



AUTORES AUTHORS	PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS	AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY
	RADIOMETRIA DE CAMPO ESTIMATIVA DE FITOMASSA CAMPO CERRADO	<i>Roberto Pereira da Cunha</i> Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL RESPONSIBLE AUTHOR	DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION	REVISADA POR / REVISED BY
Marisa D.B. Pereira	<input type="checkbox"/> INTERNA / INTERNAL <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNA / EXTERNAL <input type="checkbox"/> RESTRITA / RESTRICTED	<i>Tânia Maria Sausen</i>

CDU/UDC	DATA / DATE
528.711.7.(213.54)	Maio, 1990

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO	ORIGEM ORIGIN
	INPE-5053-PRE/1583	COT
AUTORES/AUTHORSHIP	O USO DE RADIOMETRIA DE CAMPO NA ESTIMATIVA DE FITOMASSA DE DIFERENTES COMUNIDADES DE CAMPO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL DO BRASIL	PROJETO PROJECT
		ATCOT
Marisa D.B. Pereira Dalton de Morisson Valeriano	Nº DE PAG. NO OF PAGES	ULTIMA PAG. LAST PAGE
	06	05
	VERSÃO VERSION	Nº DE MAPAS NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Analisou-se as porcentagens de reflectância de 24 áreas de Campo Cerrado, na região geoconômica de Brasília, usando um radiômetro portátil KIMOTO PM 12A. Observou-se as curvas de reflectância espectral de todas as áreas, comparando-as com as curvas, obtidas por Epiphanyo e Vitorello (1984), tiradas dos mesmos solos. Relacionou-se a fitomassa total fresca (FTF) e o teor de água total (TAT) com as reflectâncias nas faixas do 700 e 850nm, respectivamente. Calculou-se o mesmo índice de vegetação usado por Pereira (1986), os quais foram também relacionados com FTF e TAT. Os resultados são: a) o intervalo de FTF não é abrangente o bastante para se comparar aquelas descritas em Tucker (1979); b) a depressão no 700nm encontrada em todas as curvas sugere predominância da clorofila em relação ao solo, em todas as comunidades estudadas; c) o índice de vegetação estudado não se apresentou sensível o bastante para estimar nem FTF e nem TAT; e d) o modelo proposto sugere um estudo similar porém no período chuvoso em oposição ao período deste trabalho que foi o seco.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho apresentado no V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, RN, no período de 11 a 15 de outubro de 1988.

O uso de radiometria de campo na estimativa de fitomassa de diferentes comunidades de Campo Cerrado do Planalto Central do Brasil.

Marisa Dantas Bitencourt Pereira
Depto. Ecologia Geral - Instituto de Biociências-USP

Dalton de Morisson Valeriano
Depto Sensoriamento Remoto - MCT/IMPE

RESUMO

Analisou-se as porcentagens de reflectância de 24 áreas de Campo Cerrado, na região geoeconômica de Brasília, usando um radiômetro portátil KIMOTO PM 12A. Observou-se as curvas de reflectância espectral de todas as áreas, comparando-as com as curvas, obtidas por Epiphânio e Vitorello (1984), tiradas dos mesmos solos. Relacionou-se a fitomassa total fresca (FTF) e o teor de água total (TAT) com as reflectâncias nas faixas do 700 e 850 nm, respectivamente. Calculou-se o mesmo índice de vegetação usado por Pereira (1986), os quais foram também relacionados com FTF e TAT. Os resultados são: a) o intervalo de FTF não é abrangente o bastante para se comparar aquelas descritas em Tucker (1979); b) a depressão no 700 nm, encontrada em todas as curvas sugere predominância da clorofila em relação ao solo, em todas as comunidades estudadas; c) o índice de vegetação estudado não se apresentou sensível o bastante para estimar nem FTF e nem TAT; e d) o modelo proposto sugere um estudo similar porém no período chuvoso em oposição ao período deste trabalho que foi o seco.

ABSTRACT

Using a portable radiometer, KIMOTO PM 12A, 24 sites of Campo Cerrado were studied regarding to their reflectance percentage. All the sites are located in the Brasília geoeconomical region. The 24 curves of spectral reflectance were observed and compared with curves, obtained from the same type of soil (Epiphânio and Vitorello, 1984). Total green biomass and total water contents were plotted with relation to the 700 and 850 nm reflectance, respectively. The same vegetation index used by Pereira (1986) were calculated and related to the field biomass parameters. The results are: a) the range of total green biomass (344-1029 g/m²) observed in this paper were not wide enough to check the relations described in Tucker (1979); b) the reflectance curves, especially the depression around the 700 nm band, suggest that the Chlorophyll predominate in relation to the soil in all the studied communities; c) the studied vegetation index did not show significant correlation neither with green biomass nor with water contents; and d) the model equation proposed suggest another similar study but during the wet season, in opposition to the data of this paper (during the dry season).

1. Introdução

A distribuição espacial e a abundância de uma dada comunidade vegetal, em relação ao tempo, constitui uma importante informação para o manejo adequado de um ecossistema terrestre.

Contudo, medidas corretas da densidade de vegetação através de poda e pesagem são extremamente demoradas e exigem intenso trabalho de campo e laboratório.

Deste modo, inúmeros métodos não destrutivos foram desenvolvidos a partir da reflectância espectral da vegetação, nas faixas do visível e do infravermelho próximo, do espectro eletromagnético. Alguns destes métodos, os índices de vegetação, são revistos por Tucker (1980).

Entretanto, para escolher o melhor índice, há que averiguar qual a reflectância espectral de cada comunidade no que tange a vegetação e ao solo.

Através de um radiômetro portátil, é possível medir a porcentagem de reflectância do

complexo solo-vegetação e construir curvas de reflectância espectral. A partir dessas curvas pode-se observar se a reflectância da vegetação predomina ou não em relação a reflectância do solo descoberto.

Constatada a predominância da vegetação em relação ao solo nu, pode-se observar também de que modo esta resposta espectral se relaciona com parâmetro do tipo fitomassa total fresca e teor de água na vegetação.

Somente após estas análises é que se escolhe as faixas menos correlatas para se construir um índice de vegetação capaz de estimar, com a maior fidelidade possível, a fitomassa foliar de modo não destrutivo.

O objetivo deste trabalho é verificar de que modo as diferentes comu

nidades de Campo Cerrado, do Planalto Central do Brasil, se comportam ao interagir com a radiação solar, nas faixas do visível e do infravermelho próximo, visto por um radiômetro portátil, no campo.

2. Fundamentos

Por serem órgãos próprios para a captação da radiação solar, as folhas são as principais responsáveis pelas interações que ocorrem entre as diversas radiações e a vegetação. Os mecanismos pelos quais a radiação solar é observada e espalhada por uma folha foram compreensivamente sugeridos por Knippling (1970) e envolvem o espalhamento múltiplo da radiação no interior da folha, predominantemente nas interfaces entre as paredes celulares e os espaços aéreos do mesófilo. Com isso a trajetória da radiação dentro da folha aumenta, melhorando a eficiência da absorção da radiação fotossinteticamente ativa.

A retenção desta radiação é feita principalmente nos cloroplastos e, em plantas verdes, a clorofila tem o papel preponderante, imprimindo a reflectância espectral das folhas no espectro visível (400 a 700 nm), dois valores mínimos correspondentes às suas bandas de absorção no azul (400-500 nm) e no vermelho (600-700 nm). No intervalo do infravermelho próximo ou IVP (750-1300 nm) a reflectância da folha é alta devido à ausência de materiais capazes de absorver esta radiação e devido a diferenças de índice de refração entre os espaços aéreos (1,0) e os líquidos intercelulares (1,33) do mesófilo (Gausman, 1974). Ao investigar as razões biofísicas de reflectância foliar, concluiu-se que ao incidir em uma camada de folhas essa radiação reflete cerca de 50% e transmite o restante. Se essa porção transmitida encontrar outra camada de folhas, o processo se repetirá sucessivas vezes, sugerindo que quanto maior for o número de camadas maior será a reflectância. Contudo, Myers (1970) elaborou empiricamente um modelo de camadas que mostra que a partir da 6ª camada de folhas já não se nota grandes variações de reflectância, sugerindo que este método de estimativa da densidade de vegetação é mais compatível com comunidades com predominância de estrato herbáceo.

Diferenças anatômicas entre espécies vegetais e variações no estado hídrico alteram as proporções entre as radiações do IVP refletida absorvida e transmitida cuja soma deve ser igual a um (Gates, 1970).

Deste modo, é possível extrair, de todas as radiações refletidas pela vegetação, informações sobre a sua composição e seu estado ecológico.

Existem também, diferenças acentuadas entre a reflectância espectral da vegetação verde e a do solo, principalmente na porção do espectro visível.

Os latossolos, que encontram-se quase sempre associados às diversas formas de Cerrados e cuja cor varia entre 5 YR e 7,5 YR (de acordo com a Tabela de Munsell, 1947), apresentam uma porcentagem de reflectância por volta de 20% aos 700 nm (Epiplânio e Vitorello, 1984). A vegetação verde contudo, deve apresentar uma porcentagem de reflectância, nesta mesma região por volta de 10%. Deste modo, sempre que se

obtiver valores radiométricos do complexo solo-vegetação, é aconselhável que se verifique qual dos dois predomina, em termos de reflectância.

Como já vimos, as propriedades biológicas e ópticas das folhas determinam a reflectância espectral do docel. O teor de água de folha é responsável por 78-83% da variabilidade da reflectância na região do IVP (Tucker, 1980).

Embora a resposta espectral da vegetação em cada região revele alguns de seus estados ecofisiológicos, várias tentativas simultâneas levaram as pesquisas a um modelo matemático que indica densidade de vegetação, mais precisamente. Estes modelos, na sua maioria, envolvem a resposta espectral de vegetação em mais de uma região do espectro.

Estes modelos levam o nome de índices de vegetação e combinam respostas espectrais e meios correlatos possíveis. Por exemplo, as respostas no vermelho e no IVP.

Os índices de vegetação mais facilmente utilizáveis são: a) razão $R = \text{IVP} / \text{vermelho}$ e b) razão normalizada e transformada $\text{TVI} = \frac{\text{IVP} - V}{\text{IVP} + V} + 0,5$. Entre os dois o TVI tem se mostrado

o melhor indicador da densidade de vegetação de estrato herbáceo do que o R.

No Brasil, Pereira (1986) encontrou um coeficiente de correlação linear entre o TVI e parâmetro de fitomassa foliar de Campo Cerrado de 0,80.

3. Seleção de amostras

Com o objetivo de realizar uma amostragem da cobertura vegetal o mais representativa possível, utilizou-se imagens de satélite de datas anteriores aos trabalhos de campo, a fim de localizar as áreas de padrão homogêneo e verificar as facilidades de acesso das mesmas.

Amostrou-se no campo um número variado de parcelas (de 4 a 9) conforme o horário de aparecimento de núvens no local (entre 9:30 e 11:30 hs), em cada dia da coleta.

Assim, os pontos de amostragem correspondem ao conjunto de parcelas, de cada área homogênea, nas quais tenham sido coletados tanto fitomassa foliar como seus valores radiométricos.

4. Métodos de campo

A coleta da fitomassa foliar deu-se de dois modos básicos. Os 16 primeiros pontos (coletas de junho/83 e maio/84) tiveram sua amostragem orientada pela determinação prévia de sua área mínima do ponto de vista florístico (detalhes em Pereira, 1986).

Os 8 pontos seguintes (coletas de maio/86), foram feitas segundo Meirelles, (1981) e Batmanian, (1983). Em ambos os conjuntos a parcela foi de 1 x 1m, o qual, após a obtenção da porcentagem de reflectância, sofreu uma poda rente ao chão. Esse material após pesado, (fitomassa total fresca ou FTF) levado a estufa até alcançar peso constante. Com o peso fresco e o peso seco calculou-se o teor de água total ou TAT.

O total de 24 pontos ficaram então distribuídos entre parques, reservas, áreas particulares e do CPAC, espalhadas pela região geoeconômica de Brasília que compreende o Distrito

Federal e adjacências.

A porcentagem de reflectância foi obtida com o radiômetro portátil KIMOTO PM A12, de propriedade do CPAC/EMBRAPA, com um ângulo de 10° e uma altura entre 1 e 2m, dependendo do estrato herbáceo do ponto. Para compensar as condições de iluminação, usou-se uma placa de 1x1 m, borrifada com sulfato de Bário, que levou o nome de placa padrão (Robinson & Biehl (1979)). Assim, tomou-se uma medida da placa, três medidas do complexo solo-vegetação e uma outra medida da placa. Para converter os valores registrados em porcentagem de reflectância usou-se a seguinte equação:

$$R(\%) = 10 \frac{-(R_{pp} - R_{sv})}{R_{pp}} \times 100$$

sendo: R_{pp} = média das duas medias da placa padrão.

R_{sv} = média das três medidas do complexo solo-vegetação.

5. Relação entre dados espectrais e parâmetros da cobertura vegetal.

Utilizando um programa denominado CAJUS analisou-se quais as curvas de melhor ajuste entre os parâmetros FTF e TAT e as porcentagens de reflectância nas faixas do vermelho e do IVP.

6. Resultados e Discussões

Primeiramente obteve-se as curvas de reflectância espectral que mostraram as seguintes características:

- forte arbustância na região centrada no 700 nm;
- forte reflectância na região centrada no 850 nm.

Comparando-se estas curvas com aquelas obtidas por Epiphânio & Vitorello (1984), para latossolos do planalto central do Brasil, observou-se o seguinte:

fator de reflectância médio de latossolos segundo Epiphânio e Vitorello (1984)	fator de reflectância médio do complexo solo-vegetação obtidos neste trabalho.
--	--

700 nm	25%	12%
850 nm	31%	27%

Observando somente a reflectância no 700nm (visível) pode-se supor que há uma predominância da resposta dada pela vegetação em relação a resposta dada pelo solo.

Entretanto, examinando a reflectância no 850 nm (não visível) observa-se exatamente o inverso, ou seja, o predomínio da resposta do solo em relação a resposta da vegetação. Como a reflectância da vegetação nesta faixa é devida ao retroespalhamento da radiação decorrente da estrutura do mesófilo, pode-se inferir que embora ainda não seja visível, a vegetação já está sentindo os efeitos do período de seca, que nesta região ocorre entre maio e setembro.

A figura 1 mostra a curva de melhor ajuste entre FTF x 700 nm que do tipo $y = ax^b$ onde "b" é negativo.

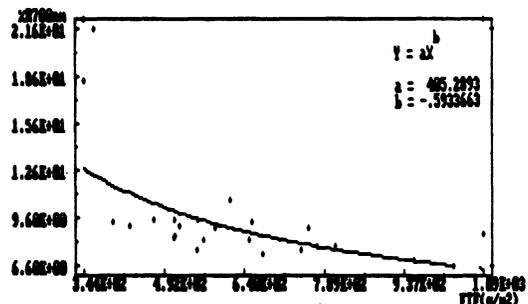


Fig. 1 Curva ajustada que demonstra a relação entre fitomassa total fosca a porcentagem de reflectância, na região do Vermelho obtida em condições de campo.

Linearizando-se esta curva obtém-se um $r = 0,68$ com variância insignificante.

Nota-se na figura 1 que dois pontos forçam a curvatura do gráfico. Sabe-se contudo que estes 2 pontos apresentam FTF = 344 e 362 g/m², que são pontos com predominância de gramíneas e que se encontram em latossolo vermelho amarelo, fase arenosa. Sabe-se também, que estes fatores concorrem para um aumento acentuado da reflectância nesta faixa (700 nm). Assim sendo, pode-se concluir que esta curva é satisfatória por que revela as reais condições de campo, acusando a presença daqueles elementos perturbadores que não podem ser eliminados em condições de campo. As retiradas destes pontos mudaria seguramente a relação entre estes parâmetros.

Pode-se concluir também, que valores de FTF inferiores a 370g/m² não são estimados, de maneira satisfatória, através da reflectância, destas comunidades, na faixa do 700 nm.

A figura 2 mostra o gráfico de dispersão entre FTFx850 nm que não apresenta nenhuma tendência. Segundo Tucker (1979) deveria haver uma relação do tipo $y = ax^b$ com "b" positivo.

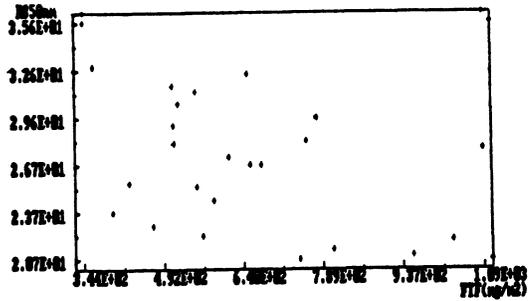


Fig. 2 Gráfico de dispersão entre valores de fitomassa total fresca e a porcentagem de reflectância na faixa dos 850 nm.

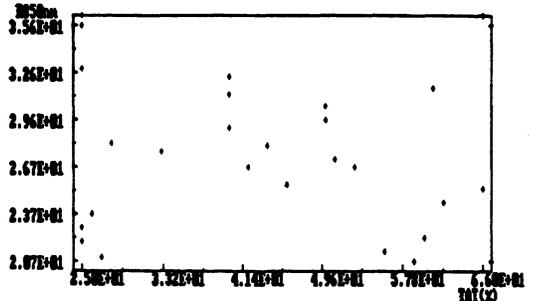


Fig. 4 Gráfico de dispersão entre TAT x R 850 nm sua equação e variância.

Quanto a relação TAT e as reflectâncias conforme figuras 3 e 4 observou-se o seguinte :

a) TAT x 700 nm apresentou uma relação do tipo $y = ax + b$ com "a" negativo, porém com uma variância acentuada e um coeficiente de correlação linear bastante baixo ($r = 0,33$).

b) TAT x 850 nm, a exemplo do que ocorrem com fitomassa fresca, também apresentou grande dispersão. Segundo Tucker (1979) deveria haver uma relação linear ascendente.

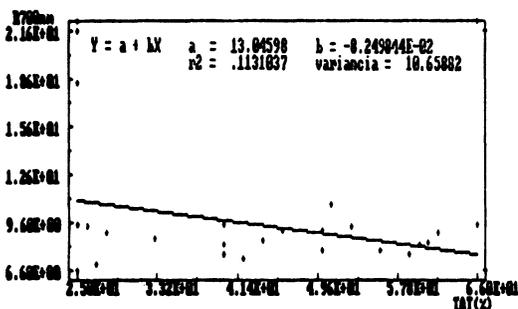


Fig. 3 Retas de ajuste da relação TAT x R 700nm sua equação e variância.

Em vista da dificuldade de investigar a quantidade de vegetação com as respostas espectrais em separado, decidiu-se combinar as respostas menos correlatadas em busca de um realçamento para a resposta de vegetação sozinha.

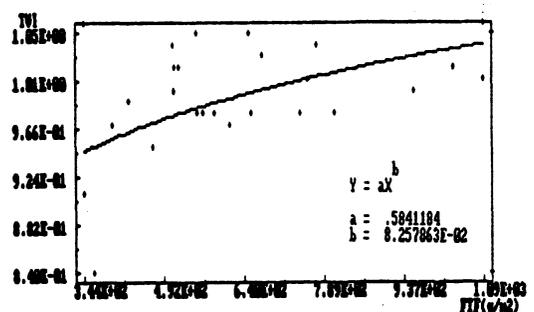
Segundo Miller (1981), as respostas espectrais de uma única faixa não levam a conclusões satisfatórias e que a combinação das mesmas na forma de índices de vegetação, deve revelar as condições da comunidade, de maneira mais realista.

Sendo o TVI um indicador da densidade de vegetação por área, resta saber de que maneira FTF e TAT se relacionam com este índice.

A relação FTF x TVI apresentou uma equação do tipo exponencial com curvatura ascendente e com variância insignificante (da ordem de 10^{-3}). A curvatura do gráfico é forçada pelo menos dois pontos já citados anteriormente, que apresentam também os menores índices de vegetação, (0,84 e 0,91) e os menores valores de fitomassa por área (344 e 362 g/m^2).

As figuras 5a, b mostram as curvas ajustadas entre FTF e TAT versus TVI.

a)



(b)

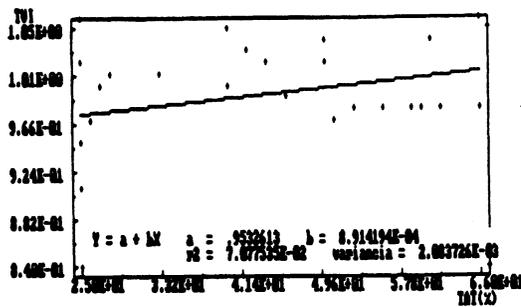


Fig. 5 (a) curva ajustada da relação en a fitomassa total fresca, equação e variância;

(b) a reta ajustador da relação entre do teor de água total, equação e variância.

É de suma importância salientar que este índice é um modelo que realça a vegetação. Entretanto, quando a vegetação é nula, o TVI não é zero pois o solo também apresenta uma resposta. Segundo os dados espectrais de solo o TVI médio é 0,78 enquanto que os TVIs, com cobertura vegetal, variou de 0,84 a 1,05.

As figuras 5a e b, mostram que o TVI está melhor relacionado com a FTF do que com TAT.

Segundo este trabalho, pode-se concluir que, a variação daqueles elementos responsáveis pela atividade fotossintética da vegetação presentes nestas comunidades estudadas, não variou o suficiente para demonstrar as suas tendências talvez em vista do fato de a amostragem ter ocorrido nos meses secos ou talvez devido ao fato de nestes campos haver grande quantidade de vegetação morta, a qual apresenta uma resposta espectral semelhante àquela dos solos ditos de cores médias, como é o caso dos solos deste trabalho (5 YR e 7,5 YR na Tabela de Munsell).

8. BIBLIOGRAFIA

- BATMANIAN, G.J. Efeito do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes de es trato rasteiro de um Cerrado. Brasília, Tese de Mestrado em Ecologia. Dept. Biol. Veg., Inst. Cien. Biol. Universidade de Brasília. 1983.
- EPIPHANIO, J.C.N.; VITORELLO, I. Inter-relationships between view angles (azimuth) and surface moisture and roughness conditions in field-measured radiometer reflectances of an oxisol. 29 Colloque Internationales de Signatures Spectrales d'Objets en Télédéction. Bordeaux, 12-16 Sept. 1983. Ed. INRA Publ. 1984 (Les Colloques dl' INRA nº 23). p.185-192.

GATES, D.M. and physiological properties of plants. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Remote Sensing with Special Reference to Agriculture and Forestry. National Academy of Science, Washington D.C. 1970.p.224-252.

GUASMAN, H.W.; ALLEN, W.A.; WIEGAND, C.L.; ESCOBAR, D.E.; RICHARDSON, A.J. The leaf mesophylls of twenty crops, their light spectra, and optical and geometrical parameters. USDA Technical Bulletin nº 1465. 1975.

MEIRELLES, M.L. Produção primária e suas relações com fatores ambientais em pastagem artificial e Campo Sujo do Cerrado queimado e natural. Brasília. Tese de Mestrado em Ecologia. Inst. Biol., Universidade de Brasília. 1981.

MYERS, V.I. Soil water, and plant relations. In: National Academia of Sciences. Remote Sensing with special reference to agriculture and forestry. Washington, DC. 1970 cap.6,p.253 - 297.

PEREIRA, M.D.B. Correlação de fitomassa foliar de Campo Cerrado com dados espectrais obtidos pelo sistema MSS-LANDSAT e por radiometria de campo. São José dos Campos, INPE, 1986 (INPE-3758-TDL/205).

ROBINSON, B.F.; BIEHL, L.L. Calibration procedures for measurement of reflectance factor in remote sensing field research. In: Society of photo-optical instrumentation engineering. Measurements of optical radiation. California, 1979 p.16-26 (SPIE Proceeding v. 196).

TUCKER, C.J. Red and Photographic Infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment. V8(2):127-150, 1979.

TUCKER, C.J.; SELLERS, P.J. Satellite remote sensing of primary production. International Journal of Remote Sensing V7(11):1395-1416. 1986.