

ÍNDICES DE REFLECTÂNCIA EM PASTAGENS SOB SISTEMAS ILP E ILPF EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO.

Lucas Perassoli Menegazzo¹; Alberto C. de Campos Bernardi²; Fernando Cesar Bertolani³

¹Engenharia Agrônoma, UNICEP, São Carlos, São Paulo, menegazzosc@gmail.com;

² Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

³ Doutor, UNICEP, São Carlos, São Paulo.

1. Introdução

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) têm sido utilizados como uma estratégia de intensificação agrícola sustentável que integra atividades de cultivo de culturas anuais, árvores e pecuária na mesma área e na mesma safra (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.

Na AP, os métodos de obtenção de dados de forma rápida e com qualidade são imprescindíveis para a tomada de decisões. Os dados obtidos a partir da reflectância dos espectros de luz do dossel da cultura, usados para cálculo de diferentes índices que permitem a obtenção de informações sobre a situação da cultura em um curto prazo e assim, a adequação de manejo (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014). Dentre essas informações, destacamos a biomassa, qualidade, e ocorrência de estresses bióticos e abióticos.

O uso de sensores para propriedades do solo, ou parâmetros biofísicos vegetais tem encontrado cada vez mais aplicações nos sistemas de produção agropecuários (BERNARDI *et al.*, 2014; BERNARDI e PEREZ, 2014). As vantagens destes sensores incluem baixo custo, sistema com configuração menos complexa e maior velocidade do processamento. O manejo da pastagem, e o planejamento dos sistemas de produção animal são essencialmente baseados na estimativa de produção e acúmulo de biomassa. Para se verificar a variabilidade espacial, a amostragem muitas vezes mais intensa é necessária, dessa forma aumentando muito os pontos de amostragem. Nessas circunstâncias, o uso de ferramentas de AP pode contribuir para automação da avaliação, de modo a otimizar o tempo e mão-de-obra, e manter a confiabilidade da estimativa.

No planejamento do manejo de pastagens em sistemas ILPF e ILP é importante a estimativa de produção de biomassa para adequação da lotação animal na área. Isso pode ser obtido a partir da estimativa de produção de biomassa, assim como seu consumo pelos animais durante o pastejo, e das diferenças espaço-temporais a partir do uso de sensores (BERNARDI e PEREZ, 2014). A metodologia *on-the-go*, permite que esses dados sejam imediatamente utilizados por ser de rápida aquisição, não destrutiva e independente de outras etapas metodológicas.

Independentemente da cultivar, os pastos apresentaram maiores porcentagens de lâminas foliares e menores porcentagens de material morto no período das águas, quando comparados ao período seco. O decréscimo na relação Lâmina Foliar: Material morto foi muito maior, apesar dos decréscimos observados na relação Lâmina foliar :Colmos dos pastos do período das águas para o da seca. (EUCLIDES, 2008.) Assim, o método de reflectância também se torna uma ferramenta para verificação da qualidade da pastagem, pois os índices vegetativos estão atrelados a tais características que variam conforme as diferentes estações do ano.

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é gerar diferentes índices de reflectância (índice de diferença de vegetação normalizado -NDVI-, e o índice de clorofila -ChL-) a partir de mapas com ambos índices em diferentes estações do ano (verão e inverno de 2019) em pastagens sob diferentes sistemas(Integração lavoura pecuária floresta -ILPF-, e integração lavoura pecuária -ILP-) no período de uma semana de pastejo, para diferenciar as variações dos índices sob essas condições.

3. Material e métodos:

O estudo foi realizado em área experimental, na Embrapa Pecuária Sudeste (21°57'S, 47°50'W, 860 m alt), na cidade de São Carlos, São Paulo. A área experimental consiste em sistemas contendo pastagens intensivas de capim (INT), Integração lavoura-pecuária (ILP), integração floresta-pecuária-floresta (ILPF), integração de pastagem-floresta (IPF) e sistema extensivo (EXT). Os sistemas utilizados foram o ILP, contendo um terço da área renovada anualmente com consorciamento de milho com capim Piatã (*Urochloa brizantha*) e o ILPF plantado com capim Piatã (*Urochloa brizantha*) e *Eucalyptus urograndis* (GG100) em fileiras com 15 metros de distância entre linhas e 2 metros entre plantas. Cada sistema possui divisões com cercas elétricas criando 6 subdivisões com 0,5 ha cada. As pastagens são manejadas em sistema rotacionado com 6 dias de pastejo e 35 dias de repouso não importando a estação do ano. Para este estudo foram selecionadas duas áreas nos sistemas ILP (21°58'22.8"S 47°51'05.7"W) e ILPF (21°58'16.3"S 47°51'09.6"W), ambos com pastagens de capim Piatã e o ILPF arborizado com eucalipto.

A lotação animal na área ILP, era de 4 animais e a do ILPF era de 6 animais, em ambas as épocas das medidas, com 695 kg de média de peso no verão e 660 kg no inverno.

As medidas de reflectância foram realizadas com sensor ativo Crop Circle (ACS-430 – Holland Scientific) com datalogger GeoSCOUT (GLS-400 – Holland Scientific), acoplado a um GPS (GPSmap 76CSx – Garmin) para o índice de diferença de vegetação normalizado (NDVI) e o índice de clorofila (ChL) (Imagem 1). As medidas foram realizadas durante os dias de pastejo começando com uma medida previamente à entrada dos animais totalizando 7 dias medidos em duas épocas distintas do ano (Abril e Junho de 2019).

Os dados foram classificados em muito baixo (0.0 – 0.2), baixo (0.2-0.4), médio (0,4-0.6), alto (0,6-0,8) e muito alto (0.8-1.0) para ambos índices gerando o banco de dados georreferenciados. Os dados foram interpolados com software QGIS 3.10 utilizando a técnica IDW (inverse Distance Weighthing) que pondera os valores de pontos próximos para estimar valores onde não haja dados reais (imagem 2) , de acordo com a distância que os pontos se encontram, possibilitando gerar os mapas de cada área.



Imagem 1. – Sensor de reflectância e Datalogger utilizados em campo.

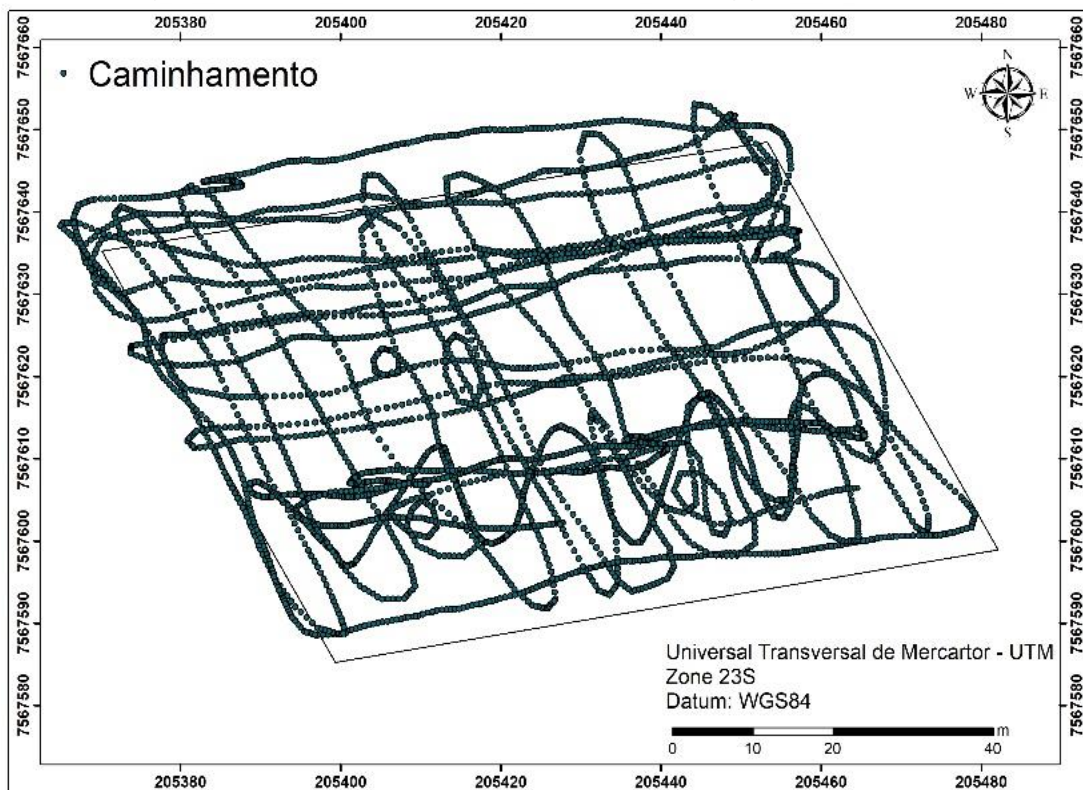


Imagem 2. – Modelo de caminhamento realizado dentro da área de estudo.

4. Resultados e Discussão

Verão

Inverno

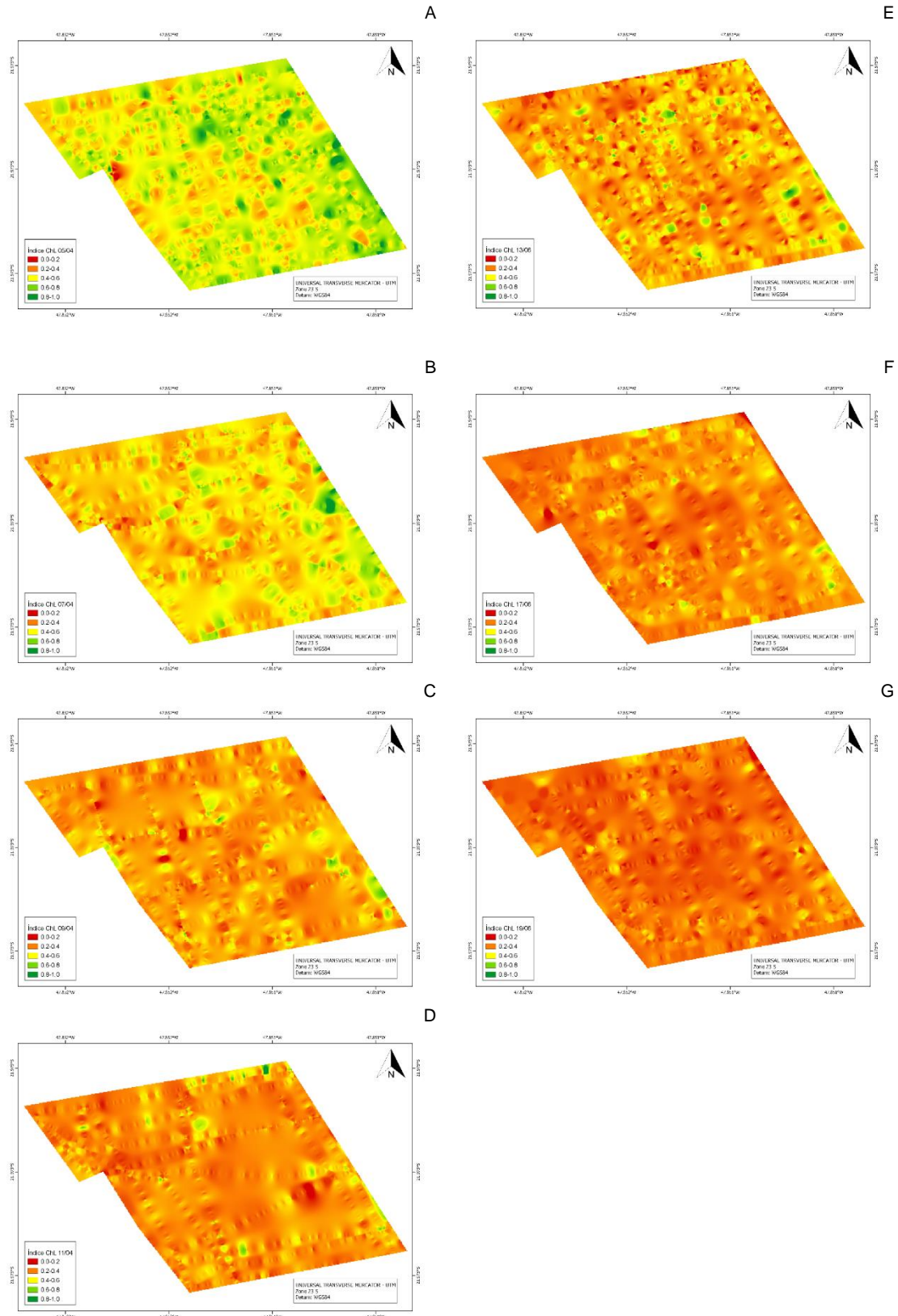


Figura 1: Mapas interpolados do índice de clorofila no verão (A, B, C, D) e inverno (E, F, G) de 2019 no sistema ILP.

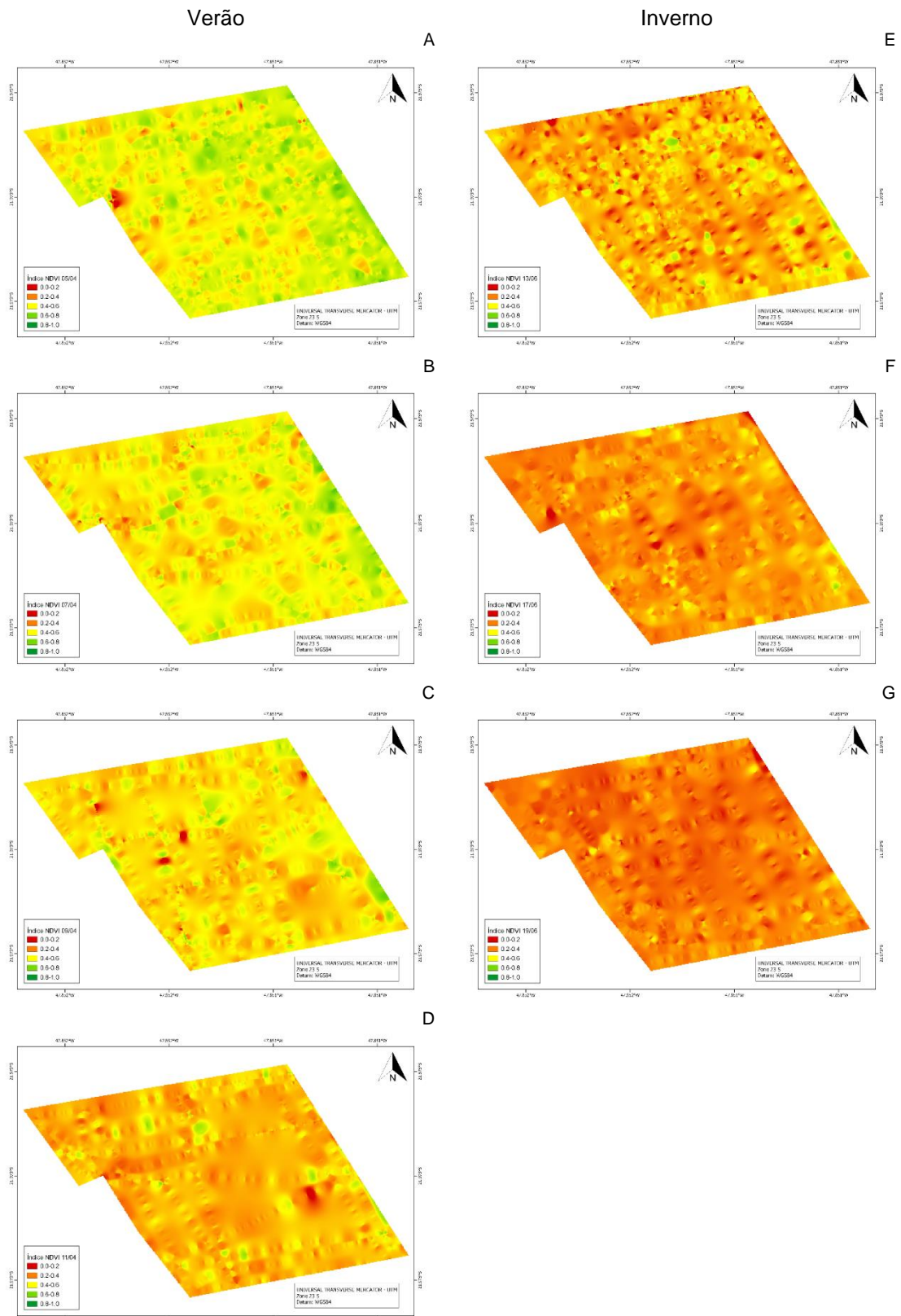


Figura 2: Mapas interpolados do índice NDVI no verão (A, B, C, D) e inverno (E, F, G) de 2019 no sistema ILP.

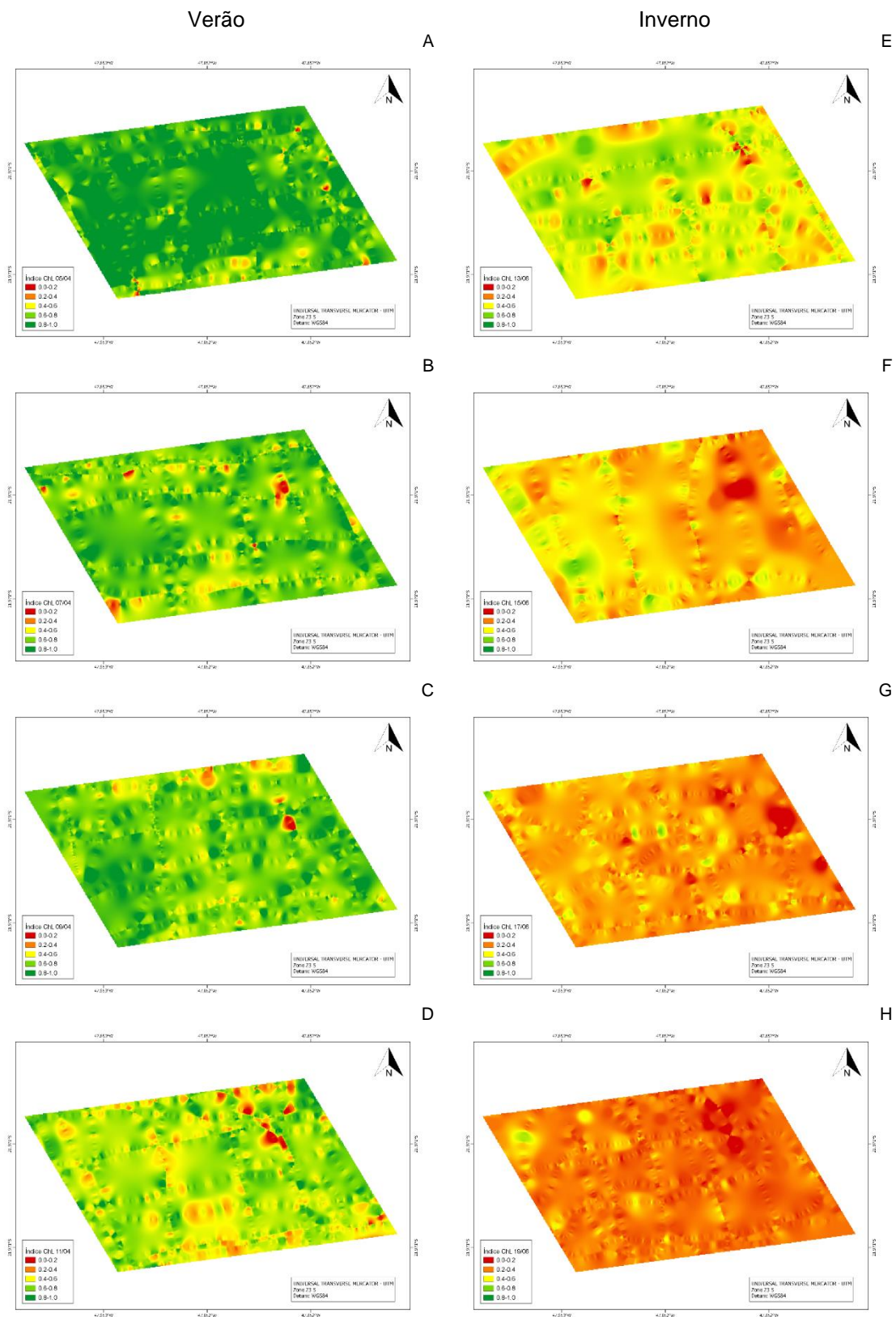


Figura 3: Mapas interpolados do índice de clorofila no verão (A, B, C, D) e inverno (E, F, G, H) de 2019 no sistema ILPF

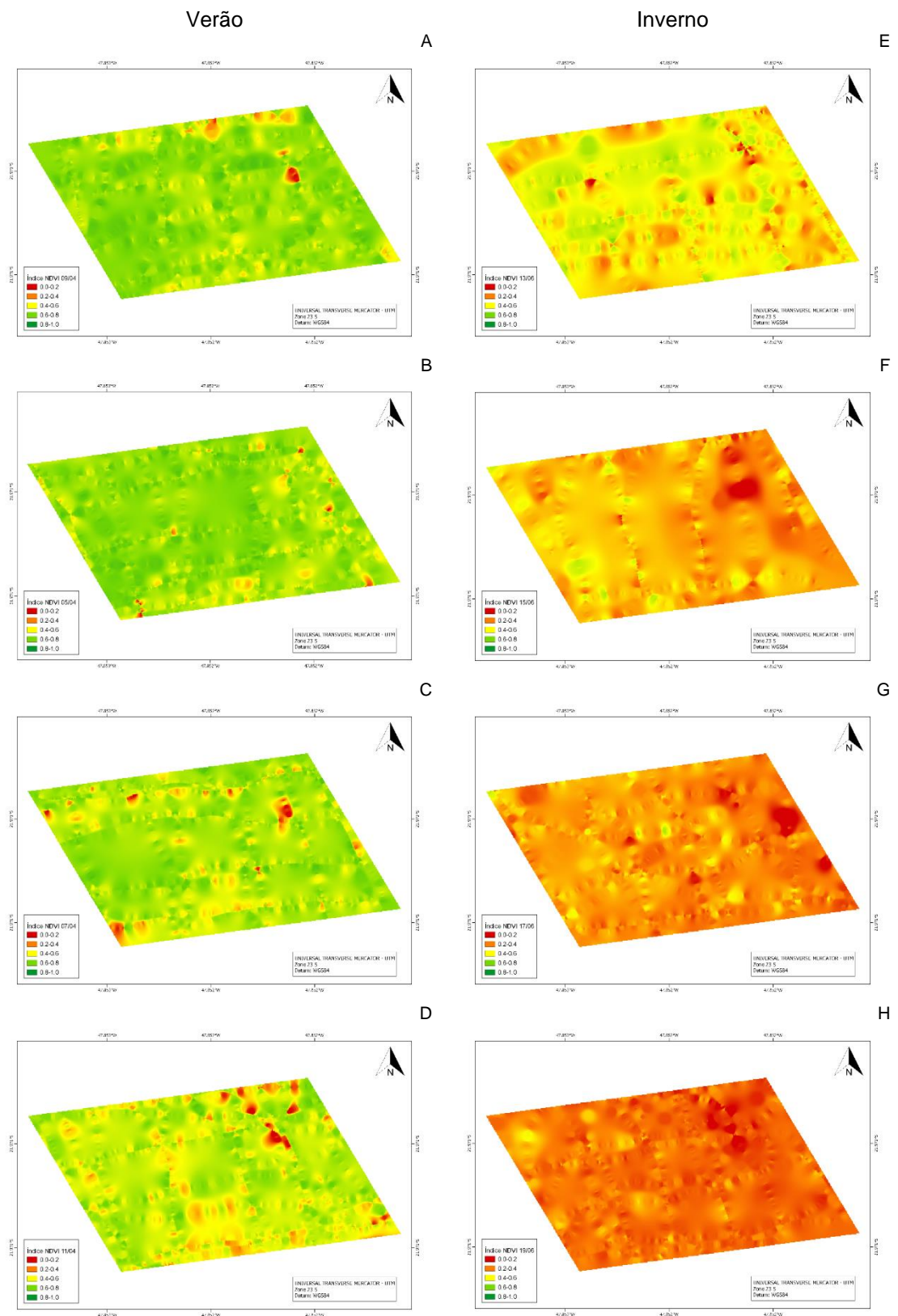


Figura 4: Mapas interpolados do índice NDI no verão (A, B, C, D) e inverno (E, F, G, H) de 2019 no sistema ILPF

Tabela 1.-Classes de distribuição (%) de ChL do sistema ILP no verão de 2019.

ChL ILP	05/abr	07/abr	09/abr	11/abr
0-0,2	0,24	0,56	0,62	0,25
0,2-0,4	1,45	6,77	22,62	37,72
0,4-0,6	35,94	63,35	67,13	55,62
0,6-0,8	50,34	27,50	9,01	5,69
0,8-1,0	12,04	1,82	0,62	0,72

Tabela 2.-Classes de distribuição (%) de ChL do sistema ILP no inverno de 2019.

ChL ILP	13/jun	17/jun	19/jun
0-0,2	2,14	1,94	0,94
0,2-0,4	21,54	36,73	57,77
0,4-0,6	64,64	55,34	39,27
0,6-0,8	10,01	5,04	2,02
0,8-1,0	1,68	0,93	0,00

Tabela 3.-Classes de distribuição (%) de ChL do sistema ILPF no verão de 2019.

ChL ILPF	05/abr	07/abr	09/abr	11/abr
0-0,2	0,43	0,40	0,28	0,79
0,2-0,4	1,39	1,25	0,62	2,94
0,4-0,6	2,99	6,55	5,97	19,08
0,6-0,8	16,05	35,50	38,07	49,08
0,8-1,0	79,15	56,31	55,05	28,11

Tabela 4.-Classes de distribuição (%) de ChL do sistema ILPF no inverno de 2019.

ChL ILPF	13/jun	15/jun	17/jun	19/jun
0-0,2	0,68	1,18	1,81	1,67
0,2-0,4	4,20	12,81	25,56	60,63
0,4-0,6	31,24	64,58	66,05	36,12
0,6-0,8	55,24	20,54	6,50	1,53
0,8-1,0	8,64	0,88	0,09	0,05

Tabela 5.-Classes de distribuição (%) de NDVI do sistema ILP no verão de 2019.

NDVI ILP	05/abr	07/abr	09/abr	11/abr
0-0,2	0,24	0,33	0,48	0,42
0,2-0,4	0,60	1,45	1,63	7,73
0,4-0,6	32,33	52,66	69,43	83,19
0,6-0,8	65,25	45,00	27,93	8,66
0,8-1,0	1,58	0,56	0,53	0,00

Tabela 6.-Classes de distribuição (%) de NDVI do sistema ILP no inverno de 2019.

NDVI ILP	13/jun	17/jun	19/jun
0-0,2	1,59	2,20	0,64
0,2-0,4	16,47	24,78	47,02
0,4-0,6	71,96	68,83	51,01
0,6-0,8	9,98	4,19	1,33
0,8-1,0	0,00	0,00	0,00

Tabela 7.-Classes de distribuição (%) de NDVI no sistema ILPF no verão de 2019.

NDVI ILPF	05/abr	07/abr	09/abr	11/abr
0-0,2	0,43	0,33	0,14	0,53
0,2-0,4	1,53	1,51	0,71	2,67
0,4-0,6	5,59	9,64	4,55	19,01
0,6-0,8	67,56	74,65	70,22	72,15
0,8-1,0	24,90	13,86	24,37	5,65

Tabela 8.-Classes de distribuição (%) de NDVI do sistema ILPF no inverno de 2019.

NDVI ILPF	13/jun	15/jun	17/jun	19/jun
0-0,2	0,63	0,74	1,72	1,48
0,2-0,4	4,97	16,05	31,07	66,65
0,4-0,6	48,09	73,78	65,28	31,58
0,6-0,8	46,26	9,43	1,94	0,29
0,8-1,0	0,05	0,00	0,00	0,00

Ambos índices variaram de modo semelhante, com redução dos valores conforme o pastejo era realizado, mas com amplitudes e variação das classes ocorrendo de modo diferente.

No verão de 2019, ambos índices variaram de forma semelhante no sistema ILP (Tabela 1 e Tabela 5), com as classes predominantes de cada índice coincidindo

em cada data analisada nos mapas, gerando os mesmos resultados de análise de classes.

No sistema ILPF, no verão (Tabela 7 e Tabela 3), os índices foram diferentes para todas as datas analisadas, e foi possível notar uma maior distribuição a porcentagem nas classes de ChL e uma maior concentração de porcentagens nas classes de NDVI se considerarmos as duas classes predominantes, onde no NDVI houve uma concentração de aproximadamente 70% da área na classe “médio alto” e na ChL, os valores ficaram mais distribuídos entre as classes “alto” e “médio alto”, com relevante aumento da classe “médio” no último dia analisado.

As classes de dados, no inverno, de todos os índices e sistemas avaliados foram em classes mais baixas que as classes iniciais do verão, sendo mais expressivo ainda se somadas as duas classes mais representativas de cada data. Isso é devido a maior produção de biomassa e menor quantidade de material morto na área na época das águas.

O índice ChL no inverno de 2019 (Tabela 2) comparado ao NDVI no inverno de 2019 (Tabela 6), ambos no ILP, indicaram que o índice ChL foi um pouco mais sensível que o NDVI, pois mostrou uma maior variação nas classes conforme o pastejo ocorria, inclusive com mudança de classe predominante.

No sistema ILPF no inverno, os índices (Tabela 4 e Tabela 8) seguiram as mesmas tendências que foram observadas no sistema ILP, com maior amplitude de variação dentro das classes, com a ChL e NDVI iniciais na classe “médio alto” e “médio baixo” respectivamente, e ambas finalizando na classe “médio baixo”.

Entre as variações que foram notadas a partir da estação do ano (Mapas “verão” e Mapas “inverno”, Tabela 1 e Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8), foi possível determinar que os índices variam conforme a estação, pois a quantidade e qualidade do pasto nessas áreas são diferentes em cada período, sendo assim sensíveis para identificar diferenças entre estações, mesmo tendo a amplitude de dados variada.

A sensibilidade dos índices observadas ao comparar as estações, seguem as mesmas tendências de distribuição maior entre as classes ao utilizar ChL e de concentrar em certas classes quando utilizado NDVI. Essa característica pode ser observada comparando os mapas gerados no mesmo período com índices diferentes, que mostram a distribuição na área, com uma maior ou menor uniformidade dependendo do índice observado, evidente ao comparar os mapas de ChL e NDVI do verão de 2019, ou dos mesmos índices no inverno.

Houve diferenças de classes ao comparar os índices das pastagens sob diferentes sistemas no mesmo período (Mapas “ILP” e Mapas “ILPF”, Tabela 1 e Tabela 3, Tabela 2 e Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 7, Tabela 6 e Tabela 8). Em ambos sistemas de integração, os índices se comportaram de forma semelhante durante o inverno. No verão, os índices de reflectância do ILPF tiveram classes maiores do que nos índices do ILP, sugerindo uma maior resistência dos pastos no sistema ILPF, que pode estar ligada à menor perda de água no ambiente pelo

sombreamento gerado pelo eucalipto. No inverno, essa diferença ainda foi observada, porém com intensidade muito menor.

5. Conclusão

Os índices ChL e NDVI foram capazes de determinar diferenças sensíveis na dinâmica de pastejo para diferentes situações como condições de uso e manejo empregados e foram precisos para determinar a quantidade de biomassa que é imperativo nas decisões do manejo, principalmente quando utilizados em conjunto para melhor verificação das condições que se deseja avaliar.

Referências

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p

BERNARDI, A. C. C.; CAMPANA, M.; BETTIOL, G. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; INAMASU, R. Y.; RABELLO, L. M. Variabilidade espacial de propriedades do solo, índices de vegetação e produtividade de pastagem sob manejo intensivo. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 513-522.

BERNARDI, A.C.C.; PEREZ, N.B. Agricultura de precisão em pastagens. 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.492-499.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; DO VALLE C. B.; BARBOSA R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. Pesquisa agropecuária brasileira v.43 n.12 Brasília dez. 2008

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDAO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. de C.; DUCATI, J. R.; OLIVEIRA, R. P. de; VILELA, M. de F. Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, Á. V. de.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 596 p. p. 58-73.

Cronograma

2019	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19
Coleta de dados				x		x						
Pocessamento												x
Introdução												
Objetivo												
Material e Métodos												
Discussão												
Conclusão												
2020	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20
Coleta de dados												
Pocessamento	x	x										
Introdução			x									
Objetivo			x									
Material e Métodos				x	x							
Discussão				x	x	x						
Conclusão				x	x	x	x					