

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DE QUEIMAS EM PASTAGENS NATIVAS DA REGIÃO DOS CERRADOS

Jorge Adamoli, Michikazu Fukuhara e José Antonio da Silva

EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados

Km 18 BR 020 Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 70.0023 - 73.300-Planaltina-DF-Brasil

RESUMO

O trabalho tem como objetivo conhecer a resposta de um campo nativo submetido a queimas, através de: a) coleta no campo e análise no laboratório, dos parâmetros que permitam caracterizar a rebrota tais como pesos verde e seco, proteína bruta e outros dados bromatológicos; b) levantamento no campo, das curvas de reflectância de diferentes faixas espectrais, em distintos períodos post-queima; c) determinação do número de incêndios ocorridos em sequência temporal (diversas épocas de diferentes anos); d) definir sobre imagens da área de Brasília, os níveis densitométricos correspondentes a diversas comunidades vegetais, queimadas ou não, em diferentes épocas. Os resultados preliminares do estudo, mostram que: a biomassa formada (rebrota) até um ano depois da queima é inferior à biomassa acumulada no momento da queima; as percentagens de proteína bruta são altas nos três primeiros meses post-queima, para depois caírem gradativamente; as faixas do espectro electromagnético correspondentes ao infravermelho são as mais sensíveis para registrar a ocorrência das queimadas, tanto no campo quanto nas imagens; a curva de extinção da resposta densitométrica das queimadas, dá-se num prazo de 45-60 dias; o maior número de queimadas (registradas nas imagens), ocorre no final da época seca, particularmente no mês de agosto.

ABSTRACT

This study had the following objectives; to understand the response of native vegetation to burning by field collection and laboratory analysis, of the parameters that characterized regrowth such as: a) wet and dry weight, protein content and other chemical composition data; field survey of the spectral reflectance curves in distinct periods post-burning, c) determination of the surface area of burning occurrence in time sequence (different seasons of different years) d) the densitometric levels in different seasons corresponding to diverse vegetation communities whether burnt or not.

The preliminary results of the study showed that up to one year after burning, the biomass (regrowth) was inferior to the biomass accumulated at the time of burning. The highest crude protein occurred in the first months post-burning, and then fell gradually. The electromagnetic spectral bands corresponding to infra-red were the most sensitive for registering the occurrence of burning in the field as well as in the images; the extinction curve of the response to burning occurred in a period of 45-60 days; the largest number of burnings registered on the images occurred at the end of the dry season, particularly in August.

INTRODUÇÃO

O fogo é largamente utilizado nas pastagens nativas da região dos cerrados, principalmente no final da época seca. O uso do fogo em ambientes de savanas nos trópicos, é tão generalizado, que grande parte dos trabalhos

sobre ecologia tropical, o consideram um fator ativo no estabelecimento e/ou manutenção de alguns tipos de savanas. (3) (5).

Os efeitos das queimadas sobre o solo, os microorganismos, os animais e vegetais superiores, precisam ser

analisados no campo (7). O CPAC está realizando estudos que visam a compreender alguns desses efeitos. Já a análise espacial do fenômeno das queimadas, resultaria extremamente difícil, caro e impreciso com técnicas exclusivamente de campo. O monitoriamento das áreas queimadas, é tecnicamente possível graças à utilização de imagens LANDSAT. Outros usos referidos à tele detecção, permitem aprofundar as pesquisas sobre os incêndios, como veremos a seguir.

#### CARACTERÍSTICAS DA TELEDETECÇÃO APLICÁVEIS AO ESTUDO DAS QUEIMADAS

As possibilidades derivadas da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto aos estudos referidos ao uso do fogo em pastagens nativas da região dos Cerrados são:

##### 1. REPETIVIDADE.

O fato de poder contar com imagens de um mesmo ponto a cada 18 dias, permite desenvolver uma série de trabalhos, como:

- Registrar a ocorrência de incêndios ao longo do ano, podendo determinar o período de maior concentração.
- Analisar o período de tempo necessário para que uma área queimada possa voltar a ser incendiada.
- Estudar a curva de extinção dos incêndios detectada numa imagem, ao longo do tempo.
- Correlacionar os valores de biomassa levantados no campo com a reflectância das áreas queimadas, ao longo do tempo.

##### 2. REGISTRO MULTIESPECTRAL.

Os incêndios são facilmente detectáveis nos registros correspondentes ao canal 7. Isto permite desenvolver trabalhos de monitoriamento. Apesar de que no canal 5 a ocorrência de incêndios é mais difícil de ser reconhecida, uma análise combinada de diferentes canais, permite discernir por exemplo, os incêndios produzidos em áreas de campos nativos, dos incêndios provocados em decorrência dos desmatamentos que ocorrem em áreas de expansão da fronteira agrícola.

##### 3. POSSIBILIDADE DE ARMAZENAMENTO DOS REGISTROS.

O fato de poder armazenar os registros electromagnéticos em fitas CCT ou sob reproduções em papel ou transparências, permite analisar retrospectivamente fenômenos ou correlações que

podem surgir como consequência das pesquisas em andamento. Pode ser feita uma análise da possível correlação entre o número e superfície atingida pelos incêndios num determinado período, e fatores climáticos, tais como uma seca prolongada, ou um início tardio do período de chuvas. Para testar esta hipótese podem utilizar-se as imagens disponíveis desde 1973, coisa impossível de se fazer com dados exclusivamente de campo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da rebrota foi realizado mediante amostragem no campo, das áreas queimadas. A biomassa foi coletada em 10 amostras de 1m<sup>2</sup> cada, para cada data de amostragem. Os valores de peso e demais dados bromatológicos, foram determinados nos laboratórios do CPAC.

Para o estudo da reflectância no campo, foi utilizado um espectro radiômetro ABE-SEKKEI, com o qual foram feitas três leituras em cada ponto amostrado. As faixas de reflectância espectral estudadas foram de 450, 500, 550, 600, 650, 750 e 850nm.

Para caracterizar as respostas de diferentes comunidades vegetais e para determinar a curva de extinção da resposta dos incêndios nas imagens, foram feitas leituras com um densitômetro ABE-SEKKEI sobre imagens em papel, canal 7.

A contagem de áreas queimadas, foi feita com imagens em transparências positivas, de canal 7, projetadas num fotoanalisador multiespectral Canon MSV 300, e com o auxílio de uma malha de amostragem.

#### PRINCIPAIS RESULTADOS

##### 1. CARACTERIZAÇÃO DA REBROTA.

Após a passagem do fogo, inicia-se um processo de rebrota (4) (6), cujas características foram estudadas no campo, como fonte de dados para:

- Caracterizar a curva de biomassa acumulada, expressa em termos de peso verde e peso seco, para correlacionar esses valores com os registros de reflectância e densimetria que caracterizam os diferentes estágios post-fogo.

Nesse sentido, pode mencionar-se o fato de que a rebrota é iniciada poucos dias depois da queima, independentemente do mês em que esta foi efetuada. No entanto, os valores expressos em peso seco, são muito baixos: 66 kg MS/ha quatro semanas depois de uma quei

ma feita em outubro de 1980.

Analisando o efeito das queimas feitas nos meses de junho, julho e agosto, através de medidas densitométricas feitas sobre imagens do canal 7 (Fig. 5), foi constatado que, nas leituras correspondentes ao mês de outubro do mesmo ano ou seja, quatro, três e dois meses depois das queimas, os valores das áreas que foram queimadas, eram equivalentes aos valores do Cerrado não queimado. A rebrota inicial, ocorrida após a passagem do fogo, não chegou a apagar os registros no canal 7 enquanto durou a estação seca. Em outubro, quando começa a estação das chuvas, todas as áreas queimadas em estudo, apresentam valores equivalentes aos do Cerrado não queimado, em termos de reflectância e de densitometria. No entanto, os valores de biomassa, apresentam diferenças marcantes. Três meses depois de uma queima feita em outubro, foram registrados 340 kg MS/ha, e aos nove meses 1560 kg/ha contra os 6.120 kg MS/ha de uma área vedada de Cerrado nativo.

## 2. DADOS BROMATOLÓGICOS.

Foram analisados diferentes parâmetros para caracterizar a biomassa produzida no período post-queima. Proteína bruta, digestibilidade in vitro, fibra detergente neutra, cálcio, fósforo, potássio e sílica. Estes dados são de valor imediato para caracterizar a rebrota em função das necessidades de qualidade nutritiva da dieta dos bovinos, particularmente no que diz respeito a proteína bruta, que

passa de escassos 3% no campo nativo ao final da época seca, para atingir valores da ordem de 10% até 41 dias depois da queima, e 7% até 3-4 meses depois da queima. A partir desse momento esses valores decrescem rapidamente.

## 3. DATAS DE QUEIMAS.

Para verificar se os incêndios apresentam uma maior concentração em alguma época do ano, foram feitas contagens de áreas queimadas ao longo de diferentes meses de vários anos. A contagem foi feita sobre transparências positivas de imagens Landsat correspondentes à área de Brasília (37.600km<sup>2</sup>), utilizando-se um Fotoanalisador Multi-espectral Canon MSV 300.

Verificou-se uma nítida concentração de incêndios no mês de agosto. Nas Figuras 1 e 2, podem observar-se as áreas detectadas sobre imagens estudadas, correspondentes a junho e agosto de 1973, onde foram registrados 155 incêndios em junho e 1274 em agosto.

No entanto, observou-se que os incêndios registrados em agosto, acumulam os valores correspondentes a esse mês e os originados em meses anteriores. Para poder separar ambas ocorrências, pode ser utilizado o Fotoanalisador Multiespectral colocando um filtro diferente nas transparências correspondentes aos meses que se quer diferenciar. A contagem, foi feita numa área de amostragem de 14.121 km<sup>2</sup> com uma malha de amostragem de 1209 pontos. Os valores constam na Tabela 1.

TABELA 1

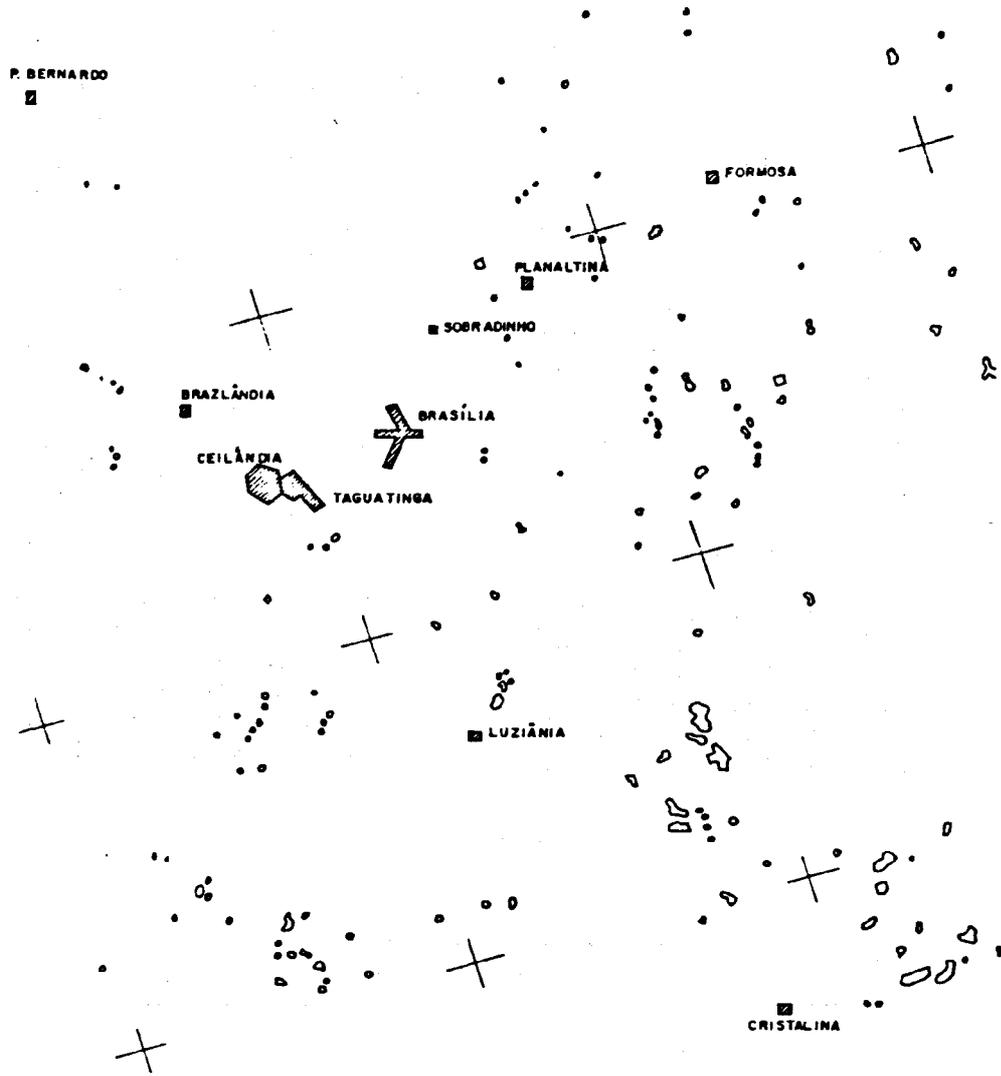
| Data amost. | Nº de incêndios registrados |     |    |     | Média | T. acumulado |
|-------------|-----------------------------|-----|----|-----|-------|--------------|
| 20 Mai 80   | 1                           | 2   | 2  | 1   | 1,5   | 1,5          |
| 07 Jun 80   | 12                          | 15  | 12 | 11  | 12,5  | 14           |
| 22 Jul 80   | 89                          | 85  | 92 | 86  | 88    | 102          |
| 09 Ago 80   | 89                          | 99  | 99 | 114 | 100,3 | 202,3        |
| 27 Ago 80   | 124                         | 105 | 73 | 114 | 104   | 306,3        |
| 20 Out 80   | 12                          | 8   | 16 | 12  | 12    | 318,3        |

Os valores da Tabela 1 confirmam uma nítida concentração de incêndios ocorridos entre finais de julho e especialmente em agosto, sendo que para maio e outubro, a ocorrência é muito baixa, e talvez seja restrita só a queimadas de áreas desmatadas.

## 4. REPETITIVIDADE DOS INCÊNDIOS.

Foi feita uma avaliação preliminar das áreas queimadas do mês de agosto de dois anos consecutivos (1979-

1980) e observou-se que praticamente as áreas queimadas de um ano não coincidem com as do ano anterior. Relacionando esta observação com os registros de biomassa resultantes da rebrota post-queima pode verificar-se que a biomassa resultante não atinge ao final do primeiro ano, os valores originais do período pré-queima. Assim a escassa biomassa acumulada dificulta ou mesmo impede a repetição anual de incêndios num mesmo local.



192 - 23 BRASÍLIA 26 JUNHO 73

FIG. 1. ÁREAS QUEIMADAS



19223

BRASÍLIA

19 AOO / 73

FIG. 2. ÁREAS QUEIMADAS

5. REFLECTÂNCIA.

Durante a execução das tarefas de contagem das áreas queimadas, foi verificado que o registro dos incêndios, nítido em queimadas recentes, ia se extinguindo nos meses imediatamente posteriores à queima. Para poder verificar a persistência do registro em imagens de datas consecutivas, ou inversamente a curva de extinção desses registros, foram feitas determinações de reflectância e de densitometria (1) (2):

Para analisar a reflectância, utilizou-se um espectro radiômetro com o qual foram feitas as leituras em áreas queimadas em diferentes datas. Com base nesses dados, foram traçadas as curvas de reflectância das diversas faixas espectrais.

Os resultados que aparecem na Figura 3, permitem concluir que:

a) As duas comunidades de campos analisados: Capim Gordura (Melinis minutiflora) e Capim Flechinha (Echinolaena inflexa) apresentam assinaturas espectrais diferentes, o que permitiria separá-las com relativas facilidades, nas faixas situadas entre 450 e 850 nm;

b) As áreas de Capim Flechinha que foram queimadas, apresentaram, dois dias após a queima, um nítido contraste o qual foi diminuído aos 33 dias, para não mais se diferenciar aos 228 e 305 dias.

6. DENSITOMETRIA.

Para analisar mais detalhadamente a curva de extinção da resposta dos incêndios nas imagens Landsat, foi feita uma análise de 43 pontos de amostragem correspondentes a 11 condições estudadas em imagens de 8 datas diferentes.

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

a) As áreas de queimadas recentes, apresentaram níveis densitométricos próximos aos da água dos lagos (Tabela 2 e Figura 4). As queimadas de 1 mês, apresentam níveis de diferenciação aceitáveis, coisa que não mais aconteceu a partir de dois meses, para queimas realizadas em agosto.

b) Para a análise de quatro datas de queima, foram identificados pontos de queimas recentes em imagens de junho, julho e de duas datas de agosto. Esses foram transferidos para imagens de datas anteriores à queima para obter os registros densitométricos da área não queimada, e para imagens de datas posteriores, para se obter a curva de extinção da resposta espectral. Na Figura 5, pode observar-se que a dispersão de valores correspondentes às leituras na imagem do mês de maio situase em torno da dispersão dos valores correspondentes à curva de Cerrado não queimado (os valores individuais aparecem marcados com pontos sendo que a curva corresponde aos valores médios). Os picos das curvas, correspondem aos valores de incêndios registrados em datas próximas à passagem do satélite. A partir do momento da queima, produz-se uma queda nos níveis densitométricos cujo gradiente é mais abrupto quanto mais perto do fim de agosto situaram-se as queimas. Na mesma Figura, pode observar-se que, independentemente da data de queima analisada, nas imagens de 02 de outubro de 1980, todos os registros densitométricos apresentam valores próximos aos do Cerrado não queimado. Este fato, pode correlacionar-se com os valores de peso seco obtidos na análise da rebrota post-queima. A rebrota registrada durante a estação seca (junho-julho) é de pouca significância em relação à extinção da resposta do canal 7 à presença dos incêndios. São a rebrota induzida pela combinação de fatores térmicos e hídricos (veja Tabela 3), permite atingir uma intensidade de rebrota que apresenta valores densitométricos próximos aos dos Cerrados não queimados.

TABELA 2

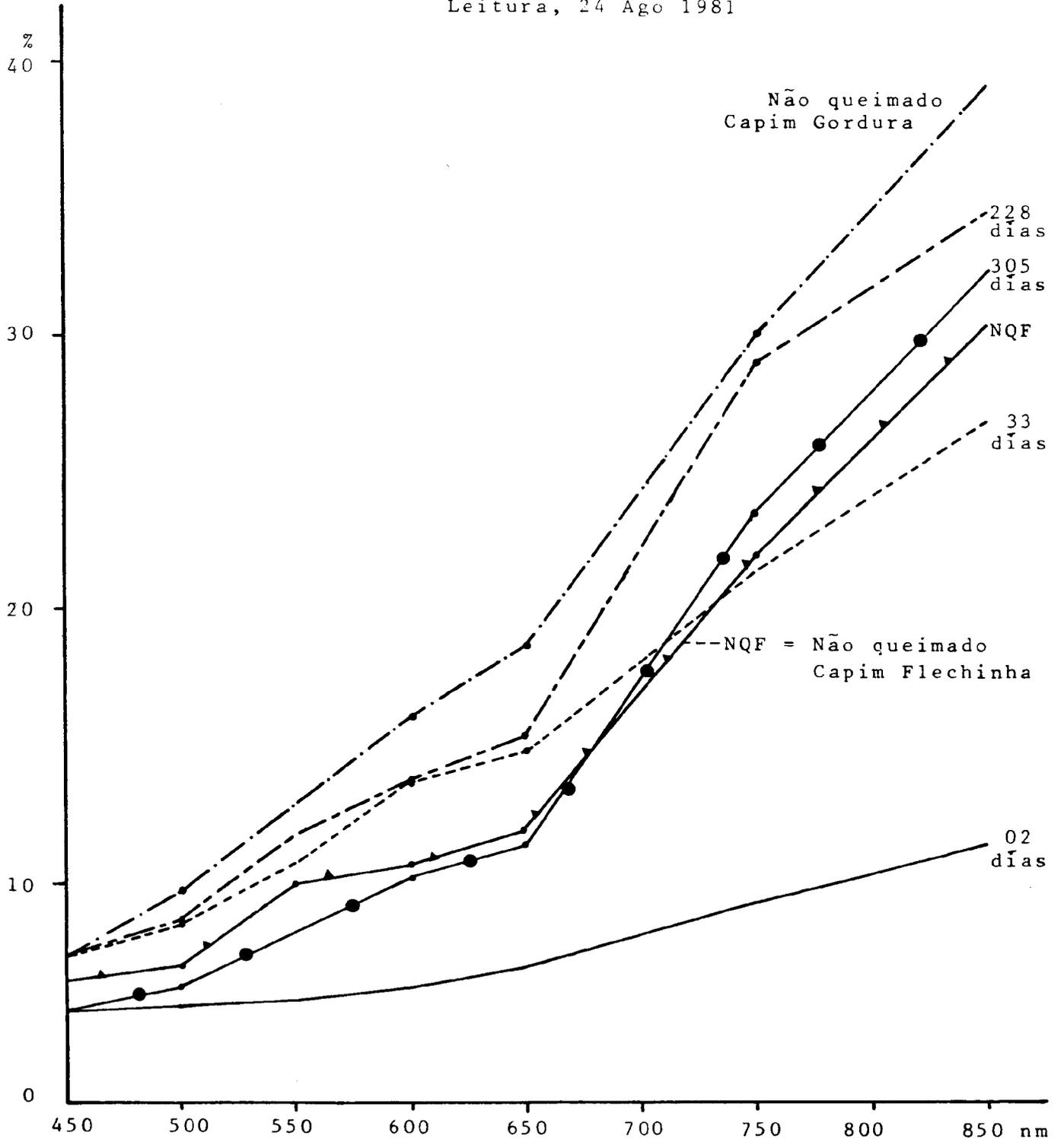
NÍVEIS DE CINZA REGISTRADO POR DENSITOMETRIA NA IMAGEM 192-23 (BRASÍLIA) 07 DE AGOSTO DE 1977

| Condição            | Leituras |     |     |     |     | Média |
|---------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Lago                | 116      | 109 | 111 | 110 | 104 | 110,0 |
| Queimada recente    | 97       | 93  | 92  | 103 | 96  | 96,2  |
| Queimada média      | 83       | 84  | 87  | 70  | 72  | 79,2  |
| Queimada de 2 meses | 72       | 68  | 57  | 76  | 76  | 69,8  |
| Cerrado denso       | 69       | 64  | 63  | 66  | 62  | 64,8  |
| Cerrado ralo        | 47       | 48  | 50  | 45  | 36  | 45,2  |
| Campo Limpo         | 26       | 37  | 36  | 17  | 28  | 28,8  |
| Cidades             | 27       | 16  | 25  | 33  | 24  | 25,0  |
| Mata galeria        | 21       | 20  | 21  | 14  | 21  | 19,4  |

FIGURA 3

Reflectância espectral

Leitura, 24 Ago 1981



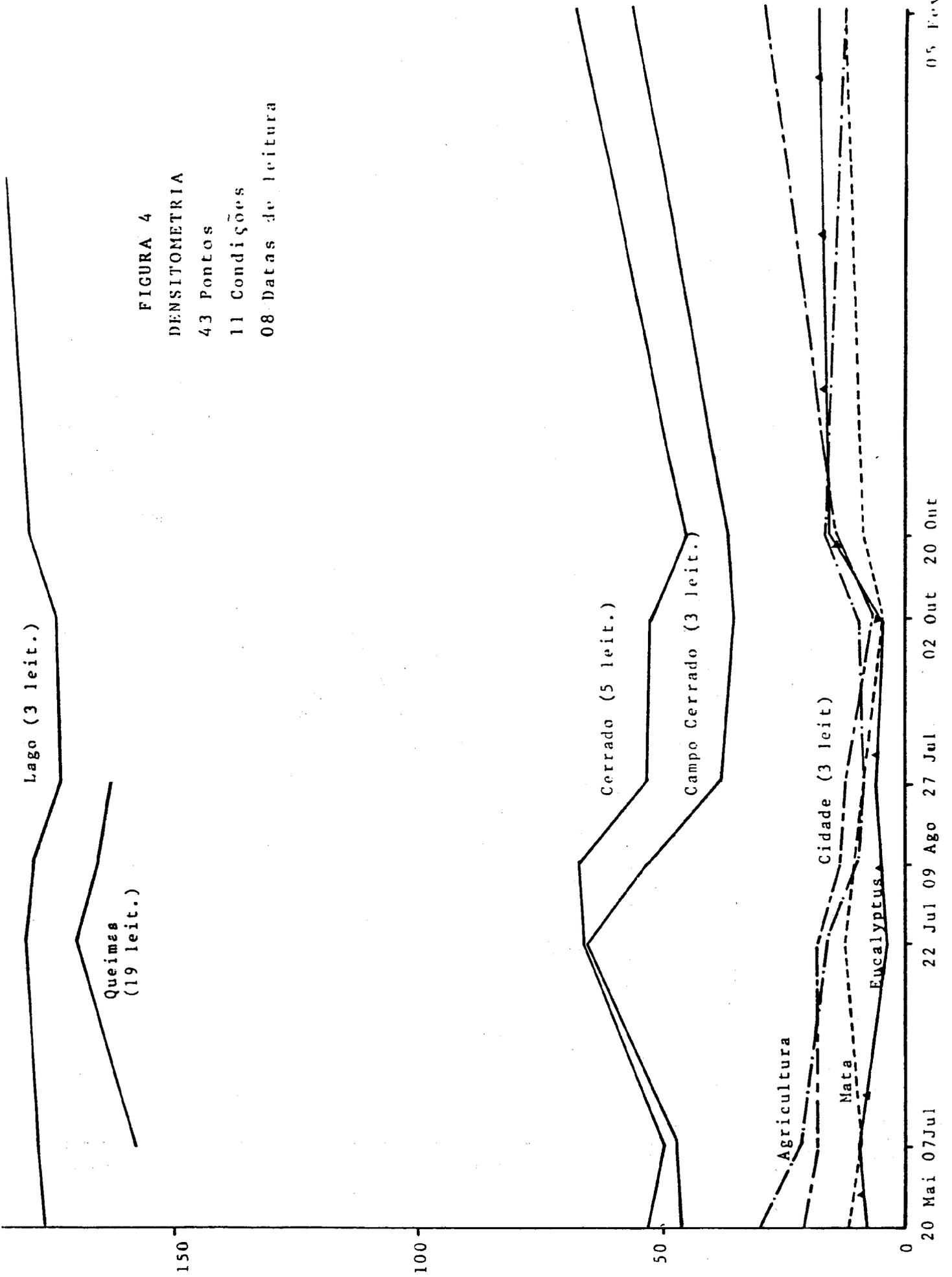


FIGURA 4  
DENSITOMETRIA  
43 Pontos  
11 Condições  
08 Datas de leitura

FIGURA 5  
DENSITOMETRIA  
4 datas de queima  
8 datas de leitura  
24 pontos

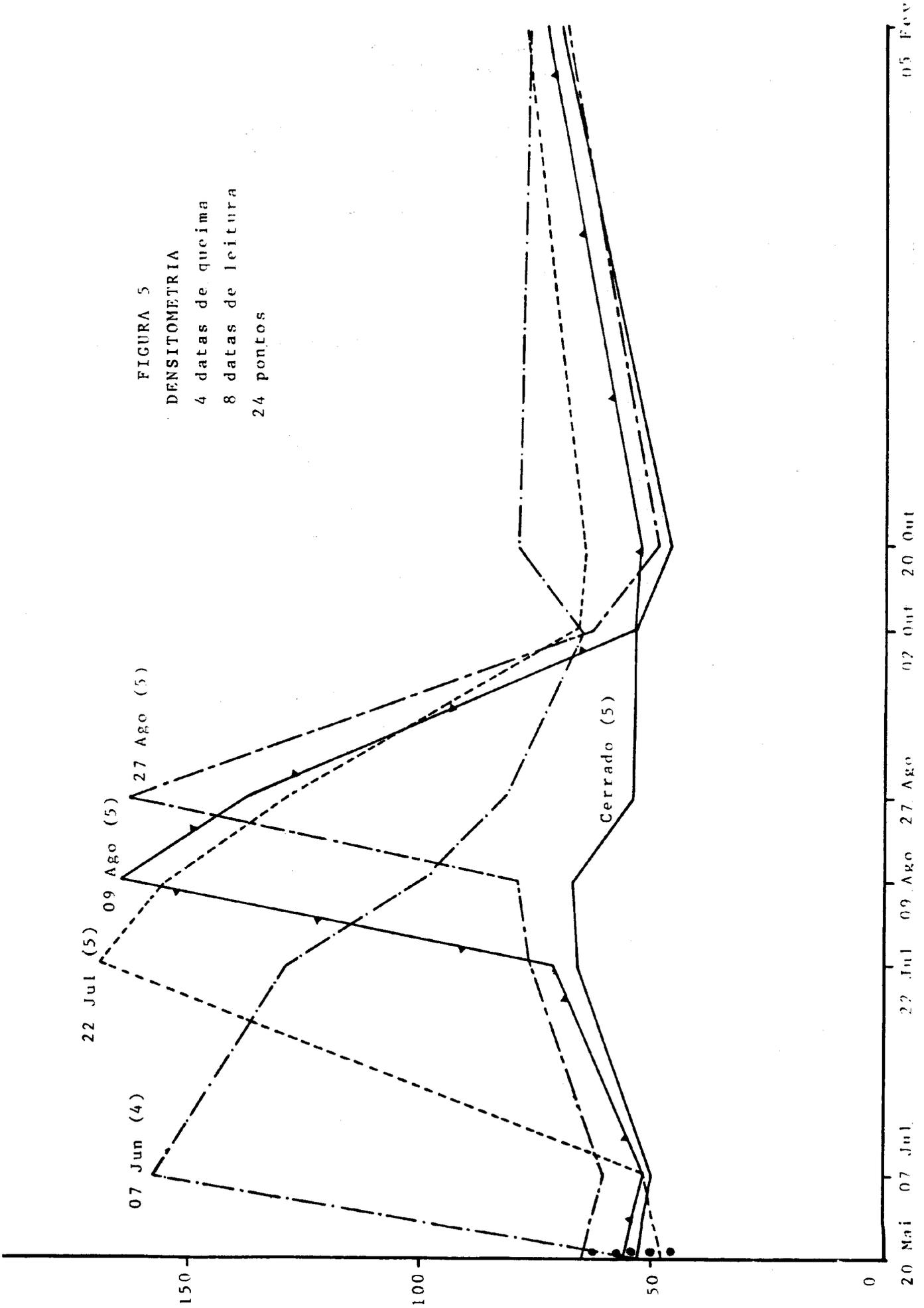


TABELA 3  
DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS DURANTE O ANO  
DE 1980, EM PLANALTINA (CPAC)

|           |       |        |     |          |       |
|-----------|-------|--------|-----|----------|-------|
| Janeiro   | 471,2 | Maio   | 5,5 | Setembro | 0,0   |
| Fevereiro | 426,6 | Junho  | 0,0 | Outubro  | 22,8  |
| Março     | 46,5  | Julho  | 0,0 | Novembro | 180,1 |
| Abril     | 98,6  | Agosto | 0,0 | Dezembro | 290,0 |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GUSMAN, H.W. "Reflectance of leaf components" Remote sensing for environment 6, 1-9. 1977.
2. GOLD, A. and BEN ASHER, J. "Soil reflectance measurement using a Photographic method". Soil Sci. Soc. Am J., Vol. 40, 337-341. 1976.
3. LAMOTTE, M. "The structure and function of a Tropical savannah ecosystem" in "Tropical Ecological Systems" ed. F. Golley and E. Medina, Springer Verlag, NY, 179-222. 1975.
4. RICHARDSON, A.J. and WIEGAND, C.L. "Distinguishing vegetation from soil background information" Photogrammetric Eng. and Rem. Sensing, 43(12) 1541-1552. Dez. 1977.
5. SAN JOSÉ, J. and MEDINA, E. "Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savana". II "Tropical Ecological Systems", ed. by F. Golley and E. Medina, Springer Verlag, NY, 251-264. 1975.
6. TUCKER, R.C. "Spectral method for determining the percentage of green herbage material in clipped samples" Rem. Sensing of Environment, 9: 175-181. 1980.
7. WELLS, C.G. et al. "Effects of fire on soil. U.S. Dep. Agric. Forest Service. Tech. Rep. W 07 1-134 1979.