

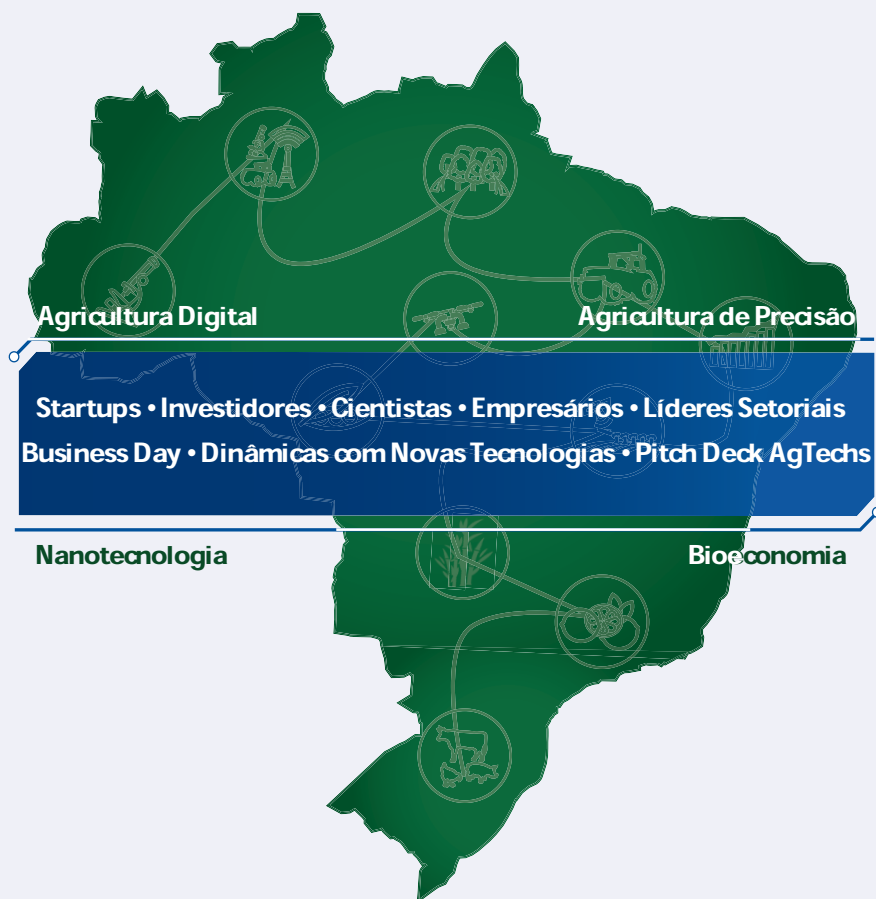
Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

SIAGRO

Ciência, Inovação e Mercado

03 a 05 de dezembro de 2019
Embrapa Instrumentação

Anais



ISSN 2358-9132

Editores

Paulino Ribeiro Villas-Boas

Maria Alice Martins

Débora Marcondes Bastos Pereira Milori

Ladislau Martin-Neto

Embrapa

Instrumentação

TERMOGRAFIA DE SUPERFÍCIE POR SENSORIAMENTO REMOTO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Nicolle Laurenti^{1,*}; Otávio de Almeida Bueno², José Ricardo Macedo Pezzopane³; Alexandre Rossetto Garcia³; Alberto C. de Campos Bernardi³

¹ UNICEP, São Carlos, SP, Brazil;

² CPG Ciências da Engenharia Ambiental – EESC USP, São Carlos – SP;

³ Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

* Autor correspondente, e-mail: nicollelaurenti2@gmail.com

Resumo: A compreensão da variabilidade no espaço e tempo das propriedades edáficas, climáticas e dos vegetais, nos diferentes sistemas produtivos, possui potencial para contribuir com o aumento da produtividade e qualidade, economia de insumos, e redução do impacto ambiental. Entre as técnicas que possibilitam esse conhecimento está o geoprocessamento de imagens oriundas de sensoriamento remoto. O objetivo deste trabalho foi comparar a variação da temperatura de superfície de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) a partir de imagens de monitoramento aéreo. A pesquisa foi realizada em uma área de estudo de 30 ha do sistema de ILPF, na Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos-SP. Foram geradas imagens de Termografia de Infravermelho (IRT) comparando os sistemas estudados. Os resultados indicaram diferenças espaço-temporais ao longo do período analisado na área estudada em função dos meses de observação. O monitoramento permitiu avaliar os benefícios do sistema ILPF na redução da temperatura da superfície, além disso os resultados confirmaram que IRT pode ser uma ferramenta auxiliar para os estudos de sistemas de produção agropecuária.

Palavras-chave: geoprocessamento, agricultura de precisão, mapeamento, termografia de superfície, sistemas integrados.

REMOTE SENSING SURFACE THERMOGRAPHY OF A CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATED SYSTEM

Abstract: Understanding the spatial and temporal variability of edaphic, climatic and plant properties in different production systems has the potential to contribute to increase productivity and quality, economy of inputs, and reduction of environmental impact. Among the techniques that enable this knowledge is the geoprocessing of images from remote sensing. The objective of this work was to compare the surface temperature variation of crop-livestock-forest integrated systems (CLFIS) from aerial monitoring images. Infrared Thermography (IRT) images were generated comparing the three studied systems; The results indicated spatiotemporal differences over the analyzed period in the studied area as a function of the months of observation. The monitoring allowed to evaluate the benefits of the CLFIS in the reduction of the surface temperature, besides the results confirmed that IRT can be a useful tool for the studies of agricultural production systems.

Keyword: geoprocessing, precision agriculture, mapping, surface thermography, integrated systems.

1. Introdução

O sistema de integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) promove a intensificação do uso da terra e a busca de efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema de maneira sustentável, com o objetivo de atingir patamares elevados de qualidade de produto e qualidade ambiental (BALBINO *et al.*, 2011). É importante estudar as características e efeitos destes sistemas

integrados, e as ferramentas de agricultura de precisão (AP) são úteis para realização de análises espaço temporais.

Estas análises são realizadas a partir da coleta de dados de máquinas ou sensores, ou a partir de imagens de sensoriamento remoto, oriundos de veículos aéreos tripulados ou não tripulados, ou imagens de satélite, por exemplo. O desenvolvimento de equipamentos e os métodos de sensoriamento remoto possibilitam ampliar a capacidade de adquirir dados em tempo real e em larga escala no campo.

Segundo Filippini-Alba (2014), o sensoriamento remoto trata de medições sem contato físico entre o alvo e o sensor, permitindo o estudo da interação da radiação eletromagnética com os objetos terrestres, que podem gerar diversas análises. Os índices de vegetação e ambientais obtidos por sensoriamento remoto têm sido utilizados para estimar a biomassa vegetal e os efeitos dos estresses bióticos e abióticos, pois são indicativas das mudanças temporais e espaciais dos ecossistemas. Entre as técnicas destacam-se a termografia de superfície e os índices de reflectância. A termografia de superfície detecta o fluxo radiante de objeto emitido em comprimentos de onda entre 3-14 μm , utilizando detectores de radiação infra-vermelha acoplados a plataformas orbitais ou aeronaves.

O objetivo deste trabalho foi comparar a variação da temperatura de superfície de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) a partir de imagens de monitoramento aéreo.

2. Material e métodos

O estudo foi realizado em área experimental (Figura 1) da Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos, Brasil (21°57'S, 47°50'W, 860 m alt). O sistema ILPF totaliza 30 ha e inclui os sistemas (PEZZOPANE et al., 2019): i) pastagem intensiva (INT) de capim Piatã (*Urochloa brizantha*); ii) Integração lavoura-pecuária (ILP), em que um terço da área é renovada anualmente plantando milho consorciado com capim Piatã; iii) integração floresta-pecuária-floresta (ILPF) plantado com *Eucalyptus urograndis* (GG100) em fileiras simples com espaçamento de 15 m e distância de 2 m entre árvores; iv) integração de pastagem-floresta (IPF), com capim Piatã e eucalipto; v) sistema extensivo (EXT) de capim braquiária (*Urochloa decumbens*). As pastagens são manejadas em sistema rotacionado com 6 dias de pastejo e 35 dias de repouso em épocas de chuvas e secas. Os piquetes são divididos com cercas elétricas em 6 subdivisões de 0,5 ha cada com 2 repetições.

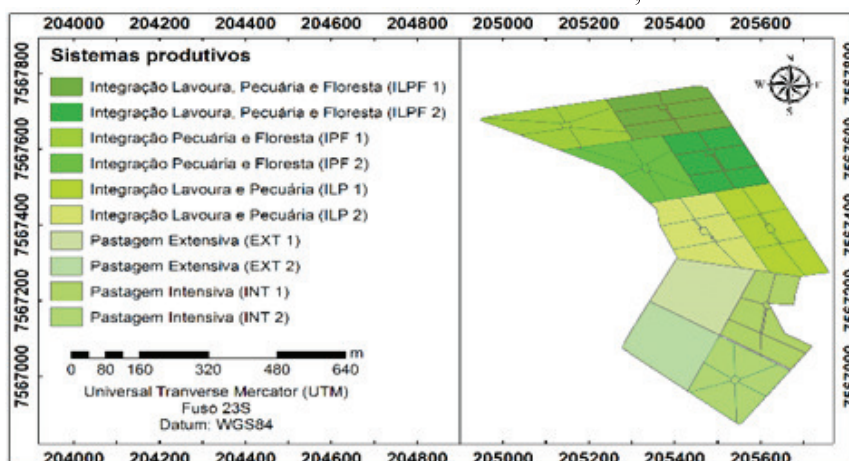


Figura 1. Localização da área de estudo, o sistema ILPF da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos - SP.

Foram utilizados dados georreferenciados de termografia de superfície coletados pela empresa Airscout®, por meio de sobrevoos com veículo aéreo a altura aproximada de 2.000 pés entre as 11h e 14h30. As datas das coletas estão a Tabela 1. Estes dados foram organizados em sistema de informação geográfica (SIG) e interpolados utilizando o software ArcGIS 10.5, por meio da técnica do vizinho ponderado (IDW) para obter um arranjo espacial contínuo das informações no local de estudo (AKKALA et al., 2010). A partir dos mapas de cada data amostrada, criou-se uma

malha de pontos padronizada para amostragem para cada área, de acordo com o seu tamanho, o qual foi utilizado como referencial de amostragem para extrair informações da mesma localidade em todas as imagens e, então calcular-se a média das temperaturas por estação.

Tabela 1. Datas de coleta das imagens de termografia de superfície nas estações do ano de 2018

Estações do ano				
Verão	Outono	Inverno	Primavera	
11-01-18	06-04-18	06-09-18	12-10-18	
27-01-18	22-04-18		09-12-18	
05-02-18	07-05-18			
17-02-18				
12-03-18				
18-03-18				

Os valores obtidos foram organizados de acordo com as respectivas estações do ano, e estabeleceu-se 5 classes de temperaturas para comparação: 17 a 21,9°C; 22 a 26,9°C; 27 a 31,9°C; 32 a 36,9°C; e < 37°C. Calculou-se as frequências de ocorrência dos valores em cada classe utilizando o software LibreOffice Calc.

A partir dos polígonos interpolados, executou-se a aleatorização de pontos distribuídos uniformemente para criação da grade virtual do plano de informação, o qual foi utilizado como referencial de amostragem para extrair informações da mesma localidade em todas as imagens. Então utilizou-se a ferramenta *Create Random Points* do ArcGis10.5 para gerar uma grade virtual com 3.000 pontos aleatoriamente distribuídos e com coordenadas padronizadas, com a finalidade de exportar dados referente aos mesmos pontos para todas as datas e estações do ano.

3. Resultados e discussões

A Figura 1 mostra os mapas da termografia de superfície médias das áreas de ILPF, ILP, IPF, INT e EXT nas quatro estações do ano. As imagens mostram o efeito positivo da presença das árvores, pois na área de pastagem extensiva (EXT), as temperaturas tendem a ser mais elevadas, com redução nos sistemas ILPF e IPF. A estação da primavera apresentou as temperaturas de superfície mais extremas, provavelmente devido à ocorrência de poucas chuvas, e baixa água disponível no solo, associada com elevadas temperaturas do ar. Os mapas das médias das temperaturas de superfície nas estações foram gerados a partir dos mapas individuais de cada data de coleta (Tabela 1). Os dados de cada data geraram um mapa de temperatura, que depois em ambiente SIG foi possível gerar a "média" de cada estação, apresentada na Figura 2.

A Tabela 2 confirma esta tendência, uma vez que ao se comparar as classes de temperaturas dos sistemas há uma diferença, indicando um predomínio das temperaturas mais amenas no sistema ILPF. Os resultados na Tabela 2 indicaram que no Verão variaram de 22 a 26,9°C, no Outono de 22 a 31,9°C, no Inverno de 17 a 31,9°C e pôr fim a Primavera com valores acima de 32°C.

Tabela 2. Percentual de temperatura no sistema estudado.

Sistemas	Temperatura(°C)	Estações do ano			
		Verão	Outono	Primavera	Inverno
		%-			
ILPF	17 – 21,9	0,2	-	-	-
	22 – 26,9	99,8	75,2	-	73,8
	27 – 31,9	-	20,5	34	15,7
	32- 36,9	-	4,3	52,2	10,5
	≥ 37	-	-	13,8	-
ILP	17 – 21,9	2,5	-	-	7,5
	22 – 26,9	97,3	53,4	-	18,3
	27 – 31,9	0,2	34,5	0,2	71,6
	32- 36,9	-	12,1	41,6	2,4
	≥ 37	-	-	58,2	0,2
IPF	17 – 21,9	-	0,4	-	29,8
	22 – 26,9	100	93,3	-	60
	27 – 31,9	-	6,3	-	9,4
	32- 36,9	-	-	48,2	0,8
	≥ 37	-	-	51,8	-

EXT	17 – 21,9	-	-	-	0,4
	22 – 26,9	100	0,5	-	33,7
	27 – 31,9	-	99,5	0,4	65,9
	32- 36,9	-	-	33,3	-
	≥ 37	-	-	66,3	-
INT	17 – 21,9	-	-	-	2,9
	22 – 26,9	12,3	12,2	-	65,8
	27 – 31,9	87,3	87,2	-	31,1
	32- 36,9	0,4	0,6	48,8	0,2
	≥ 37	-	-	51,2	-

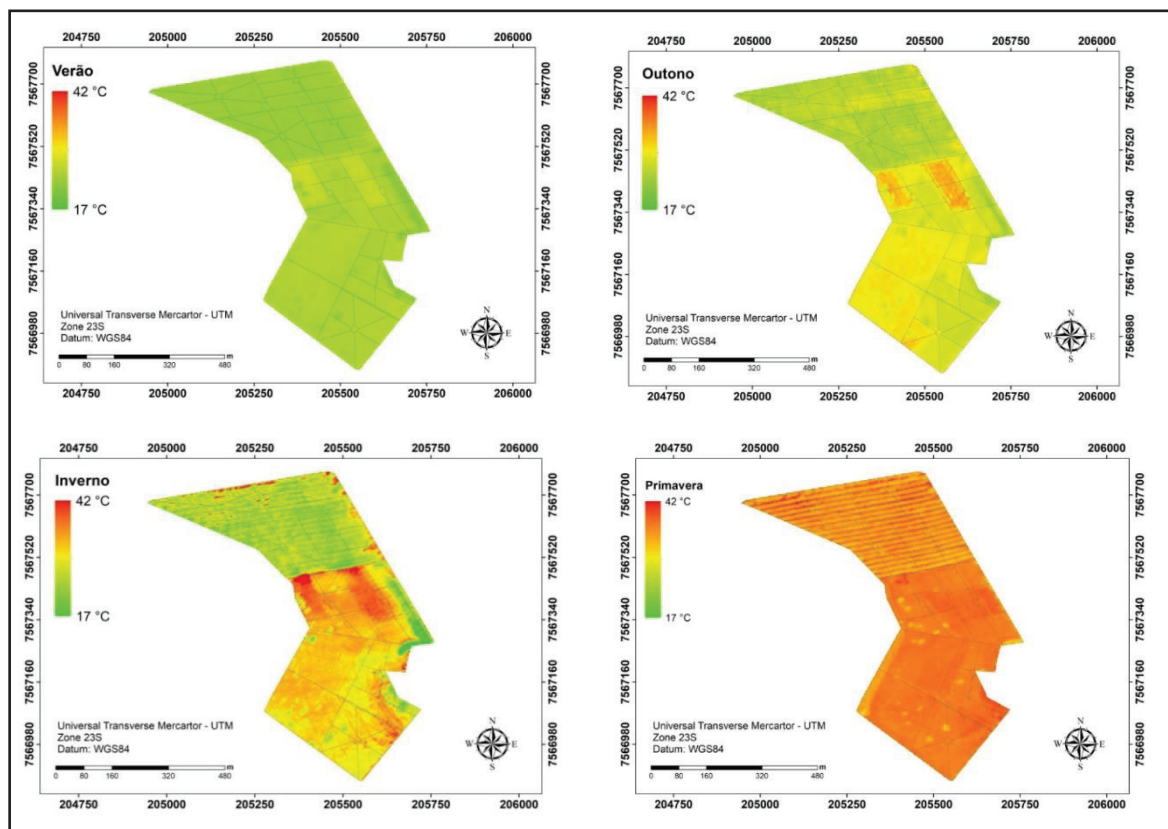


Figura 2. Mapas de termografia de superfície da área estudada em cada estação do ano.

4. Conclusões

Os resultados indicaram diferenças espaço-temporais ao longo do período analisado na área estudada em função dos meses de observação. O monitoramento permitiu avaliar os benefícios do sistema ILPF na redução da temperatura da superfície, além disso os resultados confirmaram que IRT pode ser uma ferramenta auxiliar para os estudos de sistemas de produção agropecuária.

Agradecimentos

À Associação Rede ILPF e FAPESP (Processo 2019/04528-6) pelo suporte financeiro, à AirScout Brasil pelo fornecimento das imagens aéreas e ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Referência

- AKKALA, A.; DEVABHAKTUNI, V.; KUMAR, A. Interpolation techniques and associated software for environmental data. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, Hoboken, v.29, n.2, p. 134-141, 2010.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.
- FILIPPINI ALBA, J. M. Modelagem SIG em agricultura de precisão: conceitos, revisão e

aplicações. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 84-95.

PEZZOPANE, J. R. M.; BERNARDI, A. C. de C.; BOSI, C.; OLIVEIRA, P. P. A.; MARCONATO, M. H.; PEDROSO, A. de F.; ESTEVES, S. N. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems. **Agroforestry Systems**, v.93, p.39-49, 2019.