

ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS DE COBERTURA DE PASTAGENS PARA TOMADA DE DECISÕES EM MANEJO SUSTENTÁVEL

Primavesi, O.¹; Jorge, L.A.C.²; Primavesi, A.C.P.A.¹; Rocha Filho, J.¹

(1) EMBRAPA-CPPSE, CP 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, odo@cnpse.embrapa.br;

(2) EMBRAPA-CNPDI, CP 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, lucio@cnpdia.embrapa.br

Projeto Embrapa 11.0.95.661 e FAPESP-Projeto 95/6495-1.

ABSTRACT

*Five years of intensive forage grass management under tropical climate, on a 300 g.kg⁻¹ clay low fertility Oxisol, caused an intraspecific competition between bunches of *Panicum maximum* cv. Tobiatã. The rest period was 33 days after one day grazing. The 53% soil cover, by grass occupation, rised to 89% after 11 days leaf growth and to 96-100% after 22-33 days rest period. This suggest the need of reevaluation of the rest period by bunchgrasses intensively stimulated to develop, to avoid future damage to soil conservation, because of reduced surface occupation. The evaluation of degree of soil surface protection by plants need to consider the species. The degree of specific soil surface cover could explain differences in organic matter degradation. The 'SIARCS 3.0' software was a efficient imaging analysis tool and presented good contrast between the evaluated objects.*

Key words: Intraspecific competition, soil cover, digital imaging analysis

RESUMO

Cinco anos de manejo intensivo de forrageiras sob clima tropical, em um Oxisolo com 300 g.kg⁻¹ de argila e baixa fertilidade, detectou-se além da competição interespecífica a intraespecífica entre touceiras de Tobiatã. O período de descanso da forrageira foi de 33 dias após cada dia de pastejo. Verificou-se uma ocupação e cobertura de solo de 53%, no primeiro dia após a saída do gado, uma cobertura de solo de 89% aos 11 dias, e de 96-100% aos 22-33 dias de descanso. Isso sugere uma reavaliação do período de descanso de forrageiras cespitosas entouceirantes intensamente estimuladas ao desenvolvimento, a fim

de evitar danos futuros à conservação do solo, devido à redução da ocupação de sua superfície. A análise do grau de cobertura do solo pela vegetação deve considerar a espécie forrageira. O grau de cobertura específica do solo pode explicar diferenças na taxa de degradação de material orgânico no solo. O software "SIARCS 3.0" foi uma ferramenta eficiente para tratar imagens, apresentando bom contraste entre os objetos a serem avaliados.

Palavras-chave: Competição intraespecífica, cobertura do solo, análise de imagens digitais.

1. Introdução

Na região tropical, o fundamento para uma sustentabilidade global do estabelecimento rural passa pela recuperação e manutenção de características físicas, químicas e biológicas do solo, por meio do manejo adequado e suficiente de biomassa vegetal e de material orgânico, tanto na superfície como na camada superficial, sendo o material orgânico oriundo de gramíneas o mais eficiente. Para que a produção de matéria seca de gramíneas seja abundante, há necessidade de introduzir nitrogênio ao sistema. A idéia originada nos países sob influência de clima temperado e mesmo subtropical, acima do paralelo 23, do uso consorciado de leguminosas para servir como fonte de N e material orgânico facilmente mineralizável, esbarra numa característica fisiológica de gramíneas tropicais, que é o metabolismo fotossintético C₄, que dá a elas uma grande vantagem competitiva por luz, nutrientes e água, frente às plantas com metabolismo C₃, entre as quais se encontram as leguminosas. Em condições de estímulo nutricional insuficiente das gramíneas tropicais, a partir do solo ou da serapilheira, agravado pela prática de eliminação (queimada, elevada lotação animal) ou pela redução de retorno de material orgânico ao solo, verifica-se uma degradação rápida das pastagens. Surgem espaços livres ocupados por plantas mais adaptadas às condições locais, as invasoras, que podem ser forrageiras menos exigentes, que muitas vezes tenta-se eliminar com roçadas ou aplicação de herbicidas. A partir daí são desenvolvidas

técnicas para a reforma de pastagens, como a rotação com uma cultura agrícola a cada 4 ou 5 anos, que permite a entrada de ar e nutrientes no solo, ou com a introdução de espécies mais adequadas às situações de solos marginais (mais frágeis estruturalmente e com baixa fertilidade natural), sobre os quais normalmente são conduzidas as pastagens. Porém, para elevar a qualidade de vida de pequenos proprietários rurais é necessário elevar a produtividade de suas terras, o que as técnicas anteriores não garantem. Mais recentemente está sendo utilizada a técnica da recuperação de pastagens de braquiária com o plantio direto de soja durante 2 anos, o que possibilita um estímulo nutricional da pastagem por um período aproximado de 2 anos. Esta constitui uma integração pecuária-lavoura, que apesar de idéia interessante, não deve atender a demanda por elevada lotação animal, em regiões de terras com valor imobiliário mais elevado. Nestes casos está sendo validada a prática de adubação mineral ou organo-mineral intensiva, na superfície da pastagem a ser recuperada, desde que a espécie forrageira desejada esteja ocupando no mínimo 50% da área.

No Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/EMBRAPA são conduzidos diferentes sistemas de manejo. Manejo extensivo, com baixa lotação animal (em torno de 0,5 UA ha⁻¹, considerando unidade animal de 450 kg), em pastos não adubados de *Brachiaria decumbens* (capim braquiária) e *B.brizantha* (capim braquiarião), *Andropogon gayanus* cv. Planaltina (capim andropogon), *Hyparrhenia*

rufa (capim jaraguá), ocorrendo invasão de grama-batatais (*Paspalum notatum*). Manejo intensivo, com elevada lotação animal (em torno de 8 UA ha⁻¹ de bovinos de corte, e até 10 UA ha⁻¹ de bovinos de leite puros, no período das águas), em pastos adubados de *Cynodon dactylon* cv. Coast-cross (grama Coast-cross), *Panicum maximum* cv. Tanzânia/Tobiatã/Centenário (capim colônião) e *Brachiaria decumbens*, em piquetes demarcados com cerca elétrica, nos quais é realizada a calagem e a adubação intensiva de NPK e micronutrientes, para garantir o desenvolvimento vigoroso das forrageiras.

Para determinar indicadores de sustentabilidade, em áreas com manejo intensivo de bovinos de leite a pasto, no período das águas, está sendo desenvolvido projeto, vinculado ao Programa 11 (Qualidade Ambiental), da EMBRAPA, que monitora características químicas, físicas e biológicas de solo, água, vegetação cultivada e produtos gerados. Nestas atividades foram detectadas alterações no comportamento de forrageiras, que merecem atenção especial. Ao avaliar a taxa de degradação de material orgânico, em "litter bags" (Primavesi et al., 1996), verificou-se similaridade entre as áreas de braquiária adubada e Tobiatã sem adubo, com taxa de decomposição menor, e as áreas de braquiária degradada e Tobiatã adubado, apresentando taxa de decomposição maior, sugerindo comportamento oposto, das espécies forrageiras decumbentes e cespitosas entouceirantes, à adubação. Avaliações mais prolongadas, incluindo área de mata tropical semidecídua e de produção de milho para silagem, confirmaram esta tendência, incorporando a área de milho ao grupo que apresentou maior taxa de degradação e a área da mata ao grupo com menor taxa de decomposição (Primavesi et al., 1997).

2. Objetivo

A proposta deste trabalho foi verificar a hipótese de que medições de cobertura do solo

possam corroborar a similaridade verificada entre as áreas submetidas a diferentes manejos, relacionada com a permissão para maior incidência solar sobre o solo. Ao mesmo tempo procurou-se verificar o potencial do software "SIARCS 3.0" para análise de imagens digitais de cobertura do solo.

3. Materiais e Métodos

As áreas monitoradas, estudos de caso, localizam-se no município de São Carlos, SP, na Fazenda Canchim, do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE/EMBRAPA), compreendido entre as cotas altimétricas de 680 e 911 m, e as coordenadas geográficas 21° 54' e 21° 59' Sul, 47° 48' e 47° 52' Oeste, sob clima tropical de altitude, do tipo Cwa segundo Koeppen, com média anual de chuvas de 1354 mm e evapotranspiração potencial média diária de 4,2 mm.

No sistema de produção de leite bovino a pasto, foram monitorados os seguintes locais, considerando o manejo nos últimos 5 anos: 1) piquete de Tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) de 6 anos, que vem recebendo adubação intensa (lotação de 12 UA ha⁻¹, nas águas; recebeu 12 t ha⁻¹ calcário, 850 kg ha⁻¹ P₂O₅, 1800 kg ha⁻¹ de N-uréia e 1300 kg ha⁻¹ K₂O); 2) piquete de Tobiatã com pouca adubação (lotação de 3 UA ha⁻¹, nas águas; recebeu 4,5 t ha⁻¹ calcário, 250 kg ha⁻¹ P₂O₅); 3) piquete de braquiária (*Brachiaria decumbens*) de 19 anos, adubada nos últimos 5 anos, (lotação de 5 UA ha⁻¹, nas águas; recebeu 3,5 t ha⁻¹ calcário, 100 kg ha⁻¹ P₂O₅, 550 kg ha⁻¹ N-uréia e 250 kg ha⁻¹ K₂O); e 4) piquete de braquiária degradada de 19 anos, sem adubação (lotação de 0,7 UA ha⁻¹). Nas áreas de Tobiatã as touceiras foram rebaixadas para 0,20-0,30 m, no início do período das chuvas, ocasião na qual se realizou a calagem e a aplicação do superfosfato triplo, ambos superficialmente. A finalidade foi uniformizar a altura das touceiras, eliminar material fibroso, e retornar material orgânico ao solo, além daquele retornado ao solo pelo pisoteio animal durante o pastejo. A adubação

NK foi parcelada em 5 vezes, sendo realizada no dia em que os animais saíam dos piquetes (permanência de 1 dia, descanso de 33 dias, no Tobiatã; permanência de 1 dia e descanso de 22 dias, na braquiária). O solo das quatro áreas é um Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, textura média (250 a 300 g kg⁻¹ de argila).

Para determinar o grau de cobertura do solo pelo dossel das gramíneas, ao final do período de descanso, foi utilizado o procedimento de análise de imagens digitais (Crestana et al., 1994), obtidas de 6 exposições (repetições dentro de local, com superfície de 12,5 m²) por local (tratamentos), a partir da filmagem de uma faixa circular de 360°, com uma filmadora "handcam" JVC, com zoom zerado, utilizando filme VHS-c, posicionada perpendicularmente ao solo, sobre a extremidade do braço de 5 m de uma torre giratória a 8 m da superfície do solo, no mês de janeiro de 1997. Foi realizada a filmagem, ainda, na área do Tobiatã adubado, nos piquetes com descanso de 1, 11, 22 e 33 dias após a retirada dos animais, para medir a velocidade de desenvolvimento forrageiro e de cobertura do solo. As imagens foram digitalizadas por uma placa digitalizadora Video Blaster RT300, com resolução espacial de 640 x 480 pixels e 256 cores por pixel. Posteriormente estas imagens foram analisadas com auxílio do programa "SIARCS 3.0", em ambiente Windows (Jorge et al., 1996). No SIARCS é realizada a identificação automática da área coberta do solo por meio da variabilidade de cores ocorrentes

na imagem e da seleção das que representam a área desejada por meio de uma ferramenta interativa com a tabela de cores da imagem. Dispõe ainda de um mecanismo de exclusão de áreas indesejáveis, identificadas manualmente. Foi utilizado o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1993) para realizar a análise de variância e o contraste de médias pelo teste Tukey.

4. Resultados e discussões

A análise de variância mostrou ser o local 2 (Tobiatã pouco adubado) o que apresentou maior porcentagem de solo descoberto ao final do período de descanso, sendo os outros locais semelhantes entre si, com a maior porcentagem de solo coberto (Tabela 1). Porém, o local 1, com Tobiatã adubado, apresentou uma característica específica de ocupação e cobertura do solo, dependendo do período de descanso, após ser pastejado (Tabela 1), devido à não ocorrência de outras espécies vegetais desenvolvendo entre suas touceiras.

Sugeriu-se anteriormente (Primavesi et al., 1997) que as áreas onde ocorreu maior taxa de degradação de material orgânico estariam permitindo maior incidência solar sobre o solo, seja pela maior superfície de solo não ocupado por plantas, após rebaixamento das forrageiras pelo gado (local 1, de Tobiatã adubado), ou pela menor produção de biomassa (densidade e altura de plantas) e maior área exposta de solo (local 4, de braquiária degradada)

Tabela 1. Grau de cobertura do solo (%), e respectivo erro padrão da média, em janeiro de 1997.

Local	superfície coberta	superfície descoberta	cobertura boa
4-Braquiária degradada	96,5 ±1,0 a	3,5 b	40,0 ±6,4
3-Braquiária adubada	97,7 ±0,3 a	2,3 b	71,5 ±3,2
2-Tobiatã sem adubo	90,2 ±2,1 b	9,8 a	85,0 ±4,0
1-Tobiatã adubado:	99,8 ±0,1 a	0,2 b	53,1 ±3,4
1 dia *	53,1 ±3,4 c	46,9 a	
11 dias	89,1 ±0,9 b	10,9 b	
22 dias	96,2 ±1,1 a	3,8 c	
33 dias	99,8 ±0,1 a	0,2 c	

*dia de descanso; valores com letras diferentes não são semelhantes (P<0,05), entre áreas, e entre períodos de descanso na área do Tobiatã adubado. Cobertura boa= sem grama-batatais e solo descoberto.

O local de braquiária degradada, sem estímulo ao desenvolvimento, com 96,5% de solo coberto, apresentou remanescente de 40% de braquiária, após invasão de grama-batatais (*Paspalum notatum*, 56,5%), e espaços de solo nú (3,5%), totalizando 40% de área com cobertura boa (Tabela 1). A braquiária adubada, local 3, com 97,7% de solo coberto, em dois anos de uso de adubos, apresentou uma maior volume de biomassa sobre a superfície do solo (densidade de ocupação e porte) e reocupação dos espaços, com redução da área de grama-batatais para 25%, devido à competição interespecífica. O Tobiatã sem adubo, local 2, com desenvolvimento desestimulado e 90,2% do solo coberto, ocupando 65% da área, com espaçamento de 0,50-0,60 m entre touceiras, e mostrando sintomas visuais de forte deficiência de nitrogênio, compartilhava espaço com a braquiária (20%) e a grama-batatais (5%), além dos 10% da superfície do solo descobertos. O Tobiatã adubado, local 1, com desenvolvimento vigoroso e 99,8% do solo coberto, eliminou a presença de braquiária e de grama-batatais da área, devido à competição interespecífica, bem como provocou um afastamento entre touceiras da própria espécie para aproximadamente 0,90 m, pela competição intraespecífica, aumentando a superfície desocupada de solo para 47%, visível após o rebaixamento do pasto pelo gado.

A análise genérica de cobertura de solo (superfície coberta, em Tabela 1) não permitiu corroborar a hipótese de similaridade das áreas para degradação de material orgânico (Primaverisi et al., 1996). Porém, quando foi considerada uma cobertura diferenciada por espécies forrageiras (cobertura boa, em Tabela 1) o quadro alterou-se. Desta forma, a grama-batatais, que predomina na área de braquiária degradada e, que apresenta menor volume de biomassa protegendo a superfície do solo que a braquiária estimulada nutricionalmente, permitiria incidência de radiação solar semelhante à da área descoberta de vegetação no Tobiatã adubado, embora com cobertura

morta. Sob este enfoque foi possível confirmar a similaridade de áreas, levantada na hipótese.

Medições de cobertura do solo, após rebaixamento pelo gado, mostraram que o Tobiatã adubado apresentava grande variação entre ocupação e cobertura do solo conforme seu desenvolvimento (Tabela 1). Para corroborar este fenômeno, foram solicitadas observações em pastagens adubadas de capim Napier (*Pennisetum purpureum*), conduzidas em Latossolo Roxo, na ESALQ-USP, Piracicaba, SP, com 20 anos de pastejo rotacionado intensivo e com lotação de até 15 UA ha⁻¹ nas águas. Ali foi verificado afastamento de 1,20 a 1,50 m entre touceiras, confirmando nossas determinações. Esta particularidade parece ser devida ao rápido desenvolvimento da área foliar do Tobiatã adubado, que com 22 dias já havia chegado aos 96% de superfície coberta, fato que levantou um questionamento sobre a necessidade de redução do período de descanso, ou da realização de silagem com a biomassa produzida a mais do que necessária para suprir a demanda dos animais em alguns piquetes. Isto para não comprometer a ocupação do solo devido à competição inter e também intraespecífica verificada, bem como a qualidade da forragem ofertada aos animais, em virtude do seu provável envelhecimento mais precoce, como já foi detectado (Correa et al., 1998). Mais estudos de desenvolvimento da área foliar em diferentes períodos da época chuvosa são necessários para encontrar o manejo mais adequado da forrageira sob estímulo nutricional intenso.

Verificou-se que a recomendação utilizada para áreas de manejo extensivo, a de reduzir a lotação e deixar a sementeira preencher os espaços vazios, não era válida para áreas de manejo intensivo, devido ao abafamento (corte da iluminação) das plântulas pelo desenvolvimento vigoroso das touceiras de Tobiatã estimuladas pela adubação mineral, que chegaram a eliminar as touceiras mais fracas, ampliando o espaçamento entre touceiras

(competição intraespecífica). Preocupados com a maior exposição do solo ao sol e ao impacto das chuvas, e com a possibilidade de redução de distribuição radicular (efeito sobre produção de canais de arejamento e agregação do solo) e do retorno de material orgânico ao solo, e com a possibilidade de aparecerem problemas com conservação de solo e água, surgiu a idéia de manter as touceiras mais elevadas no final das águas, para que, na roçada de início das águas, retornasse o maior volume de biomassa protetora ("mulch") da superfície do solo. Medições preliminares chegaram a 10 t ha⁻¹ de matéria seca, além do retorno ao solo de aproximadamente 30% da biomassa forrageira, durante o pastejo.

Desta forma, a fim de evitar danos futuros à conservação do solo e ao fornecimento qualitativo de matéria seca forrageira em solos frágeis, em áreas em que ocorre maior oferta de nutrientes para estimular o desenvolvimento de forrageiras, seja pelo uso de fertilizantes orgânicos ou minerais, surge a necessidade de:

- considerar diferença no manejo de forrageiras rasteiras ou decumbentes (Coast-cross, braquiária), com elevada taxa de ocupação do solo, e cespitosas formadoras de touceiras (colônias, Napier), cuja tendência é desocupar o solo, com possíveis problemas futuros relacionados à conservação de solo e água, possivelmente atenuados com manejo adequado de resíduos vegetais na superfície do solo,
- considerar o efeito da competição interespecífica e intraespecífica, entre forrageiras (com diferentes exigências nutricionais), quando houver a elevação da disponibilidade de estimulantes nutricionais, na forma inversa ao que ocorre em áreas submetidas a manejo extensivo, sem aporte externo de nutrientes,
- reavaliar constantemente o período de descanso das forrageiras, conforme vai aumentando o estímulo nutricional, devido à ocorrência mais precoce da cobertura do

solo, e conseqüentemente o processo de competição intraespecífica, com provável maturação e envelhecimento precoce do material, e queda da qualidade da forragem, d) constatar a inviabilidade da manutenção de diferentes espécies de gramíneas numa mesma área manejada intensivamente, e da consorciação de leguminosas com gramíneas.

Com relação ao software "SIARCS 3.0", foi possível realizar automaticamente a quantificação porcentual da cobertura genérica do solo, a partir de imagens capturadas em filme VHS-c. Mas foi trabalhosa a identificação visual-manual das áreas apresentando cores semelhantes para espécies vegetais diferentes, a fim de obter a cobertura diferenciada por espécie vegetal. Também ocorreu dificuldade em diferenciar áreas rebaixadas de tobiatã adubado em que ocorreu tombamento, por pisoteio, de grande volume de biomassa da forrageira, dificultando a diferenciação entre o verde remanescente nas touceiras e o verde fresco do material tombado pelos animais, e que mostraria alteração de cor somente após 2 ou 3 dias. Exigiu grande atenção e acuidade visual do operador para realizar a análise da imagem, com necessidade deste conhecer as espécies "in loco" para se familiarizar com os diferentes materiais com coloração similar e encontrar algum referencial a ser utilizado na discriminação das áreas. Para estes casos específicos, com fácil confundimento entre áreas, deverá ser testado outro método de tomada de imagens, talvez utilizando filtros para gerar algum contraste de cores ou a possível gravação de imagens em infravermelho. Outro interferente verificado no tratamento de imagens, foi o fato de gramíneas cespitosas entouceirantes desenvolvidas, tombarem facilmente ao se transitar entre as touceiras, expondo as folhas velhas mais amareladas, o que pode subestimar a cobertura original de área foliar. Este tombamento pode ocorrer durante a montagem

da terra de filmagem. Deve-se tomar muito cuidado, nestes casos, para não transitar aleatoriamente sobre a superfície a ser filmada, prejudicando os trabalhos de laboratório e o resultado final.

5. Conclusões

A partir das observações realizadas em áreas de pastagens intensamente manejadas e adubadas foi possível constatar que:

- 1) a análise genérica de cobertura do solo não foi suficiente para confirmar a hipótese de similaridade entre áreas para a taxa de decomposição de matéria orgânica, em processos ocorrentes ao nível de solo, de áreas ocupadas por espécies forrageiras de hábito e manejo diferenciado, havendo necessidade de realizar a análise de cobertura diferenciada por espécie vegetal,
- 2) ocorre diferença, na ocupação do solo, entre gramíneas rasteiras ou decumbentes e cespitosas formadoras de touceiras, especialmente em condições de alta fertilidade do solo,
- 3) ocorre competição inter e intraespecífica por parte das forrageiras mais exigentes sobre as menos exigentes em nutrientes, num fenômeno inverso ao da degradação de pastagem,
- 4) o software "SIARCS 3.0" mostrou ser uma ferramenta útil para agilizar a integração de áreas de cobertura de solo, desde que se disponha de imagens com contraste suficiente entre os objetos a diferenciar.

6. Referências

CORREA, L.A.; FREITAS, A.R.de; BATISTA, L.A. Níveis de nitrogênio e frequências de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. II- Qualidade de forragem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu-SP, 1998. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.518-520.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISCH, R.; TOZZI, C.L.; TORRE, A. & VAZ, C.M.P.

Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **R.bras.Ci.Solo**, Campinas, v.18 n. 1, p.365-371, 1994.

JORGE, L.A.C. & CRESTANA, S. **SIARCS 3.0: Novo aplicativo para análise de imagens, aplicado a Ciência do Solo**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, SP, 1996. **Resumos expandidos (CD)**... Piracicaba: ESALQ-USP/SLAC/SBCS/CEA/SBM, 1996. Comissão 06/04/96. 4p.

PRIMAVERSI, O., LIGO, M.A.V., PRIMAVERSI, A.C.P.A. Degradação de matéria orgânica por atividade de microartrópodes do solo para avaliação do impacto ambiental de manejo intensivo de pastagens. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.71, n.3, p.311-321, 1996.

PRIMAVERSI, O.; PRIMAVERSI, A.C. Taxa de degradação de material orgânico no solo sob manejo de pastagens, agricultura e mata. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2, 18-20/11/97, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-Instrumentação Agropecuária, 1997. p.180.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide statistics**, v.2, versão 6.4. ed. Cary, SAS Institute, 1993. 1686p.