



UTILIZAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP)

Rodrigo R. Brolo¹*, Aliny A. Dos Reis^{1,2}, João F. G. Antunes³, Rubens A. C. Lamparelli²

¹Faculdade de Engenharia Agrícola– FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-875 Campinas, Brasil – r205560@dac.unicamp.br, aareis@unicamp.br

²Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-896, Campinas, SP, Brasil – lamparel@g.unicamp.br

³Embrapa Informática Agropecuária, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 13083-886, Campinas, SP, Brasil – joao.antunes@embrapa.br

RESUMO:

O uso de séries temporais de imagens de sensoriamento remoto (SR) desempenham importante papel na identificação e monitoramento de áreas agrícolas, sendo uma estratégia particularmente importante no caso de sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP). Nesse sentido, este estudo tem como objetivo identificar e caracterizar o comportamento espectro-temporal de diferentes sistemas ILP em séries temporais de imagens de sensoriamento remoto obtidas por diferentes sensores. Foram utilizadas imagens PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI, e Landsat 8/OLI coletadas entre março de 2017 e abril de 2020 para a geração dos perfis temporais do índice de vegetação NDVI para duas áreas de estudo (Fazenda Santa Vergínia - MS e Fazenda Campina - SP). Para a construção de séries temporais PlanetScope, foram testadas as composições do valor máximo do NDVI para os intervalos de 5, 10 e 15 dias. Já para as séries temporais Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI não foi utilizada a técnica de composição de dias devido a sua menor resolução temporal comparado com as imagens PlanetScope (diário). A análise dos perfis temporais NDVI derivadas das imagens PlanetScope/CCD e Sentinel-2/MSI permitiram a melhor caracterização e diferenciação dos principais usos da terra nas Fazendas Santa Vergínia e Campina, sendo mais recomendadas para trabalhos futuros de mapeamento de áreas de integração (principalmente áreas de ILP). Devido a menor resolução temporal das imagens Landsat 8/OLI (16 dias) e a falta de imagens devido a presença de nuvens, as séries temporais derivadas dessas imagens podem afetar a identificação de etapas importantes do manejo de áreas com sistemas de integração lavoura-pecuária.

PALAVRAS-CHAVE: *sistemas integrados, assinatura temporal, banco de dados, NDVI*

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por alimentos, ocasionada pelo aumento populacional, somada a fatores como mudanças climáticas, econômicas e políticas faz com que novas abordagens sejam adotadas para o aumento da produtividade e da eficiência da produção agrícola sem a necessidade da conversão de novas áreas para a agricultura (DUARTE et al., 2018). O Brasil se destaca internacionalmente no que se refere ao aumento da produção agrícola mais sustentável através do aprimoramento dos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) (MORAINE; DURU; THEROND, 2017).

Os sistemas integrados visam à diversificação do uso das terras, com base na integração espacial e temporal dos componentes de lavoura e pecuária, causando a redução da pressão sobre os ecossistemas naturais (ALVES; MADARI; BODDEY, 2017). Neste tipo de sistemas, a pastagem é intercalada com a cultura agrícola, ou vice-versa em uma abordagem intra-anual, interanual ou ambas, apresentando uma grande complexidade em termos de tipos de arranjos possíveis.

O uso de séries temporais de imagens de sensoriamento remoto é uma das mais promissoras formas de identificação e monitoramento de sistemas ILP. Devido as características sinópticas, multiespectrais e de revisita dos satélites, estes permitem a obtenção de informações fundamentais para a caracterização espacial e temporal das atividades agrícolas, assim como a compreensão da dinâmica de cada cultura, principalmente em países com grandes dimensões territoriais, como o Brasil (SANTOS et al., 2019).

O monitoramento das culturas agrícolas ao longo das estações de crescimento, bem como a identificação de alterações

no manejo dos sistemas integrados via sensoriamento remoto, requerem imagens coletadas com uma alta resolução temporal. O processo de identificação e discriminação de sistemas ILP utilizando séries temporais não é uma tarefa trivial, envolvendo diversos fatores, como experiência do intérprete, conhecimento das áreas de estudo e da assinatura espectro-temporal dos alvos (MANABE; MELO; ROCHA, 2018).

Diante deste cenário, este estudo tem como objetivo identificar e caracterizar o comportamento espectro-temporal de diferentes sistemas ILP em séries temporais de imagens de sensoriamento remoto obtidas por diferentes sensores (PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI, e Landsat 8/OLI).

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

As áreas de estudo desse trabalho correspondem às Fazendas Santa Vergínia e Campina, localizadas nos municípios de Santa Rita do Pardo – MS e Caiuá – SP (Figura 1), respectivamente. A Fazenda Santa Vergínia possui uma área total de 30.769 ha. Os talhões e piquetes de pastagem seguem diferentes dinâmicas de integração (lavoura-pecuária (ILP), pecuária-floresta (IPF)) anuais e interanuais, além de áreas permanentes de pastagem.

A Fazenda Campina possui uma área total de 2.031 ha, contando com dinâmicas de integrações Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), além de piquetes e talhões com pastagem, culturas anuais e interanuais, e áreas com vegetação nativa.

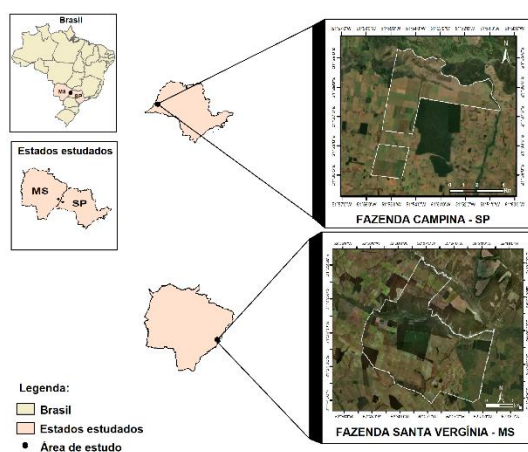


Figura 1. Localização das áreas de estudo.

2.2 Estruturação e Organização das imagens no banco de dados

O banco de dados foi construído partir da aquisição das imagens em refletância de superfície dos satélites PlanetScope/CCD, Landsat 8/OLI e Sentinel – 2 (A e B)/MSI para as áreas de estudo no período entre março de 2017 e abril de 2020.

As imagens PlanetScope/CCD foram adquiridas de forma particular através da plataforma SCCON (Santiago & Cintra Consultoria). PlanetScope é uma constelação de nanosatélites que compreende mais de 130 CubeSats que juntos possuem a capacidade de gerar imagens de toda a superfície terrestre diariamente com uma resolução espacial de 3 m.

As imagens Landsat 8/OLI (*Operational Land Imager*) apresentam 30 m de resolução espacial, 16 dias de resolução temporal e são disponibilizadas gratuitamente pela USGS (*United States Geological Survey*).

A constelação Sentinel-2 compõe um conjunto de dois satélites simultaneamente em órbita (Sentinel-2A desde de Junho de 2015 e Sentinel-2B desde de 2016), onde o sensor acoplado a eles é denominado de MSI (*Multi-Spectral Instrument*). As imagens Sentinel-2 possuem 10 m de resolução espacial (bandas do visível e infravermelho médio) e 5 dias de resolução temporal (os dois satélites juntos) e são disponibilizadas gratuitamente pela ESA (*European Space Agency*).

Para a área da Fazenda Santa Verginia, foram adquiridas 1.947 imagens ao total para o período de 01/03/2017 e 31/04/2020, representadas por 1.828 imagens PlanetScope/CCD, 46 imagens Landsat 8/OLI e 73 imagens Sentinel-2/MSI. Já para a área da Fazenda Campina, 1.346 imagens foram adquiridas ao total, sendo 46 imagens Landsat 8/OLI, 75 imagens Sentinel-2/MSI e 1.225 imagens PlanetScope/CCD, contemplando o mesmo período, com exceção do Sentinel-2/MSI.

Para os satélites Landsat 8/OLI e Sentinel-2/MSI, foram utilizadas as imagens disponibilizadas no Google Earth Engine (GEE) que é uma plataforma de geoprocessamento geoespacial com grande capacidade de armazenamento de arquivos em nuvem, construído com o intuito de analisar, criar e compartilhar dados. As imagens Sentinel-2/MSI, disponibilizadas no GEE, só estavam disponíveis a partir de dezembro de 2018. Deste modo, foram adquiridas imagens Sentinel-2/MSI para o período de 01/12/2018 a 31/04/2020.

2.3 Processamento das imagens e cálculo do NDVI

Para a identificação dos sistemas ILP e caracterização das assinaturas espectro-temporais foram utilizadas séries temporais do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*), obtidas a partir das imagens PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI. O NDVI foi proposto inicialmente por Rouse et al. (1973), e é calculado pela seguinte relação:

$$NDVI = \frac{(NIR-R)}{(NIR+R)}$$

Onde, NIR é a refletância de superfície na banda do infravermelho próximo; e R é a refletância de superfície na banda do vermelho.

Os principais usos da terra nas duas fazendas foram identificados e cinco alvos de interesses foram selecionados para a geração do perfil temporal do NDVI: floresta nativa, pastagem, ILP, IPF, e uma área de eucalipto denso onde foi implementado a IPF.

Para a construção das séries temporais PlanetScope/CCD, foi utilizada a técnica do valor máximo do NDVI. Para isso foram testadas composições de valor máximo de 5, 10 e 15 dias para a elaboração dos perfis temporais. A composição de 15 dias resultou na melhor série temporal por ser aquela que apresentou um perfil mais suavizado e menos ruídos em relação às composições de 5 e 10 dias, filtrando valores extremos de pico ou base e apresentando menores falhas na série temporal. Mesmo com a utilização da composição de dias, foi necessário a utilização de modelos matemáticos para o preenchimento de falhas ocasionadas por falta de imagens em decorrência de nuvens por períodos superiores a 15 dias. Assim, as falhas das séries temporais foram preenchidas através da técnica de *Gap filling* por interpolação linear de dados, sendo que em toda a série temporal o período máximo de falha observado foi de 30 dias (2 falhas).

Para os satélites Landsat 8/OLI e Sentinel-2/MSI não foi utilizada a técnica de composição de dias devido a sua menor resolução temporal comparado as imagens PlanetScope/CCD (diário), sendo utilizada a série original de ambos os satélites.

2.4 Caracterização dos diferentes usos da terra nas áreas de estudo

Foram caracterizados os perfis temporais médio do NDVI para cada um dos cinco alvos de interesse. Em seguida, os dados estatísticos como valores de máximo, mínimo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV, %) foram extraídos dos diferentes perfis temporais do NDVI. Para cada uso da terra, identificou-se o perfil temporal do NDVI relacionando-o às técnicas de manejo empregadas na área.

O processamento das imagens, cálculo e extração dos valores de NDVI, construção dos perfis de comportamento espectro-temporal e análises estatísticas foram realizados utilizando o software livre RStudio (R CORE TEAM, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os perfis temporais do NDVI derivados das imagens Landsat 8/OLI, PlanetScope/CCD e Sentinel-2/MSI (Figuras 2 – 6), indicados nas cores verde, laranja e amarelo, respectivamente. Dados de precipitação obtidos pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), foram adicionados nas figuras (barras em azul) para



o período em análise para auxiliar na interpretação dos resultados.

Os dados das imagens derivadas dos diferentes satélites seguiram a seguinte estratégia de representação: para PlanetScope/CCD cada ponto representa o valor máximo dentro de 15 dias; para Landsat 8/OLI e Sentinel-2/MSI, os pontos plotados nos perfis temporais representam as datas de aquisição das imagens.

A Figura 2 representa o perfil de uma área de pastagem na Fazenda Campina. É possível observar que essa curva é característica de uma área de pastagem cultivada, onde os valores do índice possuem variação senoidal, representada pelo manejo característico do gado e do pasto, sendo possível observar valores em que a disponibilidade de biomassa é maior ou menor, decorrente da influência da precipitação e pastejo do gado. Analisando o perfil de uso da terra de pastagem, pode-se afirmar que quando há a entrada do gado no talhão (neste caso, específico, estamos supondo pois não temos datas de entrada e saída do gado), a disponibilidade de biomassa decai se comparada com a ausência do gado.

O volume de precipitação também é um fator de influência no perfil temporal do NDVI para a pastagem, onde é possível observar a maior e menor disponibilidade de biomassa verde diretamente relacionada aos períodos de chuva ou estiagem.

É possível identificar que houve um período maior sem imagens do satélite Landsat 8/OLI que resultou em uma pequena suavização da curva no mês de outubro de 2018, mas não afetou a identificação da pastagem por meio da análise do perfil temporal do NDVI. No entanto, a limitação de datas imageadas, na maioria das vezes, ocasionada pela presença de nuvens e/ou pelo longo tempo de revisita, pode influenciar diretamente na curva do perfil temporal do NDVI.

Também é possível visualizar que a quantidade de imagens PlanetScope é muito superior à Landsat 8/OLI e Sentinel-2/MSI devido a sua resolução temporal diária. As imagens do satélite Sentinel-2/MSI possuem um padrão constante de imageamento.

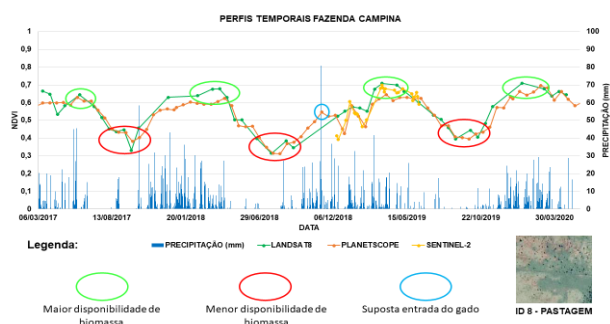


Figura 2. Representação dos perfis temporais do NDVI de uma área de pastagem na Fazenda Campina.

A Figura 3 mostra as curvas características de floresta nativa de uma área localizada na Fazenda Santa Vergínia, sendo possível observar elevados e constantes valores de NDVI relacionados ao alto vigor da vegetação durante todo o período. Podemos identificar uma irregularidade em julho de 2019 uma vez que os valores do NDVI apresentaram pequena queda, podendo ser atribuída a um período atípico de estiagem, confirmada pelos dados de precipitação.

Assim é possível destacar que até as florestas nativas, que apresentam valores constantes e mais elevados do NDVI podem sofrer com períodos de estiagem, provocando queda nos valores de NDVI devido aos fatores biológicos das espécies.

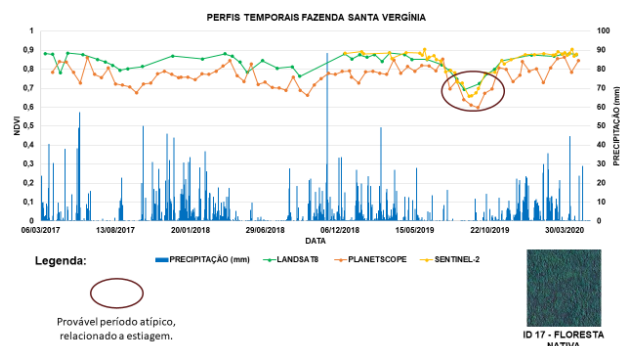


Figura 3. Representação dos perfis temporais do NDVI de uma área de floresta nativa para a Fazenda Santa Vergínia.

A Figura 4 representa uma área de IPF implementada na Fazenda Santa Vergínia. Observa-se no perfil do NDVI a área de IPF com períodos de maiores e menores disponibilidades de biomassa verde, também associados a períodos com maior ou menor precipitação e o manejo do gado nos piquetes

O manejo adotado pelo produtor na Fazenda Santa Vergínia, para a produção de eucalipto com a pecuária, se dá através do plantio do eucalipto, não aproveitando a rebrota, sendo espaçados em quatro fileiras e 30 metros de área com gramínea destinada e bem definida para a pastagem. Não há interferência da gramínea com o eucalipto.

Pode-se notar que a queda observada no perfil temporal do NDVI na metade de junho de 2019 se dá pelo corte e colheita do eucalipto, diminuindo o valor do NDVI bruscamente para abaixo de 0,35, deixando a área em condições de solo exposto.

O crescimento do valor do NDVI em seguida pode ser relacionado com o aumento da disponibilidade de biomassa verde, decorrido do crescimento da gramínea no talhão, assim iniciando um novo ciclo para a posterior plantação do eucalipto até que o mesmo atinja estatura considerável para a nova entrada do gado em março de 2020.

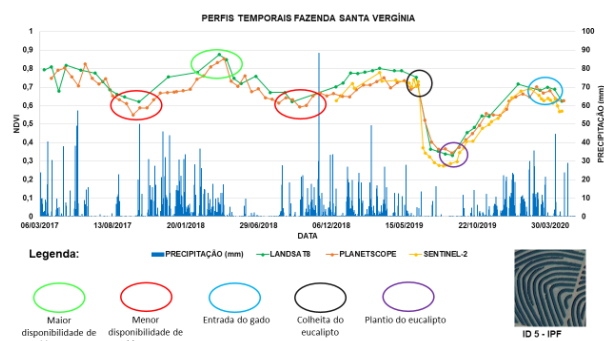


Figura 4. Representação dos perfis temporais do NDVI de uma área de IPF na Fazenda Santa Vergínia.

A Figura 5 mostra o perfil temporal do NDVI para uma área de ILP presente na Fazenda Campina. É possível identificar no perfil que a curva é mais estreita com picos em janeiro, representações típicas de cultura anual, no caso a soja. Também pode-se observar que o manejo utilizado permite a realização do cultivo da soja, com plantio em dezembro e colheita em março, seguido da implantação do milho e gramínea para a entrada do gado no talhão. Posteriormente o produtor desseca a pastagem, geralmente no mês de novembro, para uma nova safra de soja.

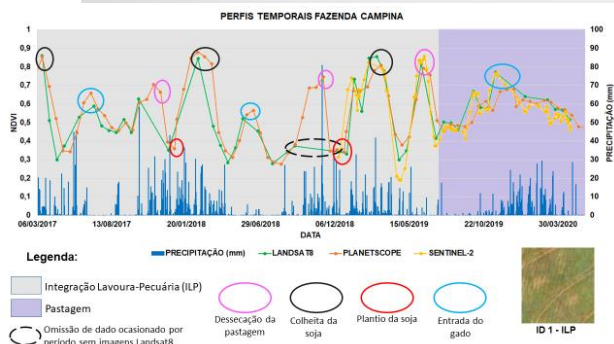


Figura 5. Representação dos perfis temporais do NDVI de uma área de ILP na Fazenda Campina.

Pode-se identificar na Figura 5 que o produtor adotou o cultivo somente da pastagem a partir de maio de 2019 e permanecendo até o final do período de análise, alterando o padrão da curva de ILP para a curva característica do perfil da pastagem.

Para este perfil em específico, a falta de imagens do satélite Landsat 8/OLI iria prejudicar a identificação dos cultivos agrícolas e manejo do gado utilizando a análise do perfil temporal do NDVI. As imagens faltantes no período do final de agosto e final de dezembro de 2018 não permitiram a identificação dos diferentes manejos da fazenda, assim implicando em uma caracterização incompleta do uso e ocupação da terra para esses períodos.

Para este caso, a melhor condição é que as séries temporais sejam compostas por imagens PlanetScope/CCD, para que se possa observar a série histórica completa. As imagens Sentinel-2/MSI permitem a caracterização dos manejos obtidos na fazenda para recentes datas, porém as imagens do Landsat 8/OLI também possibilitaram a caracterização do perfil para as mesmas datas do Sentinel-2/MSI sem que houvesse perda de dados, o que torna possível a escolha de mais de um satélite para a geração dos perfis temporais do NDVI a partir de outubro 2018.

O perfil temporal ilustrado na Figura 6 representa a implantação de uma área de IPF na Fazenda Santa Vergínia. É

possível observar que até Abril de 2018 o talhão era composto pela plantação de eucalipto denso (somente o cultivo do eucalipto de forma adensada), com elevados valores de NDVI até sua colheita em abril. Esta operação fez com que o valor do índice de vegetação caísse para menos de 0,4 e assim permanecendo até seu plantio em meados de Janeiro de 2019, onde a curva começa apresentar novo acréscimo por conta do crescimento do eucalipto.

Com o crescimento do eucalipto e da gramínea, o produtor pode realizar o manejo do gado, assim iniciando a integração entre ambas as culturas no mesmo talhão até que o gado seja manejado para outra área.

É possível notar que neste tipo de integração o valor do NDVI é mais elevado que em talhões com apenas pastagem, resultado do manejo integrado do eucalipto, assim como os valores do NDVI da integração são inferiores ao da plantação de eucalipto denso, resultado da presença da alimentação e pastoreio do gado, responsável pelo decréscimo do valor.

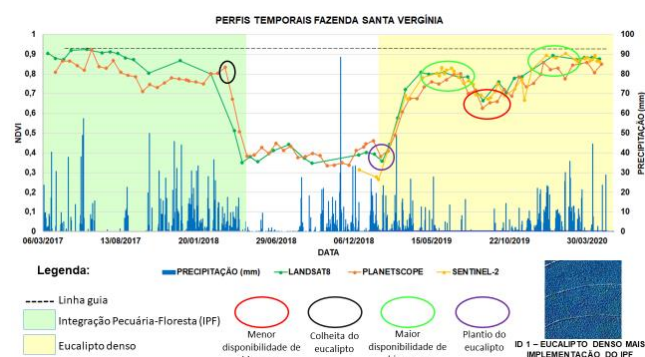


Figura 6. Representação dos perfis temporais do NDVI de uma área de eucalipto com a implementação do IPF na Fazenda Santa Vergínia.

A Tabela 1 mostra os dados estatísticos dos valores de NDVI extraídos das imagens PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI para os alvos de interesse.

Tabela 1. Dados estatísticos dos valores de NDVI extraídos das imagens dos satélites PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI para os alvos de interesse

Alvo de interesse	Satélite/sensor	NDVI				
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Pastagem	PlanetScope/CCD	0,312	0,696	0,523	0,094	17,88
	Sentinel-2/MSI	0,302	0,698	0,540	0,120	22,32
	Landsat 8/OLI	0,318	0,710	0,528	0,138	26,17
Floresta Nativa	PlanetScope/CCD	0,598	0,864	0,764	0,057	7,42
	Sentinel-2/MSI	0,578	0,905	0,834	0,078	9,31
	Landsat 8/OLI	0,663	0,886	0,826	0,059	7,24
IPF	PlanetScope/CCD	0,344	0,854	0,650	0,109	16,77
	Sentinel-2/MSI	0,348	0,779	0,529	0,147	27,82
	Landsat 8/OLI	0,330	0,876	0,664	0,145	21,87
ILP	PlanetScope/CCD	0,232	0,879	0,525	0,159	30,33
	Sentinel-2/MSI	0,188	0,858	0,565	0,156	27,60
	Landsat 8/OLI	0,232	0,861	0,510	0,180	35,20
Eucalipto denso + implementação do IPF	PlanetScope/CCD	0,335	0,923	0,665	0,180	27,05
	Sentinel-2/MSI	0,266	0,904	0,757	0,213	28,14
	Landsat 8/OLI	0,347	0,924	0,698	0,210	30,20



Pode-se observar que, de modo geral, maiores valores de NDVI médio para uso da terra com floresta nativa e menores valores de NDVI médio para pastagem. Os menores valores de CV para Florestas Nativas ocorrem em função da pouca variação na vegetação durante o período analisado e também pela homogeneidade do alvo em termos espectrais. Maiores valores de CV são encontrados para manejos como IPF e eucalipto denso mais IPF. São duas as razões que provocam os maiores valores de desvios: primeiro, devido a colheita e manejo das culturas, sendo altos valores do NDVI quando há maiores disponibilidades de biomassa verde, resultante de períodos de chuva e ausência da presença do gado no talhão e baixos valores quando há a colheita do eucalipto, decaindo os valores do NDVI e assim resultante nos maiores valores do coeficiente de variação. Segundo, este manejo determina, que num mesmo local, haja mais de um alvo (cultura e gramíneas, culturas, gramíneas e eucalipto dentre outros arranjos). Isto faz com que a resposta espectral seja extremamente variada impactando nos valores de CV que aumentam devido a estes arranjos. Valores de NDVI mínimo para pastagem estão sempre próximos de 0,3 e de máximo variam entre 0,65 e 0,8. Já para o uso da terra como a IPF, os valores de máximo chegam a 0,89, pois o NDVI está trazendo informações de mais biomassa, já que na mesma área há a gramínea e o eucalipto.

4. CONCLUSÕES

As diferentes imagens PlanetScope/CCD, Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI foram capazes de compor perfis espectro-temporais que permitiram a identificação dos principais usos da terra nas Fazendas Santa Vergínia e Campina, assim como a caracterização dos manejos adotados nas áreas de interesse por meio da análise dos perfis temporais do NDVI.

Os alvos mais complexos de integração ILP e IPF foram melhor caracterizados por séries temporais mais robustas como as imagens PlanetScope/CCD. Os alvos com comportamento mais homogêneo no tempo, como florestas, são facilmente identificáveis e monitorados por todas as imagens consideradas.

As imagens PlanetScope/CCD permitiram a caracterização precisa e completa dos alvos com relação as imagens Sentinel-2/MSI e Landsat 8/OLI, ainda mais pelo fato das imagens Landsat 8/OLI ter menor resolução temporal (tempo de revisita de 16 dias), podendo resultar na perda de dados importantes caso haja nuvens no dia da passagem do satélite, aumentando o período sem imagem. As imagens Sentinel-2/MSI permitem boa caracterização dos perfis espectro-temporais, porém, apresentam uma série temporal

mais recente (a partir de dezembro de 2018), impossibilitando caracterizar manejos de usos da terra mais antigos.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/PIBITI e CNPq pelo financiamento desse projeto de pesquisa e à FAPESP pelo financiamento de parte desse estudo (Projeto FAPESP n° 2017/50205-9).

Aos gerentes das Fazendas Santa Vergínia e Campina, pelos dados fornecidos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, B. J. R.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M. Integrated crop – livestock – forestry systems : prospects for a sustainable agricultural intensification. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 108, n. 1, p. 1–4, 2017.
- DUARTE, P. M.; SANTANA, V. T. P.; DALMAS, A. D.; FERRI, I. E. B. Integração Lavoura-Pecuária (ILP): uma Revisão Literária. **Uniciências**, v. 22, n. 2, p. 106-109, 2018.
- MANABE, V.; MELO, M.; ROCHA, J. Framework for Mapping Integrated CropLivestock Systems in Mato Grosso, Brazil. **Remote Sensing**, v. 10, n. 9, p. 1322, 21 ago. 2018.
- MORAINE, M.; DURU, M.; THEROND, O. A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop–livestock systems from farm to territory levels. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 32, n. 01, p. 43–56, 14 fev. 2017.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.
- ROUSE, J.; HAAS, R.; SCHELL, J.; DEERING, D.; HARLAN, J. **Monitoring the vernal advancements and retrogradation (greenwave effect) of nature vegetation**. Greenbelt: NASA; 1973. NASA/ GSFC Final Report.
- SANTOS, C. L. M. DE O. et al. Classification of Crops, Pastures, and Tree Plantations along the Season with Multi-Sensor Image Time Series in a Subtropical Agricultural Region. **Remote Sensing**, v. 11, n. 3, p. 334, 8 fev. 2019