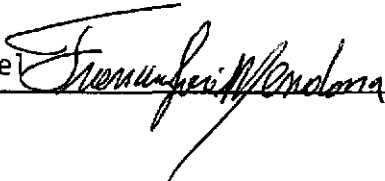



|  |                           |  |  |
|--|---------------------------|--|--|
| 1. Publicação nº<br><i>INPE-2765-RA/171</i>  | 2. Versão                 | 3. Data<br><i>Junho, 1983</i>  | 5. Distribuição<br><input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa<br><input type="checkbox"/> Restrita |
| 4. Origem<br><i>DSR</i>  | Programa<br><i>SAFRAS</i> |  |  |
| 6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es)<br><i>CANA-DE-AÇÚCAR</i><br><i>ESTIMATIVA DE ÁREA</i><br><i>SENSORIAMENTO REMOTO</i>   |                           |  |  |
| 7. C.D.U.: <i>528.711.7:633.61(81)(047)</i>  |                           |  |  |
| 8. Título<br><br><i>RELATÓRIO ANUAL/1982</i><br><i>RESUMO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE</i><br><i>O ANO DE 1982</i><br><br><i>CONVÊNIO SERPRO/CNPq-INPE</i>   |                           | 10. Páginas: <i>24</i>   |  |
|  |                           | 11. Última página: <i>A.5</i>  |  |
| 9. Autoria <i>Francisco José Mendonça</i>  |                           | 12. Revisada por<br><br><i>Antonio Tebaldi Tardin</i><br><i>Antonio Tebaldi Tardin</i>   |  |
| Assinatura responsável   |                           | 13. Autorizada por<br><br><br><i>Nelson de Jesus Parada</i><br><i>Diretor</i> |  |
| 14. Resumo/Notas<br><br><p><i>O presente relatório descreve as atividades desenvolvidas durante o ano de 1982 do Projeto que visa desenvolver um "sistema de estimativa de área de cana-de-açúcar, a nível nacional, utilizando dados de sensoriamento remoto" em convênio com o SERPRO e CNPq-INPE. Os trabalhos desenvolvidos durante o ano de 1982 visaram, basicamente, a adequação das metodologias de interpretação visual para estimativa de áreas ocupadas com cana-de-açúcar nas regiões de estudo.</i></p> |                           |  |  |
| 15. Observações  |                           |  |  |

RELATÓRIO ANUAL/1982

RESUMO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS  
DURANTE O ANO DE 1982

CONVÊNIO SERPRO/CNPq-INPE



## SUMÁRIO

|   | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| 1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....  | 01          |
| 2. <u>ESTUDO EXPERIMENTAL DO RIO DE JANEIRO</u> .....                           | 01          |
| 2.1 - Área Piloto de Campos .....   | 01          |
| 2.1.1 - Avaliação de Área com Fotografias Aéreas .....                          | 01          |
| 2.1.2 - Avaliação de Área com Imagens LANDSAT .....                             | 03          |
| 2.1.3 - Teste de Utilização de Amostragem em duas Fases .....                   | 07          |
| 2.2 - Definição da Área de Estudo do Rio de Janeiro .....                       | 07          |
| 3. <u>LEVANTAMENTO PRÉ-OPERACIONAL DO NE</u> .....                              | 08          |
| 4. <u>ESTUDO EXPERIMENTAL DO PARANÁ E SÃO PAULO</u> .....                       | 09          |
| 5. <u>CAPACITAÇÃO DE PESSOAL DO SERPRO</u> .....                                | 10          |
| 6. <u>PLANO PARA O ANO DE 1983</u> .....  | 11          |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 13          |
| APÊNDICE A - MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO DE<br>CAMPOS - RJ |             |



## 1. INTRODUÇÃO

Em 18 de junho de 1982, foi realizado um Convênio entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Instituto de Pesquisas Espaciais - CNPq/INPE e o Serviço Federal de Processamento de Dados - SERPRO. O objetivo desse Convênio, é, desenvolver e testar um sistema de estimativa de área da cultura de cana-de-açúcar, em âmbito nacional, utilizando dados de sensoriamento remoto e técnicas de interpretação visual de imagens, obtidas por satélite e/ou por aeronave portadora de sensores.

Durante o segundo semestre de 1982, foram realizados trabalhos em que basicamente se desenvolveram atividades que visavam à adequação das metodologias de interpretação visual para estimativa de área da cultura da cana-de-açúcar nas regiões I (sul/sudeste) e II (Nordeste). Através deste trabalho foi possível: a) delimitar dentro das regiões sul/sudeste e Nordeste as áreas que contribuem, significativamente, a cultura de cana-de-açúcar; b) dividir a área de estudo segundo as suas diferentes concentrações de plantio; c) estabelecer chaves de interpretação visual das imagens.

Neste relatório são apresentados, para cada atividade desenvolvida, os resultados obtidos durante o ano de 1982, segundo o cronograma de execução aprovado.

## 2. ESTUDO EXPERIMENTAL DO RIO DE JANEIRO

### 2.1 - ÁREA PILOTO DE CAMPOS

#### 2.1.1 - AVALIAÇÃO DE ÁREA COM FOTOGRAFIAS AÉREAS

Com o objetivo de estabelecer uma chave de interpretação para cana-de-açúcar, a partir de imagens LANDSAT, na região norte fluminense, selecionou-se dentro dessa região uma área de 984Km<sup>2</sup>, denominada área piloto de Campos, para ser fotografada por aeronave, em junho de 1982, utilizando filme infravermelho colorido na escala aproximada de 1:34.000.

Estabelecidos os padrões fotográficos de cana-de-açúcar nas fotografias aéreas, procedeu-se a trabalhos de fotointerpretação, os quais foram complementados com verificação de campo, onde foi possível estabelecer uma correlação entre os padrões das fotografias aéreas e o campo.

A seguir, foi gerado um mapa temático que mostra a cultura da cana-de-açúcar que se apresentou distribuída em áreas de cultivo relativamente grandes, nas áreas de planície, e relativamente pequenas, nas áreas de relevo acidentado, muito recortadas por carreadores. Existem no mínimo três categorias de cana, conforme descrição abaixo:

- a) Cana adulta - a ser cortada na safra corrente. Dentro desta categoria estão incluídas cana de ano-e-meio e cana de ano, quer seja cana planta ou soca.
- b) Cana cortada - áreas colhidas durante a safra em andamento na época da tomada das fotografias aéreas.
- c) Cana nova - cana de ano-e-meio, em início de desenvolvimento, que não seria cortada na safra em andamento na época da tomada das fotografias aéreas.

O mapa da distribuição geográfica anexo mostra a cana-de-açúcar nas suas diferentes categorias em junho de 1982 (época da tomada das fotografias aéreas) adotando a seguinte legenda: CA - cana adulta, CC - cana cortada e CN - cana nova.

A Tabela 2.1 mostra a distribuição, por categorias, da área cultivada com cana-de-açúcar, cujo total de 48.609 hectares está distribuído em 41.616 hectares (85,61%) de cana adulta para corte na safra 1981/82; 6.704 hectares (13,80%) de cana cortada; e 289 hectares (0,59%) de cana nova para ser cortada na safra seguinte.

TABELA 2.1

DISTRIBUIÇÃO, POR CATEGORIAS, DA ÁREA TOTAL  
CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR

| CATEGORIAS | ÁREA EM HECTARES | PORCENTAGEM<br>% |
|------------|------------------|------------------|
| CA         | 41.616           | 85,61            |
| CC         | 6.704            | 13,80            |
| CN         | 289              | 0,59             |
| TOTAL      | 48.609           | 100,00           |

Para avaliação da área ocupada com cana-de-açúcar foi utilizada uma grade de pontos, distribuídos aleatoriamente (Grade de Bruning), onde cada ponto equivale a 0,746 Ha. A precisão dessa grade utilizada era da ordem de 97%.

2.1.2 - AVALIAÇÃO DE ÁREA COM IMAGENS LANDSAT

Com o conhecimento obtido dos padrões fotográficos da cultura, através da interpretação das fotografias aéreas, foi feita a interpretação de imagens LANDSAT, na escala de 1:250.000, com vistas na identificação da cana-de-açúcar.

Para os trabalhos de identificação da cana-de-açúcar através de imagens LANDSAT, a metodologia adotada foi a da análise visual, cujos critérios básicos utilizados foram as características espectrais da cultura observadas nas imagens dos canais 5 e 7 adquiridas em diferentes épocas. A Figura 2.1 mostra a chave de interpretação utilizada para identificar a cana-de-açúcar a partir de imagens LANDSAT.



| PERÍODO         | PRIMEIRO PERÍODO |              |                      |             | SEGUNDO PERÍODO |              |              |              |             |
|-----------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|                 | Espectral        |              | Temporal             |             | Espectral       |              | Temporal     |              |             |
| CARACTERÍSTICAS |                  |              |                      |             |                 |              |              |              |             |
| CANAL           | 5                | 7            | 7                    | 7           | 7               | 7            | 7            | 5            | 7           |
| TONALIDADE      | CINZA-ESCURO     | CINZA-ESCURO | CINZA-MÉDIO OU CLARO | CINZA-CLARO | CINZA-CLARO     | CINZA-CLARO  | CINZA-ESCURO | CINZA-CLARO  | CINZA-MÉDIO |
| LEGENDA         |                  |              |                      |             |                 |              |              |              |             |
| TEMA            | ?                | CORPO D'ÁGUA | VEGETAÇÃO ARBÓREA    | CANA ?      | Cana            | Cana CORTADA | Cana ?       | Cana CORTADA | OUTRO       |
| OBS.            |                  |              |                      |             |                 |              | SOLO ESCURO  | SOLO CLARO   |             |

Fig. 2.1 - Chave de interpretação para cana-de-açúcar utilizando imagens LANDSAT, segundo suas variações espectral e temporal.

FONTE: Mendonça (1981), p. 47.

A legenda estabelecida para a identificação da cana-de-açúcar através de imagens LANDSAT foi diferente daquela das fotografias aéreas. A cultura foi caracterizada por um único tema denominado CANA, assim definido:

CANA - compreende a cultura em estágio avançado de desenvolvimento, a ser cortada na safra em andamento na época da tomada das imagens LANDSAT, acrescida de parte de cana de ano-e-meio, em início de desenvolvimento, com alta percentagem de cobertura foliar, a qual não seria cortada na safra em andamento na época da tomada das imagens LANDSAT.

A *cana nova*, com baixa percentagem de cobertura foliar, e a *cana cortada* foram omitidas nessa etapa, em virtude de a cana nova apresentar grande similaridade espectral com os alvos solo nu e pastagem degradada.

O mapa da Figura 2.2 mostra a área de concentração canavieira da área piloto de Campos - RJ, obtida a partir da interpretação de imagens LANDSAT.

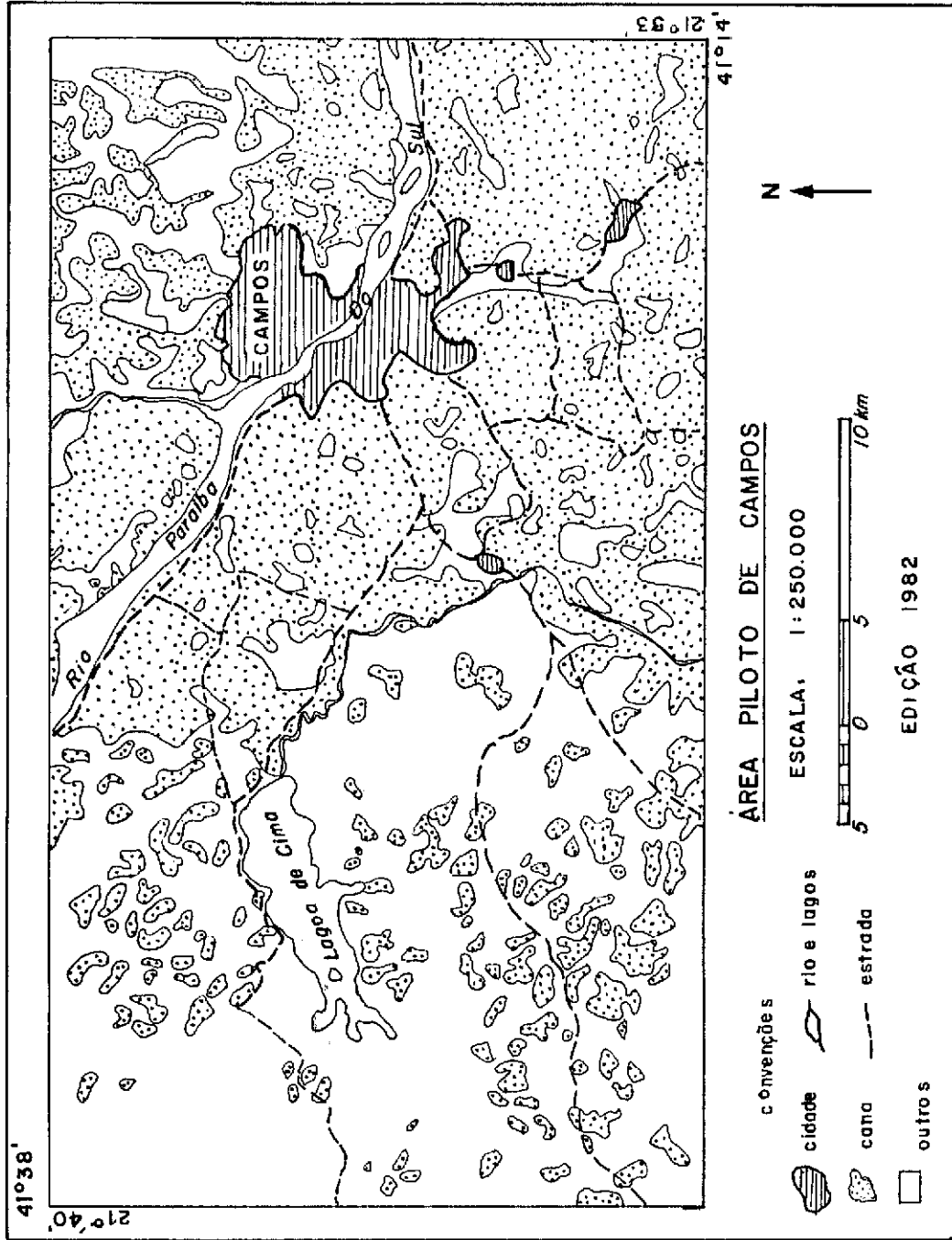


Fig. 2.2 - Área de concentração canavieira da área piloto de Campos-RJ, obtida a partir de imagens LANDSAT.

A avaliação da área do tema cana foi feita através da contagem de pontos de uma grade milimetrada superposta ao mapa da Figura 2.2. Cada ponto equivalia a 6,25 ha, e a área total obtida do tema cana foi de 40.206 ha.

Comparando o resultado da avaliação de área de cana-de-açúcar, obtido através de imagens LANDSAT, com o obtido através de interpretação de fotografias aéreas, verificou-se que a diferença relativa entre o resultado do tema cana (40.206 ha), obtido através de interpretação de imagens LANDSAT, e o do tema cana adulta (41.616 ha), obtido através da interpretação de fotografias aéreas, foi de 3,40%.

### 2.1.3 - TESTE DE UTILIZAÇÃO DE AMOSTRAGEM EM DUAS FASES

Além de os dados de aeronave e do LANDSAT, terem sido utilizados para um estudo de correlação, empregaram também estes dados para a realização de um experimento de estimativa de área cultivada com cana-de-açúcar, através de um sistema de amostragem em duas fases que utilize estimativa de regressão.

Os resultados, discussão e conclusões desse experimento encontram-se no relatório intitulado "Estudos Estatísticos Preliminares sobre a Região Canavieira de Campos - RJ, utilizando imagens LANDSAT e fotografias aéreas" (INPE-2723-NTE/200).

## 2.2 - DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DO RIO DE JANEIRO

Através de informações preliminares (dados estatísticos) foi possível definir a área de estudo no Estado do Rio de Janeiro adotando o critério de concentração de cana-de-açúcar ao nível de Município.

Após esse estudo selecionaram-se 10 municípios da região norte fluminense os quais, segundo dados estatísticos do IBGE (1979), concentram mais de 80% da área ocupada com cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro.

Definida a área de estudo, selecionaram-se as órbitas/ pontos e passagens do LANDSAT sobre esta área. A seguir foram obtidas as imagens LANDSAT, feita uma interpretação para identificar o tema cana-de-açúcar de toda a área de estudo, e gerado um mapa preliminar cuja exatidão será testada durante os trabalhos a serem realizados em 1983.

### 3. LEVANTAMENTO PRÉ-OPERACIONAL DO NE

Dentro da região canavieira do Nordeste foram selecionadas, para área de estudo, as regiões de cana-de-açúcar dos Estados de Pernambuco e Alagoas. Com efeito, segundo estimativa do IAA (1980), nesses dois Estados está concentrada 80% da área ocupada com cana-de-açúcar do Nordeste.

Devido à grande concentração de cana naqueles dois Estados e ao problema de constante cobertura de nuvens, foi planejada uma missão aerofotográfica para cobrir toda aquela região canavieira, a qual perfaz uma área aproximada de 23.100 km<sup>2</sup>.

Durante um período de aproximadamente três meses, o avião do INPE esteve baseado na área de estudo (Maceió - AL) para a realização da missão. Todavia, em face da dificuldade da constante cobertura de nuvens sobre a área, foi realizada a aerocobertura de aproximadamente 22% da área, o que correspondeu a um número de 510 fotografias em preto e branco, na escala de 1:30.000, as quais deverão ser interpretadas durante o ano de 1983.

Concomitantemente à época da cobertura fotográfica, foi realizado um trabalho de campo durante 16 dias, o qual, além de propiciar

aos fotointérpretes um contato com a região, permitiu obter mapas com a distribuição das usinas e destilarias dos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte. Neste trabalho foram adquiridas outras informações tais como: diferentes ocorrências de tipos de solo, classes de relevo, manejo da cultura da cana-de-açúcar e presença de outras culturas, que são fundamentais para os trabalhos de fotointerpretação.

Com o intuito de conseguir a cobertura aerofotográfica total da Região II, dar-se-á prosseguimento aos trabalhos de aerolevantamento que reiniciarão em setembro de 1983.

É muito importante a continuação dos trabalhos de aerolevantamento da parte restante da área canavieira do Nordeste, pois só assim será possível testar um sistema de amostragem para estimativa de área, a partir da população canavieira obtida através das fotografias aéreas.

#### 4. ESTUDO EXPERIMENTAL DO PARANÁ E SÃO PAULO

Os trabalhos da região canavieira dos Estados de São Paulo e Paraná foram constituídos basicamente de duas atividades: estudos preliminares e identificação de cana-de-açúcar em imagens LANDSAT.

A atividade referente aos *estudos preliminares* foi exclusivamente voltada para o Estado do Paraná, já que tais estudos já haviam sido anteriormente realizados para o Estado de São Paulo.

Na realização dos *estudos preliminares do Paraná* buscou-se, principalmente, definir dentro de todo o Estado a área de ocorrência de cana-de-açúcar e, a partir daí, a área de estudo. Para tanto, foi obtida junto à Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná uma listagem com a estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em cada município.

A partir desses dados foi feita uma estratificação da cultura por município, segundo a sua densidade de plantio. Os estratos obtidos foram os seguintes:

Estrato 1: zero ha área de cana;

Estrato 2: 1 a 99 ha de área de cana;

Estrato 3: 100 a 1000 ha de área de cana;

Estrato 4: mais de 1000 ha de área de cana.

A seguir escolheram-se para área de estudo os municípios contidos nos estratos 3 e 4, que em termos percentuais correspondem a mais de 90% da cana existente no Estado do Paraná.

Definida a área de estudo referente aos Estados de São Paulo e Paraná, passou-se à aquisição das imagens LANDSAT que cobriam a área canavieira desses dois Estados.

Para a identificação da cana-de-açúcar nas áreas de estudo dos Estados do Paraná e São Paulo foi utilizada a mesma chave de interpretação citada na seção 2.1.2.

O resultado deste trabalho foi a elaboração de mapas preliminares, com a distribuição espacial da cana-de-açúcar dos estados de Paraná e São Paulo, os quais servirão de suporte para os trabalhos de campo a serem realizados durante o ano de 1983. Assim, a partir desse conhecimento de campo, haverá possibilidade de reinterpretar, com maior segurança, a cana-de-açúcar nas imagens LANDSAT de 1983 e de obter a avaliação de sua área.

##### 5. CAPACITAÇÃO DE PESSOAL DO SERPRO

Essa importante fase do projeto não foi realizada porque o SERPRO não colocou à disposição do INPE o pessoal previsto. Caso es

sa atividade não seja realizada o mais rápido possível, o andamento do trabalho ficará sensivelmente prejudicado.

#### 6. PLANO PARA O ANO DE 1983

Para o ano de 1983 foi elaborado um plano de trabalho a ser aprovado pelas partes convenientes, através do qual será dada continuidade às atividades iniciadas em 1982, com vistas em atingir as metas estabelecidas para a conclusão do estágio de obtenção e experimentação do projeto.





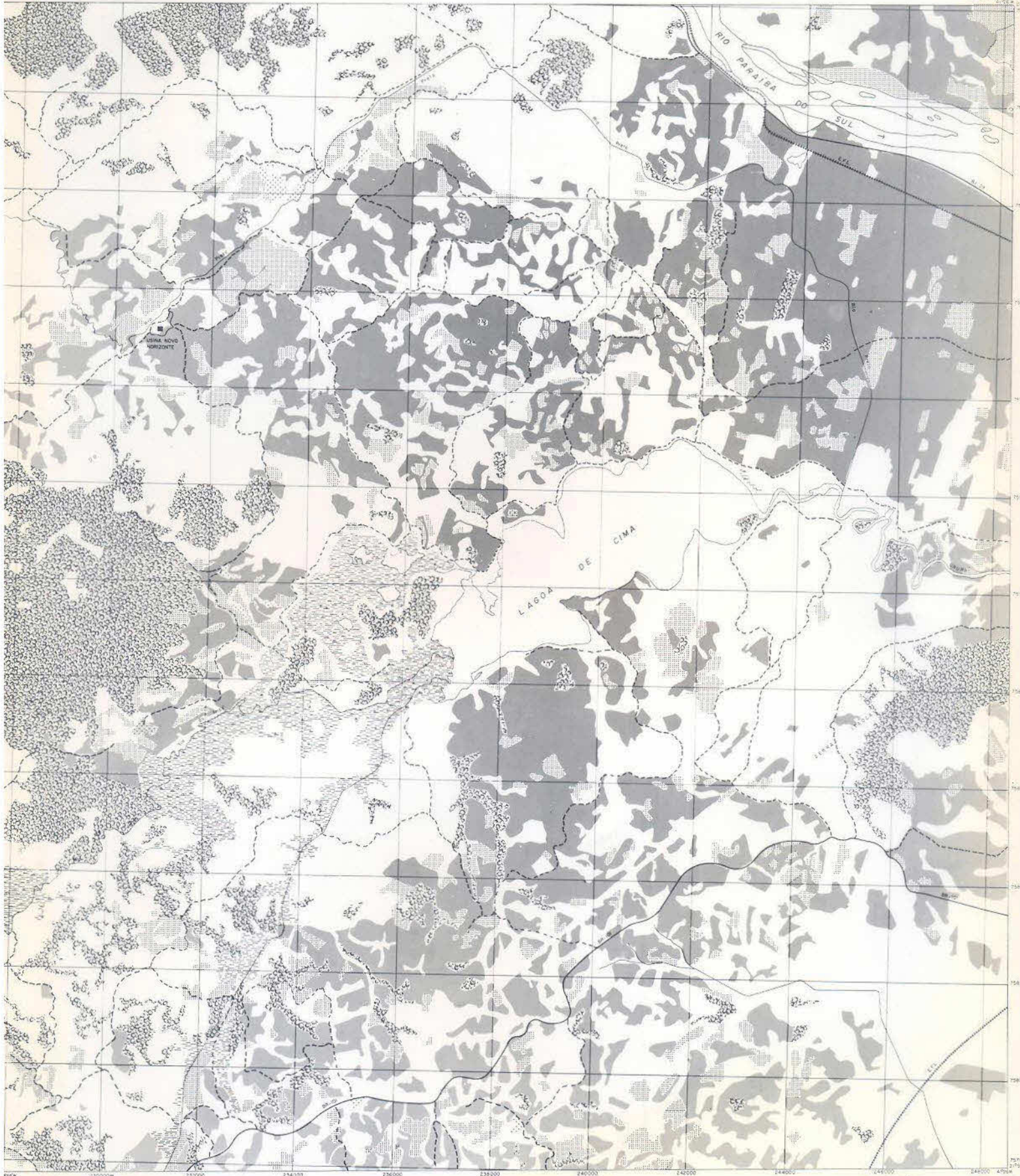
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.  
Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes.  
Rio de Janeiro, 1979 v. 6.
- 2 . MENDONÇA, F.J. Sensoriamento Remoto aplicado à Agricultura: Princípios básicos, metodologia e aplicações. São José dos Campos, INPE, set. 1981. (INPE-2225-MD/012).
3. INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL/PLANALSUCAR. Estações experimentais - Relatório anual 1980. Piracicaba, 1981. 116 p.



APÊNDICE A

MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR  
NA REGIÃO DE CAMPOS - RJ



DISTRIBUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR  
NA REGIÃO DE CAMPOS

1ª EDIÇÃO ANO 1982

ESCALA 1:34000

COBERTURA DA IMAGEM NO ESTADO  
E SITUAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



DADOS TÉCNICOS

Aquisição de imagens: Junho 1982  
Fotogrametria: Junho 1982  
Serviço de Campo: Agosto 1982  
Desenho: Ago/Set 1982  
Revisão: Setembro 1982



ÍNDICE DA COBERTURA

| S.O. | Folhas | ÁREAS     |
|------|--------|-----------|
| 06   | I      | 4095/4999 |
|      | II     | 4090/4908 |
|      | III    | 4932/4990 |
|      | IV     | 4932/4937 |
|      | V      | 4957/4964 |

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

| Folha | Área      |
|-------|-----------|
| 1     | 4095/4999 |
| 2     | 4090/4908 |
| 3     | 4932/4990 |
| 4     | 4932/4937 |
| 5     | 4957/4964 |

Tiragem Cartográfica a cargo do Laboratório de Análises Cartográficas, do Departamento de Geodésia e Engenharia em Geodésia e Cartografia.

NOTA DE CRÉDITO

Esta carta foi preparada com base em mosaico semi controlado de fotografias aéreas infravermelhas, tiradas com Nadak 2443, pelo Departamento de Sensoriamento Remoto, mediante convênio entre o CNPq/INPE e o SERPRO.

**SINAIS CONVENCIONAIS**

**VIAS**  
Pavimentação: ———  
Sem Pavimentação: - - - - -

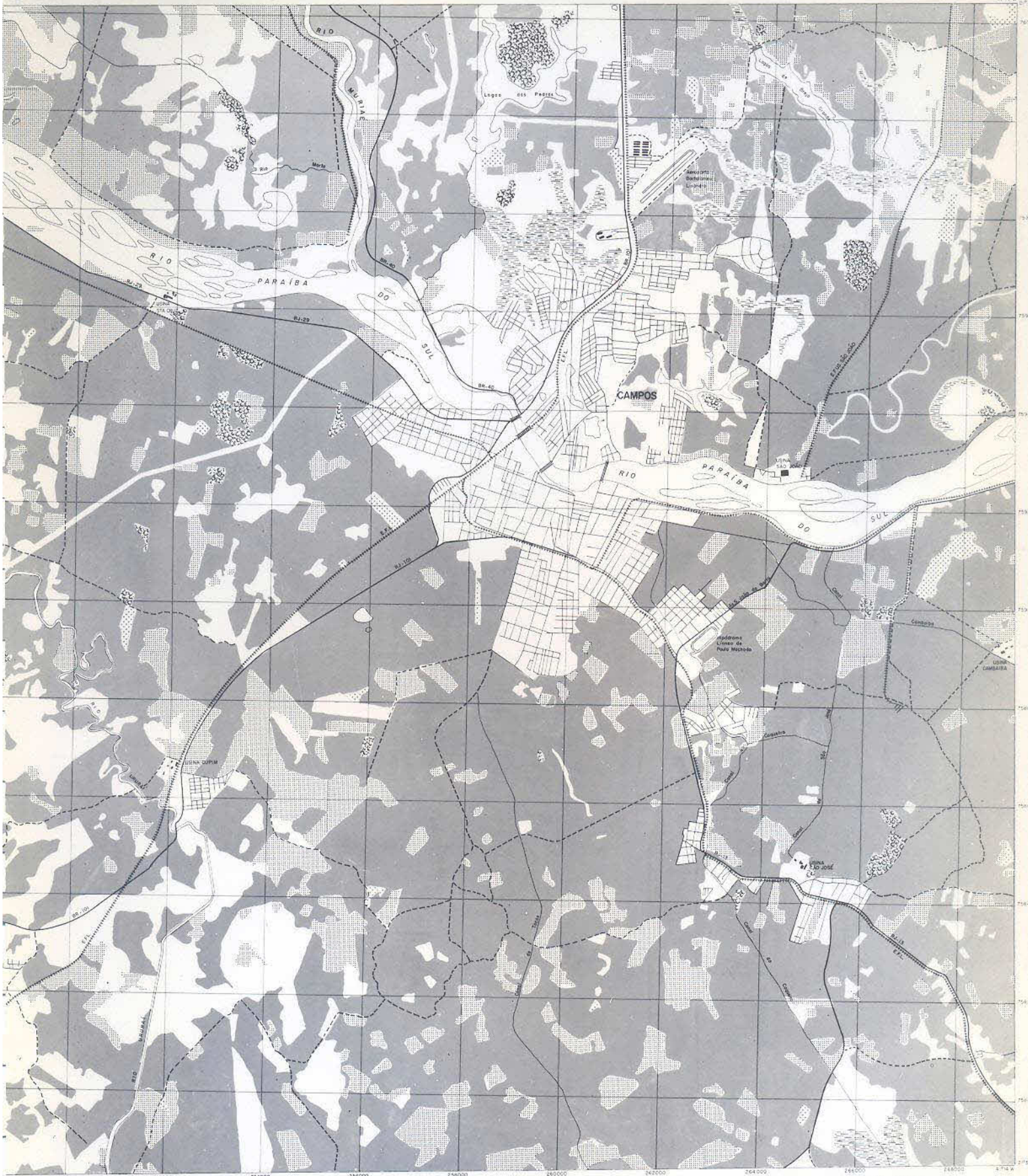
**PREFÍXIO DE ESTRADA**  
Federal: BP  
Estradal: RJ  
Estrada de Ferro:

**Uso**  
Cidade:

**HIDROGRAFIA**  
Área sujeita à inundação:

**LEGENDA TEMÁTICA**  
Cano Vivo:   
Cano Adulto:   
Cano Cortada:   
Mato:   
Brejo ou Pantano:   
Rio:   
Lago e Lagoa:   
Represa e Açude:





DISTRIBUIÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR  
NA REGIÃO DE CAMPOS

1ª EDIÇÃO ANO 1982

ESCALA 1:34000

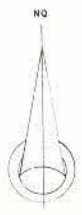


COBERTURA DA IMAGEM NO ESTADO  
E SITUAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



DADOS TÉCNICOS

Aquisição de Imagem Junho 1982  
Foto Interpretada Julho 1982  
Serviço de Campos Agosto 1982  
Desenho Ago/Set 1982  
Revisão Setembro 1982



NOTA DE CRÉDITO

Este cartão foi preparado com base em mosaico sem controle de fotografias aéreas interpretado sob o Kodak D443, pelo Departamento de Sensoriamento Remoto, mediante convênio entre o CNPq/INPE e o SERPRO.

ÍNDICE DA COBERTURA

| ROLO | Faixa | Imagem      |
|------|-------|-------------|
| 136  | I     | 4885 / 4890 |
|      | II    | 4906 / 4911 |
|      | III   | 4916 / 4923 |
|      | IV    | 4937 / 4944 |
|      | V     | 4956 / 4957 |

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



Tecnologia cartográfica e teste de laboratório de imagens. Cartografia de Planejamento do Serviço de Imagens em Coimbra Paulista

SINAIS CONVENCIONAIS

|                    |   |
|--------------------|---|
| IAS<br>Simentada   | HIDROGRAFIA<br>Área sujeita a inundação |
| Sem Pavimentação   | Brejo ou Pantano                        |
| PREFIXO DE ESTRADA | Rio                                     |
| Adoral BR          | Lago e Lagoa                            |
| Atedual RJ         | Represa e Açude                         |
| Estrada de Ferro   |   |
| Usina              |   |
| Uidade             |   |

LEGENDA TEMÁTICA

|  |              |
|--|--------------|
|  | Cana Nova    |
|  | Cana Adulta  |
|  | Cana Cortada |
|  | Mato         |