



# DINÂMICA ESPACIAL DO USO DO SOLO E DA EXPANSÃO AGRÍCOLA NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA (MG) ENTRE 2000 E 2015, UTILIZANDO PERFIS ESPECTRO-TEMPORAIS DO SENSOR MODIS

Cassiano Gustavo Messias<sup>(a)</sup>, Marcos Cesar Ferreira<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, E-mail: [cassianomessiaslavras@gmail.com](mailto:cassianomessiaslavras@gmail.com)

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, E-mail: [macferre@ige.unicamp.com.br](mailto:macferre@ige.unicamp.com.br)

**Eixo:** Uso e ocupação das terras e legislação ambiental

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar as dinâmicas do uso do solo no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), localizado a Sudoeste de Minas Gerais, utilizando perfis espectro-temporais gerados por produtos NDVI MODIS, entre os anos de 2000 e 2015. Para verificar as áreas em que houve mudança no uso entre essas datas, mapeou-se o uso do solo das duas datas, utilizando imagens Landsat TM e OLI e geraram-se áreas de discordância. Constatou-se que entre 2000 e 2015 houve aumento das áreas de culturas temporárias, permanentes e solo exposto, os quais substituíram matas e principalmente, campos. Houve redução da classe silvicultura, substituída por campos ou culturas temporárias. As áreas do parque com maior percentual de alterações de uso do solo entre 2000 e 2015 estão na zona de amortecimento, seguido pelas áreas não regularizadas e por fim as áreas regularizadas.

**Palavras chave:** Uso do solo; Perfis espectro-temporais; NDVI; Parque Nacional da Serra da Canastra; Unidades de Conservação.

## 1. Introdução

O uso do solo e cobertura da terra têm sido reconhecidos como uma das informações fundamentais para temas relacionados ao planejamento regional (LIU *et al.*, 2014). O avanço na obtenção de dados da superfície, através de sensores orbitais, possibilitou a redução dos extensivos trabalhos de campo e permitem-nos a obtenção de informações em locais de difícil acesso (ANDRADE *et al.*, 2014).

Neste sentido, métodos objetivos e acurados, utilizando um conjunto de dados de sensores orbitais, podem proporcionar melhorias na produção agrícola. A análise de produtos de moderada resolução espacial e alta resolução temporal, baseado-se no comportamento espectro-temporal de índices de vegetação, podem

7126



auxiliar no monitoramento, produzindo resultados com precisão, rapidez e menor custo (MENGUE E FONTANA, 2015). A utilização de séries temporais permitem acompanhar processos fenológicos, mensuração de biomassa verde e estrutura da vegetação (MAGALHÃES *et al.*, 2013).

Sob este ponto de vista, a disponibilidade de produtos do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), como índices de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index), têm facilitado programas de previsão de safra (SANTOS *et al.*, 2014). O sensor MODIS, a bordo do satélite Terra desde 2000, tem suas imagens disponibilizadas gratuitamente pela NASA, possuindo resolução espacial de 250m e temporal que varia de 1 a 16 dias, corrigidas dos efeitos atmosféricos e georreferenciadas (SANTANA *et al.*, 2010; EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA, 2015) Estes produtos têm sido aplicados em diversas pesquisas voltadas ao monitoramento agrícola e de coberturas vegetais (SANTANA *et al.*, 2010; CARVALHO JUNIOR *et al.*, 2012; JOHANN *et al.*, 2012; VICTORIA *et al.*, 2012; TRENTIN *et al.*, 2013).

Este trabalho tem como objetivo geral monitorar as áreas de expansão ou retração do uso agrícola do Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), utilizando perfis espectro-temporais gerados por produtos NDVI MODIS, entre os anos de 2000 e 2015. Serão também gerados mapas de uso do solo, utilizando imagens Landsat TM e OLI e serão avaliadas as áreas de discordância entre as duas datas.

## 2. Área de estudo

O PNSC está localizado a sudoeste do estado Minas Gerais, Brasil, nos municípios de São Roque de Minas, Sacramento, Delfinópolis, São João Batista da Glória, Capitólio e Vargem Bonita (Figura 1). O parque foi criado pelo decreto nº 70.355, de 3 de abril de 1972, com uma área de 197.787ha. No entanto, ainda hoje tem-se apenas 82.000ha regularizados (MESSIAS, 2014). Já a Zona de Amortecimento possui uma superfície de 269.513ha (MMA; IBAMA, 2005).

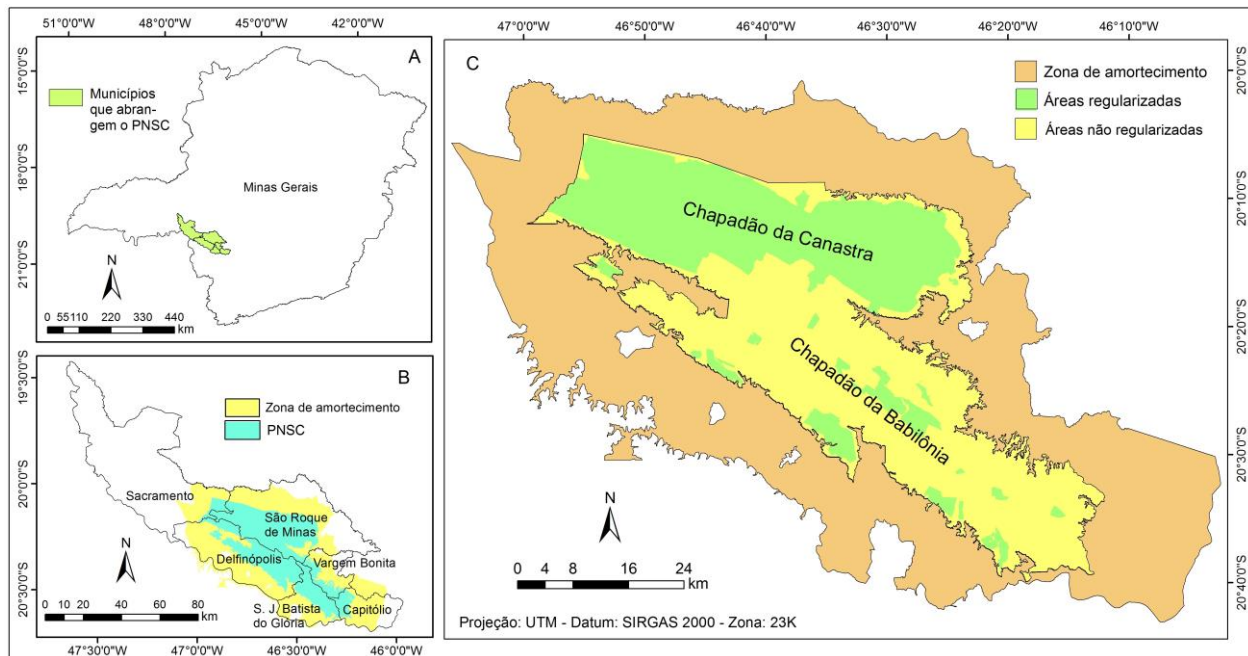


Figura 1 - Localização da área de estudo em escala estadual (A), municipal (B) e local (C)

### 3. Material e métodos

#### 3.1 Material

Para a produção deste trabalho foram utilizados produtos de teledetecção e arquivos vetoriais (Tabela I). O processamento e classificação de imagens foram executados no *software* ENVI 5.1.

Tabela I - Material utilizado na execução do trabalho.

Material	Articulação	Resolução	Data	Executor
Landsat 5 TM	219/74	Espacial: 30m	24/05/2000	NASA
	220/74		16/06/2000	
Landsat 8 OLI	219/74	Espacial: 30m	21/07/2015	NASA
	220/74		12/07/2015	
NDVI MOD13Q1 - Satélite Terra	Minas Gerais	Espacial: 250m Temporal: 16 dias	Série temporal entre 18/02/2000 a 12/07/2015	Embrapa Informática Agropecuária
Arquivo vetorial dos limites do PNSC	-	-	2012	ICMBio
Arquivo vetorial das áreas regularizadas do PNSC	-	-	2014	PNSC
Arquivo vetorial dos limites da ZA do PNSC	-	-	2014	PNSC

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Classificação de uso do solo

As imagens do satélite Landsat, sensores OLI e TM, foram processadas no software ENVI 5.1, onde primeiramente foi realizada a correção atmosférica, pelo módulo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (FLAASH). Posteriormente, geraram-se diferentes composições coloridas, falsa cor e cor verdadeira e aplicou-se a técnica de realce linear 2%. Foi realizado o registro do produto TM, tomando-se como referência a imagem OLI, que é disponibilizada geometricamente ajustada.

Após o pré-processamento e realce, foram geradas classificações não-supervisionadas, pelo classificador K-média, com a finalidade de se ter um conhecimento prévio das classes de uso do solo. O conhecimento das culturas agrícolas mais expressivas nos municípios foi obtido através de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2015). Foram definidas 11 principais classes de uso: 1) Água com baixo teor de sedimentos; 2) Água com alto teor de sedimentos; 3) Campos limpo; 4) Campo sujo; 5) Pastagem; 6) Cultura temporária recém-plantada; 7) Cultura temporária em estágio intermediário; 8) Cultura temporária adulta; 9) Café; 10) Silvicultura; 11) Solo pouco úmido; 12) Solo úmido; 11) Vegetação nativa; 12) Sombra.

Para a geração dos mapas de uso do solo dos anos de 2000 e 2015, aplicou-se o classificador Máxima Verossimilhança (MaxVer). “O MaxVer é um dos métodos mais usados [...]. Este algoritmo estima, em uma abordagem quantitativa, a variância e a covariância dos padrões espectrais das amostras de treinamento” (ANDRADE *et. al.*, 2014, p. 351). Realizou-se o processo de seleção de amostras das classes de uso sobre as composições coloridas, pela ferramenta ROI, no ENVI. Para cada uma das classes foram selecionadas amostras, por toda a área de estudo, com aproximadamente 1000 pixels. As classes de uso, em formato matricial, foram convertidas em formato vetorial (polígonos) e exportadas. Os polígonos foram importados no ArcMap 10.1, no qual foi gerado o layout. Nos mapas finais, reduziram-se as classes de uso em oito: 1) Água (englobando água com baixo teor de sedimentos e alto teor de sedimentos); 2) Campos (campo limpo, sujo e pastagem); 3) Cultura temporária (recém-plantada, em estágio intermediário e adulta; 4) Café; 5) Silvicultura; 6) Solo exposto (pouco úmido e úmido); 7) Vegetação nativa; 8) Sombra.

Após a classificação, calculou-se a acurácia do mapeamento. Sortearam-se amostras aleatórias de 50 pixels por classe, utilizando o método de amostragem estratificado desproporcional. Foi construída uma matriz de erro pelo Excel 2010, comparando-se amostras na imagem classificada e em uma imagem de



referência (composições coloridas e imagens Google Earth). Foram calculados os valores de índices Exatidão Global e *Kappa* e o desempenho da classificação pode ser qualificado por Landis e Koch (1977).

Foi gerado o mapa que aponta as áreas de discordância de uso do solo entre as duas datas. Para isto, reclassificaram-se as classes de uso em valores entre 1 e 8. Aplicou-se a equação de discordância para cada classe (Eq. 1) e os produtos foram somados. Em pixels com valor 0 não houve discordância, enquanto em pixels de outros valores houve discordância. Os pixels de discordância foram exportadas.

$$\text{Discordância}_{\text{classe 1}} = (\text{Classe 1}_{2000} - \text{Classe 1}_{2015}) \quad [\text{Eq. 1}]$$

### 3.2.2 Geração de perfis espectro-temporais de uso do solo

Para a geração de perfis espectro-temporais de uso do solo, foi utilizada uma série temporal de 355 imagens NDVI geradas a partir do sensor MODIS (MOD13Q1). O NDVI (Eq. 2), proposto por Rouse *et al.* (1977), é um dos índices de vegetação mais utilizados. Este índice é calculado pela diferença entre as faixas do infravermelho próximo e do vermelho, normalizada pela soma das faixas:

$$\text{NDVI} = \rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{red}} / \rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{red}} \quad [\text{Eq. 2}]$$

onde  $\rho_{\text{NIR}}$  é a reflectância do infravermelho próximo e  $\rho_{\text{red}}$  a reflectância do vermelho. Os valores NDVI MODIS variam entre 0 e 10000, onde: quanto menor o valor, menor quantidade de biomassa (corpos d'água, solo exposto, queimadas); quanto mais alto o valor, maior biomassa (coberturas vegetais).

As imagens foram importadas pelo ENVI 5.1, onde foram empilhadas em um só arquivo pela função *Layer Staking* e realizou-se um recorte da área de interesse. Foi então aplicado um filtro na série temporal de imagens empilhadas, visando extrair ruídos causados pela presença de nuvens ou falhas no detector. Este procedimento foi possível utilizando-se uma rotina cedida pela Embrapa Informática Agropecuária, a qual permitiu a suavização da curva espectro-temporal.

A etapa seguinte foi avaliar os locais em que se observou, entre 2000 e 2015, a expansão ou encolhimento de cultivos agrícolas. Pelo mapa de discordância, sortearam-se 5 pixels para cada classe agrícola (culturas temporárias, café e silvicultura), através do método de amostragem estratificado desproporcional. No local em que o pixel de cultivo agrícola foi sorteado, geraram-se amostras contendo vários pixels. A partir dos dados estatísticos das amostras, foram obtidos os valores temporais médios de NDVI dos pixels, os quais foram exportados em formato de texto e importado no BrOffice Calc 4.4. Neste *software* geraram-se





gráficos de linhas, os quais possibilitaram relacionar o valor médio de NDVI de cada área amostrada para diferentes datas, obtendo-se então o perfil espectro-temporal de uso do solo.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Uso do solo entre 2000 e 2015

Obtivemos, no mapa de uso do solo do ano de 2000 (Figura 2), o índice de exatidão global no valor de 0,851 e índice *Kappa* de 0,828, valor qualificado como excelente na visão de Landis e Koch (1977).

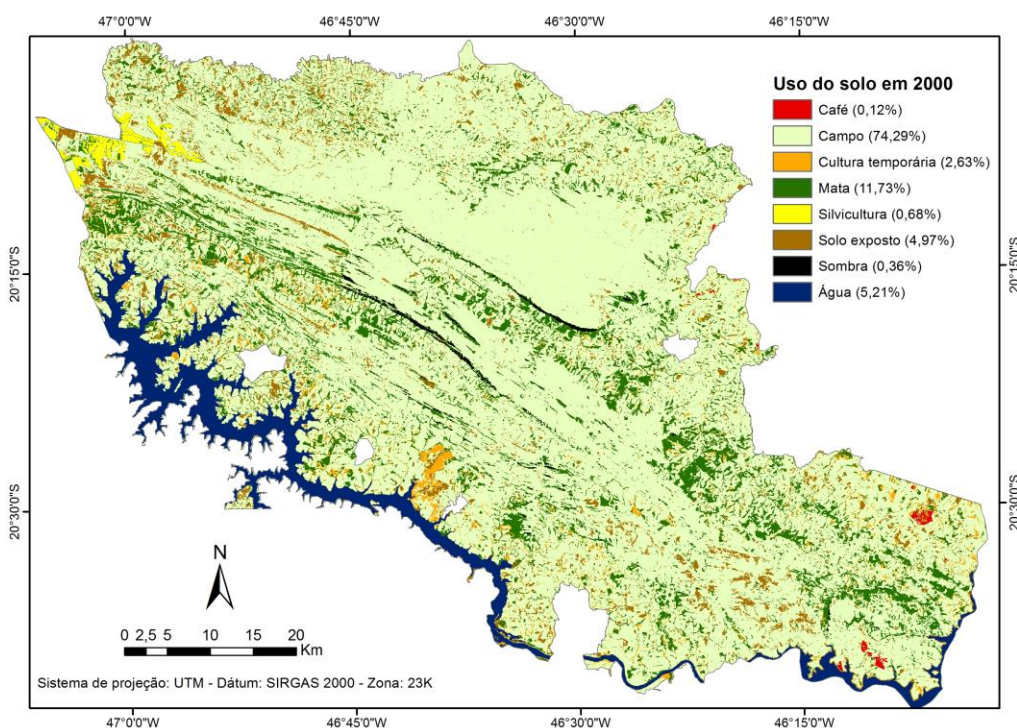


Figura 2 - Mapa de uso do solo do PNSC e sua Zona de Amortecimento no ano de 2000.

A classe mais expressiva se relaciona aos campos (campos limpos sujos e pastagem), classe de vegetação de baixa biomassa, ocupando 74,29% da área. Os campos limpos são fitofisionomia do cerrado que foram descritas por Couto Junior *et al.* (2010) como vegetação herbácea de poucos arbustos e vegetação não fotossinteticamente ativa nos meses de seca. Os campos sujos são formados por vegetação arbustivo herbácea esparsa. Praticamente toda a área regularizada do parque é ocupada pelos campos. Caracterizamos, como pastagens, vegetação de baixa biomassa degradada pela criação de gado, que



ocorrem nas áreas não-regularizadas e na zona de amortecimento.

A segunda classe mais expressiva são as matas, sendo vegetação nativa de alta biomassa (11,73%). Ocorrem, em sua maioria, nas zonas não-regularizadas e de amortecimento, associadas geralmente a cursos d'água. Estes, por sua vez, representam 5,21% da área estudada e se destacam pelos represamentos do Rio Grande, formados pelas Hidrelétricas Mascarenhas de Moraes e Furnas.

As classes restantes estão associadas a usos antrópicos, tendo menor representatividade. Solo exposto ocupa 4,97%, estando relacionadas à terra sendo preparada aos cultivos agrícolas. As culturas temporárias (2,63%) estão localizadas em pequenas extensões, geralmente próximas ao Rio Grande. Os cultivos de café (0,12%) estão em pequenos trechos a sudeste, nos municípios de Capitólio e Piumhi. Já a silvicultura (0,68%), representada pelo eucaliptocultura, é observada a noroeste, em Sacramento.

O mapa de uso do solo do ano de 2015 (Figura 3) apresenta exatidão global 0,75. O índice *Kappa* encontrado foi de 0,857, considerado também como excelente (LANDIS E KOCH, 1977).

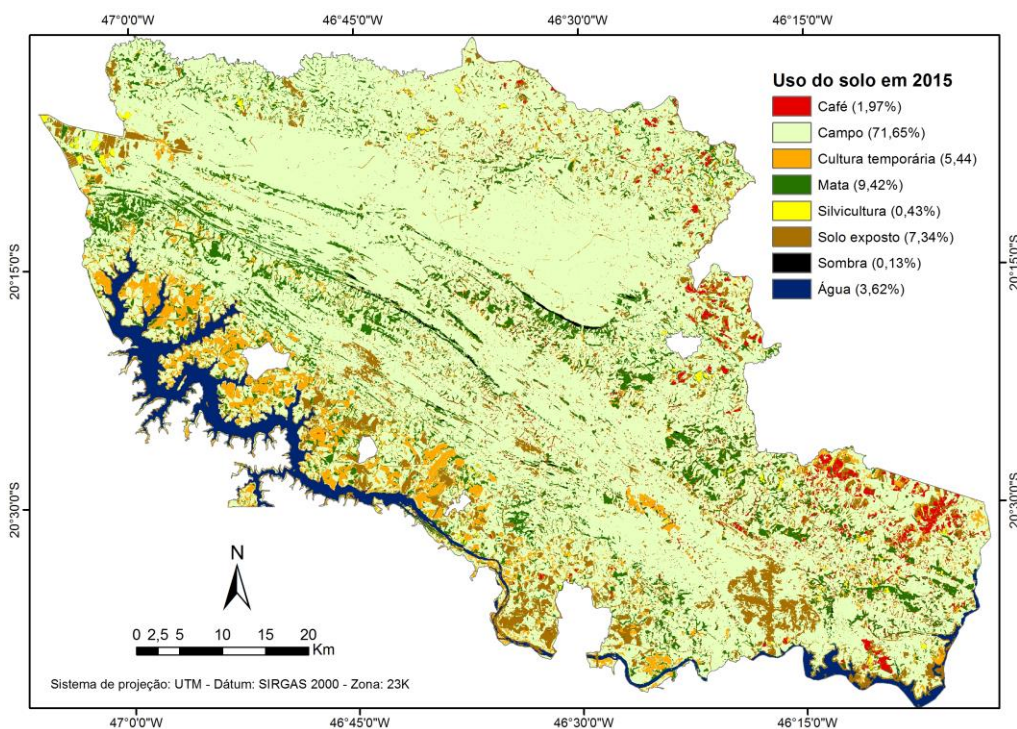


Figura 3 - Mapa de uso do solo do PNSC e sua Zona de Amortecimento no ano de 2015.

Entre os anos 2000 e 2015, houve redução dos campos, que passaram a ocupar 71,65%. A classe água

também reduziu em 2015 com relação a 2000, passando a representar 3,62%. Esta alteração está associada à baixa pluviosidade dos anos anteriores a 2015, o que reduziu o volume de água dos lagos, que passou a mostrar solo exposto em suas margens.

Este foi um dos motivos que levaram ao aumento da classe solo exposto (7,34%). Contudo, essa alteração associa-se também pelo aumento de áreas agrícolas entre o período trabalhado. As culturas temporárias tiveram cresceram para 5,44% em 2015, destacando grandes áreas próximas do Rio Grande e pequenas por toda a área, especialmente a leste. Além das culturas temporárias, houve uma ampliação do café no ano de 2015 (1,97%) para nordeste e sudeste, em pequenas áreas. As silviculturas, por sua vez, encolheram (0,43%), mas passaram a ser observadas também em outros locais.

#### **4.2 Discordância de uso do solo entre 2000 e 2015**

A Figura 4 apresenta as áreas de discordância entre os anos de 2000 e 2015, ou seja, os locais de mudança de uso do solo entre os mapas das duas datas. Em toda a área de estudo, 23,68% do uso do solo foi alterado (Tabela II), principalmente devido as atividades antrópicas desenvolvidas na região. Contudo, pode-se perceber que o grau de alteração varia de acordo com a as diferentes zonas do parque – regularizadas, não regularizadas e de amortecimento (Figura 1).

As áreas regularizadas são as que menos sofreram modificações, as quais representam 7,80%. Parte dessas modificações se relacionam a locais de sombra em uma das imagens. Porém as grandes modificações ocorreram em locais tardiamente regularizados. Em sua criação, o parque foi delimitado com uma área de 197,79Km<sup>2</sup>. Contudo, apenas 71,52Km<sup>2</sup> foram regularizados (MMA/IBAMA, 2005). Atualmente a zona regularizada representa aproximadamente 82,0Km<sup>2</sup>, sendo que os 10Km<sup>2</sup> de acréscimo, localizados no Chapadão da Babilônia, foram regularizados após 2010. Entretanto, mesmo após a regularização desses locais, mapearam-se cultivos agrícolas e solo exposto onde antes havia campos.

As áreas não-regularizadas tiveram 18,56% de alteração. Houve redução das matas, as quais passaram a ser ocupadas por outros usos. Contudo, as maiores modificações estão associadas à expansão das culturas temporárias e de solo exposto sobre as áreas de campos. A sudeste desta zona, houve a intensificação da degradação devido às áreas de mineração, onde são identificados solos expostos.

Por fim, a zona de amortecimento é a que mais destaca mudanças de uso, com um percentual de alteração de 30,75%. Houve, nesta zona, significativas modificações nas margens e proximidades do Rio Grande, as





quais estão vinculadas à expansão de grandes áreas de culturas temporárias e solo exposto sobre os campos. Nas bordas a leste da zona de amortecimento, além do aumento dos cultivos temporários e solo exposto, houve considerável crescimento da cafeicultura. Por outro lado, houve o encolhimento do cultivo de eucalipto a noroeste e neste local o solo encontra-se exposto e formação de campo.

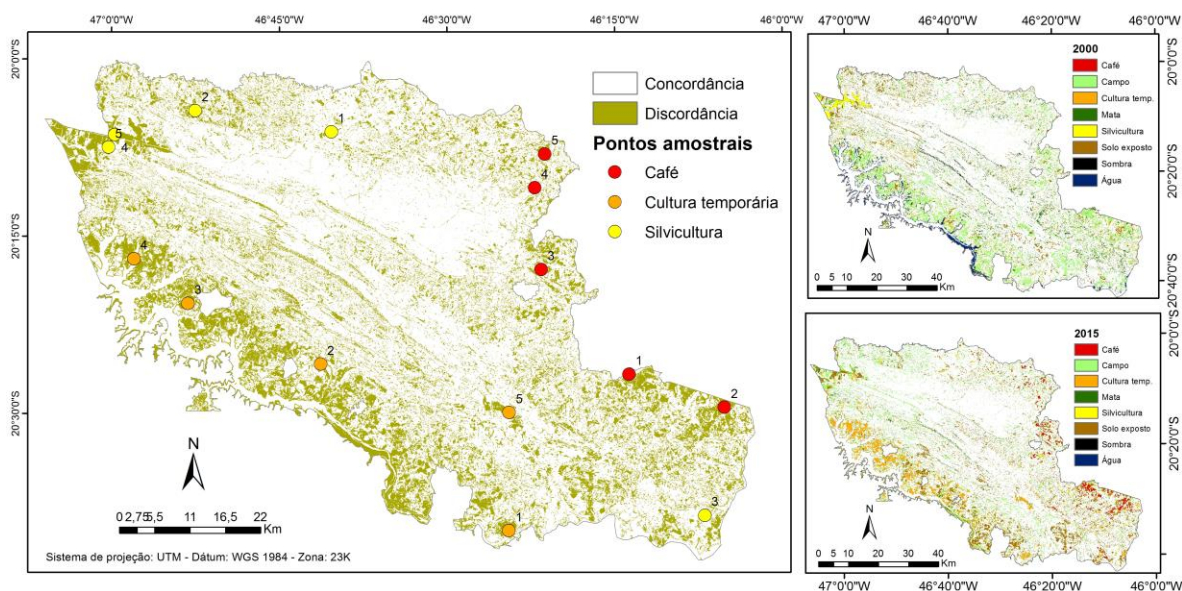


Figura 4 - A) Discordância de uso do solo entre os anos de 2000 e 2015 e pontos amostrais para o monitoramento das mudanças; B) Classes de uso do ano de 2000 que tiveram discordância; C) Classes de uso do ano de 2015.

Tabela II - Discordância de uso do solo nas diferentes zonas e na área total

Zona	Área da zona (Km <sup>2</sup> )	Área de discordância (Km <sup>2</sup> )	Percentual de discordância (%)
Zona de amortecimento	2696,05	829,21	30,75
Não regularizada	1152,46	214,0	18,56
Regularizada	828,14	64,64	7,80
Área total	4676,65	1107,85	23,68

#### 4.3 Monitoramento da expansão agrícola entre 2000 e 2015

A análise da vegetação por meio de uma única imagem limita a extração de várias informações. A utilização de uma série multitemporal permite o acompanhamento de processos fenológicos, mensuração de biomassa verde e estrutura da vegetação, podendo auxiliar na compreensão da dinâmica de áreas agrícolas e outros usos do solo entre diferentes datas (MAGALHÃES *et al.*, 2013).

Como já citado, entre 2000 e 2015 houve redução das áreas de campo de 74,29% do total da área de



estudo para 71,65%. Além disso, houve o crescimento de classes associadas ao uso agrícola, como solo exposto, café e culturas temporárias, assim como encolhimento de silviculturas. Através da análise de perfis espectral-temporais (Figura 4), gerados através de produtos NDVI MODIS, avaliou-se a expansão e a contração de usos do solo, especialmente quando se relaciona aos usos agrícolas.

Podemos observar que os cinco perfis relacionados a culturas temporárias em 2015 iniciam comportando-se de forma análoga (Figura 5). Aproximadamente entre os meses de novembro e março, há um pico de NDVI, ou seja, tem-se maior biomassa. Por outro lado, de março até agosto há uma queda na densidade de biomassa, que começa novamente a crescer no mês de setembro. Isto se relaciona ao regime hídrico da região, visto que, o domínio dos cerrados comporta de cinco a seis meses secos e seis a sete meses chuvosos (AB'SABER, 2003), o que altera na resposta da biomassa vegetal. A partir da análise dos mapas de uso do solo e dos valores médios de NDVI da série, pode-se inferir que as cinco amostras relacionadas a culturas temporárias no ano de 2015, formavam campos naturais em 2000.

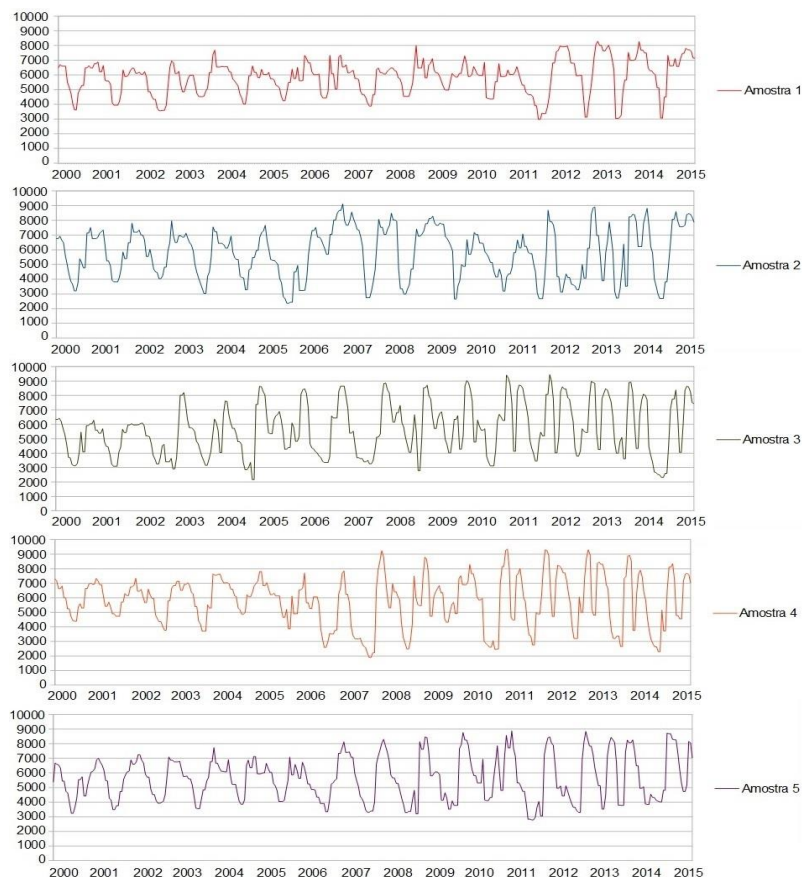




Figura 5 - Perfis espectro-temporais relacionados a culturas temporárias no ano de 2015.

As curvas próximas de 2015, relacionadas a culturas temporárias, apresentam maior amplitude entre os picos positivos e negativos do que os campos. Isto ocorre pois algumas culturas apresentam biomassa superior aos campos em sua fase adulta e menor na aragem, devido à exposição do solo. A amostra 1 apresenta campos até o fim de 2011, que foram substituídas por culturas temporárias. A amostra 2 teve seus campos preservados até o final de 2005; a amostra 3 até 2002; as amostras 4 e 5 até 2006. Porém, o comportamento das curvas relacionadas a culturas temporárias não seguem este um padrão. Em algumas amostras há somente um plantio anual, por haver somente um pico na curva. Por outro lado, observa-se que nas amostras 3 e 4 há dois picos anuais, o que significa que foram feitos dois plantios. As culturas temporárias mais representativas nos municípios são o milho e cana-de-açúcar (IBGE, 2015).

Houve também um crescimento de culturas permanentes sobre as áreas de campos, com grande expressividade o café. Analisando os perfis espectro-temporais (Figura 6), o cultivo de café, assim como os campos, apresenta curvas que seguem um certo padrão. Contudo, diferem-se por exibirem maiores níveis de NDVI, devido à maior densidade de biomassa, assim como uma menor variação de seus valores, com menor amplitude entre os picos positivos e negativos.

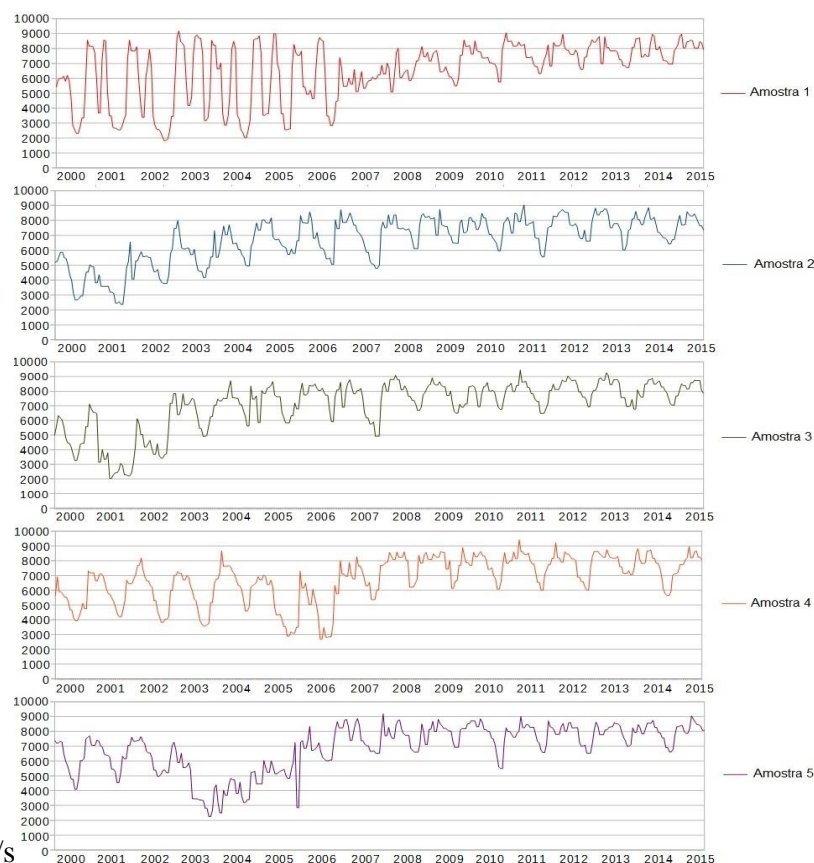




Figura 6 - perfis espectro-temporais relacionados a café no ano de 2015.

Percebe-se que em todos os perfil amostrados com café em 2015, o ano de 2000 era ocupado por campos. Na amostra 1 o uso do solo da amostra se relacionava aos campos, mas no ano seguintes estes foram substituídos por culturas temporárias e, ao final de 2006, iniciou-se o plantio do café. As amostras 2, 3, 4 e 5 se relacionavam aos campos em 2000, os quais foram em diferentes datas substituídos por café: a amostra 2 e 3 em 2001; a amostra 4 em 2006 e a amostra 5 em 2003.

As silviculturas apresentam comportamento espectro-temporal análogo à cultura de café (Figura 7), por apresentarem altos valores de NDVI e baixas amplitudes de picos negativos e positivos. Ao contrário do que ocorreu com o café e as culturas temporárias, a silvicultura regrediu de 0,68% da área em 2000, para 0,43% em 2015. Essa redução está relacionada ao corte das espécies cultivadas.

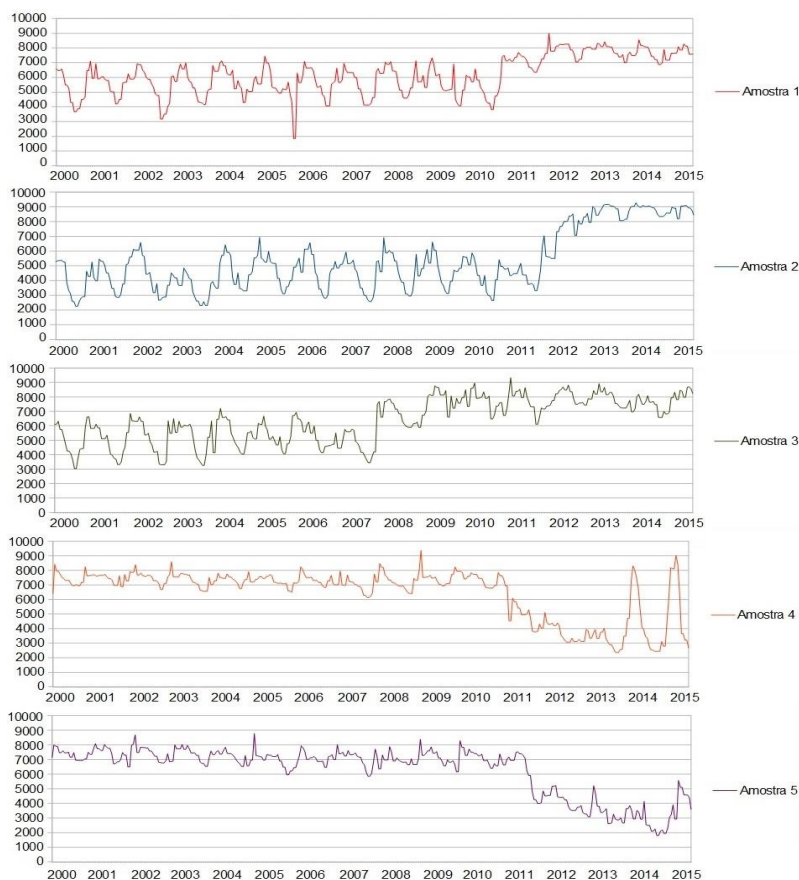




Figura 7 - Perfis espectro-temporais relacionados a silvicultura no ano de 2015.

As amostras 4 e 5 mostram que o corte iniciou por volta do ano de 2011, deixando o solo exposto por um curto período de tempo. Na amostra 4, pode-se comprovar que já no final do ano de 2013 foi inserida cultura temporária no lugar da silvicultura e, na amostra 5, em 2015 se visualiza a formação de campo. Contudo, mesmo com o encolhimento geral das silviculturas entre 2000 e 2015, estes cultivos foram observados na última data em outros locais. O plantio da amostra 1 ocorreu, provavelmente, no ano de 2010; a amostra 2, em 2011 e a amostra 3 em 2007, em locais onde antes havia campos.

## 5. Considerações finais

- 1) As imagens Landsat TM e OLI permitiram que se obtivessem mapas de uso do solo do PNSC com excelente acurácia. Entre os anos de 2000 e 2015, houve o crescimento de classes como solo exposto, culturas temporárias e café, enquanto as classes campo, mata, silvicultura e água encolheram.
- 2) As áreas do parque onde houve maiores alterações de uso do solo entre 2000 e 2015 estão relacionadas à zona de amortecimento; em seguida, tem-se as áreas não regularizadas. Em ambas há o desenvolvimento de atividades antrópicas. As áreas regularizadas tiveram baixo percentual de alteração.
- 3) A série temporal de imagens NDVI MODIS possibilitaram avaliar o comportamento do uso do solo de forma precisa entre os anos de 2000 e 2015. Os perfis espectro-temporais mostraram o avanço das culturas temporárias, permanente (café) e silvicultura sobre as áreas de campo.

## 6. Bibliografia

- ANDRADE, A. C.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Desempenho De Classificadores Paramétrico E Não Paramétrico Na Classificação Da Fisionomia Vegetal. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 66/2, p. 349-363, 2014.
- CARVALHO Jr, O.A.; SILVA, N.C.; CARVALHO, A.P.F.; COUTO JUNIOR, A.F.; SILVA, C.R.; SHIMABUKURO, Y. E.; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T. Combining noise-adjusted principal components transform and median filter techniques for denoising MODIS temporal signature. **Rev. Bras. de Geofísica**, v. 30, n. 2, p. 147-157, 2012.
- COUTO Jr, A.F.; SOUZA, V.V.; CARVALHO Jr, O.A.; MARTINS, E.S.; ANTANA, O.A.; FREITAS, L.F.; GOMES, R.A.T. Integração de parâmetros morfométricos e imagem ASTER para a delimitação das fitofisionomias

da Serra da Canastra, Parque Nacional da Serra da Canastra – MG. *In.: Rev. Bras. de Geomorfologia*, v. 11, n. 1, p. 57-68, 2010.

EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Banco de produtos MODIS**. Disponível em: <http://www.modis.cnptia.embrapa.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 04 dez. 2015.

IBGE. **IBGE cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>. Acesso: 04 dez. 2015.

JOHANN, J.A.; ROCHA, J.V.; DUFT, D.G.; LAMPARELLI, R.A.C. Estimativa de áreas com culturas de verão no Paraná, por meio de imagens multitemporais EVI/Modis. **Pesq. agropec. Bras.**, v.47, n.9, p.1295-1306, set. 2012.

LANDIS, J.; KOCH, G.G. The meas. of agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.3, p.159-179, 1977.

LIU, Q.; GUO, Y.; LIU, G.; ZHAO, J. Classif. of Landsat 8 OLI Image Using Support Vector Machine With Tasseled Cap Transformation. *In: 10th Int. Conf. on Nat. Comp.*, 2014, Xiamena. **Anais...** Xiamen, IEEE, p.665-669, 2014.

MAGALHÃES, I. A. L.; XAVIER, A. C.; SANTOS, A. R. Caracterização da dinâmica espectro temporal florestal e da cana-de-açúcar no município de Itapemirim, ES. **Geosul**, v. 28, n. 56, p 183-210, jul./dez. 2013

MENGUE, V. P.; FONTANA, D. C. Avaliação da dinâmica espectro-temporal visando o mapeamento dos principais cultivos de verão no Rio Grande do Sul. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 331-340, set. 2015.

MESSIAS, C. G. **Mapeamento das áreas suscetíveis à fragilidade ambiental na alta bacia do Rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra – MG** (Dissertação de mestrado). Campinas: Unicamp, 2014.

MMA; IBAMA. **Plano de Manejo**: Parque Nacional da Serra da Canastra. Brasília: 2005

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SHELL, J. A.; DEERING, D. W.; Harlan, J. C. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. Final Report, ASA/GSFC, Greenbelt, MD, 1977. 371 p.

SANTANA, O. A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; PIMENTEL, C. M. M.; GOMES, R. A. T.; OLIVEIRA, S. N. Modelagem de espectros temporais NDVI-MODIS, no período de 2000 a 2008, na bacia do rio Paracatu, Brasil. **Rev. Bras. Geof.**, v. 28, n.1, jan./mar. 2010.

SANTOS, J.S.; FONTANA, D.C.; SILVA, T.S.F.; RUDORFF, B.F.T. Identificação da dinâmica espaço-temporal para estimar área cultivada de soja a partir de imagens MODIS no RS. **Rev. Bras. Eng. Agr. e Amb.**, v. 18, n. 1, 2014.

TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L.; KUPLICH, T. M. Análise comparativa do NDVI em fitofisionomias na bacia hidrográfica do Rio São Marcos. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.7, n.1, p. 5-16, 2013.

VICTORIA, D. C.; PAZ, A. R.; COUTINHO, A. C.; KASTENS, J.; BROWN, J. C. Cropland area estimates using Modis NDVI time series in the state of Mato Grosso, Brazil. **Pesq. agropec. Bras.** v.47, n. 9, set.2012.