

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA COBERTURA EM PASTOS DA ZONA DA MATA (MG)

GABRIELA IPPOLITI¹
MARCELO RESCHUTZEGGER GAGGERO¹
LIOVANDO MARCIANO DA COSTA²

¹UNEMAT - Universidade Estadual de Mato Grosso
Campus Alta Floresta – Rodovia MT 208 – Km 146
Caixa Posta 324 – 78580-000 – Alta Floresta – MT, Brasil
{gippoliti, mgaggero}@unemat.br

²UFV - Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Solos e Nutrição de Plantas
CEP: 36570-000 - Viçosa - MG, Brasil
liovando@solos.ufv.br

Abstract. The identification of more adapted techniques for ground cover quantitative evaluation in pastures improves the remote sensing data interpretation and models generation. This work compared two methods of ground cover estimation: intercepted point and vertical pictures digital classification. Results showed significant statistical differences among the cover estimates provides by the methods. Values obtained in the parcels were very variable among methods and indicated that the method selection can influence the relationship models among the covering and remote sensing data.

Keywords: ground cover estimation, field methods, pastures, statistical analysis, remote sensing.

1. Introdução

No Estado de Minas Gerais o 63 % da superfície se encontra ocupada por pastos (IBGE, 2002); porém, apesar da sua importante expressão em termos de área e de valor econômico, os níveis de utilização e produtividade se encontram muito afastados dos valores potenciais (Diogo, 1995). O conhecimento mais profundo de algumas características quantitativas e qualitativas dos pastos, bem como a definição de técnicas pelas quais as suas condições possam ser avaliadas no nível regional, é de fundamental importância para o estabelecimento de um programa de utilização e manejo que vise o aumento da produtividade e ao mesmo tempo a conservação dos recursos naturais. A estimativa da fração do solo coberta por vegetação é uma característica quantitativa de importância fundamental nos modelos de produtividade nas áreas de pastos e possibilita a tomada de decisões quanto aos sistemas de manejo mais adequados.

Zhou et al. (1998) avaliaram as estimativas da cobertura obtidas por meio de diferentes métodos de campo e determinaram grande variabilidade e diferenças significativas nos resultados. Esses autores destacaram que uma das limitações da utilização de dados de sensoriamento remoto em regiões de pastos é precisamente, a falta de estimativas consistentes da cobertura do solo no campo e o seu adequado relacionamento com os dados espectrais.

Desta forma o estudo e reconhecimento das técnicas mais adequadas para a avaliação quantitativa da cobertura do solo em regiões de pastos apresenta importância para a geração de modelos que relacionem essas estimativas com os valores de reflectância registrados pelos sensores remotos. A obtenção de resultados consistentes dos valores da cobertura do solo nos trabalhos de campo possibilita a interpretação correta dos dados obtidos por sensoriamento remoto.

O presente trabalho teve por objetivo a comparação de dois métodos de estimativa da cobertura do solo em regiões de pastos: a identificação visual dos pontos interceptados pelas marcas de uma corda transecta e a classificação digital de fotografias verticais da superfície, com a finalidade de avaliar os resultados e conhecer as principais vantagens e limitações de

cada método. Os resultados alcançados auxiliaram, especificamente, o estudo da geração de modelos de relacionamento entre a cobertura vegetal e os dados espectrais obtidos por sensores remotos.

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido na área correspondente à microbacia do Córrego Ipiúna localizada no Município de Viçosa (MG) entre as coordenadas 20°41'12" a 20°44'57" S e 42°55'28" a 42°58'54" WGr, e abrangeu uma superfície de 1796 ha. As formas de paisagem são características da região de "Mar de Morros" e foram detalhadas por Ippoliti (2002a). Em todas as pedoformas a cobertura predominante está formada por pastos, exceto no caso dos topos de morros com LVAd A proeminente, aonde existe predomínio da mata de acordo com os resultados apresentados por Ippoliti (2002b). Os pastos apresentam ainda, uma maior importância relativa nas áreas côncavas e convexas onduladas e fortemente onduladas (solos predominantemente LVAd A moderado e LVAd cambissólico) correspondendo a 20,5% e 18,6% da área total, respectivamente. A composição vegetal predominante é a associação de "capim gordura" (*Melinis minutiflora* Paul de Beauv.) e "grama batatais" (*Paspalum notatum* L.), com manchas descontínuas de "sapé" (*Imperata brasiliensis* Trin.). A agricultura é pouco significativa e concentra-se nas áreas de leito maior e terraço.

2.1. Estratégia de amostragem

A amostragem da cobertura do solo foi concentrada nas unidades biofísicas representadas por encostas onduladas e fortemente onduladas (côncavas e convexas) com pastos, que constituem 40% da superfície total da microbacia. Essas unidades foram discriminadas utilizando técnicas de geoprocessamento (Ippoliti, 2002b) e são representativas do relevo e da vegetação local pela sua expressão em termos de superfície. O trabalho de campo foi realizado entre os dias 11 e 19 de maio de 2001, durante a "época seca" da região.

Os pontos de amostragem foram localizados de maneira aleatória por meio do sorteio das coordenadas planas de um dos seus vértices usando o programa Microsoft Excel 2000 (Microsoft, 2000). As áreas sorteadas foram localizadas no campo com o auxílio da carta topográfica da região em escala 1:50.000 (IBGE, 1979) e um aparelho de posicionamento global (GPS - Global Positioning System) marca GARMIN GPSIII Plus. Após reconhecimento, foram selecionadas para amostragem 20 áreas de acordo com a sua acessibilidade desde as estradas existentes na região; nestas, a amostragem foi realizada em parcelas de 100 m por 100 m (1 ha). A escolha das amostras dentro de cada parcela foi realizada de maneira sistemática de acordo com a disposição esquematizada na **Figura 1**.

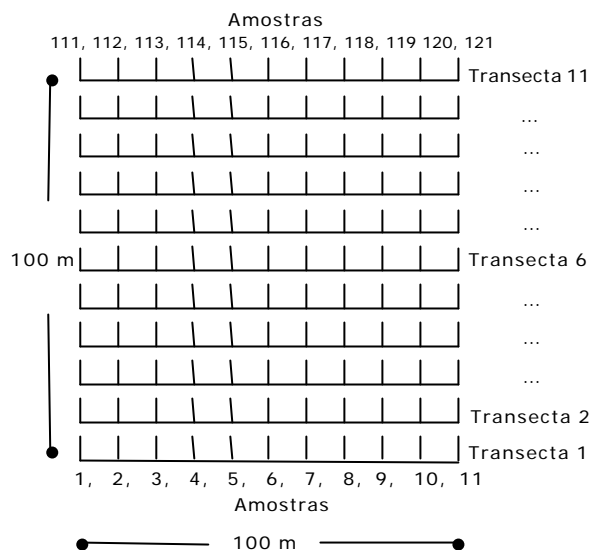


Figura 1. Esquema de localização de transectas e amostras dentro de cada parcela.

Para a localização das amostras dentro de cada parcela, foi utilizada uma corda de poliéster de 5 mm de diâmetro e 100 m de comprimento identificada cada 10 m com marcas vermelhas. A corda sempre foi deslocada e esticada por dois operários que procuraram deixá-la em contato máximo com a superfície do solo. O deslocamento entre transectas foi de 10 passos compridos (aproximadamente 10 m); isto representou 11 transectas e 121 pontos de amostragem em cada parcela selecionada.

2.2. Técnicas para a estimativa da cobertura

Foram utilizadas duas técnicas de campo para a estimativa da cobertura do solo: (a) identificação visual dos pontos interceptados pelas marcas de uma corda transecta e (b) obtenção de fotografias digitais da superfície; ambas técnicas são descritas a seguir.

- (a) *Identificação visual dos pontos interceptados pelas marcas de uma corda transecta.* Este método é uma adaptação do método de amostragem por pontos que utiliza um aparelho com pinos distanciados regularmente (Brown, 1954). A corda identificada cada 10 m foi alinhada e esticada nas duas pontas para deixá-la rasante com a superfície e, em uma planilha projetada com esse fim, foi registrado para cada ponto de interceptação (amostra) a presença de vegetação verde, vegetação seca ou de solo descoberto (denominadas neste trabalho, “classes de cobertura do solo”). Para a observação de cada amostra foram levadas em consideração as recomendações apresentadas por Shelton et al. (2002). Para o cálculo da cobertura do solo estimada em cada parcela de 1 hectare de superfície, realizou-se a contagem de pontos (amostras) discriminados por classes de cobertura do solo e, posteriormente, multiplicaram-se os valores das contagens pelo fator (100/121) que permitiu considerar o total das 121 amostras observadas em cada parcela e expressar a cobertura do solo em porcentagem.
- (b) *Fotografias verticais nos pontos interceptados pelas marcas de uma corda transecta.* Em cada parcela foram considerados 33 pontos de amostragem (pontos localizados nas transectas números 1, 6 e 11, **Figura 1**) para a obtenção de fotografias verticais no formato digital. Em cada ponto foi colocado um quadrante de 1 m² de superfície que serviu como marco de referência para a obtenção das imagens. As fotografias foram

obtidas com uma câmara fotográfica suspensa manualmente em forma vertical sobre o quadrante. As imagens obtidas foram classificadas para a confecção de “cartas da cobertura” de acordo com o método descrito por Ippoliti (2002c). Para estimativa dos valores de cada classe de cobertura, foi utilizado o valor da média aritmética das 33 fotografias em cada parcela.

2.3. Análise estatística dos dados de cobertura

Os dados coletados no trabalho de campo foram analisados estatisticamente utilizando rotinas do software STATISTICA (Statsoft, 1995). Os testes realizados incluíram: análise da normalidade dos dados (teste de Lilliefors) e teste de hipótese para igualdade de médias (teste t de Student para dados pareados ou amostras dependentes).

3. Resultados

As classes de cobertura consideradas nas estimativas foram: “vegetação seca” (pastos secos ou áreas com resíduos vegetais secos); “vegetação verde” (pastos em estado vegetativo) e “solo exposto” (solo desprovido de vegetação). A **Tabela 1** apresenta as estimativas das classes de cobertura obtidas pelos métodos avaliados, para as 20 parcelas selecionadas.

A normalidade dos dados apresentados na **Tabela 1** foi analisada por meio do teste de Lilliefors. O resultado dessa avaliação mostrou que tanto os valores obtidos mediante a classificação digital das fotografias verticais como pelo método de interceptação de pontos se apresentam distribuídos normalmente quando utilizado um nível de significância de 0,01. As estatísticas descritivas dos valores de cobertura obtidos pelos dois métodos avaliados apresentam-se na **Tabela 2**.

Tabela 1. Estimativas das classes de cobertura em cada parcela selecionada (%).

Parcela	-----Método-----					
	----- Método fotográfico*-----			---- Intercepção de pontos ----		
	Veg. seca	Veg. verde	Solo exposto	Veg. seca	Veg. verde	Solo exposto
1	67,03	37,46	11,04	33,64	45,45	20,91
2	48,62	35,07	19,48	18,18	43,64	38,18
3	64,96	34,21	9,27	34,00	46,00	20,00
4	48,40	38,67	16,77	11,82	64,55	23,64
5	48,69	38,65	22,82	15,45	67,27	17,27
6	59,93	32,99	18,83	10,91	78,18	11,91
7	49,30	46,88	12,73	10,00	77,27	12,73
8	59,57	31,85	13,32	15,45	74,55	10,00
9	46,76	37,51	18,87	9,09	70,91	20,00
10	47,25	40,70	16,56	7,27	82,73	10,00
11	49,27	39,18	15,92	7,27	75,45	17,27
12	44,64	40,95	23,59	8,18	80,91	11,91
13	53,29	39,79	11,05	10,91	77,27	11,82
14	56,36	28,60	18,04	14,55	61,82	23,64
15	50,57	36,35	24,04	10,91	80,91	8,18
16	52,67	32,91	17,32	11,00	78,18	11,82
17	45,10	39,30	21,91	4,53	76,36	19,09
18	52,98	24,47	22,55	14,55	60,91	24,54
19	53,73	43,32	7,87	0,90	72,72	26,36
20	50,38	34,66	18,50	7,27	80,91	11,82

* O valor total em cada parcela é em alguns casos superior a 100%, pois foram utilizados os valores médios obtidos a partir das 33 fotografias.

Tabela 2. Estatísticas descritivas dos valores de cobertura do solo obtidos pelos métodos avaliados (valores em %). n = 20

Estatística	-----Vegetação seca-----		-----Vegetação verde-----		-----Solo exposto-----	
	Método Fotográfico	Intercepção de pontos	Método Fotográfico	Intercepção de pontos	Método Fotográfico	Intercepção de pontos
Média	52,47	12,79	36,67	69,79	17,02	17,55
Mediana	50,47	10,91	37,48	75,00	17,68	17,27
Valor mínimo	44,63	0,90	24,47	43,64	7,87	8,18
Valor máximo	67,03	34,00	46,88	82,73	24,03	38,18
Desvio Padrão	6,24	8,25	5,09	12,39	4,84	7,39
Coef. de variação	11,89	64,50	13,88	17,75	28,43	42,11

Nos dados da **Tabela 2** se observam diferenças nos resultados obtidos pelos dois métodos, mais acentuadas para as estimativas de cobertura por vegetação seca e por vegetação verde. Nesses casos, a diferença máxima entre as estimativas (valor máximo – valor mínimo)

quando comparados ambos métodos foi de 59,93 % e 58,26 %, para vegetação seca e verde respectivamente. Isto sugere que os métodos produziram resultados muito variáveis.

A dispersão dos valores em torno da média, avaliada mediante o desvio padrão (dispersão absoluta), foi sempre maior no caso das estimativas obtidas pelo método de interceptação de pontos. Esse último método apresentou uma dispersão relativa dos valores, avaliada por meio do coeficiente de variação, até cinco vezes superior (no caso da vegetação seca) ao valor estimado pelo método fotográfico.

Em concordância com os resultados obtidos no teste de normalidade, foi realizado o teste paramétrico t de Student para amostras dependentes (amostras pareadas), para determinação da igualdade entre as estimativas das médias populacionais obtidas pelos dois métodos avaliados. Os resultados da avaliação apresentam-se na **Tabela 3**.

Tabela 3. Resultados do teste t de Student para amostras pareadas. $p_{\text{crítico}} < 0,01$; $n = 20$

Cobertura	Diferença de médias	t crítico	Probabilidade (p-value)
Vegetação seca	39,68	32,06	**
Vegetação verde	-33,12	-12,53	**
Solo exposto	0,26	0,53	0,7973 (n.s.)

** Valores de p significativos: a hipótese de igualdade das médias deve se rejeitada.

n.s. valor de p não significativo: a hipótese de igualdade das médias deve ser aceita.

A partir dos dados apresentados na **Tabela 3** destaca-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as estimativas obtidas pelos dois métodos avaliados, tanto para a cobertura por vegetação seca quanto para a cobertura por vegetação verde. Já as estimativas da área coberta por solo exposto não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre os métodos, no nível de significância de 0,01.

Os resultados descritos sugerem que: (a) a seleção do método de campo pode influenciar fortemente os resultados do processamento de dados na geração de modelos de relacionamento entre a cobertura e os dados espectrais obtidos por sensores remotos; (b) os dois métodos de estimativa da cobertura avaliados podem fornecer uma estimativa razoável para estudos qualitativos mas do que para estudos quantitativos de sensoriamento remoto.

Por outra parte, a experiência adquirida com os dois métodos de estimativa da cobertura vegetal utilizados na pesquisa, permite destacar as suas principais vantagens e limitações. No método de interceptação de pontos, as amostras foram pontuais (não possuíam área). A vantagem do método se encontrou em que a redução do tamanho da amostra esteve diretamente relacionada com o aumento do número de unidades amostrais que puderam ser obtidas em cada parcela. Por outro lado, a variação dentro da parcela foi nula, de maneira que toda a variação foi entre parcelas.

Já no caso do método fotográfico, as amostras possuíam área (1m^2) e o número de amostras que puderam ser obtidas sem comprometer a eficiência do trabalho foi menor do que no método de interceptação de pontos. Neste trabalho, de um total de 11 transectas em cada parcela, somente três transectas foram amostradas pelo método fotográfico, visando a eficiência em termos de tempo, espaço de armazenamento e processamento dos dados. Nos resultados obtidos pelo método fotográfico, além de existir variação das estimativas entre parcelas, houve também variação dentro de cada parcela e foi possível obter para cada uma das parcelas, valores médios de cada tipo de cobertura e as restantes estatísticas descritivas.

Também foi observado que o método de interceptação de pontos se encontra propenso à subjetividade do operador que efetua as leituras, condição que não é apresentada pelo método fotográfico. Desta forma, para utilização do método de interceptação de pontos se recomenda

que sejam adotadas algumas regras de avaliação das amostras que minimizem os critérios subjetivos, como: (a) que as leituras sejam realizadas sempre pelo mesmo operador; (b) evitar remover a corda do local para realizar a leitura; (c) observar a corda em linha reta vertical e consistentemente no mesmo ponto de cada marca (central ou um dos lados); (d) as marcas na corda devem ser de tamanho reduzido e de cor contrastante com a vegetação. De qualquer forma, este método se apresentou mais rápido tanto no trabalho de campo como no posterior processamento dos dados quando comparado com o método fotográfico.

4. Conclusões

Foram comparados estatisticamente os resultados obtidos por dois métodos de estimativa da cobertura do solo em nível de parcela: a identificação visual dos pontos interceptados pelas marcas de uma corda transecta e a classificação digital de fotografias verticais da superfície.

Os métodos considerados determinaram estimativas da cobertura do solo por vegetação verde e por vegetação seca significativamente diferentes desde o ponto de vista estatístico.

O método de interceptação de pontos foi mais rápido tanto no trabalho de campo como no posterior processamento dos dados; porém, os seus resultados mostraram uma maior variabilidade do que o método baseado nas fotografias verticais da superfície.

A pesquisa permitiu conhecer as principais vantagens e limitações de cada método de estimativa da cobertura considerado.

5. Bibliografia

Brown, D. *Methods of surveying and measuring vegetation. Inglaterra: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops*, 1954. 223 p.

Diogo, S.J.M. *Composição botânica e valor nutritivo da dieta selecionada por novilhos em pastagem natural de Viçosa – MG*. Tese de Doutorado. 1995. Universidade Federal de Viçosa. 108p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário 1995-1996*. [online]. <<http://www.ibge.gov.br>, 2000> Out. 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Teixeiras. SF-23-X-B-V-1*. Rio de Janeiro, 1979. (Carta topográfica em escala 1:50.000).

Ippoliti, G. *Análise digital do terreno para delineamento de pedoformas da microbacia do Córrego Ipiúna (MG)*. Viçosa, M.G.: UFV, 2002. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2002a.

Ippoliti, G. *Uso de geoprocessamento para análise da distribuição de unidades biofísicas da microbacia do córrego Ipiúna (MG)*. Viçosa, M.G.: UFV, 2002. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2002b.

Ippoliti, G. *Classificação digital de fotografias verticais para estimativa da cobertura do solo*. Viçosa, M.G.: UFV, 2002. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2002c.

Microsoft. *Excel 2000 for Windows* [Programa de Computador]. EUA: Microsoft. 2000.

Shelton, D. P.; Kanable, R.; Jasa, P.J. *Field crops, Conservation and Management*. [online]. <<http://www.ianr.unl.edu/pubs/fieldcrops/g1133.htm>, 1997>. Ago. 2002.

Statsoft. *STATISTICA for Windows*. [Programa de Computador]. Tulsa, OK: Statsoft. 1995

Zhou, Q.; Robson, M.; Pilesjö, P. On the ground estimation of vegetation cover in Australian rangelands. *International Journal of Remote Sensing*, v. 19, n. 9, p. 1815-1820, 1998