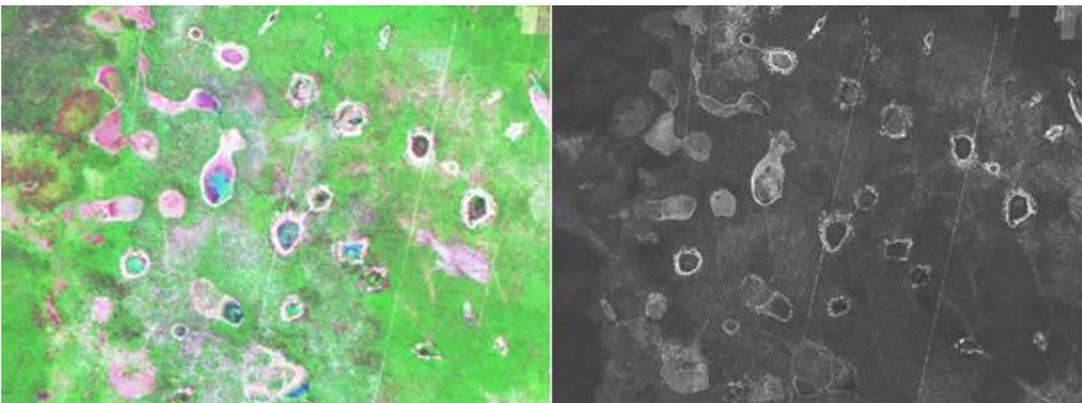


Figura 13: Representação das lagoas cársticas. a) Composição 453/RGB sensor TM-LANSAT e b) Banda pancromática sensor ALOS/PRISM

Após a vetorização e a obtenção das categorias de cobertura e uso da Terra para o ano de 2008, foi realizada a retroanálise, com uso das imagens do satélite LANDSAT 5, para as séries temporais de 1988 a 2008 por meio da sobreposição dos dados (figura 14). Esse procedimento permite verificar se ocorreram deformidades na imagem de satélite, no momento em que foram georreferenciadas, possibilitando a correção quando necessário.

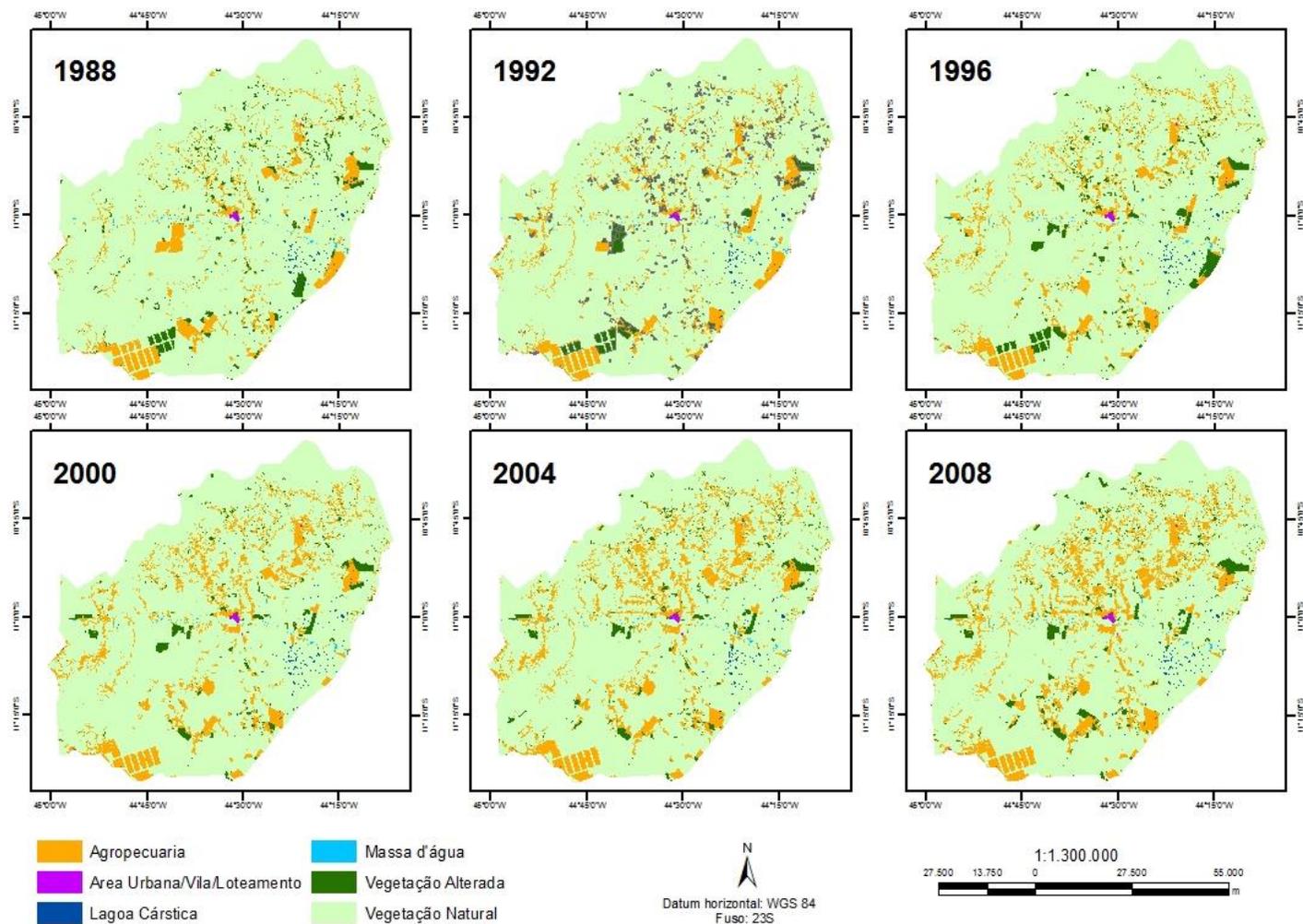


Figura 14: Retroanálise do mapeamento da cobertura e uso da Terra no município de Santa Rita de Cássia.

A partir dos dados levantados com a classificação temporal foi possível realizar uma análise comparativa e quantitativa no processo de intensificação do uso da terra ao longo dos anos. (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de ocupação do município entre os anos analisados.

| CLASSE | % de ocupação do município | | | | | |
|--------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Em 1988 | Em 1992 | Em 1996 | Em 2000 | Em 2004 | Em 2008 |
| Agropecuária | 8,62 | 9,54 | 9,82 | 11,55 | 13,36 | 14,90 |
| Área Urbana | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,1 | 0,1 |
| Lagoa Cárstica | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Massa D'água | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Vegetação Alterada | 3,11 | 3,48 | 3,79 | 2,36 | 2,56 | 3,06 |
| Vegetação Natural | 87,69 | 86,42 | 85,83 | 85,53 | 83,52 | 81,46 |

Nota-se que a categoria de vegetação natural é a mais significativa no município ao longo dos anos. No ano de 1988 essa classe ocupava cerca de 88% da área do município, em 2008 esse índice foi reduzido a 81% (ou seja, um decréscimo de 1,5% de área). A mudança mais significativa ocorreu a partir dos anos 2000, quando o município passou a perder cerca de 2,5% da sua cobertura vegetal natural, a cada 4 anos. Em detrimento da perda da vegetação natural ocorreu um aumento da área destinada à agropecuária. Em 1988, a porcentagem de ocupação referente a esta classe representava 8,62% da área total de Santa Rita de Cássia, em 2008 essa classe passou a ocupar 14,9% da área do município. É interessante ressaltar que entre os anos de 1992 e 1996 a taxa de crescimento da atividade agropecuária teve uma variação muito pequena de apenas 2,9% voltando a crescer nos anos seguintes de forma mais expressiva, com uma taxa de crescimento variando de 11% a 17%.

Estes dados corroboram as análises feitas em outros municípios da região do oeste baiano (MENKE *et al.*, 2009; HESSEL *et al.*, 2012; SPAGNOLO *et al.*, 2012) para os quais a redução mais significativa da vegetação natural e o aumento da agropecuária ocorrem a partir dos anos 2000. De acordo com estes autores, isto ocorreu devido aos incentivos fiscais e financeiros provenientes do governo federal e estadual para o incentivo da produção agrícola a partir do ano 2000.

Ao analisarmos a classe de vegetação alterada é possível notar um crescimento proporcional na taxa de ocupação nos anos de 1988, 1992 e 1996, quando passou a ocupar cerca de 3,79% do município. Entre os anos de 1996 e 2000 observa-se uma queda brusca de aproximadamente 37% na taxa de ocupação dessa classe. Isso ocorreu porque parte da área classificada como vegetação alterada passou a ser destinada para a agropecuária principalmente na porção norte e nordeste do município, onde houve um aumento significativo das pequenas propriedades rurais voltadas para a agricultura familiar e pequenas pastagens. Outra razão para a diminuição das áreas de vegetação alterada foi a regeneração da vegetação alterada de grandes propriedades, antes destinadas a agricultura mecanizada. (figura 15)

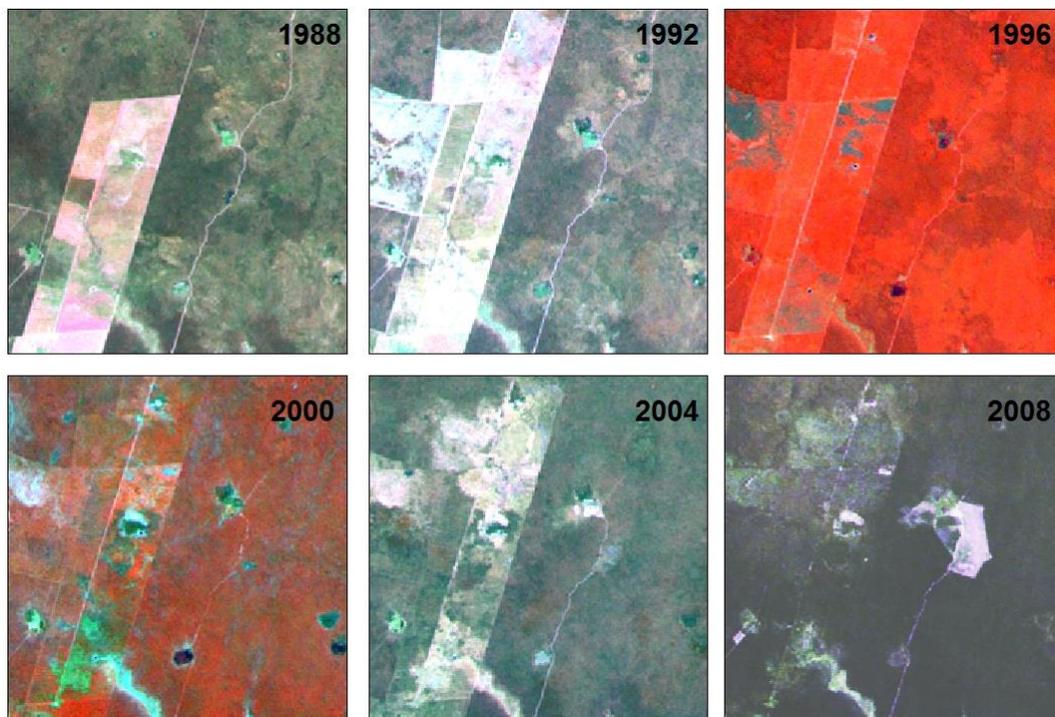


Figura 15: Evolução temporal da cobertura e uso da Terra com Imagens do sensor TM-LANDSAT, para os anos de 1988, 1992, 1996, 2000, 2004 e 2008.

A classe de área urbana, lagoa cárstica e massa d'água não apresentaram alterações expressivas ao longo do tempo, tendo o seu percentual de área em relação ao município inalterado.

Para verificar a relação entre o crescimento do uso da terra e a diminuição das áreas de vegetação nativa, as classes foram divididas em duas categorias: área alterada e área natural. A área alterada corresponde à soma das classes agropecuária, área urbana /vila/loteamento, vegetação alterada, enquanto a área natural corresponde à classe de vegetação natural, lagoa cárstica e massa d'água.

Essas categorias mostraram que a taxa de crescimento da área alterada e de diminuição da área natural foram bem sutis ao longo dos anos analisados (Figura 16). Verificou-se, também, que a taxa de crescimento da área alterada sempre foi positiva e teve maior expressividade entre os anos de 2000 e 2004 com uma alteração de aproximadamente 14% (Figura 16 e 17) O intervalo entre os anos de 1996 a 2000 foi o que apresentou a menor alteração nas duas categorias. Com isso, verifica-se que o crescimento médio da área alterada foi de 9% a cada 4 anos.

Ao analisarmos os dados da área alterada espacialmente (Figura 17) nota-se em que o período entre 2000 e 2008 foi o que obteve a maior porcentagem do avanço da área alterada, porém o intervalo entre 1988 e 1992 foi a época que ocorreu o maior avanço de áreas com maior extensão, destinadas especialmente para agricultura.

No decorrer do período analisado, o processo de ocupação e uso da terra têm sido mais intenso ao norte do município. Nota-se também que o avanço tem ocorrido em áreas de pequena extensão, ou seja, nas pequenas propriedades. Além disso, o uso têm ocorrido de forma fragmentada deixando a paisagem do município muito recortada.

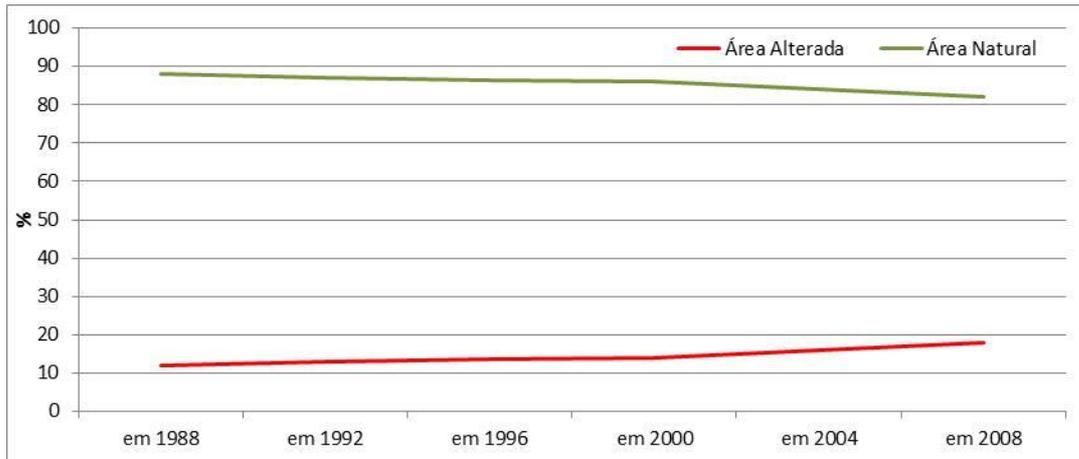


Figura 16: Tendência das curvas do percentual de área alterada (em vermelho) e de área natural (em verde).

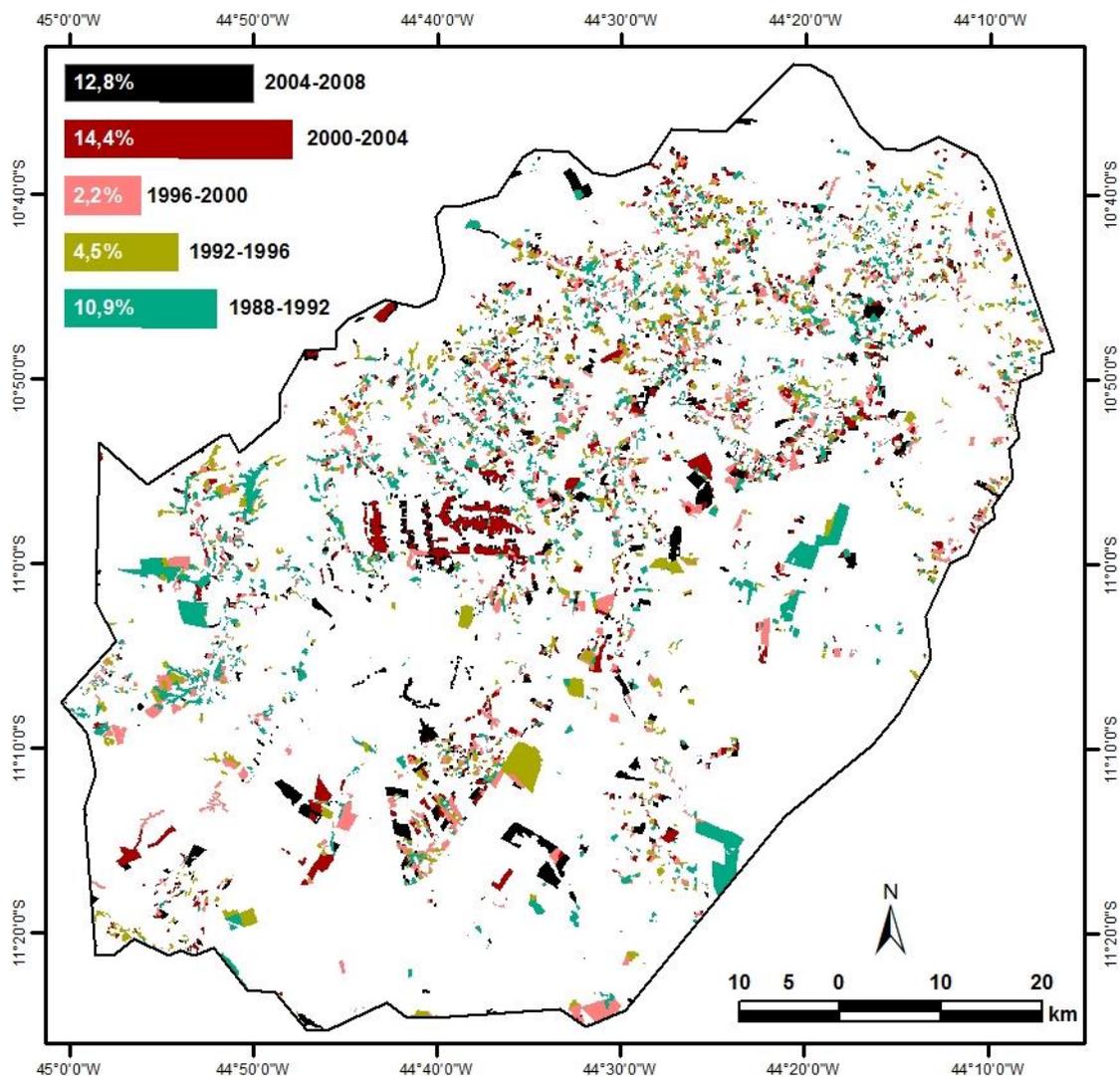


Figura 17: Mapa de detecção de mudança entre os anos analisados.

Para uma melhor compreensão da dinâmica do uso e ocupação da terra no município de Santa Rita de Cássia foi necessário analisar em quais unidades morfo genéticas o uso ocorre com maior intensidade e como ele está distribuído espacialmente. De acordo com a metodologia, foram identificadas 4 (quatro) classes ou unidades morfo genéticas no município (Figura 18). A Tabela 3 demonstra a distribuição destas classes e sua relação com morfogênese e/ou pedogênese.

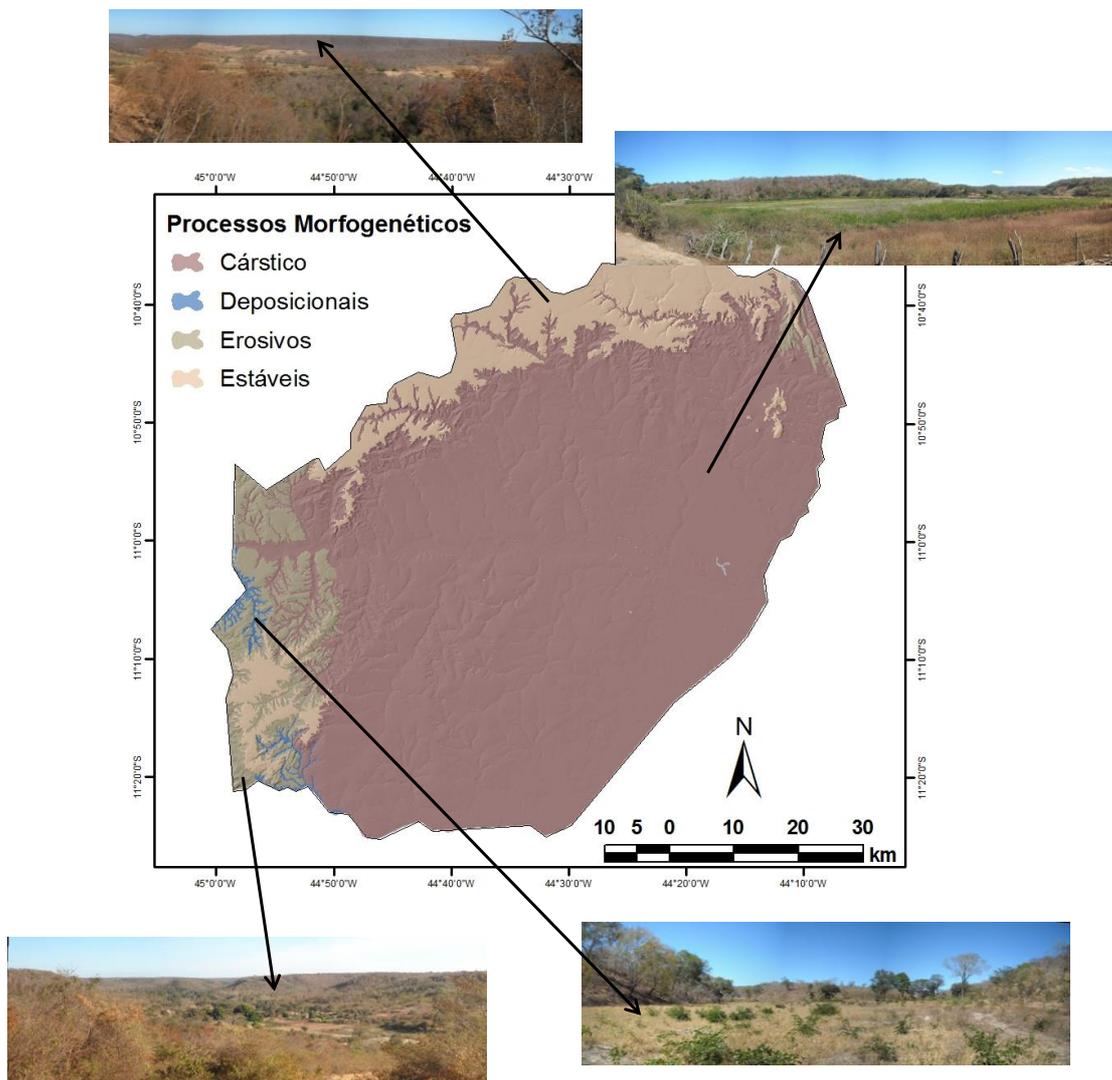


Figura 18: Mapa da compartimentação dos processos morfo genéticos do município de Santa Rita de Cássia.

Tabela 3: Processos morfo genéticos encontrados no municípios de Santa Rita de Cássia e sua relação com a morfogênese/pedogênese.

| Processos Morfogenéticos | Área no município (%) | Relação Morfogênese / Pedogênese |
|--------------------------|-----------------------|--|
| Estáveis | 12,69 | Prevalece a Pedogênese |
| Erosivos | 6,86 | Prevalece a Morfogênese |
| Deposicionais | 0,7 | Equilíbrio entre a morfogênese e Pedogênese |
| Cársticos | 79,74 | Dissolução química e equilíbrio entre morfogênese e pedogênese |

O processo Cárstico é o de maior relevância na área estudada ocupando 79,74% da área do município. Esse processo ocorre em regiões onde as rochas são susceptíveis de sofrer erosão através da dissolução química além de apresentar um equilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese (LIMA *et al.*, 2010). A paisagem no relevo cárstico se caracteriza por apresentar depressões no terreno onde podem ocorrer feições como as dolinas, torres, paredões verticais, sumidouros, ressurgências de rios, lagoas cársticas, grutas, entre outros (ARCOVERDE *et al.*, 2005).

A figura 19 indica que em 1988 mais de 95% da área destinada a algum tipo de uso no município ocorria dentro da unidade geomorfológica onde o processo morfogenético cárstico ocorre. Embora a figura 20 mostre que houve um crescimento da cobertura e uso da Terra no ambiente cárstico ao longo dos anos estudados (a ocupação da unidade passou de 14% em 1988 para 20% em 2008) em 2008, a porcentagem de uso dentro dessa unidade passou a corresponder a 90% do total, ou seja, uma diminuição. Isso porque houve um crescimento na taxa de cobertura e uso da Terra dentro das demais unidades encontradas.

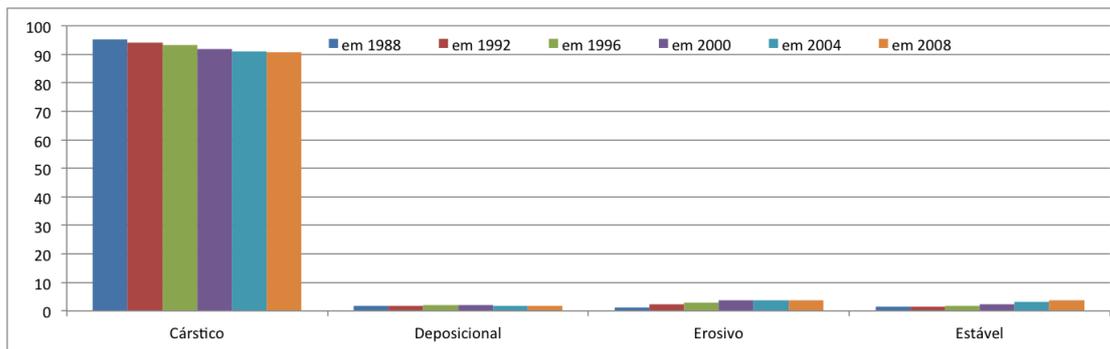


Figura 19: Relação do percentual do uso em cada unidade morfogênética.

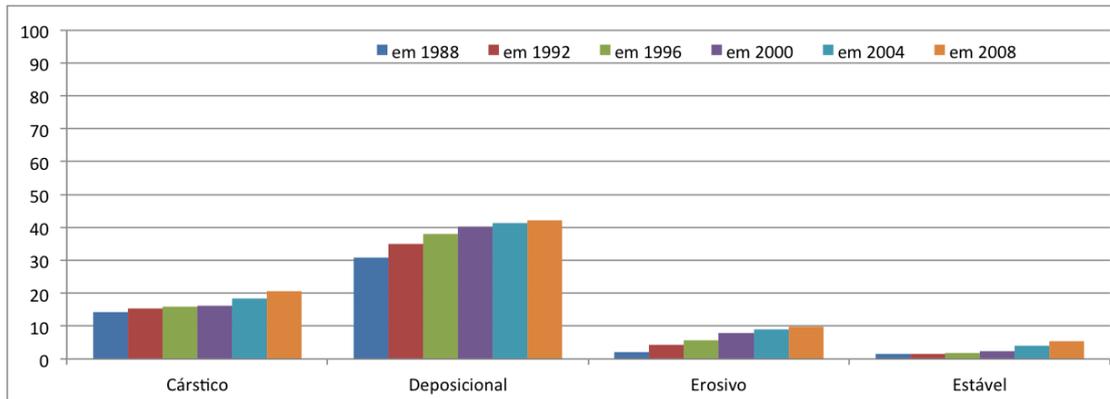


Figura 20: Cobertura e uso da Terra em relação à área ocupada na unidade analisada

De um modo geral, houve um crescimento da taxa de uso e ocupação em todas as classes de processos morfogênicos (figura 20). A unidade onde encontram-se os processos deposicionais é a que possui a maior parte de sua área ocupada, que correspondia a 30% em 1988, chegando ao percentual de 42,3% em 2008. Em contrapartida, é a unidade com a menor representação espacial dentro do município e em 2008 sua área ocupada correspondia a 1,6% do uso total do município.

Os aumentos mais expressivos ocorreram nas unidades de processos erosivo e estável. No processo erosivo a taxa de ocupação era de 2,2% da área da unidade em 1988 passando para 9,8% em 2008, isso corresponde a um aumento de mais de 350% ao longo desses 20 anos. Na unidade de processo estável o uso e ocupação correspondiam a cerca de 1,4% de sua área e ao longo dos anos essa taxa passou a ser de 5,5% um aumento de aproximadamente 280%.

Apesar da unidade deposicional possuir a maior taxa de cobertura e uso da Terra, esta unidade representa somente 1% da área do município. Enquanto, que a unidade estável representa cerca de 13%, erosivo 7% e, cárstico cerca de 79% da área de Santa Rita de Cássia.

Na análise morfológica da paisagem no município percebe-se que a classe de núcleo é a mais representativa do conjunto de fragmentos analisados ao longo dos anos (Tabela 4 e Figura 21). Em 1988 foram detectados 262 áreas de núcleo e em 2008 a frequência dessas áreas passou a ser de 676 fragmentos. Essa constatação demonstra que, com o passar do tempo a paisagem se tornou mais fragmentada.

Cabe destacar que, dos cerca de 88% de vegetação natural encontrada em 1988

(Tabela 2) cerca de 96,5% de todos os fragmentos florestais analisados correspondiam a classe de núcleo e em 2008 esse percentual passou a ser de 94,5%. Se a análise for feita levando em consideração a área total do município os dados mostram que as classes de núcleo, que em 1988 correspondiam a cerca de 85% do município, sofreram uma redução significativa da sua área passando a representar 77% da área estudada no ano de 2008. Destaca-se que esta classe de fragmentos é a mais consistente e útil para a conservação ambiental porque ela está diretamente associada a qualidade e manutenção dos habitats.

Das demais classes morfológicas, as que se destacam por apresentarem maiores índices, são a de perfuração, borda e ramo, sucessivamente. A classe de perfuração obteve percentuais de 2,5% em 1988 até 3,3% em 2008, ou seja, um aumento de 30%. A classe de borda em 1988 correspondia a 0,7% em relação a vegetação natural e em 2008 passou a representar 1,7%, um aumento de 150%. Já a classe ramo em 1988 tinha cerca de 0,1% e em 2008 0,3%, um acréscimo de 140%. Além destas classes, outra que chama a atenção é a classe ilha. Esta classe teve um crescimento de 200% ao longo dos anos analisados (de 0,01%, em 1988, para 0,03%, em 2008). Chama-se a atenção que estas classes descritas neste parágrafo possuem como característica principal demonstrarem o processo de fragmentação da paisagem, pois são as formas em que é possível evidenciar o avanço do uso e ocupação da terra.

Tabela 4: Métricas multitemporais da Análise de Padrões Espaciais Morfológicos (MSPA) do município de Santa Rita de Cássia (BA).

| Ano | Métricas do MSPA | Classes de fragmentos | | | | | | |
|------|----------------------------------|-----------------------|------|------------|-------|------|-------|------|
| | | Núcleo | Ilha | Perfuração | Borda | Laço | Ponte | Ramo |
| 1988 | % em relação à vegetação natural | 96,52 | 0,01 | 2,56 | 0,68 | 0,05 | 0,05 | 0,13 |
| 1992 | % em relação à vegetação natural | 96,30 | 0,02 | 2,63 | 0,78 | 0,06 | 0,05 | 0,16 |
| 1996 | % em relação à vegetação natural | 95,95 | 0,02 | 2,87 | 0,85 | 0,06 | 0,06 | 0,19 |
| 2000 | % em relação à vegetação natural | 95,68 | 0,02 | 2,96 | 0,98 | 0,07 | 0,07 | 0,22 |
| 2004 | % em relação à vegetação natural | 95,02 | 0,03 | 3,30 | 1,20 | 0,08 | 0,09 | 0,28 |

Tabela 4: Métricas multitemporais da Análise de Padrões Espaciais Morfológicos (MSPA) do município de Santa Rita de Cássia (BA).

| | | | | | | | | |
|-------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|
| 2008 | % em relação à vegetação natural | 94,52 | 0,03 | 3,28 | 1,67 | 0,09 | 0,10 | 0,31 |
|-------------|---|-------|------|------|------|------|------|------|

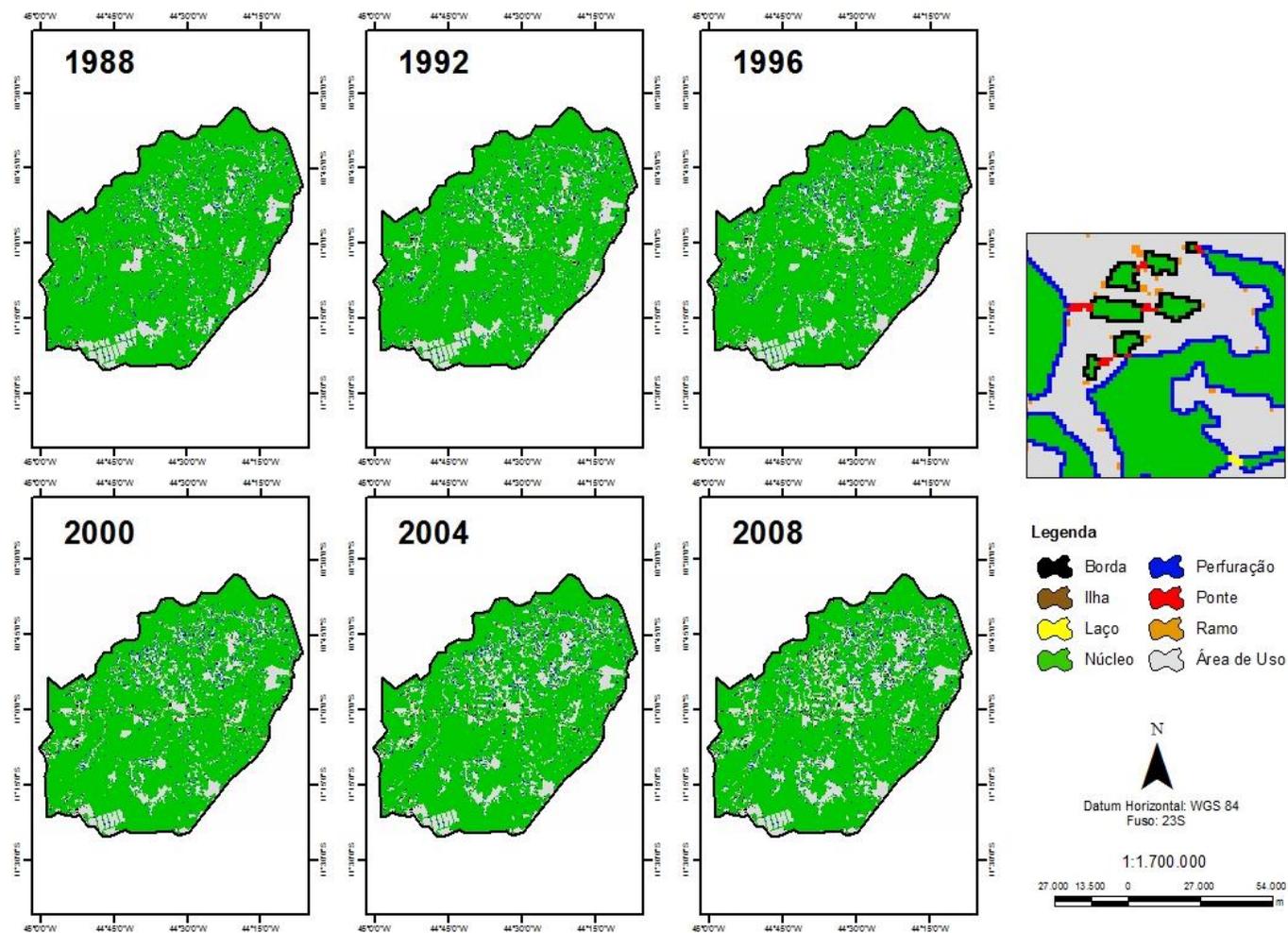


Figura 21: Análise morfológica temporal dos fragmentos florestais no município de Santa Rita de Cássia (BA).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da dinâmica da cobertura e uso da Terra em Santa Rita de Cássia (BA) demonstrou que o município ainda se encontra bastante preservado. Todas as análises realizadas foram feitas com o apoio das ferramentas de geotecnologias e os resultados apresentaram coerência com análises realizadas em municípios próximos.

O avanço da área alterada ocorreu a uma taxa de 9% a cada 4 anos em média, sendo que a partir dos anos 2000, o aumento foi superior a 10%. Este aumento ocorreu em grande parte na unidade morfogenética estável (com média de 32% a cada 4 anos, sendo que de 2000 para 2004 o aumento foi de cerca de 65%). Esta classe ocupa cerca de 13% de toda a área do município. A presente análise é compatível com as realizadas anteriormente por MENKE *et al.* (2009), HESSEL *et al.* (2012) e SPAGNOLO *et al.* (2012), em outros municípios do oeste baiano em que constatou-se que a partir dos anos 2000 ocorreu um aumento exponencial do avanço da agropecuária nesta região. Esse fenômeno ocorreu devido aos incentivos fiscais e de créditos oferecidos por todas as esferas do governo, e também pelo aumento do valor das commodities, como a soja, no mercado internacional a partir desta época.

O aumento da área alterada na unidade estável foi de quase de 300% ao longo dos anos analisados. Esta unidade tinha muito pouco uso em 1988 e passou a apresentar um percentual de quase 6% de ocupação no ano de 2008. Isso demonstra que ainda existe uma grande área possível de ser explorada pela agropecuária nesta unidade morfogenética.

A alta taxa de preservação do município ocorre devido a questões naturais, pois o município, em quase sua totalidade (cerca de 80% do município) encontra-se na unidade morfogenética cárstica. Neste ambiente a dissolução química prevalece e existe um equilíbrio entre a pedogênese e morfogênese acarretando na formação de solos pobres em nutrientes com muitas ondulações negativas no relevo, devido às dolinas que são feições típicas de ambientes cárstico.

O avanço das atividades agropecuárias na região está gerando fragmentos não sustentáveis no município, ou seja, de acordo com a análise morfológica dos fragmentos florestais está ocorrendo um aumento significativo de fragmentos do tipo borda, ramo e perfuração. Quando ocorre um aumento do tamanho da borda dos fragmentos, isto pode significar um aumento do número de manchas de fragmentos florestais na área. Mas esta

análise por si só não é conclusiva. No município verificou-se que além do aumento da borda ocorreu o aumento da classe de ramo e perfuração. A classe de ramo se caracteriza por ser um fragmento estreito. Já a classe de perfuração se caracteriza por se um fragmento com uso interno. Deste modo, o aumento dessas classes (ramo, perfuração e borda) demonstra o processo de uso e ocupação sem um planejamento.

Por fim, podemos verificar que o município possui uma grande área preservada devido, principalmente, as suas características morfogenéticas. Mas as áreas que possuem o avanço intenso da agropecuária estão ocorrendo sem um planejamento prévio o que pode ocasionar num processo de fragmentação da paisagem de difícil reversão.

Os resultados apresentados neste trabalho podem ser utilizados na elaboração do planejamento ambiental fornecendo subsídios para as ações visando a identificação de áreas de maior ou menor fragilidade ambiental e a redução da fragmentação da paisagem por meio da implantação de corredores ecológicos ou pelo estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação ou ainda pela criação de Unidades de Conservação Municipal, por exemplo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. de. **Análise dos fragmentos florestais na Bacia do Rio Ariranha (SC), a partir de imagens IKONOS, associada à geomorfologia, como subsídio à gestão ambiental.** 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- ANDRADE, A. C.; LEAL, L. R.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; REATTO, A. **Estudo dos processos erosivos na Bacia do Rio Grande (BA) como subsídio ao planejamento agroecológico.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento (Embrapa Cerrados), 2002.
- ANDRADE FILHO E. L.; NEVES J. P.; GUIMARÃES J. T. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folhas Santa Rita de Cássia (SC. 23-Z-C) e Formosa do Rio Preto (SC. 23-Y-D). Estados da Bahia e Tocantins. Escala 1:250.000.** Sec. Minas Energ., CPRM, Brasília, 1994, 68p.
- ARCOVERDE, G. F. B.; BORGES, M. E. S.; MARTINS, E. S.; RAMOS, V. M.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. **Mapeamento pedológico em relevos cársticos a partir da análise morfométrica.** In: ANAIS XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Goiânia, Brasil, INPE, p. 1725-1732, abril 2005.
- ARAÚJO, R.T; BERNARDINO, J.; MAGALHÃES, J.P. **Caracterização e Análise dos Fragmentos de Vegetação Natural da Microbacia Hidrográfica da Cachoeirinha, Santa Cruz da Conceição, SP.** In: ENSAIOS E CIÊNCIA, Vol. XII, Num. 1, 2008, pp. 91-111. Universidade para o desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal Brasil, 2008.
- AHSFRA - Administração da Hidrovia do São Francisco, Rio Grande, 2006. Disponível em: <<http://www.ahsfra.gov.br/?op=conteudo&id=135&menuId=167>>. Acesso em: 20 fev. 2013.
- BRONDÍZIO, E. S., MORÁN, E. F., MAUSEL, P. & WU, Y. **Dinâmica da Vegetação do Baixo Amazonas: Análise Temporal do Uso da Terra Integrando Imagens Landsat-TM, Levantamento Florístico e Etnográfico.** In: ANAIS DO VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Curitiba (PR), Brasil, Vol. 2, p. 38-46, 1993.
- CÂMARA, G., MEDEIROS, J.S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais.** São Paulo: Inpe, p.241, 1996
- CÂMARA, G; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C. M. B.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.** SBC, X Escola de Computação, Campinas, 1996.
- CARVALHO JUNIOR, O. A. ; HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES. R. F. **Identificação regional da Floresta Estacional Decidual na Bacia do Rio Paranã a partir da Análise Multitemporal de imagem MODIS.** Revista Brasileira de Geofísica (Impresso), v. 24, p. 319-332, 2006.
- CASSETI, V. **Geomorfologia.** Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: Jan 2014.

CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; PASSO, D. P.; LIMA, L. A. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Jaborandi, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 285, p. 5-32, 2010.

CASTRO, K. B.; MARTINS, E. S.; GOMES, M. P.; REATTO, A.; LOPES, C. A.; PASSO, D. P.; LIMA, L. A. S.; CARDOSO, W. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Luís Eduardo Magalhães, oeste baiano, escala 1:100.000**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 288, p. 5-32, 2010.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL. CBPM. Disponível em: <http://www.cbpm.com.br/paginas/meio_bahia.php>. Acesso em: 30 jan. 2013.

COPPIN, P. R., JONCKHEERE, I., NACKAERTS, K., MUYS, B., & LAMBIN, E. **Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review**. International Journal of Remote Sensing, 25(9): 1565-1596. 2004.

COSTA, E. B. **Geografia urbana aplicada: possibilidades, utopias e metodologia**. Anais do XII Símposio Nacional de Geografia Urbana (IGC-UFGM), Belo Horizonte, 2011.

CRUSCO, N. A. **Sensoriamento remoto para análise multitemporal da dinâmica de áreas agrícolas**. (Dissertação de Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. INPE São José dos Campos, 105p. 2006.

DIAS, T.G.; MENDES, M.C. **Geologia da Faixa Rio Preto entre Formosa do Rio Preto e Malhadinha**. Instituto de Geociências, UFGM, 2008.

ECHEVERRÍA, C.; COOMES, D.; SALAS, J.; REY-BENAYAS, J. M.; LARA, A.; NEWTON, A. **Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests**. Biological conservation, 130(4), 481-494. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 306p., 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA CERRADOS. 2010, no prelo.

FILHO, A.M.S e FILHO J.N.V.R, **A revalorização econômica do oeste Baiano a partir da expansão do agricultura moderna e o surgimento de um novo território: Criação do município de Luís Eduardo Magalhães**. Revista Pegada, v.9 ano 2008.

FORMAN, R.T.T. & GORDORN, M. **Landscape Ecology**. Wiley, New York. 619p. 1986.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Degradação Ambiental**. In: GEOMORFOLOGIA E MEIO AMBIENTE. Rio de Janeiro. BERTRAND BRASIL, P.337-379, 2004.

GUIMARÃES, B P. **Análise da Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo no Município de Baianópolis (BA)**. (Dissertação de Mestrado), Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2012, 47f.

GURGEL, R. S. **Análise Ambiental do Uso da Terra e dos Processos Erosivo do Município de Riachão das Neves (BA)**. (dissertação de Mestrado), Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2011, 100f

HERMUCHE, P. M. ; GUIMARÃES, R. F. ; CARVALHO, A. P. F. ; MARTINS, É. S. ; FUCKS, S. D. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; SANTOS, N. B. F. ; REATTO, A. . **Morfometria como Suporte para Elaboração de Mapas Pedológicos: I. Bacias Hidrográficas Assimétricas**. Documentos Embrapa Cerrados. Planaltina (DF), Brasília, v. 68, p. 1-18, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE 2013 [Online]. IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 25 Jan. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura**. v.20, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2005/comentario.pdf>>. Acesso em: 11 Mar 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS. INPE 2014. Disponível em: <http://www.cbets.inpe.br/sobre_satelite/historico.php>. Acesso em: 10 Jan 2014.

JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. JAXA. 2007. ALOS Product Format Description. Disponível em: <http://stage.tksc.jaxa.jp/eorcalos/PRISM_L1_J_ENa.zip>. Acesso em: 10 Jun 2014.

JENSEN, J. R., COWEN, D. J., NARUMALANI, S., ALTHAUSEN, J. D., & WEATHERBEE, O. **An evaluation of Coastwatch change detection protocol in South Carolina**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 59(4): 519– 525. 1993.

KIEL, R. **Deteção de mudanças no uso e na cobertura do solo em uma série temporal de imagens da região da campanha do Rio Grande do Sul**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da universidade federal do Rio Grande do Sul. 2008, 202f

KLEINPAUL, J. J.; PEREIRA, R. S.; HENDGES, E. R.; BENEDETTI, A. C. P.; ZORZI, C.; FERRARI, R. **Análise Multitemporal da Cobertura Florestal da Microbacia do Arroio Grande, Santa Maria, RS**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (EMBRAPA), v.51 p 171-184, 2005.

LIMA, L. A. S. ; MARTINS, E. S. ; GOMES, M. P. ; REATTO, A. ; PASSO, D. P. ; CASTRO, K. B. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Riachão das Neves, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 295, p. 5-34, 2010.

LIMA, L. A. S. ; MARTINS, E. S. ; GOMES, M. P. ; REATTO, A. ; PASSO, D. P. ; CASTRO, K. B. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do município de Correntina, Oeste Baiano, escala 1:100.000**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 287, p. 5-33, 2010.

- LIMA, L. A. S. ; MARTINS, E. S. ; GOMES, M. P. ; REATTO, A. ; LOPES, C. A. ; XAVIER, D. ; PASSO, D. P. ; CASTRO, K. B. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; GOMES, R. A. T. **Caracterização geomorfológica do Município de Cocos, Oeste Baiano, escala 1:50.000.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 284, p. 5-30, 2010.
- LOEBMANN, D. G.; GUIMARÃES, R. F.; BETTIOL, G. M.; FREITAS, L. F.; REDIVO, A. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A. **Análise multitemporal do uso da terra por sensoriamento remoto para as diferentes unidades pedológicas da bacia do rio Jardim, importante produtora agrícola do Distrito Federal.** Geosul – Florianópolis, v20, n 39 p 83-103 jan/jun 2005.
- MARTINS, E. S.; ADRIANA, R.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, F. G. **Ecologia de paisagem: conceito e aplicações potenciais no Brasil.** Embrapa cerrados, Planaltina-DF, 2004.
- MENKE A. B., CARVALHO JUNIOR O. A., GOMES, R.A.T., MARTINS, E. S.; OLIVEIRA S. N. **Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luis Eduardo Magalhães (Bahia – Brasil).** Sociedade & Natureza, 21(3): 315-326, 2009.
- METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Biota Neotropica, Vol. 1, números 1 e 2, 2001.
- METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas.** In. JÚNIOR, L. C.; PÁDUA, C.V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Curitiba. UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p. 2003.
- METZGER, J. P.; MULLER, E. **Characterizing the complexity of landscape boundaries by remote sensing.** Land Ecol 11:65–77. 1996.
- METZGER, J.P.; DÉCAMPS, H. **The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale.** Acta Ecologica v.18, p.1-12, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: MMA/SBF, p. 177-183, 2003.
- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2003. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas** Brasília: MMA/SBF, 510 p., 2003.
- MORAES, L. S. **Diagnóstico de uso e ocupação da bacia do Rio de Ondas: Barreiras/BA.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF. 2003
- PASSO, D. P. ; MARTINS, E. S. ; GOMES, M. P. ; REATTO, A. ; CASTRO, K. B. ; LIMA, L. A. S. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; GOMES, R. A. T. . **Caracterização geomorfológica do município de Barreiras, Oeste Baiano, escala 1:100.000.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 294, p. 5-30, 2010.

PASSO, D. P. ; CASTRO, K. B. ; MARTINS, E. S. ; GOMES, M. P. ; REATTO, A. ; LIMA, L. A. S. ; CARVALHO JÚNIOR, O. A. ; GOMES, R. A. T. . **Caracterização geomorfológica do município de São Desidério, BA, Escala 1: 50.000.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Cerrados), v. 283, p. 5-29, 2010.

PAULA, A.S.; RODRIGUES, E. **Degradação da paisagem norte-paranaense: um estudo de fragmentos florestais.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 23, n. 2, p. 229-238, 2002.

PÉRICO, E.; CEMIM, G.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C. **Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 2339-2346. Abril 2005.

PLANVASF. Relatório Final -1989-2000-Plano Diretor. CODEVASF. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/principal/publicacoes/publicacoes-atuais/planvasf>. Acesso em: 5 fev 2013.

Projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado (CMBBC)-relatório Final. Projeto de Cooperação Técnica coordenado pela Embrapa Cerrados tendo como participantes a Universidade de Brasília (Departamentos de Engenharia Florestal e de Botânica), Ibama, Royal Botanic Garden de Edimburgo – Reino Unido, DFID – Reino Unido, com apoio da FINATEC e ABC Itamaraty. Disponível em: <<http://cmbbc.cpac.embrapa.br>>. Acesso em: 5 fev 2013.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais Folha SD.23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral, v. 29, 660 p., 1982.

SAWYER, D. **Fluxo e refluxo das fronteiras agríolas no Brasil: Ensaio de interpretação estrutural e especial.** Revista Brasileira de estudos de população. Campinas v. 1 n ½ p. 3-34 dez 1984.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia.** R. RA'E GA, Curitiba, Editora UFPR, n. 7, p. 79-85, 2003.

SHARY, P. A.; SHARAYA, L. B.; MITUSOVIC, A. **Fundamental Quantitative Methods of Land Surface Analysis.** Geoderma 107, p. 1-32, 2002.

SOILLE, P. **Morphological Image Analysis: Principles and Applications.** second ed. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 2003.

SOILLE, P., VOGT, P. **Morphological segmentation of binary patterns.** Pattern Recognition Letters, 30, pp. 456-459, 2009.

SILVA, A. B. **Sistema de informação Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos.** Campinas, SP Unicamp, 1999.

SOUZA, E. C. S.; SANTOS, O. A.; WODIS, A. O. A.; ARAÚJO, K. O. **Oeste da Bahia: novos arranjos espaciais – Anais, XVI encontro nacional dos geógrafos. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças Espaços de diálogos e práticas.** 2010.

TEXEIRA, A. L. A.; MORETI, E.; CHRISTOFOLETTI. **Introdução aos Sistemas de**

Informação Geográfica. São Paulo, 1992.

UUEEMAA, E.; MANDER, Ü.; MARJA, R. **Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review.** *Ecological Indicators*, v 28, pp. 100-106, 2013.

VIANA, V.M. **Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas.** In: *Abordagens interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo.* Gainesville Conservation International do Brasil/Universidade federal de Minas Gerais/Universiy of Florida, pp. 135-154, 1995.

VOLOTÃO, C. F. De S. **Trabalho de Análise Espacial: Métricas do FRAGSTATS. 1998. 48 p. Dissertação (Mestrado).** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Jose dos Campos. 1998.

VOGT, P.; RIITERS K. H.; IWANOWSKI, M.; ESTREGUIL, C.; KOZAK, J.; SOILLE, P. (2007a) **Mapping landscape corridors.** *Ecological Indicators*, 7, pp. 481–488, 2007.

VOGT, P., RIITERS, K. H., ESTREGUIL, C., KOZAK, J., WADE, T. G., AND WICKHAM, J. D., (2007b), **Mapping Spatial Patterns with Morphological Image Processing,** *Landscape Ecology* 22, 171-177. 2007.

YUAN, D., & ELVIDGE, C. **NALC Land Cover Change Detection Pilot Study: Washington D.C. Area Experiments.** *Remote Sensing of Environment*, 66: 66-178. 1998.