

RECURSOS NATURAIS ESPECIALMENTE SOLOS NO NOROESTE  
DO MARANHÃO, BRASIL

Por

Miguel Roeder

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA  
Centro de Enseñanza e Investigación  
Turrialba, Costa Rica  
Outubro, 1967

RECURSOS NATURAIS ESPECIALMENTE SOLOS NO NOROESTE  
DO MARANHÃO, BRASIL

Tese

Apresentada ao Conselho da Escola para Graduados  
como requisito parcial para obter o grau

de

Magister Scientiae

no

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA

APROVADA:



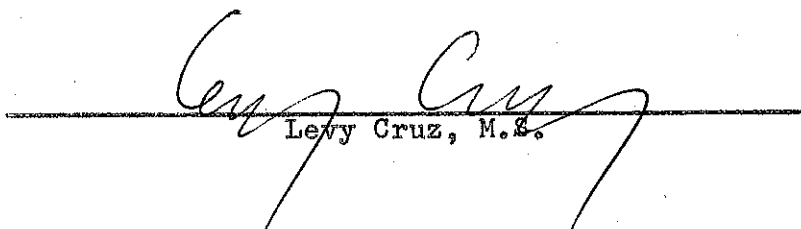
Elemer Bornemisza, Ph.D.

Conselheiro



Pierre G. Sylvain, Ph.D.

Comité



Levy Cruz, M.S.

Comité



Fausto Maldonado, Ing.Agr.

Comité

Outubro, 1967

A meus pais

A meus irmãos

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus mais sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições que colaboraram diretamente na elaboração e conclusão do presente estudo:

- ao Dr. Elemer Bornemisza, Conselheiro Principal, por suas sábias orientações, estímulo e confiança emprestados durante tôdas as fases dos trabalhos;
- ao Dr. Pierre G. Sylvain que, com sua profunda experiência e elevado espírito de colaboração, grandemente contribuiu para a conclusão de seus trabalhos;
- Aos senhores Levy Cruz e Fausto Maldonado, membros do Comitê Conselheiro, por suas inestimáveis contribuições pessoais e sugestões;
- ao IICA, especialmente ao programa de "Recursos para el Desarrollo" por conceder a bôlsa de estudos e outras facilidades;
- ao Dr. Fernando de Oliveira Motta (homenagem póstuma) que, como Superintendente Adjunto da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, autorizou seus estudos;
- ao Grupo Interdepartamental de Povoamento do Maranhão, órgão da SUDENE, especialmente aos Srs. Murillo P. de Souza e Múcio S.M. Pessoa, pela confiança, estímulos e facilidades proporcionadas;
- ao Ministério de Relações Exteriores do Brasil e à Campanha Nacional de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo incentivo financeiro, sem o qual teria sido completamente impossível sua especialização profissional;
- ao Sr. Kozen Igue (atualmente nos Estados Unidos) que, quando membro do Comitê Conselheiro prestou valiosas contribuições;

- ao Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, especialmente através de seus técnicos Lúcio S. Vieira e Ítalo C. Falesi, pela ajuda proporcionada em levantamento de solos e análises químicas;
- ao Dr. Hans Trojer, pelo valioso assessoramento na parte climatológica;
- finalmente, a todos aqueles que, de uma ou de outra maneira, facilitaram seus estudos, sendo de destacar-se o anônimo trabalho do pessoal de campo.

## BIOGRAFIA

O autor nasceu no Estado do Espírito Santo, Brasil, em 1939.

Neste Estado concluiu seu curso secundário em 1957, e em 1960 ingressou na Escola Superior de Agricultura em Viçosa, Minas Gerais, onde recebeu o título de Engenheiro Agrônomo em 1963.

Em 1964 ingressou nos quadros da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste no Estado do Maranhão, onde atua presentemente.

Aí exerceu os seguintes cargos:

    Chefe de Distrito Administrativo

    Chefe da Divisão de Programas Básicos

    Assessor Técnico (cargo atual)

Em 1965 iniciou estudos de post-graduação no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, (Programa de Recursos para o Desenvolvimento), onde lhe foi outorgado o grau de "Magister Scientiae" em outubro de 1967.

## CONTEÚDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUÇÃO .....	1
II. INVENTÁRIO GENERALIZADO DE RECURSOS NATURAIS .....	9
A. Métodos e materiais .....	9
B. Geologia .....	12
C. Hidrologia .....	18
D. Clima .....	30
E. Vegetação .....	50
F. Solos .....	60
III. LEVANTAMENTO DETALHADO E ESTUDO DE SOLOS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ZE DOCA .....	73
A. Localização do povoado de Ze Doca .....	73
B. Algumas características da região de Ze Doca ....	73
C. Métodos e materiais de trabalho .....	90
1. De campo .....	90
2. De laboratório .....	92
D. Delimitação e descrição detalhada das unidades cartografadas .....	95
1. Série Capinambí .....	95
2. Série Gurupí .....	99
3. Série Maracajá .....	104
4. Série Pexiúba .....	110
5. Série Sabá .....	113
6. Série Toá .....	119
7. Série Turí .....	122
8. Série Ze Doca .....	128
E. Alguns aspectos nutricionais e pedológicos dos so los estudados.....	134
F. Variação de propriedades químicas da capa arável dos solos em função da topografia local .....	165
1. Introdução .....	165
2. Métodos e materiais .....	166
3. Resultados e discussão .....	166

	<u>Página</u>
IV. USO POTENCIAL DA TERRA .....	173
A. Metodologia .....	173
B. Resultados e discussão .....	173
V. CONCLUSÕES .....	176
RESUMO .....	181
SUMMARY .....	182
BIBLIOGRAFIA .....	183



## LISTA DE QUADROS

Quadro Nº		<u>Página</u>
1	Algumas informações que evidenciam o baixo nível de vida no Estado do Maranhão em geral, e que permite dar uma noção de como êle deve ser na área de colonização .....	6
2	Características químicas de águas de dois poços superficiais, em duas localidades .....	29
3	Algumas características da Estação Meteorológica de São Luiz .....	32
4	Gradiente de temperatura em função da altitude para dois pisos altitudinais .....	47
5	Estimativa da evapotranspiração potencial anual da área de colonização .....	49
6	Algumas características de vegetação cêrca de Ze Doca .....	53
7	Algumas características da vegetação tipo Açai lândia .....	56
8	Acidez de solos de floresta primária nas imediações da localidade de Ze Doca .....	62
9	Características químicas e granulométricas de um solo hidromórfico localizado 31 km ao sul do rio Turiaçu .....	65
10	Características químicas e granulométricas de uma Laterita Hidromórfica na localidade de Tres Satuba, às margens da BR-316 .....	69
11	Características químicas e granulométricas de um Latosol Amarelo situado em Boa Vista do Turí, à margem da linha telegráfica .....	72
12	Pluviosidade média anotada na Estação Experimental de Ze Doca entre 1965-66 .....	79
13	Estimativas dos excessos e déficits de água no solo na região de Ze Doca .....	80
14	Características químicas e granulométricas da Série Capinambí .....	100

Quadro Nº		<u>Página</u>
15	Características químicas e granulométricas da Série Gurupí .....	105
16	Características químicas e granulométricas da Série Maracajá .....	109
17	Características químicas e granulométricas da Série Paxiúba .....	114
18	Características químicas e granulométricas da Série Sabá .....	118
19	Características químicas e granulométricas da Série Toá .....	123
20	Características químicas e granulométricas da Série Turí .....	127
21	Características químicas e granulométricas da Série Ze Doca .....	132
22	Algumas características químicas de amostras compostas (0-20 cm) das séries .....	133
23	Relações entre acidez do solo e Al+++ .....	135
24	Séries com mediana e baixo conteúdo de N total na superfície .....	138
25	Diferentes transformações de M.O. em N total ..	138
25-A	Valores da relação C/N nas diferentes séries ..	139
26	Cátions mais abundantes no complexo coloidal das séries e em todas as profundidades .....	143
27	Relação entre M.O. e fósforo assimilável .....	151
28	Retenção de fosfatos em amostras compostas ....	152
29	Relações entre pH, S e V nos solos da Estação Experimental de Ze Doca .....	155
30	Variação de algumas propriedades químicas de solos em função da topografia .....	167
31	Variação do conteúdo de fosfatos em função da topografia .....	168

## LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		<u>Página</u>
1	Corte na rodovia BR-22 mostrando a disposição característica das camadas de folhelho e de arenito .....	16
2	Seção transversal ideal de um rio de água barrenta .....	20
3	Seção transversal ideal de um rio de água preta .....	24
4	Seção transversal do rio Turiaçu .....	24
5	Variação da altura do rio Turiaçu com a correspondente precipitação .....	25
6	Diagrama climático para São Luiz, segundo Walter e Lieth (79) .....	32-a
7	Mapa de isoietas anuais para parte da região Norte e Nordeste do Brasil .....	34
8	Transcurso porcentual da precipitação em Pindaré Mirim e Turí .....	37
9	Transcurso porcentual da precipitação em Barra do Corda e Cabrobó .....	38
10	Transcurso porcentual da precipitação em São João do Piauí e Grajaú .....	39
11	Transcurso porcentual da precipitação em São Luiz e Caxias .....	40
12	Transcurso porcentual da precipitação em Sobral e Parintins .....	41
13	Áreas com igual duração de período chuvoso para o N e NE do Brasil .....	42
14	Linhas que unem pontos de iguais inícios de períodos chuvosos, e linhas que unem pontos de igual mês mais seco .....	43
15	Isotermas anuais para parte da região Norte e Nordeste do Brasil .....	46

Figura Nº		<u>Página</u>
16	Corte mostrando relêvo típico da região de Ze Doca .....	76
17	Rêde dendrítica de drenagem da região de Ze Doca .....	76-a
18	Transcurso porcentual da precipitação na localidade de Ze Doca .....	78

## LISTA DE MAPAS

<u>Nóme do Mapa</u>	<u>Página</u>
Localização da Amazônia no Estado do Maranhão, no Brasil .....	2
Localização da área de colonização no Estado do Maranhão .....	4
Mapa geológico da área de colonização .....	18-a
Mapa hidrológico da área de colonização .....	30-a
Mapa de isoietas médias anuais da área de colonização .....	34
Mapa de vegetação da área de colonização .....	60-a
Mapa de solos da Amazônia .....	62-a
Mapa de solos da área de colonização .....	72-a
Mapa de solos da Estação Experimental de Ze Doca	133-a
Mapa de uso potencial da terra na área de colonização .....	175-a

## I. INTRODUÇÃO

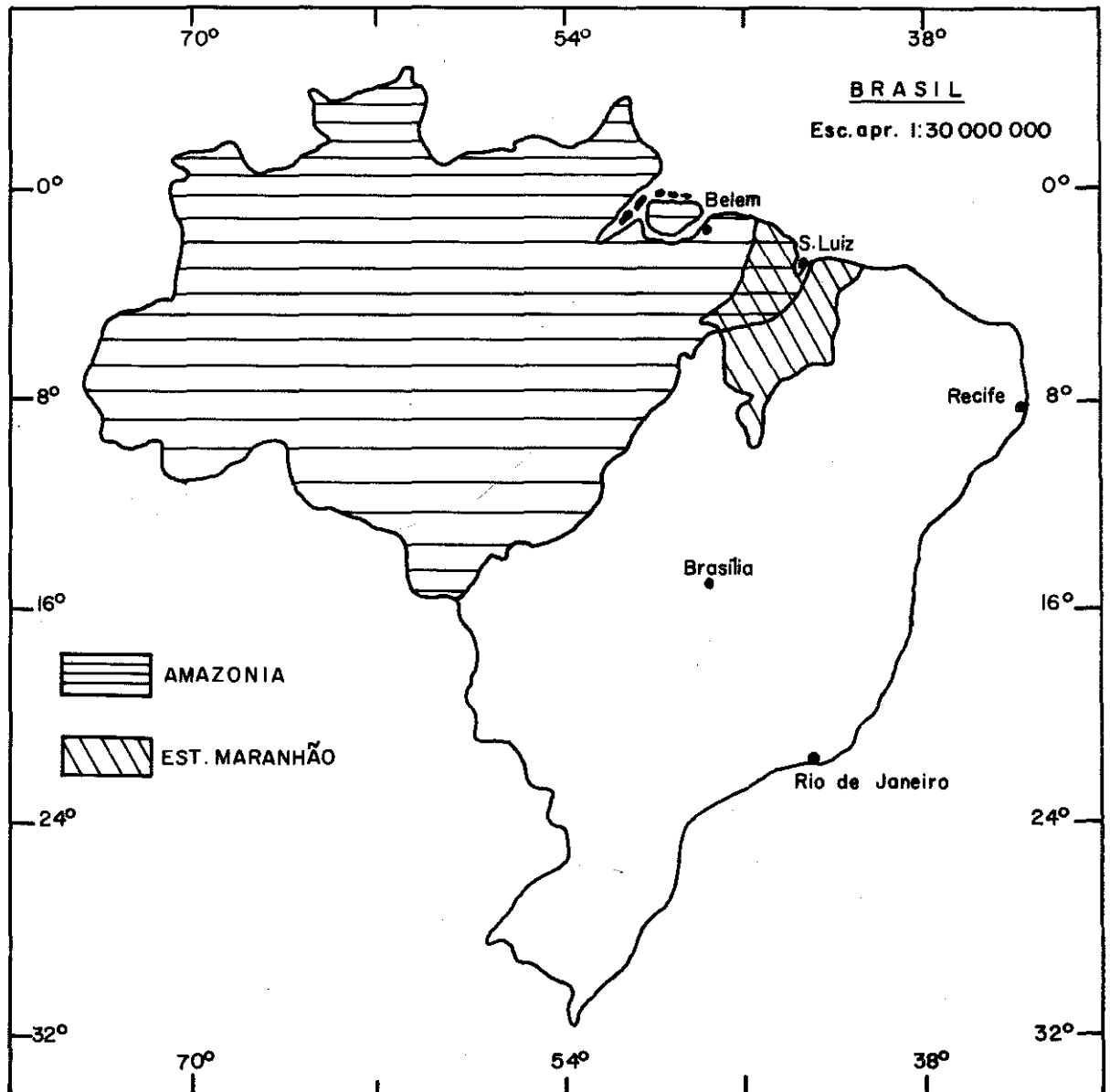
A população do nordeste brasileiro refere-se a aproximadamente 1/5 da população do país, com uma produtividade média baixa, agravada pelo periódico fenômeno das secas. No nordeste, a concentração populacional está na faixa úmida do litoral oriental, onde a produção de açúcar é tradicional. Em consequência, ocorre uma especialização da mão de obra no cultivo e industrialização da cana de açúcar, acarretando às áreas urbanas e mesmo rurais uma escassez de alimentos básicos.

Na região sujeita às secas, predomina a agricultura algodoeira que requer, nas condições em que é praticada, numerosa mão de obra. A necessidade de alimentação dessa mão de obra tem resultado num aumento da área cultivada, penetrando-se desta maneira cada vez mais em regiões ecológicamente desfavoráveis para os cultivos. Agravam-se assim, as consequências da seca.

Industrializando-se os principais centros urbanos da região, o excedente da mão de obra agrícola para aí desloca-se agravando ainda mais o problema social, uma vez que, além de não existirem fontes de trabalho suficientes, a zona úmida não produz alimentos em suficiente quantidade, resultando numa permanente elevação relativa nos preços dos alimentos básicos.

Resumindo este aspecto, toda a região nordestina depende não somente de alimentos de elevado custo, como também da irregular oferta desses alimentos, com uma população rural e urbana crescente numa proporção maior que a da produção agro-pecuária.

Por outro lado, como consequência da política protecionista da industrialização do centro-sul do país até há pouco, a economia



nordestina sofreu como que um "escoamento" de seu já escasso capital para estas zonas.

As tensões sociais, como resultado de todos êstes fatores e suas variadas interações, agravou-se de modo visível, a ponto de preocupar seriamente diversos setores da região e do país.

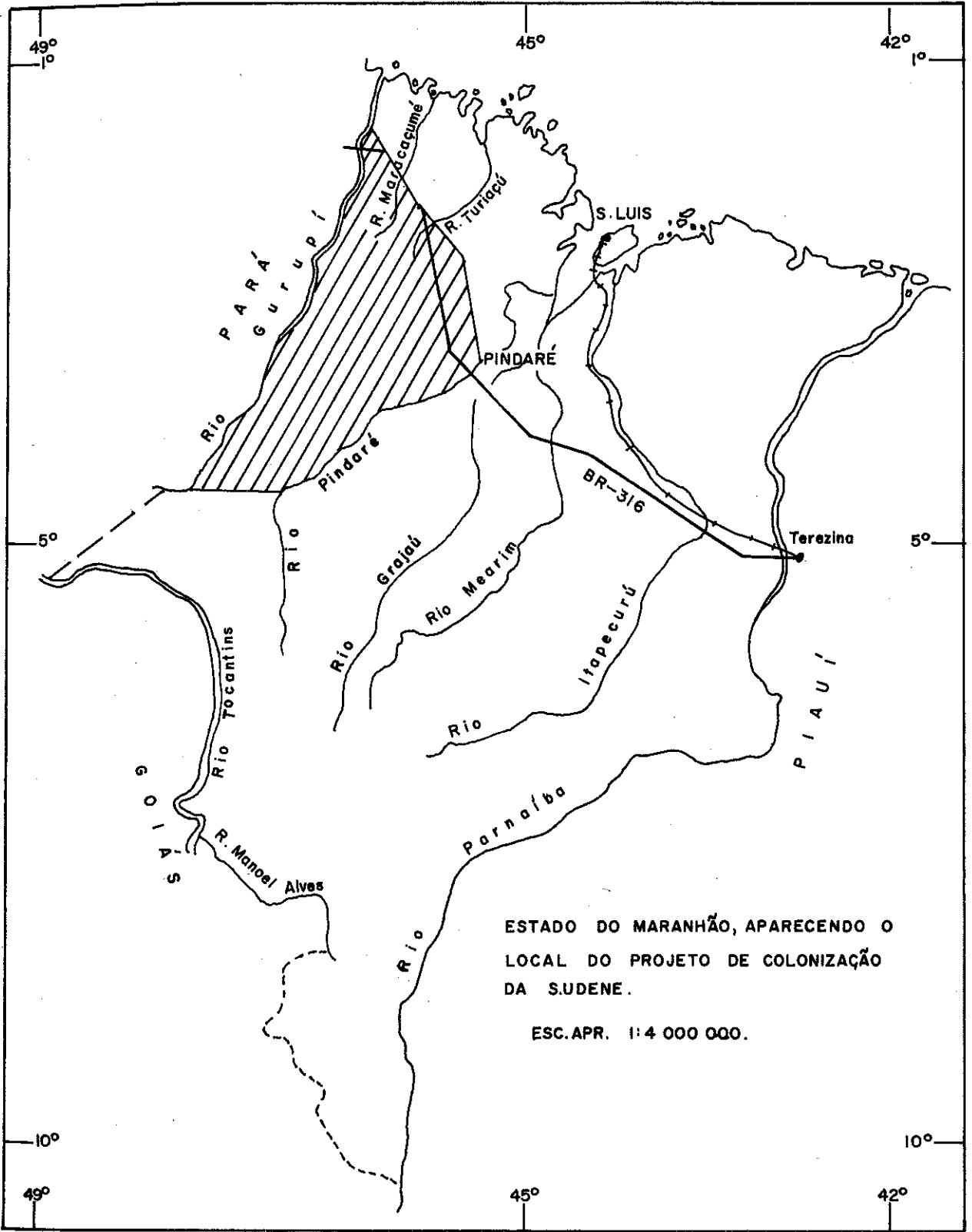
Surgiu então a idéia de uma política de desenvolvimento econômico e social específico para a região problema, a qual foi transformada em realidade nos fins de 1959, com a estruturação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Entre os quatro pontos constituintes da diretriz geral deste órgão, estabeleceu-se a necessidade do deslocamento da fronteira agrícola nordestina, incorporando-se á economia regional as chamadas terras úmidas também do Estado do Maranhão, abrindo-se através destas últimas, o acesso, as terras amazônicas\*. No noroeste dêste Estado, portanto, escolheu-se uma área de aproximadamente 30.000 km<sup>2</sup>, situada entre as coordenadas de 01º42' a 04º23'S e 45º20' a 45º20'W, para realizar-se um projeto de colonização através do Grupo Interdepartamental de Povoamento do Maranhão (GIPM), esperando-se instalar um total de 25.000 famílias, cada uma delas em lote de 50 ha. Objetivava-se não só aumentar a produção de alimentos, mas também a de matérias primas, absorver o excedente da mão de obra e culminar em estabelecer o fundamento de uma economia estável, de base agro-industrial.

---

\* BRASIL. SUPERINTENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Bases da Política de desenvolvimento do Nordeste do Brasil e esquema do plano quinquenal da SUDENE. 2a. ed. Recife, SUDENE, 1964. 25 p. (mim).





ESTADO DO MARANHÃO, APARECENDO O LOCAL DO PROJETO DE COLONIZAÇÃO DA SUDENE.

ESC. APR. 1:4 000 000.

Esta extensa área, correspondente a quase 9% da extensão total do Estado do Maranhão, não é desabitada. Existem povoados bastante antigos, como o de Montes Áureos, que no século passado foi centro de mineração aurífera, e outros principalmente ao longo da linha telegráfica nacional. Há uma população indígena calculada em 8.000.\*

Em 1958, com a abertura da picada da rodovia BR-316 que liga Fortaleza a Belém passando pelo noroeste maranhense, grandes contingentes populacionais deslocaram-se às suas margens, estabelecendo cultivos, principalmente de arroz. Esta população hoje é estimada pela SUDENE em cerca de 60.000 habitantes.

Não existem informações específicas sobre a situação socio-econômica desta população. Entretanto, alguns dados transcritos no Quadro 1, permitem uma primeira idéia, evidenciando o baixo nível de vida que ali também impera.

No ano de 1964 foram instaladas em seus lotes 300 famílias, número este que atualmente eleva-se a 800, correspondendo a uma população estimada em cerca de 4.000 pessoas\*\*. Apesar disto, e da programação anual para instalação de novas famílias, estudos técnicos de campo adequados não foram realizados até o presente visando um conhecimento dos recursos naturais disponíveis, os quais evidentemente oferecem limitações diversas e de maior ou menor intensidade, à execução de projetos desta natureza.

---

\* BRASIL. SERVIÇO DE PROTEÇÃO AOS ÍNDIOS. Inspetoria do Maranhão. Informação verbal, 1966.

\*\* BRASIL. SUDENE, GIPM. Informação verbal, 1967.

QUADRO 1. Algumas informações que evidenciam o baixo nível de vida no Estado do Maranhão em geral, e que permitem dar uma noção de como ele deve ser na área de colonização.

I n d i c e	Brasil	Nordeste	Maranhão
População em 1.000 hab (a)	82.222	17.423	3.097
Ingresso per capita, 1960 (a), em Cr\$	26.790	-	9.214
Incremento demográfico anual, 1955	3,6(c)	-	2,5 (b)
Densidade em hab/km <sup>2</sup>	9,7	18,4	9,1
Leitos em hospital por 1000 hab (a)	2,8	1,7	0,5
Consumo de energia elétrica/hab, kWh anual	320 (d)	50 (d)	6,2 (a)
Km de rodovia/100 km <sup>2</sup> superfície (a)	63,3	3,3	15,2
Km de ferrovia/100 km <sup>2</sup> superfície (a)	4,0	3,1	1,3

(a) BRASIL. Conselho Nacional de Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro. 1964. 406 p.

(b) BRASIL. CAPES. Estudos de Desenvolvimento Regional (Maranhão). Série Levantamentos e Análises 12. Rio. 1959. 125 p.

(c) UNITED NATIONS. Demographic Yearbook. New York. 1962. p. 112.

(d) BRASIL. SUDENE. Bases da Política de Desenvolvimento do Nordeste do Brasil e Esquema do Plano Quinquenal da SUDENE. 2a. ed. SUDENE, Div. Documentação. 1964. Recife. p. 20.

NOTA. Em 1960, considera-se U\$ 1,00 = Cr\$ 1.960,00.

Nestas condições, o presente trabalho de tese visa fundamentalmente oferecer informações sôbre os diferentes recursos naturais encontrados nessa área de colonização - a nível exploratório - com um cunho acima de tudo, prático.

A primeira parte do trabalho consiste num inventário dos seguintes recursos naturais: geologia, hidrologia, clima, vegetação e solos. Combinando-se estas informações com as obtidas nos estudos adiante citados, elaborou-se um mapa de uso potencial da terra, a escala de 1:500.000 - escala que foi a mesma dos mapas resultantes dos inventários de recursos.

Outra fase deste trabalho visou estudar a variação das propriedades químicas da capa arável dos solos em função da topografia local, a qual é ondulada. Para isto, escolheu-se a área da Estação Experimental de Ze Doca, que conta com um mapa altimétrico e planimétrico a Escala de 1:2.500, com curvas de nível a cada 2 metros.

Nessa Estação Experimental existem diversos experimentos agrícolas, inclusive versando sôbre fertilização. Apesar de que sempre se procurou lançar os experimentos em solos homogêneos, sua escolha era muito empírica. Elaborou-se para contornar este problema, para dar idéia de quantos solos diferentes poderiam ser encontrados em uma área mais ou menos semelhante quanto ao relêvo, e dar uma primeira notícia sôbre o "status" nutricional, um mapa de solos desta Estação, a nível de Série, usando-se o mapa altimétrico já referido como mapa básico.

Todos os trabalhos mencionados foram realizados em três etapas distintas, sem uso de fotografias aéreas, por não estarem disponíveis

em tempo habil. A primeira delas, referiu-se a revisão de bibliografia na Biblioteca do IICA em Turrialba (Costa Rica). A segunda, no campo, realizou-se entre janeiro e abril de 1967. E finalmente, a última constou de análises químicas e granulométrica (parcialmente realizadas no IPEAN, Belém), interpretação dos resultados e redação, outra vez no IICA.

## II. INVENTÁRIO GENERALIZADOS DE RECURSOS NATURAIS

### A. MÉTODOS E MATERIAIS

Os métodos de investigação em inventários de recursos naturais a nível exploratório consistem básicamente em compilar dados existentes, quer publicados ou não, bem como informações verbais consideradas úteis.

Para todos os inventários a seguir estudados, usou-se como mapa básico o existente na SUDENE\*, o qual por sua vez foi compilado de mapas gerais do Brasil, editados pelo Conselho Nacional de Geografia. Apesar de ter sido fotografada toda a área ao longo da rodovia BR-316 que atravessa a área de colonização, as fotografias não estavam disponíveis na época do presente estudo. Desta maneira, o método básico para todos os inventários consistiu em coletar, organizar e interpretar informações já existentes, seguindo-se um sobrevôo da área estudada em avioneta, a uma altura média de 200 metros, aumentando-se ou diminuindo-se segundo as circunstâncias e os interesses do momento. A velocidade foi da ordem de 200-240 km/hora.

Foram efetuados sete vôos, segundo os seguintes rumos:

1. ao longo do rio Gurupi
2. ao longo da rodovia BR-316
3. ao longo da linha do telégrafo nacional

---

\* BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Mapa da área de Povoamento do Maranhão, escala de 1:500.000. Recife, Divisão de Cartografia. ? (cópia heliogr.)

4. ao longo da serra do Piracambú (incompletamente)
5. ao longo do rio Turiaçu
6. ao longo do rio Pindaré
7. a partir de Ze Doca, em direção perpendicular à BR-316, até encontrar o rio Gurupí.

Deve ser mencionado que nem todos os vôos foram realizados de uma só vez, devido às distâncias serem grandes, e haver problema de cansaço e mesmo em alguns casos, como ao longo do rio Gurupí, não haver suficiente autonomia do vôo para isto.

O controle de campo pode ser considerado ausente, e isto deveu-se, no presente caso, aos seguintes motivos básicos:

1. exiguidade de tempo em relação ao tamanho da área
2. dificuldade de transporte nas zonas de acesso possível
3. dificuldade de acesso à maior parte da área devido à ausência de vias de penetração, às características climáticas na época deste trabalho, e à densa cobertura vegetal com perigos inerentes, como transporte de material, etc.

A metodologia geral, exceto clima (que será discutida oportunamente) foi a seguinte:

1. estudo de mapas nos quais encontra-se incluída a área de colonização
2. estudo de trabalhos publicados ou não
3. obtenção de informações pessoais
4. traçado de mapas preliminares
5. discussão dos mesmos com técnicos diversos conhecedores da região

6. sobrevôo da área nos rumos citados anteriormente
7. organização de conhecimentos pessoais próprios e das observações anotadas
8. traçado de mapas definitivos
9. redação final do trabalho.

A metodologia para clima foi a seguinte:

Trojer (69, 70) considera, baseado em diversos estudos realizados, que há uma relação bastante íntima entre as formas do terreno e a pluviosidade local, uma vez que as primeiras afetam as características das massas aéreas. Observou que o alto das elevações e os vales são mais secos que as zonas intermediárias, e que a costa é úmida, diminuindo esta umidade gradativamente no sentido do interior, começando a aumentar novamente nas primeiras estribações - isto, baseando nas circulações locais, cujos ventos possuem variado estado de umidade, conforme sua posição e origem.

Com estes princípios, e com dados de diversos postos meteorológicos da região Norte e Nordeste do Brasil, elaborou-se um mapa de isoietas médias anuais, o qual está parcialmente reproduzido na Figura 7.

Partindo-se deste ponto geral, a área de colonização foi localizada e em seguida, tendo à disposição um mapa topográfico a Escala de 1:500.000, foi possível com os mesmos critérios, e apoiado até certo ponto nos precários dados ali existentes, elaborar-se um mapa de isoietas anuais médias detalhado (Mapa Isoietas), com linhas cada 250 mm.



## B. GEOLOGIA

### 1. Introdução

Pouco se sabe sôbre a geologia da Amazônia em geral, e de um modo particular, da Amazônia maranhense. Entranto, desde logo, contradizendo os conceitos de Marbut e Manifold (42), pode-se afirmar como Soares (64), que novas formações geológicas são identificadas nessa região, a medida que estudos mais detalhados são feitos.

Para uma melhor compreensão das relações geológicas dentro da área de colonização, será conveniente uma rápida visão de sua história geológica, de acôrdo com as idéias propostas por Sioli (61). Menciona este autor que, de Períodos Pré-Silurianos até o Carbonífero, tôda a Amazônia era uma espécie de mar mediterrâneo, aberto ao oeste em comunicação com o atual Oceano Pacífico. O lado leste era fechado, ao passo que as partes norte e sul limitavam-se, respectivamente, com os maciços arqueanos das Guianas e do Planalto Brasileiro (Complexo Cristalino Brasileiro). Em finais do Carbonífero, o mar retirou-se para oeste, o que resultou na formação de rios que drenavam então para o Pacífico. Nos fins do Período Cretáceo, ocorreu um levantamento da Cordilheira dos Andes, resultando no bloqueio dos rios mencionados, com a consequente formação de um imenso lago, o qual cobriu tôda a Amazônia por todo o Período Terciário. Com o continuação do levantamento dos Andes e outras movimentações verticais do continente, rompeu-se o lado leste deste lago, e se formaram rios drenado para o Atlântico - são os rios atuais. Há evidências do rompimento desde lado leste, no "graben" existente na região da atual

ilha do Marajó.

Um estudo geológico na zona de colonização é dificultado não somente pelas dificuldades de acesso, como também pela densa cobertura vegetal e pelo relativamente escasso número de afloramentos. Portanto, para uma real compreensão e discussão da geologia aqui, faz-se indispensável a utilização de auxílios geo-físicos, através de métodos sísmicos, gravimétricos e magnéticos.

## 2. Resultados e Discussão

Podem ser identificadas e cartografadas as seguintes ocorrências:

- a. Série Gurupí (Pré-Siluriano), com aproximadamente 220 km<sup>2</sup>
- b. Complexo Cretácico, com aproximadamente 26.780 km<sup>2</sup>
- c. Formações Quaternárias, com aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>.

### a. Série Gurupí (Pré-Siluriano)

Esta Série foi mencionada no século passado por Hartt (34), como sendo constituída de velhas rochas metamórficas, com ocorrência de ouro. Posteriormente, diversos outros trabalhos mencionaram esta Série, destacando-se os de Oliveira e Leonardos (48).

Pode-se admitir ser ela de Períodos Pré-Silurianos, sendo possível que tenha sido uma península que avançava para dentro do mar raso que então existia, durante e antes do Período Siluriano (62).

Oliveira e Leonardos (48) afirmam que a litologia predominante é de filitos, aos quais estão associados sericita-xistos, mica-xistos, quartzitos, itacolomitos e itabiritos, havendo também ocorrência de

veias irregulares de quartzo (1). Esta litologia é equivalente à das seguintes outras Séries encontradas no Brasil, segundo os mesmos autores: Minas, Ceará, Itabaiana, Jacobina, São Roque, Assungui, Brusque, São Gabriel, Cuiabá e Bodoquena. A Série Gurupí diferencia-se destas, principalmente pelo fato de não apresentar itabiritos em grandes extensões.

A direção geral deste material parece ser N30-40W, com mergulho da ordem de 40-60°.

No referente a possibilidades econômicas, devem ser mencionados dois fatos:

- 1) a profunda meteorização das rochas praticamente impede sua utilização em obras de engenharia;
- 2) há possível ocorrência de ouro, ao longo do rio Gurupí e nas imediações da localidade de Montes Áureos, sob duas formas (1): a) aluvial; b) filomenar.

É interessante considerar que, no século XIX, a mineração de ouro foi bastante intensa nessa região, tendo mesmo sido explorada por companhias estrangeiras. Entretanto, dado os métodos rudimentares de trabalho então utilizados, pode-se "a priori" admitir a possibilidade de trabalhar-se com material já explorado.

#### b. Complexo cretácico

Exceto a Série Gurupí anteriormente descrita, todo o restante da área de colonização está cartografada como Cretáceo, conforme Oliveira e Leonardos (48). Entretanto, em trabalhos exploratórios de petróleo mais ou menos recentes conduzidos pela

PETROBRÁS\*, foram encontrados sedimentos considerados do Terciário, com espessura variando entre 200-318 m (\*). Na realidade, esta consideração não foi feita a base de técnicas científicas, existindo dificuldades em saber-se se êsses sedimentos são terciários ou cretácicos. Além disto, Gaspary e Rebouças (28) apresentam a zona próxima da Série Gurupí como constituída de materiais cristalinos, a pouca profundidade.

Assim, parece ser oportuno, por enquanto, considerar tãda essa área como um "complexo cretácico".

A litologia consiste básicamente em folhelhos argilosos, siltitos e conglomerados.

Na região compreendida entre as localidades de Ze Doca e Cocalino, é bastante típica a ocorrência de arenitos de coloração marron claro a róseo, de granulação média e uniforme. Estas características de granulação indicam que a sedimentação ocorreu aí em condições de águas tranquilas, as quais devem ter existido entre os Períodos Cretáceo e Terciário. Este arenito, bastante meteorizado, muitas vêzes apresenta-se coberto por uma camada de folhelho argiloso, o qual por sua vez, muitas vêzes está novamente coberto por uma camada do mesmo arenito (Fig. 1). Esta disposição de camadas pode ser devida à sedimentação de partículas finas por antigos leitos de rios que corriam por entre os arenitos.

---

\* PETROBRÁS - Sigla de Petróleos Brasileiros S.A. (a companhia estatal de petróleo brasileira).

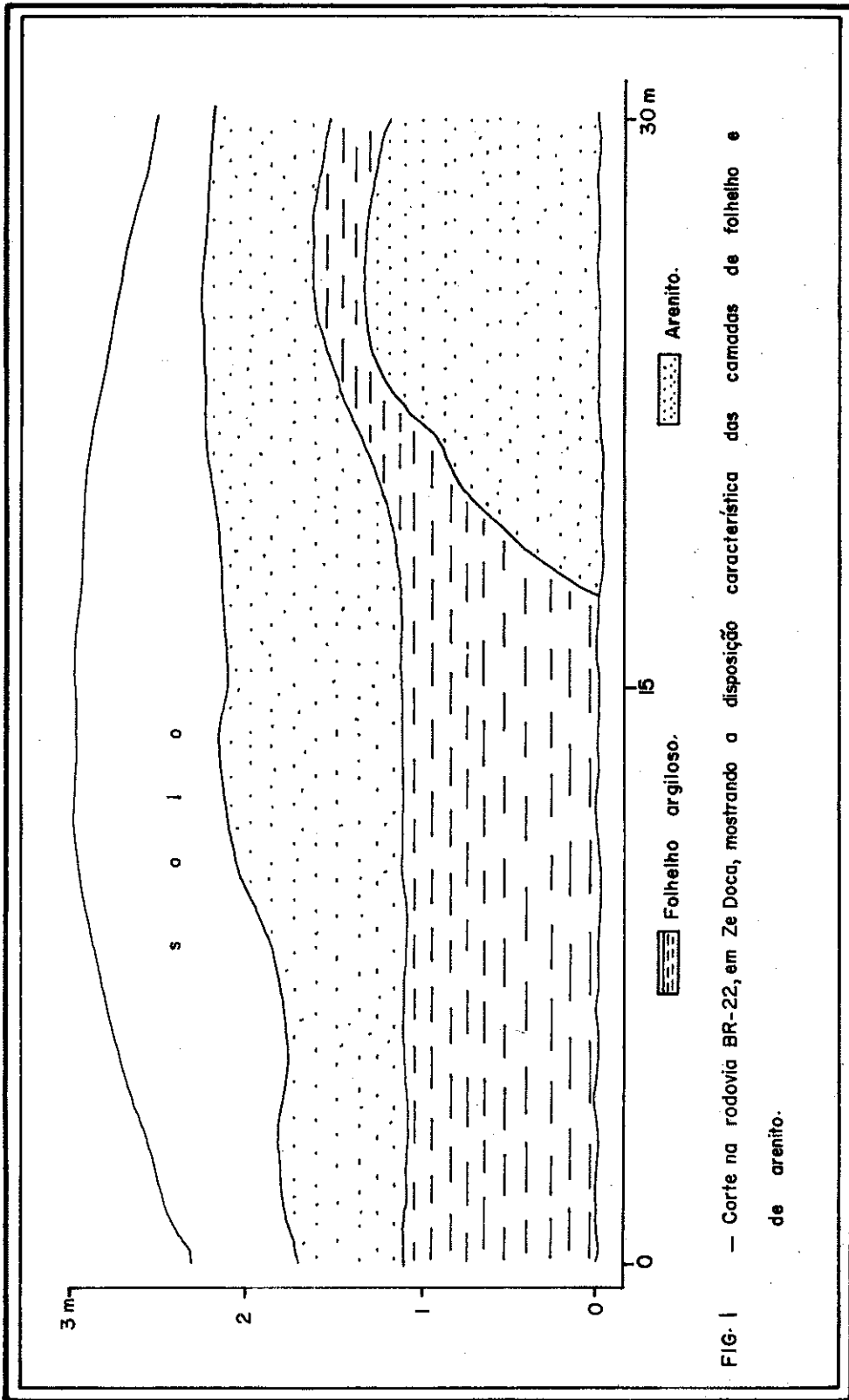


FIG. 1 — Corte na rodovia BR-22, em Ze Doca, mostrando a disposição característica das camadas de folhelho e de arenito.

O folhelho apresenta-se com coloração cinzento-claro a cinzento-esverdeado, duro e compacto quando sêco. Ambos materiais apresentam direção estratigráfica geral aproximadamente N-S, e um mergulho variável entre 5-15°.

Esta zona do Complexo Cretácico tem altitudes variáveis entre 50-300 m acima do nível do mar, em formas variáveis. A altitudes superiores a 200 m geralmente observam-se platôs com bruscas pendentes, constituindo a Serra do Piracambú, e a alturas inferiores aos 200 m, observam-se inúmeras pequenas elevações com pendentes mais ou menos suaves, que permitem visualizar duas orientações gerais, constituindo as Serras da Piranhinha e da Desordem.

Em quanto a possibilidades econômicas sob o ponto de vista geológico na região do "Complexo Cretácico", pode-se apenas citar o aproveitamento de águas subterrâneas a profundidades ao redor de 100 m. Embora os aglomerados venham sendo utilizados como material de construção, são de pouca resistência à compressão, e devido a isto recomenda-se usá-los apenas como leito secundário de rodovias e campos de pouso, e, naturalmente, em construções de pequena envergadura.

### c. Formações quaternárias

Ocorrem ao longo dos cursos de água, sendo portanto formações tipicamente aluviais. Devido à impossibilidade de interpretação de fotografias aéreas, a área delimitada como quaternária está apenas esquemática, quando ao longo dos rios. Também são quaternários os terrenos inundáveis.

Estas formações, consistem basicamente de areias não consolida-

das, de granulação variável entre mediana a fina, segundo o rio em que ocorre. Assim, os rios de águas negras, representado nesta área pelo rio Turiaçu, tem mais areias grosseiras que os rios de águas barrentas como o Pindaré, Maracaçumé e outros.

O aproveitamento econômico destes materiais quaternários parece ser algo limitado pelo reduzido tamanho das partículas arenosas bem como pelo material orgânico que se encontra misturado. Estes aspectos serão melhor discutidos em Hidrologia.

## C. HIDROLOGIA

### 1. Introdução

Inicialmente, será interessante rever de modo rápido os conceitos de Sioli (61) referentes aos rios amazônicos em especial. Ele considera três tipos principais de rios, podendo existir classes intermediárias:

- a) rios de águas barrentas, chamados "rios de águas brancas";
- b) rios de águas negras, transparentes, variando sua coloração entre verde-oliva escuro e marron-café;
- c) rios de águas esverdeadas a verde oliva, transparentes, chamados "rios de águas limpas".

Além dessas diferenças em coloração, esses rios distinguem-se claramente por suas formações marginais típicas, como será visto mais adiante.





## 2. Resultados e Discussão

Será conveniente dividir a parte hidrológica em dois itens: um para águas superficiais e outro para águas subterrâneas.

### a. Águas superficiais

Podem ser identificadas e delimitadas quatro bacias hidrográficas, a saber: a do Gurupí, a do Maracaçumé, a do Turiaçu e a do Pindaré.

#### 1) Bacia do Gurupí

A bacia do Gurupí tem uma superfície total de 61.000 km<sup>2</sup> e seu rio principal, o rio Gurupí, tem uma extensão total de 800 km. Especificamente dentro da área de colonização, esta bacia ocupa uma área de 11.628 km<sup>2</sup>, e o rio Gurupí estende-se por 400 km, constituindo simultaneamente, os limites oeste da área de colonização e do Estado do Maranhão com o Estado do Pará.

O declive médio do rio Gurupí é da ordem de 0,5% (3), e sem dúvida alguma este fato determina que haja influência das marés até a localidade de Colônia Militar, apesar do Oceano Atlântico estar 50-60 km distante.

Pode ser considerado como um rio de águas barrentas, apresentando portanto, atividades erosiva e sedimentária a um só tempo e independentemente.

Por um lado, a atividade erosiva vai desgastando as margens com intensidades variáveis. Especialmente nos lugares onde o terreno é mais macio e a corrente mais fraca, observam-se bruscos movimentos de

terra, tendo como resultado um aspecto de barrancos íngremes.

Por outro lado, os materiais transportados em suas águas lentamente são depositados, seja no próprio leito do rio, seja nas áreas que êle inunda por ocasião de suas cheias anuais. Nestas últimas, as partes mais próximas das margens do rio são as que recebem os materiais mais grosseiros, determinando em consequência, em levantamento lento, na realidade extremamente lento, mas contínuo.

Nas partes mais afastadas das margens, as águas contêm quase que exclusivamente materiais coloidais em suspensão, estando a níveis mais baixos que os anteriores, ocorrendo a formação de inúmeros lagos ou lagoas. Um rio como êste, apresenta uma seção transversal típica, como pode ser visto na Fig. 2.

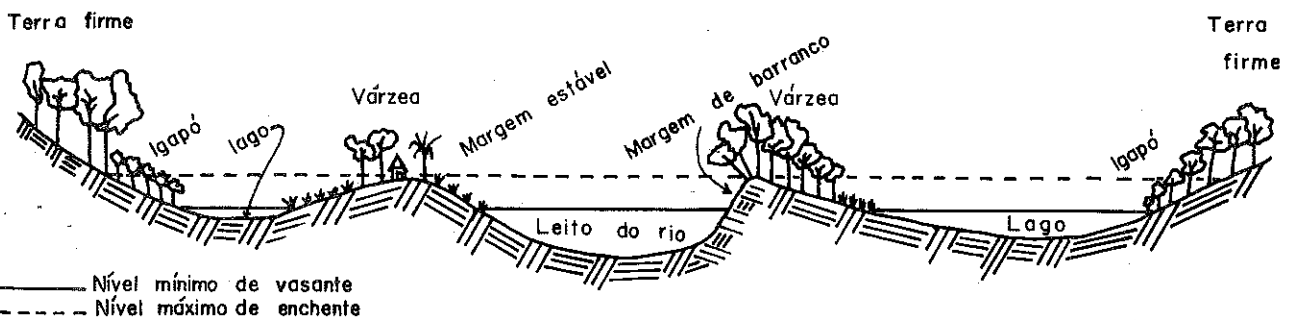


FIG. 2 - Seção transversal ideal de um rio de água barrenta, segundo SIOLI.

(Escala vertical exagerada)

Como todos os demais rios da área de colonização, o rio Gurupí apresenta acentuadas variações em seu volume de água durante o ano. Apesar de não existirem medições de qualquer natureza, sabe-se que o máximo das águas ocorre no final da estação chuvosa (abril-maio), e o mínimo no fim da estação seca (outubro-novembro).

O rio Gurupí pode ser navegável por lanchas médias durante todo o ano até a localidade de Campinho, povoado situado no extremo norte da área estudada. Após essa localidade, rio acima, a navegação é dificultada não só pela pouca profundidade do rio em si, como também pela presença de muitos bancos de areia e corredeira, estas últimas em sua totalidade situadas em uma zona geologicamente mais antiga (Série Gurupí - ver Geologia). Apesar disto, a navegação pode ser feita em toda sua extensão e durante todo o ano por embarcações tipo canoa, admitindo-se que barcos maiores possam navegar por ocasião de suas cheias anuais máximas, época em que as corredeiras ficam inteiramente cobertas.

As áreas marginais, sujeitas a periódicas deposições de materiais suspensos nas águas, são conhecidas como "várzeas", e são de elevado valor para explorações agro-pecuárias, devido aos seguintes motivos básicos:

- a) as partículas que se depositam são ricas em elementos nutritivos para as plantas, fazendo com que haja uma "fertilização" natural e periódica destas terras;
- b) estão localizadas em regiões de relativamente fácil acesso.

Resumindo, a importância econômica do rio Gurupí, pode ser dada aos seguintes fatores principais:

- a) forma terrenos de várzea, as quais, embora de dimensões mais ou menos reduzidas e sujeitas a inundações periódicas, são importantes;
- b) há possibilidade de ocorrência de ouro aluvial;
- c) permite a navegação com lanchas durante todo o ano até a localidade de Campinho;
- d) é a única via de acesso para toda a região oeste da área de colonização, apesar de um tanto precária, como visto.

### 2) Bacia do Maracaçumé

Esta bacia tem uma extensão, dentro da área de colonização, de 3.343 km<sup>2</sup>, e seu principal rio, dentro desta mesma área, mede 72 km. Seu declive médio é da ordem de 0,4% (3). Este rio e seus afluentes, todos destituídos de maior importância, pode também ser considerado como um rio de águas barrentas, e como tal, espera-se que apresente as mesmas características gerais do rio Gurupí.

Dentro da área de colonização, ele é navegável apenas por embarcações tipo canoa, durante todo o ano, mas há maior facilidade durante a época de suas cheias, ocasião em que os bancos de areia e as pedras existentes em seu leito ficam encobertos.

### 3) Bacia do Turiaçú

O principal rio desta bacia hidrográfica é o Turiaçú, com uma extensão total de 200 km, e declive médio de aproximadamente 0,2% (3). A área total desta bacia é de 32.000 km<sup>2</sup>. Dentro da área de colonização, a bacia cobre 6.575 km<sup>2</sup>, e o rio Turiaçú corre por 120 km.

O rio Turiaçu pode perfeitamente ser considerado um rio de águas pretas. Segundo Sioli (61) um rio desta natureza deve ter uma seção transversal típica, como pode ser visto na Figura 3.

Uma grande diferença desta seção para a de um rio de água barrenta, é a presença de extensos vales no terreno, formados por erosão, os quais comumente são cobertos por bosques, constituindo assim os chamados "igapós", estando cobertos pelas águas durante a época de suas cheias anuais.

Observando-se a seção transversal do rio Turiaçu, feita a base de mapa foto-interpretado, e visto na Figura 4, constata-se claramente a semelhança com a seção ideal, visualizada através da Figura 2.

As medições de profundidade deste rio são muito precárias, mas como já foi dito, ocorre uma grande variação no seu volume de água durante o ano. A Figura 5 permite esclarecer o assunto ligeiramente. Refere-se a medições feitas durante 20 dias do mês de fevereiro de 1967 (época chuvosa), e mostra a variação de 1 m para mais de 6 m, durante o espaço de apenas 15 dias. A não relação direta com a precipitação (a precipitação e a altura do rio foram medidos na localidade de Turí) deve ser interpretada como chuvas ocorridas nas cabeceiras do rio.

Embora não existam dados quantitativos, é fácil ser verificada a transparência das águas do Turiaçu, especialmente na estação seca. Em virtude disto, pode-se admitir que existe relativamente pouco material em suspensão, e conseqüentemente, é de esperar-se que o fundo do rio seja constituído de partículas mais finas - o que realmente ocorre. O fundo deste rio está coberto por areias de granulação mediana,

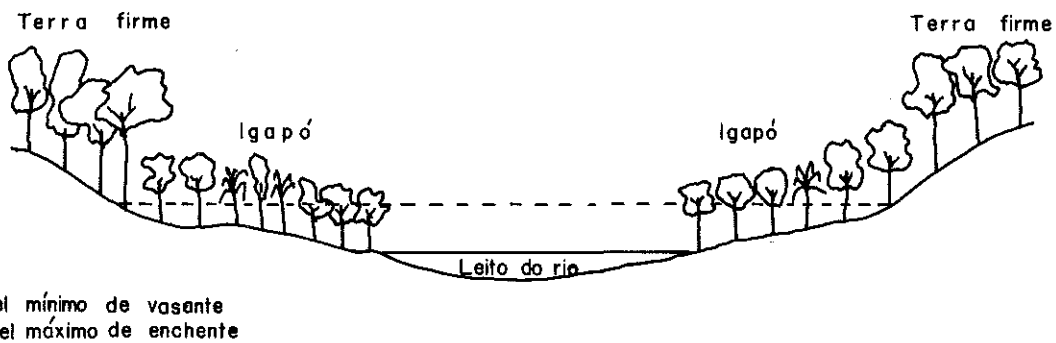


FIG. 3 - Seção transversal ideal de um rio de água preta, segundo SIOLI.

(Escala vertical exagerada)

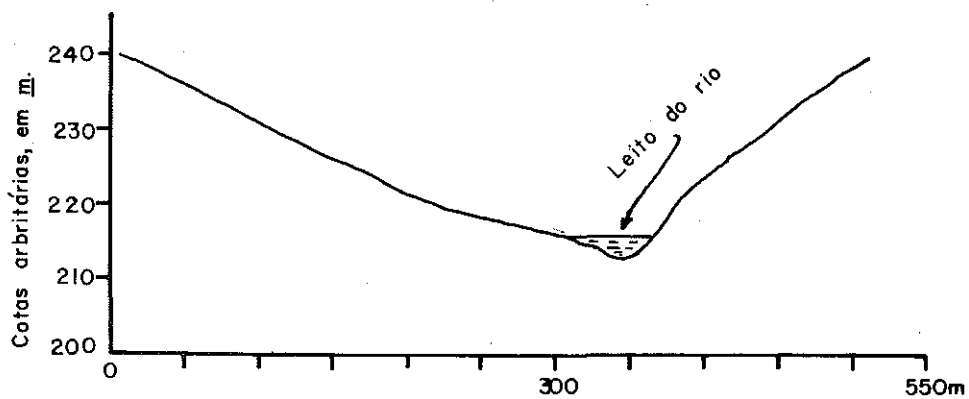


FIG. 4 - Seção transversal do rio Turiaçú, a 200m da extremidade Norte do campo de pouso do Turí, caminhamento 90° E.

ESCALAS: H= 1:5.000 , V=1:1.000

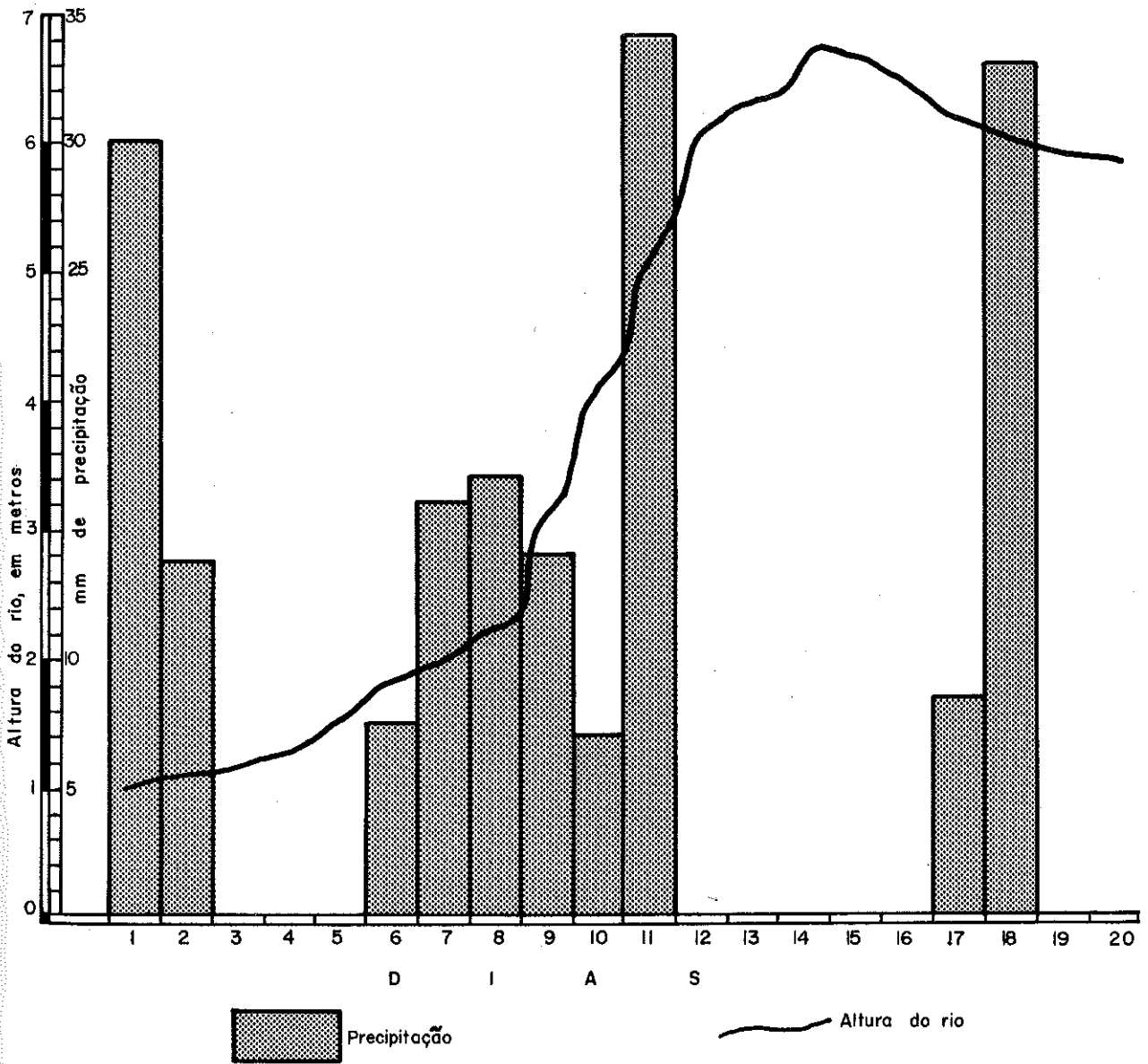


FIG. 5 — Variação da altura do rio Turiacú durante 20 dias de fevereiro de 1967, com a correspondente precipitação atmosférica.

as quais são tidas até o momento como um dos melhores materiais de construção existente na área de colonização. Já os rios de águas barrentas, como o Gurupí e outros, têm o fundo constituído predominantemente por areias finas e partículas menores, o que é indesejável para o seu aproveitamento econômico.

Durante a estação seca, se observa no leito do Turiaçu diversas ilhotas de arenito, bem como inúmeros bancos de areia. O número de pequenos afluentes, denominados "igarapés", é bastante grande, e muitos deles secam por completo durante alguns meses, geralmente em outubro-novembro. Isto é válido também para os afluentes de todos os rios incluídos neste trabalho.

O pH medido em fevereiro de 1967, quando as águas estavam a 12 m de altura, acusou estar ao redor de 4,6\*. Este fato tem implicações diversas. Uma delas se refere à esquistosomose, enfermidade provocada pelo Shistosoma mansoni. É que o hospedeiro intermediário deste protozoário é um caramujo da Família Planorbidaeae, o qual não existe nas águas deste e de outros rios, possivelmente por não se encontrarem nelas condições de alcalinidade favoráveis para a elaboração de sua couraça protetora.

É notória neste rio, a presença de um inseto conhecido como "pium" (Simulium amazonicum), o qual através de suas picadas se torna extremamente molesto ao ser humano, chegando mesmo a afetar o rendimento nos trabalhos de campo sem o uso de repelentes. Segundo

---

\* Medições feitas com fitas colorimétricas em 5 locais.



Cerqueira (19), este inseto é transmissor da micro-filária Mansonella ozzardi.

Em quanto a navegabilidade, o rio Turiaçú permite, na época chuvosa, o tráfego de lanchas de até 20 ton, podendo atingir até a localidade de Turf. Deste ponto para cima, os inúmeros bancos de areia e a pouca profundidade das águas, impedem navegação em termos práticos, exceto para canoas.

#### 4) Bacia do Pindaré

Esta bacia cobre uma superfície de 95.000 km<sup>2</sup> e é constituída por três grandes rios: Pindaré, Mearim e Grajaú. Para a área de colonização interessa apenas o rio Pindaré, o qual constitui os 240 km de seu limite sul. Dentro desta área, a bacia do Pindaré tem uma extensão de 8.466 km<sup>2</sup>.

Por ser este rio de águas barrentas, apresenta as mesmas características gerais do Gurupí e do Maracaçumé, mencionados anteriormente. Apresenta uma largura média de 15 m e uma profundidade ao redor de 2 m durante a estação seca. Não existem quaisquer outros dados.

Entre seus afluentes, destaca-se o rio Carú, que permite navegação com chatas no período de estiagem.

A importância econômica do rio Pindaré é bastante acentuada, pelo fato de permitir a navegação regular durante todo o ano, por embarcações tipo chata de até 200 ton e lanchas menores.

À margem direita deste rio, situada no vértice de dois limites, está a cidade de Pindaré Mirim, que possui um pôrto rudimentar de concreto armado para uso das embarcações.

b. Águas subterrâneas

Gaspary e Rebouças (28) admitem que o problema de água em todo o nordeste (incluindo o Maranhão) é mais uma questão geológica que climatológica. Suszczynski (66), em trabalhos de perfuração de poços tubulares dentro da área de colonização, concluiu que há boas possibilidades de captação de águas subterrâneas com características adequadas e a pouca profundidade, e que, a disposição e espessura das camadas de siltito, arenito e argilito praticamente controlam essas possibilidades, pelo fato de que o siltito constituiu sempre importante entrada de água nos poços perfurados.

Observou-se (66) que poços com diâmetros de 15 cm e com profundidades variando entre 70-100 m, dão uma vazão de 5.000-10.000 l/h, e que não se apresentaram dificuldades técnicas para perfurações a profundidades de até 200 m.

Sabe-se que uma água é boa para o consumo humano, destituída de sabor salobre, quando contém no máximo 400 mg/l de materiais como resíduo seco. Observando-se os dados do Quadro 2, concluiu-se que as águas dos poços de Ze Doca e de Turí, são, em quanto a este aspecto, de boa qualidade, podendo mesmo serem consideradas quase que como destiladas - o que naturalmente tem seus inconvenientes, especialmente no campo da nutrição.

Aceita-se como verdadeira a explicação de que tão baixa quantidade de elementos deve-se à intensa lixiviação; pode-se admitir que poços mais profundos apresentem melhores condições, assim como aqueles que porventura venham a ser perfurados em águas onde pode ocorrer

uma evapotranspiração potencial maior que a precipitação média anual (ver clima).

QUADRO 2. Características químicas de águas de poços superficiais (profundidade de 8 metros) em duas localidades. Dados de Suszczyinski (66).

Características	Poço em Ze Doca	Poço em Turf
pH	7,00	6,50
Resíduo Seco*	55,00	197,00
Cálcio (Ca)	3,20	31,20
Magnésio (Mg)	0,48	3,88
Potássio (K)	5,75	4,10
Sódio (Na)	5,25	4,50
Cloretos (Cl)	11,00	12,00
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	12,40	12,01
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	14,64	68,32
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	Ausência	Traços
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	Ausência	Traços

\* Resíduo seco e demais dados, em mg/l.

Observando-se o Quadro 2, percebe-se claramente a diferença das águas encontradas em Ze Doca e em Turf. Isto provavelmente se deve ao fato de que a região de Ze Doca foi desmatada há aproximadamente 10 anos, ao passo que a região do Turf, está ainda coberta por bosques, os quais constantemente fornecem materiais à superfície do

solo, que vão se decompondo gradativamente, liberando elementos diversos.

## D. CLIMA

### 1. Introdução

Um estudo mais detalhado do clima na área de colonização torna-se difícil, uma vez que este é constituído por uma série de fatores, os quais não têm sido registrados de uma maneira sistemática. Numa região onde deveriam existir pelo menos 300 estações meteorológicas, existem, na realidade, apenas sete postos pluviométricos instalados ao longo da rodovia BR-316, com observações um tanto irregulares e recentes. Faz-se, portanto, indispensável generalizar buscando dados em outras fontes, e interpretá-los convenientemente.

O mais geral dos trabalhos publicados, onde se inclui a área de colonização, é o de Serebrenick (60) que considera toda esta zona como sendo de Clima Tropical Superúmido, onde a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C, com uma precipitação pluviométrica média anual acima de 1.900 mm irregularmente distribuída durante o ano.

Schmidt (58) estudando o clima da Amazônia incluiu toda esta área de colonização como sendo do tipo climático Afi segundo a classificação de Köppen. Este símbolo significa que a temperatura média do mês mais frio é acima de 18°C, e que as chuvas são mais ou menos abundantes durante todo o ano, com uma precipitação mensal mínima maior que 60 mm. Há oscilação mínima, segundo este autor, para as temperaturas e precipitação anuais, e a amplitude anual das temperaturas



médias entre o mês mais quente e o mês mais frio, é inferior a 5°C.

Em trabalho mais recente, Soares (64) entra mais em detalhes, apresentando ainda sob o sistema de Köppen, dois tipos de clima, os quais serão a seguir resumidos:

a. Tipo Amw'gi - exceto pequena parte a leste da área de colonização, este tipo climático ocorreria no restante desta mesma área, caracterizando-se por ser quente e úmido. Apesar de existir uma estação seca na primavera, o total pluviométrico garante suficiente umidade para permitir o desenvolvimento de floresta amazônica. A estação chuvosa máxima ocorre no outono, sendo março e abril os meses mais chuvosos. O mês mais quente corresponde ao fim do período seco, e a variação térmica anual é inferior a 5°C. Entretanto, a variação diária da temperatura mais elevada.

b. Tipo Aw' gi - ocorreria numa pequena parte a leste da área de colonização, caracterizando-se por ser um clima tropical úmido com nítida estação seca no inverno. A precipitação média anual é superior a 1.500 mm, com chuvas ocorrendo de outubro a março, com o máximo em dezembro ou janeiro. O período seco começa em abril, sendo mais rigoroso em julho e agosto. A temperatura média mais elevada ocorre em outubro. A vegetação seria típica de cerrado.

Presentemente, esta última classificação em parte é razoável, se bem que na realidade oferece poucas e limitadas informações.

Walter e Lieth (79), usando o sistema de Bagnouls e Gaussen, elaboraram clima-diagramas para diversas estações meteorológicas do mundo, e culminaram com a apresentação de mapas climáticos. A zona em estudo, aparece no mapa da América do Sul a Escala de 1:20.000.000, como sendo de clima tipo I(II)b, o que significa clima tropical com

chuvas de verão. Segundo este sistema, diferentes lugares são considerados a base de informações térmicas e pluviométricas, como sendo secos, úmidos ou muito úmidos, como pode ser visto na Figura 6, que representaria o clima da área de colonização, tendo o posto de São Luiz como básico. O Quadro 3 oferece outros dados complementários para esta estação meteorológica.

Sem dúvida, levando em consideração a escala em que foi apresentado o mapa desses autores, esta classificação é útil. A prática no entanto tem demonstrado que na área de colonização, o mês de julho, por exemplo, é bastante seco, o que não pode ser verificado no climadiagrama citado. Além disso, quando se deseja entrar em maiores detalhes sobre o clima de uma região, a elaboração de climadiagramas requer a existência de médias térmicas e pluviométricas da própria zona em estudo, o que no caso presente é impossível.

QUADRO 3. Algumas características da Estação Meteorológica de São Luiz. Dados de SUDENE (15).

---

Precipitação média anual:	2.184,3 mm
Temperatura média anual:	26,6°C
Temperatura máxima absoluta:	34,8°C
Temperatura mínima absoluta:	19,6°C
Amplitude média anual da temperatura:	6,9°C
Horas de sol, média anual:	2.225,4
Umidade relativa do ar, média anual:	82,2%
Nebulosidade média anual (escala de 0-10):	6,6
Vento predominante ao ano (direção e velocidade):	NE 2,7 mph
Evaporação média anual:	939,9 mm
Número de dias com precipitação maior que 10 mm:	61 ao ano, máximo de 12 dias em março

---

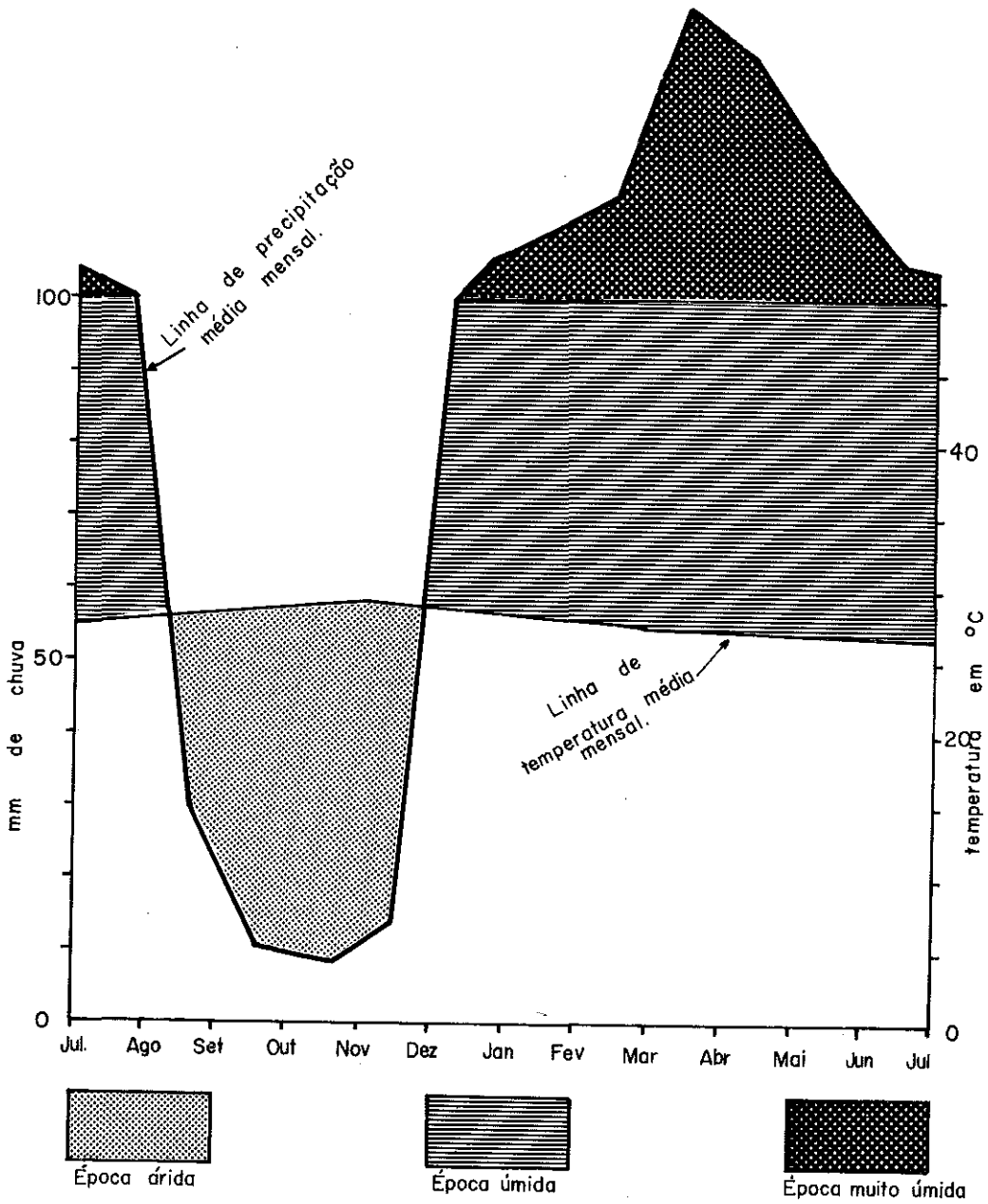


FIG. 6 — DIAGRAMA CLIMÁTICO PARA SÃO LUIZ (altitude=20m), segundo Walter e Lieth(79).



Em virtude da falta de observações meteorológicas dos distintos componentes climáticos, no estudo do clima regional é necessário abster-se de muitos fatores, restringindo-se na maioria das vezes a temperatura e precipitação. Mesmo considerando apenas estes dois fatores, frequentemente surgem dificuldades, como no caso do presente estudo, porque nem mesmo estes dados existem em forma satisfatória.

A solução para estes casos, é deduzir e extrapolar dados cuidadosamente selecionados de outras regiões, como foi feito neste trabalho.

## 2. Resultados e Discussão

Em seguida são apresentados os resultados e as discussões para as interpretações de precipitação média anual, distribuição das chuvas durante o ano, incluindo a duração de períodos chuvosos e secos, e de temperatura.

### a. Precipitação média anual (observar mapa de isoietas)

Por aí se vê que a precipitação pluviométrica na área de colonização varia entre 1.250 a mais de 2.250 mm ao ano. Estes valores estimados com estes detalhes, diferem bastante do "Atlas Pluviométrico do Brasil" (68), que considera os limites de 1.800-2.000 mm anuais. Esta diferença pode ser atribuída ao nível de detalhe em que foram elaborados os dois mapas.

Entretanto, um dado de precipitação anual em si só tem limitada importância uma vez que, sendo o resultado de uma soma, não permite verificar a situação de cada um dos somados, o que equivale dizer, não esclarece a quantidade de chuva caída durante os diferentes meses

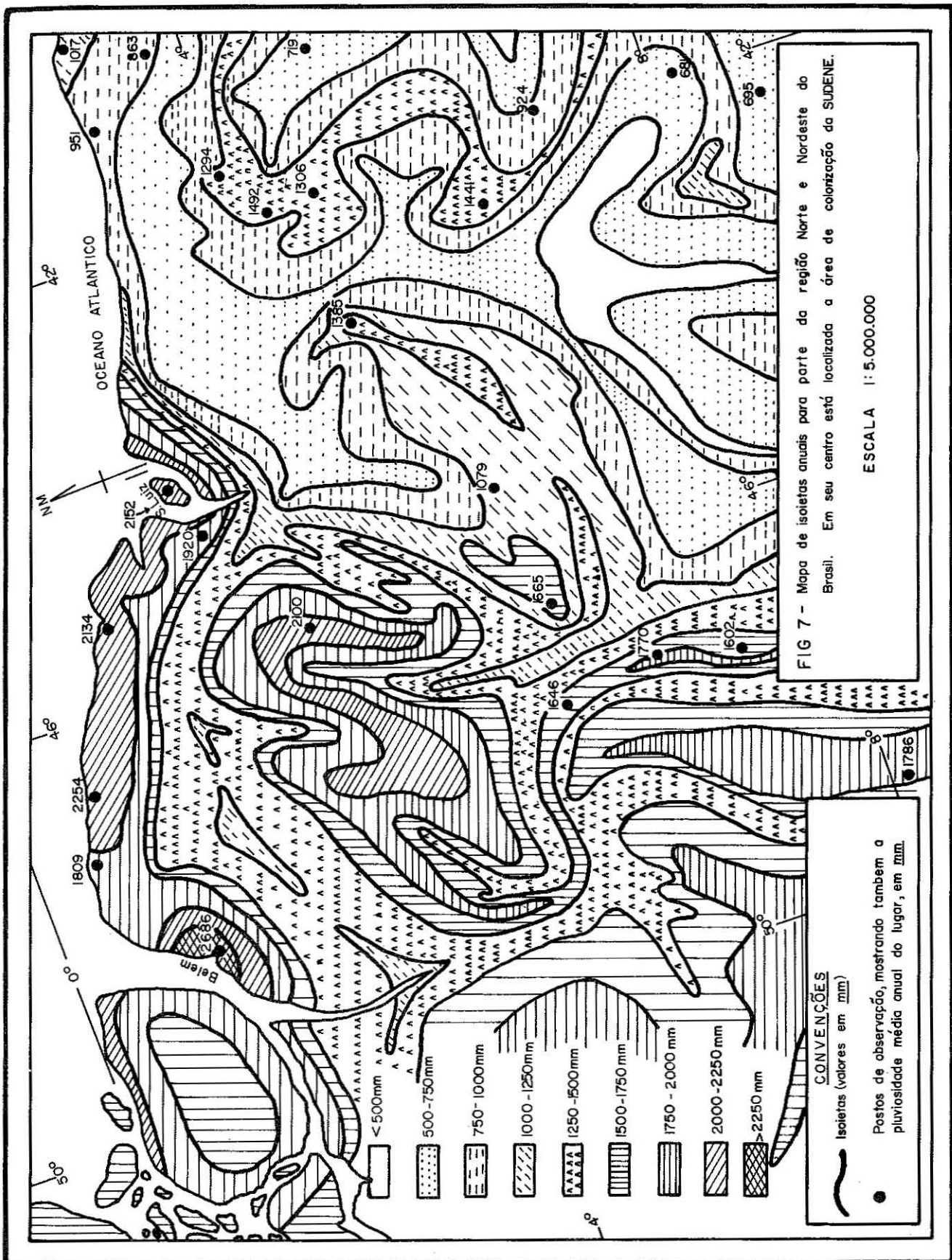


FIG 7 - Mapa de isoietas anuais para parte da região Norte e Nordeste do Brasil. Em seu centro está localizada a área de colonização da SUDENE.

ESCALA 1:5.000.000

**CONVENÇÕES**  
 Isoietas (valores em mm)

- Isoietas (valores em mm)
- Postos de observação, mostrando também a pluviosidade média anual do lugar, em mm.



do ano, sua intensidade, duração, etc.

É sabido que a distribuição da pluviosidade ao longo do ano é de grande importância para atividades agro-pecuárias de um modo especial, e em consequência, será bastante útil entrar em maiores detalhes a este respeito. Evidentemente, a efetividade da precipitação seria o detalhe desejável, mas muitos são os outros fatores locais que a influenciam, deixando-se por isto de mencioná-la aqui.

b. Distribuição das chuvas durante o ano

O problema da falta de dados observados em pontos estratégicos dificulta o conhecimento exato da distribuição pluvial. Boa estimativa contudo, pode ser feita com o sistema idealizado e desenvolvido por Trojer (69, 70).

Gráficamente e em forma de coordenadas cartesianas, a distribuição pluvial é representada em forma percentual, onde são indicados os critérios de seco e úmido. Os conceitos de seco e úmido são dados arbitrariamente, considerando-se mês seco o que apresentar menos de 8,3% da precipitação média anual. O valor 8,3% é proveniente da seguinte operação:  $\frac{100\%}{12} = 8,3\%$ , deduzido segundo o raciocínio de que se durante todo o ano (12 meses) a precipitação é de 100%, a precipitação de um mês será 8,3%.

Nas abcissas são marcadas os diferentes meses do ano, e nas ordenadas, valores correspondentes à percentagem de precipitação média mensal em relação a precipitação média anual.

Obtem-se desta maneira a percentagem de chuva caída mensalmente, em relação à precipitação anual do lugar.

Gráficos assim elaborados, permitem conclusões sobre os seguintes pontos de interesse:

- 1) Duração dos períodos seco e chuvoso
- 2) Início e término dos períodos seco e chuvoso
- 3) Intensidade dos períodos seco e chuvoso.

Fixados estes conceitos, foram realizados gráficos individuais da distribuição percentual da precipitação para diversos pontos do Norte e Nordeste brasileiros (alguns são representados nas Figuras 9 a 12), e classificados segundo sua semelhança. Foi possível então elaborar mapas onde aparecem zonas de igual duração de período chuvoso, de linhas reunindo pontos de mesmo início do período chuvoso, e de linhas reunindo pontos com a máxima seca do ano (Figuras 13 e 14). Elaborados estes mapas, localizou-se a área de colonização e em seguida foram selecionados os gráficos que satisfaziam as condições nele estabelecidas, resultando na seleção de dois, que foram considerados os que melhor representariam a marcha da precipitação nesta área.

O de Parintins (Figura 12) melhor se adapta para a metade norte da área de colonização, e o de Caxias (Figura 11), para a metade sul. Gráficos de outras localidades, a título de esclarecimento e exemplo, podem ser vistos através das Figuras 9 a 12.

A duração do período chuvoso para toda a área, é de 4-6 meses, e do período seco, de 8-6 meses.

Na metade centro-sul, o período chuvoso tem início entre novembro e dezembro, com o mês mais seco ocorrendo em agosto. Uma vez iniciado o período chuvoso entre novembro-dezembro, a precipitação vai

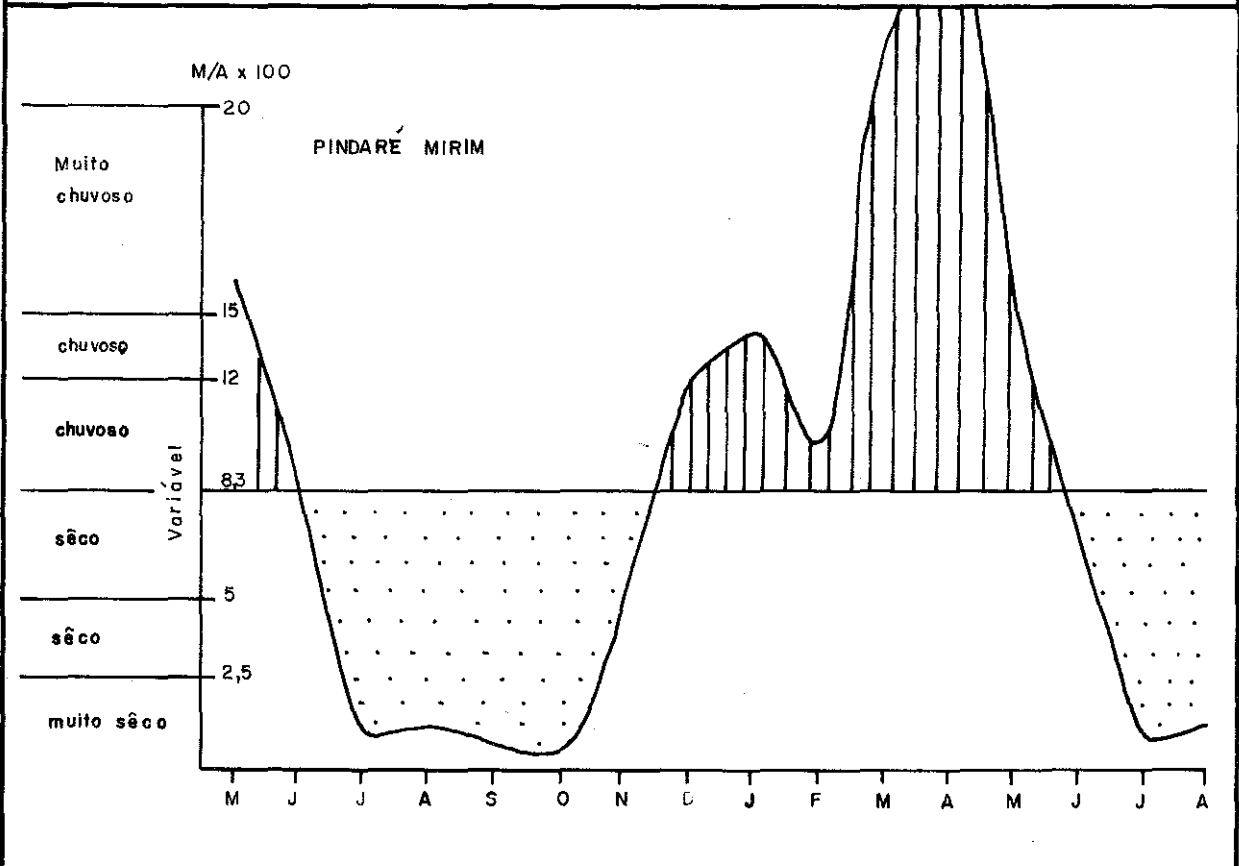
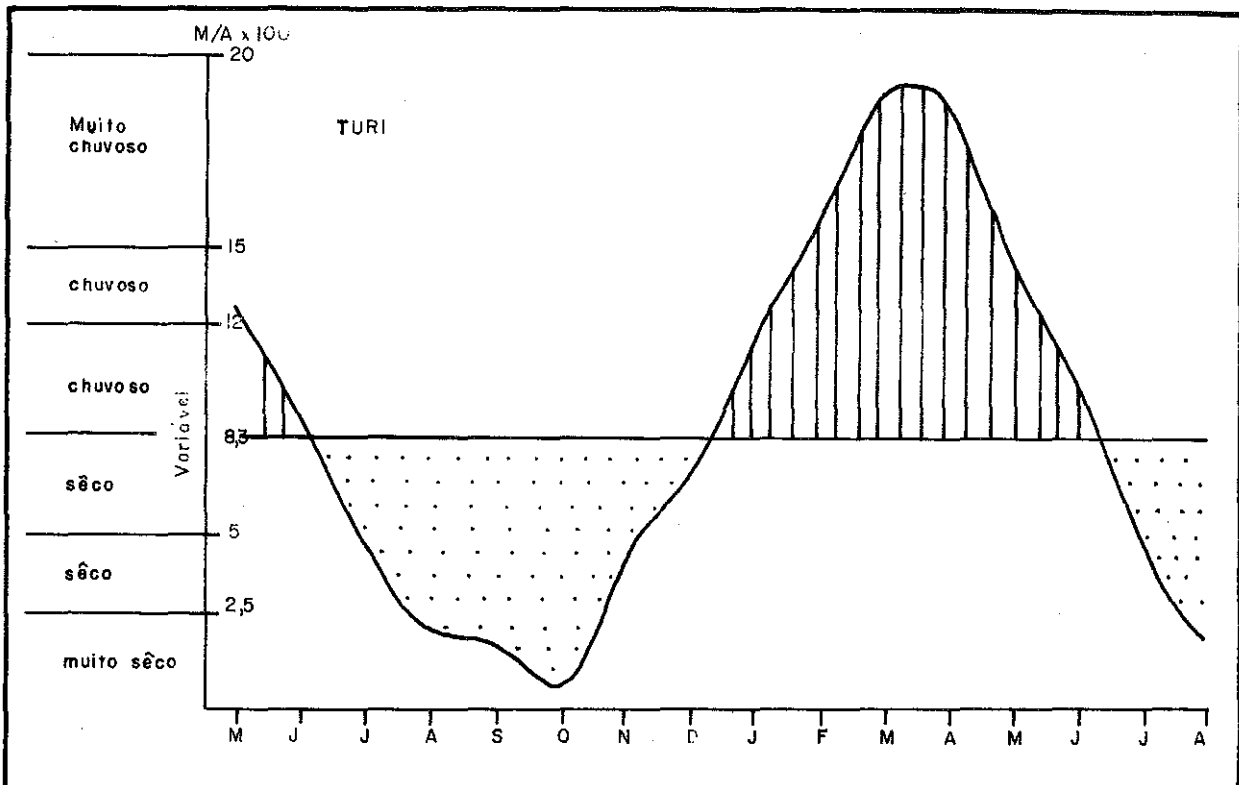


FIGURA 8 - TRANCURSO PERCENTUAL DA PRECIPITAÇÃO NAS LOCALIDADES DE TURI E PINDARÉ-MIRIM.

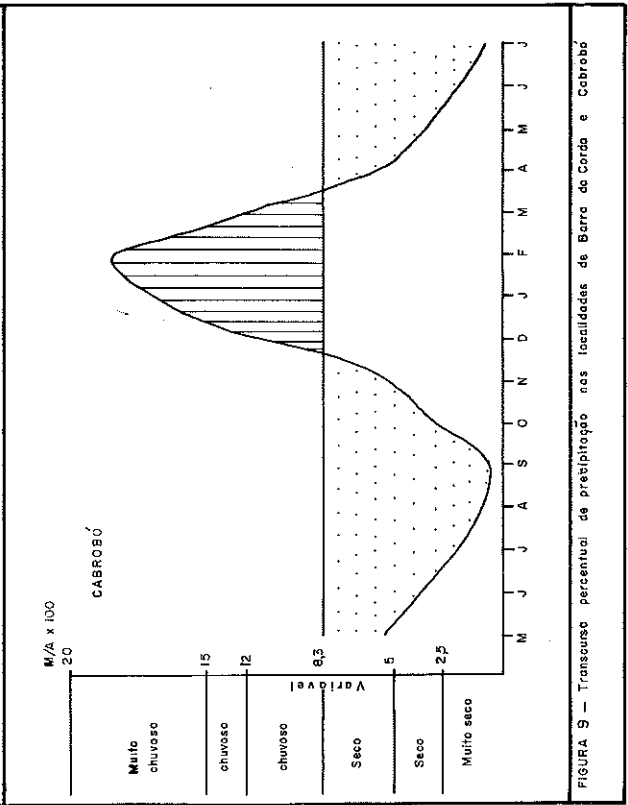
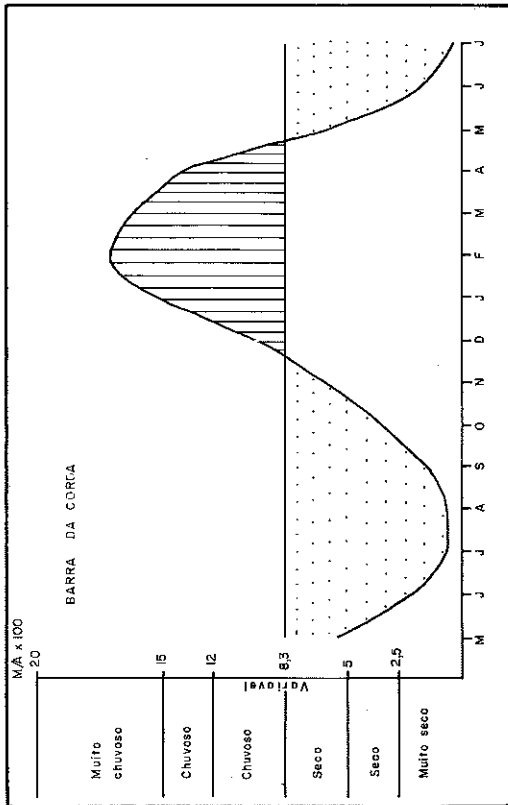


FIGURA 9 — Transcurso percentual de precipitação nas localidades de Barra da Corça e Cabrobó

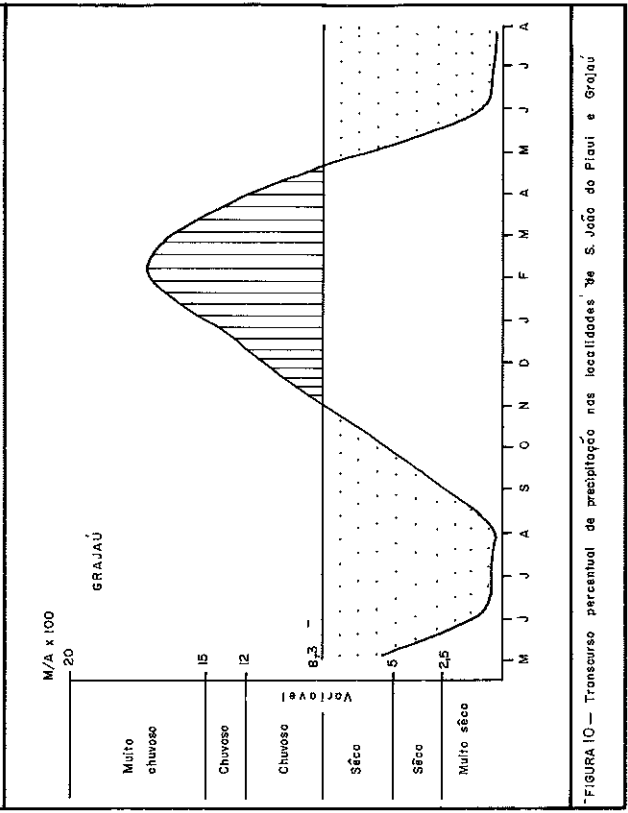
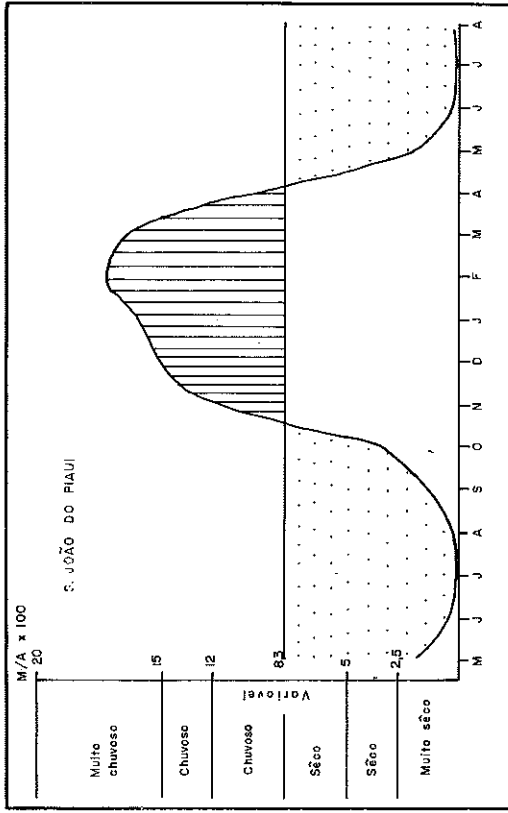


FIGURA 10 — Transcurso percentual de precipitação nas localidades de S. João do Piauí e Grajaú

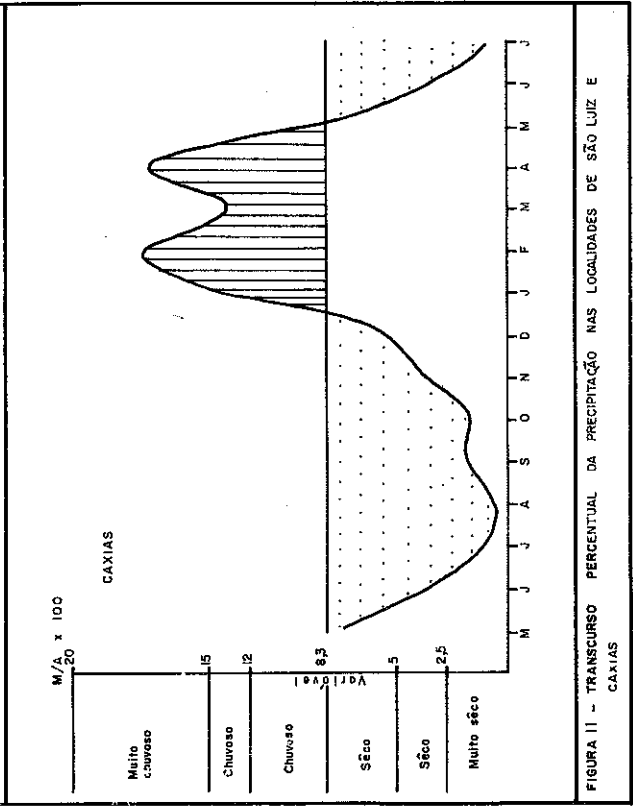
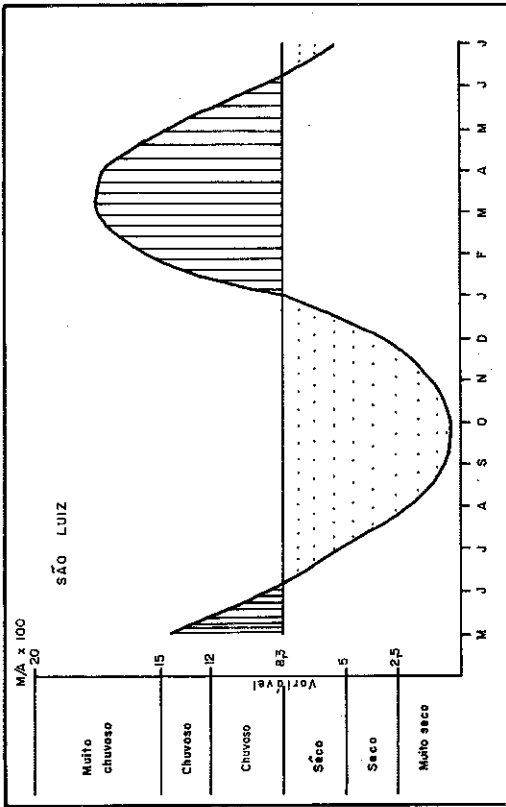


FIGURA 11 - TRANSCURSO PERCENTUAL DA PRECIPITAÇÃO NAS LOCALIDADES DE SÃO LUIZ E CAXIAS

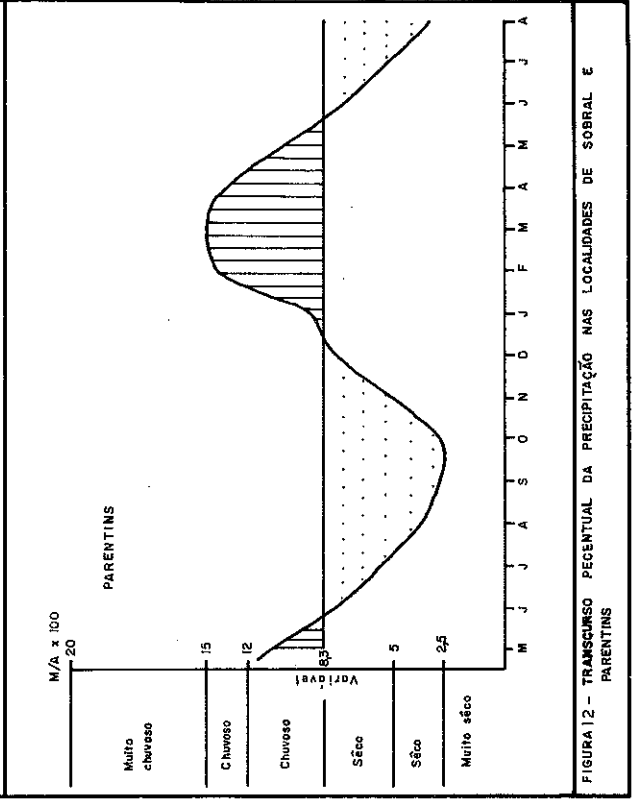
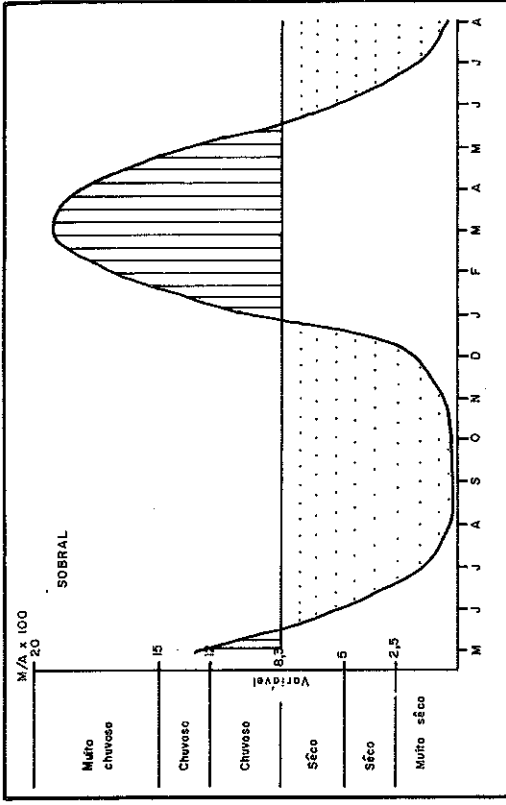


FIGURA 12 - TRANSCURSO PERCENTUAL DA PRECIPITAÇÃO NAS LOCALIDADES DE SOBRAL E PARENTINS





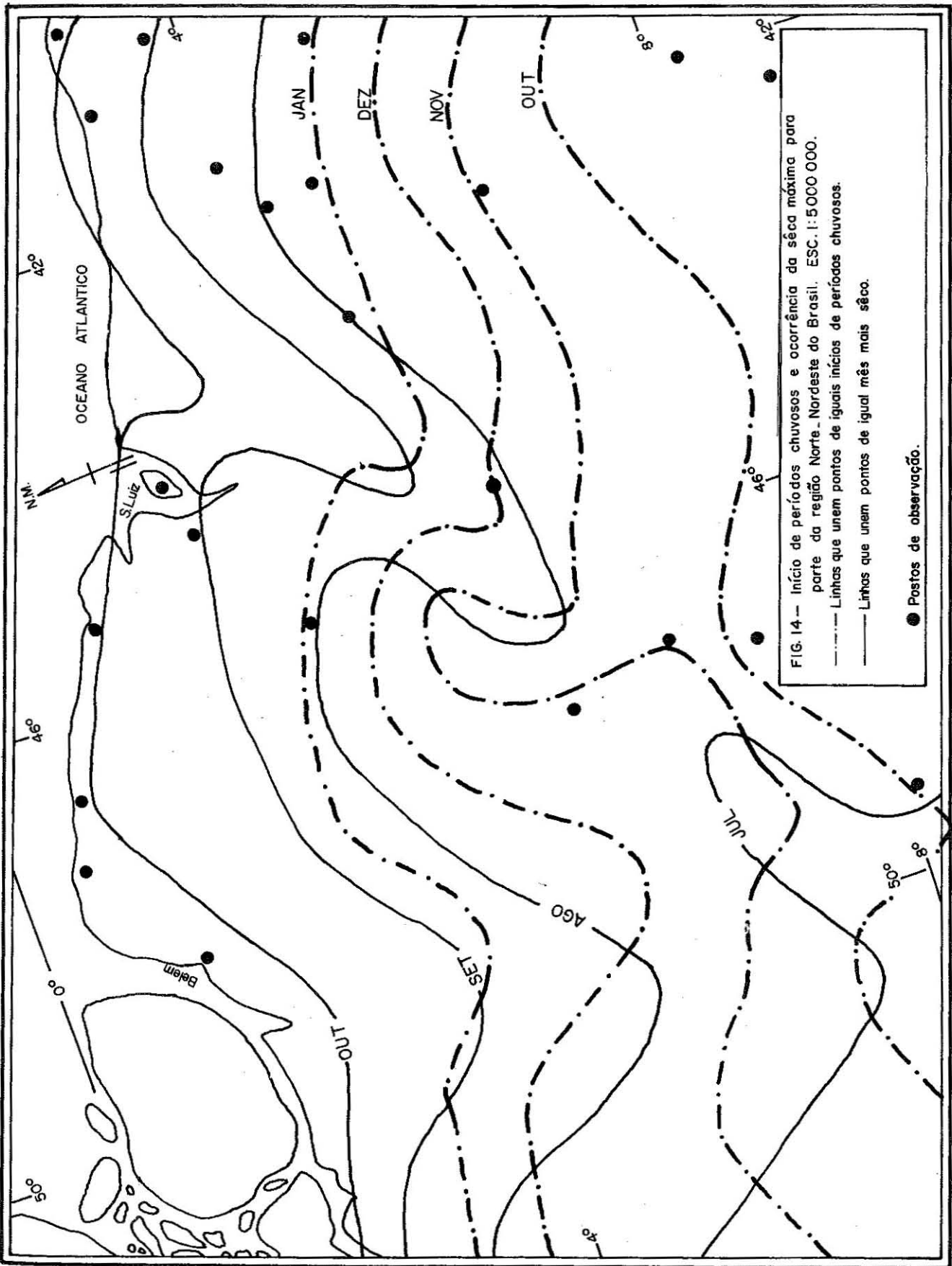


FIG. 14 — Início de períodos chuvosos e ocorrência da seca máxima para parte da região Norte-Nordeste do Brasil. ESC. 1:5000 000.

aumentando rapidamente até fevereiro, quando ocorre um ligeiro "veranico", após o qual as chuvas novamente aumentam atingindo o máximo em abril. Durante o mês de abril a precipitação vai diminuindo também mais ou menos rapidamente, até que em maio tem início o período seco, cuja intensidade máxima verifica-se em agosto.

O gráfico de Caxias (Figura 11), origem da interpretação acima, ao ser comparado com o da cidade de Pindaré Mirim (Figura 8), situada no sul da área de colonização, comprova a validade do exposto, devendo-se chamar a atenção para que os dados pluviométricos de Pindaré Mirim referem-se a médias apenas dos anos de 1963 a 1965.

Na metade centro-norte a situação é ligeiramente distinta. A duração do período chuvoso, como já foi dito, é também de 4-6 meses. Contudo, o período chuvoso tem início entre dezembro e janeiro, e o mês mais seco do ano ocorre em setembro. Fica clara a progressão das condições do tempo no sentido aproximado (dentro da área de colonização) de sul a norte, e isto pode melhor ser compreendido observando-se a Figura 14, que se explica por si só.

Na metade centro-norte, o período chuvoso começa entre novembro e dezembro, atingindo o auge em março (não se verifica o "veranico"), diminuindo as chuvas até maio-junho, quando tem início o período seco, cuja intensidade máxima é em outubro.

Esta interpretação é baseada no gráfico de Parintins (Figura 12), o qual também pode ser comparado com o de Turí (situado mais ou menos no centro da área, sobre a rodovia), através da Figura 8. Observa-se que existe boa semelhança, mas deve-se mencionar que as médias do Turí referem-se apenas aos anos de 1963 a 1965, como em

Pindaré Mirim.

Os diagramas de Pindaré e de Turí permitem observar claramente a diferença existente, embora pequena, entre o regime ou transcurso da precipitação entre as zonas norte e sul da área estudada, podendo-se esperar que, entre seus extremos norte e sul, a diferença seja pouco maior.

A forma dos gráficos mencionados, indica a intensidade dos fenômenos de umidade e seca. Desta maneira, a zona norte tem sua curva bem mais suave que a do sul, e assim sendo, ali nem as chuvas nem as secas são muito pronunciadas, ou pelo menos apresentam-se menos pronunciadas que na metade centro-sul.

### c. Temperatura

Apesar de não existirem registros sistemáticos para este elemento do clima, desde logo pode ser afirmado que ele não constitui problema sério para os cultivos e animais adaptados na região, uma vez ser conhecido o fato de não ocorrerem temperaturas mínimas inferiores a 0°C ou máximas superiores a 40°C. Conseqüentemente, existe adequado suministro de calor para a produtividade animal e vegetal durante todo o ano. Entretanto, seria oportuno haver um melhor conhecimento sobre variações diárias e estacionais da temperatura por serem estes parâmetros de importância na adaptação de certos cultivos.

Estendendo-se interpretativamente os dados de diversos postos meteorológicos do Norte e Nordeste do país, pode-se estimar a distribuição das temperaturas médias anuais como se vê no mapa de isotermas anuais na Figura 15.

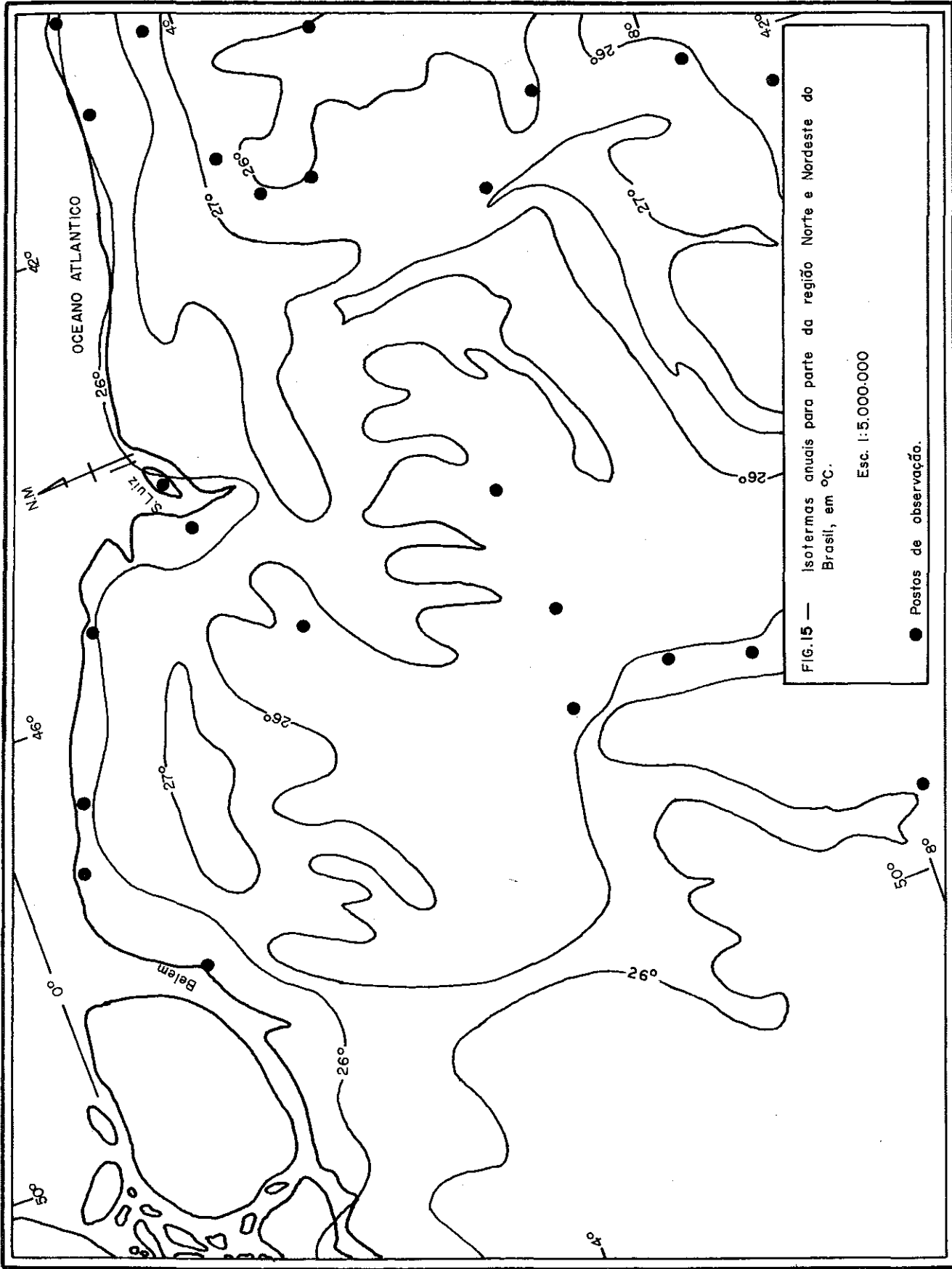


FIG.15 — Isothermas anuais para parte da região Norte e Nordeste do Brasil, em °C.

Esc. 1:5.000.000

● Postos de observação.

Na área de colonização, interpreta-se que as temperaturas médias mais elevadas (27°C) estão nas zonas mais altas, e as temperaturas médias anuais menos elevadas (26°C) estão nas partes de menor altitude. Isto pode ser deduzido ao estudar-se a distribuição da temperatura em função da altitude, como esclarece o Quadro 4.

QUADRO 4. Gradiente de temperatura em função da altitude para dois pisos altitudinais, em °C, e por 100 m de ascenso vertical.

Temperatura	Pisos altitudinais	
	0 - 400 m	400 - 800 m
Mínima média	- 0,60	- 0,74
Média anual	- 0,60	- 0,36
Máxima média	- 0,45	- 0,60

Este Quadro não demonstra as variações menores que são função das circulações locais, ligadas portanto, às formas do terreno. Assim é que, por exemplo, diversos dados demonstraram que entre 0 - 100 m há na realidade um ascenso da temperatura média anual da ordem de + 0,5°C/100 m, ocorrendo isoterma entre 100-150 m.

Apesar disto, não vale a pena entrar em maiores detalhes em quanto a este ponto, em virtude de dois aspectos fundamentais:

- 1) o método de calcular a temperatura média atualmente usado pode conduzir a erros de até + ou - 2,0°C (70).

2) estimativas da variação térmica mais exatas dependem de registros locais, devido a diferenças nas formas do terreno que condicionam o comportamento da temperatura.

De qualquer maneira, é possível obter-se uma primeira idéia do transcurso da temperatura, por meio de comparações como as que serão feitas em seguida.

Na cidade de Fortaleza (27 m acima do nível do mar), as amplitudes da temperatura entre as médias máximas e as médias mínimas apresentam pouca variação, observando-se que os meses mais quentes são os de outubro a janeiro, onde a variação em torno da média anual é aproximadamente de 10C, e os meses mais frios são abril a junho, também com variação em torno da média ao redor de 10C. Ao se comparar estas informações com a distribuição porcentual da precipitação na área de colonização, percebe-se uma certa coincidência dos meses mais frios com os meses chuvosos. Por outro lado, os meses mais quentes coincidem aproximadamente com os meses mais secos.

Na cidade de Grajaú (154 m acima do nível do mar), as amplitudes de temperatura são mais ou menos as mesmas anteriores (Fortaleza), e estes dados quando comparados com o transcurso porcentual da precipitação da área em estudo, permitem verificar uma coincidência mais perfeita que a anterior, para com os meses mais secos e mais úmidos com os períodos mais quentes e com os mais frios, respectivamente.

Na cidade de Caetité (878 m sobre o nível do mar), existe pouca amplitude térmica mensal, porém acentuada anual. O período mais quente ocorre entre os meses de novembro a abril, e o mais frio entre os meses de maio a agosto.

Com estas informações, pode-se considerar que na área de colonização o transcurso da temperatura varia de acôrdo com os níveis altitudinais mais ou menos como nas cidades mencionadas, de maneira que na zona abaixo da altitude de 150 m, o mecanismo ocorrerá como meio termo entre as cidades de Fortaleza e Grajaú. Acima dos 150 m, este ocorrerá como meio termo entre as cidades de Grajaú e Caetité, mais próximos de Grajaú que de Caetité.

Reunindo estas idéias com o mapa de isoietas anuais médias, é possível calcular a evapotranspiração potencial anual para diferentes alturas, segundo o critério de Holdridge\*, como no Quadro 5.

QUADRO 5. Estimativa da evapotranspiração potencial anual, com déficits e excessos de água para diferentes pisos altitudinais na área de colonização, calculada segundo Holdridge.

Precipitação anual, mm	Altitude (m)	t <sub>QC</sub>	Ev-tr, pot. mm	Déficit mm	Excesso mm
1250-1500	menor 100	26	1560	310-60	-
1250-1500	200-+300	27	1230	-	20-270
1500-1750	menor 100	26	1560	60-0	0-190
1500-1750	200 a +300	27	1230	-	270-520
1750-2000	menor 100	26,0	1560	-	190-440
1750-2000	100-200	26,5	1530	-	220-470
2250-2500	100-200	26,5	1530	-	720-970
mais de 2500	aprox. 100	26	1590	-	910

\* Fórmula de Holdridge ( ) para estimar a evapotranspiração potencial:  $Ev-pot = 58,92 \times t_{QC}$ .



Vê-se neste Quadro que, em relação a água disponível para as plantas, a maior deficiência ocorreria nas zonas de precipitação média anual entre 1.250-1.750 mm, situadas a altitudes inferiores aos 100 m acima do nível do mar. Na maioria dos casos, ocorreria excesso de água. Poderia ser feito cálculo semelhante para cada mês do ano, mas considera-se que os gráficos já discutidos melhor representam a realidade.

## E. VEGETAÇÃO

### 1. Introdução

Ducke e Black (23) demonstraram que toda a extensão da área de colonização é uma parte da "Hylaea" de Humboldt e Bonpland. A hylaea como tal, é caracterizada pela presença, entre outros, dos seguintes gêneros arbóreos: Hevea, Bertholletia, Ravenala, Gnetus, Parkia, Dimorphandra, Hymenolobium, Coumarouna, Bauhinia e outros cipós e lianas, Camponotus, Azteca e outras plantas mirmecófilas, etc. (23).

Segundo a "Chave para as Formações Vegetais Amazônicas" (53), na região do presente estudo deveria ser encontrado o seguinte: floresta de terra firme, campos de terra firme, e campina\*.

Uma outra classificação considera nossa zona como constituída de florestas ("evergreen tropical rainforest"), savanas a palmeiras de

---

\* Campina é definida como um campo de menores proporções. Campo, por sua vez, é sinônimo de savana.

babaçú (12). Sem dúvida, pode ser considerada como base, mas, à vista de observações pessoais, e levando-se em consideração a interferência humana, que não pode ser desprezada como modificadora do ambiente natural, pode-se entrar um pouco mais em detalhes.

## 2. Resultados e Discussão

A vegetação atual da área de colonização pode ser dividida, para fins descritivos e cartográficos, como segue:

- a) Área florestada, ocupando 27.230 km<sup>2</sup>, aproximadamente
- b) Área deflorestada, ocupando aproximadamente 2.352 km<sup>2</sup>
- c) Babaçual típico, ocupando uma extensão de 137,5 km<sup>2</sup>
- d) Babaçual em formação, (extensão incluída em área deflorestada)
- e) Campina, com uma extensão de aproximadamente 292,5 km<sup>2</sup>.

### a) Área florestada

A área florestada atualmente mede cerca de 27.230 km<sup>2</sup>, o que corresponde a quase 90% da área de colonização.

Apesar das diferenças fisionômicas verificadas nesta zona, foi impossível, na época em que se realizou este trabalho, delimitá-las ou mesmo conhecer melhor sua composição florística. Desta maneira, quando estudos mais detalhados forem realizados, com base em fotografias aéreas, a presente zona, considerada "homogênea", permitirá subdivisões, como aliás pode ser deduzido ao observar-se o mapa de isoietas anuais e o mapa de solos, discutidos em outro local.

Seguindo-se o mesmo sistema usado por Glerum (29), a presente

área pode ser considerada como "Evergreen seasonal forest". Ao estudar a vegetação a sudoeste desta área de colonização, Glerum (29) observou que grandes áreas florestadas sofrem efeitos da seca, o que provavelmente também será válido para a presente zona.

As florestas amazônicas apresentam grande diversidade de espécies, e estimou-se que para muitas árvores, a densidade é menor que um indivíduo por hectare (7). O estrato superior dessas florestas geralmente é alto, atingindo 30-40 metros, mas algumas árvores comumente ultrapassam os 60 m, principalmente as pertencentes aos gêneros Dinizia e Cedrelinga (23). A família botânica melhor representada é a Leguminosae, seguida de outras, como Lecithidaceae, Moraceae, etc.

No âmbito deste estudo, a área florestada está constituída principalmente por esses gêneros e famílias, notando-se igualmente uma grande diversidade de espécies. Em um estudo\* feito em quinhentos hectares situados entre as coordenadas de 2°48'S e 45°52'W (entre as localidades de Cocalino e Ze Doca), observou-se que a maioria das árvores apresentam altura entre 10,5 a 20,0 m, e DAP\*\* entre 25 e 44 cm. O volume de madeira encontrado por hectare foi da ordem de 230,37 m<sup>3</sup>, e o número de árvores foi de 109/ha; tendo-se também em consideração que em oito hectares de amostragem, foram encontradas mais de 100 espécies diferentes, percebe-se claramente a heterogeneidade da vegetação. O Quadro 6 permite verificar parte dos resultados

---

\* FLOR, H. M. Forest survey in the area of the District of Monção, Maranhão State (Brazil) of an area of 500 ha destined to successive clearcuts for further agricultural crops. Relatório apresentado ao Grupo Interdepartamental de Povoamento do Maranhão (SUDENE). São Luiz, 1966. 9 fls. (dact.).

\*\* DAP significa "Diâmetro a altura do peito".

encontrados neste estudo.

QUADRO 6. Algumas características da vegetação cêrca de Ze Doca, com uma média geral de 109 árvores por hectare, e um volume de madeiras de 230,37 m<sup>3</sup>/ha. Dados de Flor.

Presença (%)	Nome científico e família (entre aspas, nomes comuns)	Volume de madeira - m <sup>3</sup> /ha.
100-90	<u>Carapa guianensis</u> - Meliaceae	88,62
	"Barrote branco" - ?	
	"Barrote vermelho" - ?	
	<u>Anacardium giganteum</u> - Anacardiaceae	
	"Inga bravo" - <u>Inga</u> sp. Leguminosae	
	Tauari branco - <u>Eschweillera</u> sp. Lecytidaceae	
	Tauari preto - <u>Eschweillera</u> sp. Lecutidaceae	
90-80	<u>Luehea speciosa</u> - Tiliaceae	30,81
	<u>Sterculia</u> sp. - Sterculiaceae	
	<u>Anacardium giganteum</u> - Anacardiaceae	
	"Genipapinho" - ?	
	"Mangue branco" - ?	
	"Mangue vermelho" - ?	
	"Mutamba preta"	
	<u>Simaba</u> sp. - Simarubaceae	
	<u>Sclerolobium</u> sp. - Caesalpinaceae	
80-70	"Broqueiro" - ?	15,99
	<u>Caesalpinia paraensis</u> - Leguminosae	
	"Jatoba Mirim"	
	<u>Nucleopsis</u> sp. - Moraceae	
	<u>Sacoglottis guianensis</u> - Humiriaceae	
	<u>Apeiba albiflora</u> - Tiliaceae	
70-60	"Amescla" - ?	23,93
	<u>Anona</u> sp. - Anonaceae	
	<u>Antropetalum</u> sp. - Proteaceae	
	"Favela" - ?	
	"Paparaúba" - ?	
	"Sucupira preta" - ?	
	"Tuturubá" - ?	
60-50	<u>Dughetia</u> sp. - Anonaceae	21,44
	<u>Moronobea coccinea</u> - Gutiferae	
	"Bacuri-pari" - ?	
	<u>Theobroma grandiflorum</u> - Sterculiaceae	
	"Embiribeira" - ?	
	<u>Astronium Fraxinifolium</u> - ?	
	<u>Cecropia</u> sp. - Moraceae	
	"Inharé" - ?	
<u>Zizyphus</u> sp. - Rhamaceae		
"Mirindiba" - ?		
	<u>Euxylophota paraensis</u> - Rutaceae	

Confirmou-se que o sistema radicular das árvores não é muito profundo, e este fato determina que os ventos conseguem frequentemente tombar árvores. Esta pouca profundidade do sistema radicular pode ser atribuída à altura do lençol freático, o qual vai determinar relativamente pouco espaço no solo para o desenvolvimento de raízes. Além disso, é muito comum a presença de raízes tabulares.

A maioria das árvores estudadas apresenta o cerne duro. Nota-se também que as florestas são "limpas", isto é, há relativamente facilidade de se caminhar nelas.

Quando a floresta é desmontada sem auxílio de fogo, em poucos anos o terreno estará coberto com uma vegetação caracterizada pela presença de arbustos e árvores heliófilas, de rápido crescimento, dos gêneros Orbygnia, Cecropia, Solanum, Piper, Cassia, Croton, Myrcia, Eugenia, Vismia, Cledemia, Mimosa, Byrsonima, Trema, Maconia, Casearia, etc. (39).

Quando o desmonte é feito com auxílio de fogo por anos consecutivos, aparecerá um menor número de espécies, principalmente dos seguintes gêneros: Orbygnia, Byrsonima, Cecropia, Coumarouna, Vismia, Davilla, etc. Porém é mais ou menos frequente o solo ficar coberto apenas por uma rala vegetação rasteira.

Lima (39) salientou a importância do gênero Coumarouna pelo fato de apresentar rápido crescimento, podendo mais ou menos aos cinco anos de idade, produzir mais ou menos 3 kg de sementes por árvores, as quais são de elevado valor comercial. Este mesmo autor observou que depois de queimadas sucessivas de vegetação, se instalam arbustos e ervas de difícil extirpação posterior e muito rústicas, principalmente

dos gêneros *Paspalum*, *Imperata*, *Borreria*, *Urena*, *Desmodium*, etc.

Realmente isto parece ser de importância prática, pois na zona estudada observa-se que o cultivo do arroz feito num mesmo terreno, costuma ser abandonado após 1-3 anos de uso, apesar da produtividade manter-se ao redor de 2.000-2.500 kg/ha; aparentemente, isto é devido ao problema de invasão por estas plantas más.

Na área de colonização, ainda não há elementos para diferenciar claramente os tipos de florestas, como já foi dito.

Entranto, Glerum (29), no tipo de vegetação Açailândia, situada a sudoeste desta área, menciona as seguintes espécies de zonas inundáveis, sem, entretanto, distinguir entre estas áreas alagáveis, a várzea do igapó: *Symphonia globulifera*, *Carapa guianensis*, e os gêneros *Cecropia*, *Bombax*, *Virola*, *Ficus*, *Ceiba*, *Cordia*, *Pithecolobium*, *Sterculia*, *Couroupita*, etc. O Quadro 7 mostra alguns outros resultados encontrados por este mesmo autor.

Pires (54) ao estudar uma várzea cêrca de Belém, sujeita a influência de águas salobras, observou que há uma forte predominância de palmeiras, principalmente *Astrocarium murumuru* e *Euterpe oleracea*. Na área de colonização são muito comuns as formações de *Euterpe oleracea*, se bem que em proporções reduzidas, não passíveis de cartografar a uma escala talvez inferior que 1:200.000. Não há qualquer evidência de estarem estas palmeiras localizadas seja em solos salinos, seja em terras sujeitas a inundações com águas salobras. O fato comum é que a *Euterpe* sempre ocorre em terrenos bastante úmidos.

Além de palmeiras, ocorrem outros gêneros, especialmente *Theobroma*, *Carapa*, *Hura*, *Bactria*, *Inga* e *Hevea* (54), além de *Symphonia*,

Cecropia, Bombax e Genipa (23).

QUADRO 7. Algumas características do tipo de vegetação Açailândia (29), com uma média geral de 61,6 m<sup>3</sup>/ha de madeira e 51 árvores por hectare.

Presença (%)	Nome científico	Nº de árvores por hectare	Volume m <sup>3</sup> /ha
100-90	<u>Protium opacum</u>	6	4,2
90-80	(não menciona)		
80-70	Faveiras ( <u>Leguminosae</u> )	2	3,2
70-60	<u>Inga alba</u> <u>Hymenaea parvifolia</u>	3	3,1
60-50	<u>Pouteria englers</u> <u>Pouteria guianensis</u> <u>Perebea guianensis</u> <u>Copaifera</u> sp. <u>Hymenaea courbaril</u>	5	9,2
50-40	<u>Pouteria surinamensis</u> <u>Astronium leccointei</u> <u>Rollinia annonoides</u> <u>Buchenavia huberi</u> <u>Daughetia exaltata</u> <u>Cordia exaltata</u> <u>Dialium guianensis</u> <u>Cynometra hostmanniana</u> <u>Tecoma</u> sp. <u>Tachigalia myrmecophyla</u>	10	9,8
40-30	<u>Pouteria macrophylla</u> <u>Sterculium</u> sp. <u>Sacoglottis guianensis</u> <u>Trattinickia rhoifolia</u> <u>Guattaria</u> sp. <u>Mezilaurus itauba</u> <u>Eschweillera jarana</u> <u>Neea</u> sp. <u>Aniba</u> sp. <u>Ocotea guianensis</u> <u>Simaruba amara</u> <u>Eischweillera blanchetiana</u> <u>Jacaranda copaia</u> <u>Geissospermum sericeum</u> <u>Micropholis guianensis</u>	10	11,1

Não há, ainda, estudos relacionando gêneros vegetais com tipos de solos. Entranto, observou-se (29) em região não muito diversa da mencionada neste trabalho e não muito distante, pelo menos aparentemente, as seguintes relações:

<u>Espécie vegetal</u>	<u>Característica do solo</u>
<u>Vouacapoua americana</u>	completamente arenoso
<u>Hymenolobium excelsum</u>	fértil
<u>Euxylophota paraensis</u>	com concreções ferruginosas

Até o presente, nada se sabe sobre a ocorrência de espécies raras, as quais poderiam ser boas indicadoras de condições ecológicas. Quanto à produção de madeiras, além da diversidade de espécies mencionada anteriormente, convém lembrar que, em geral, e para diâmetros superiores a 25 cm, o crescimento médio das árvores em altura é da ordem de 0,8 cm/ano (35), o que significa ser lento.

Estudando a vegetação que cobria uma superfície de 1 ha às margens do rio Turiaçu (rio de águas pretas - ver Hidrologia), Tavares (67) identificou 100 amostras de madeiras, correspondendo a mais de 90 espécies agrupadas em 28 famílias botânicas.

#### b. Área deflorestada

Esta área atualmente mede cerca de 2.352 km<sup>2</sup>, estando localizada em quase sua totalidade na zona compreendida entre a rodovia BR-316 e o limite leste da área de colonização.

A deflorestação foi e continua sendo feita com a finalidade de conseguir terras para práticas agrícolas, fundamentalmente, sob



regime nômade ("shiffting cultivation"). Maiores detalhes em quanto ao uso destas terras estão no capítulo referente a solos na região de Ze Doca.

c. Babaçal típico

A palmeira babaçú (Orbygnia martiana) além de imprimir um aspecto fito-fisionômico muito característico, é de grande importância econômica devido ao óleo que é extraído de suas sementes.

Aubrèville (4) admite que este tipo de vegetação seja uma transição entre a floresta amazônica e a caatinga do Nordeste brasileiro. Ele crê que o palmeiral é uma floresta secundária que se originou da floresta primária, com possível interferência humana. Isto realmente parece ocorrer. Em diversos pontos florestados da área de colonização podem ser observadas, isoladas, palmeiras de babaçú. Por outro lado, nas regiões desta área onde ocorreu colonização espontânea há longos períodos de tempo, existem os densos bosques da palmeira babaçú. Nas regiões de colonização espontânea recente, a palmeira está ausente. Finalmente, nos pontos onde a colonização não é nem muito antiga nem muito recente, se observa muito claramente, o babaçal de tal maneira, que sugere estar em formação.

Observações em terrenos cultivados têm mostrado que a palmeira avança com grande ímpeto, é resistente ao fogo, e as vezes constitui paradoxicamente, uma erva daninha.

Shimoya\* observou palmeiras nas imediações da cidade de Pindaré-

---

\* SHIMOYA, C. Relatório apresentado ao Grupo Interdepartamental de Povoamento do Maranhão. São Luiz, junho 1966. 5 fls (dat).

Mirim, concluindo em linhas gerais o seguinte:

- 1) há dominância de inflorescências masculinas, a qual pode ser devida aos seguintes fatores:
  - a) época do ano em que foi feita a observação (fim do período sêco)
  - b) idade da palmeira
  - c) constituição genética
- 2) há insetos que destroem tanto inflorescências como infrutescências.

d. Babaçal em formação

Esta zona é precisamente aquela onde a colonização não é muito antiga nem muito moderna, como discutido no item anterior. Percebe-se claramente o avanço do babaçal de sul para norte e de leste para oeste.

A inclusão desta zona como unidade cartográfica, fica justificada por dois fatos:

- 1) constitui fisionomia bastante típica
- 2) ocorre numa grande superfície de terreno.

É provável que, dentro de mais alguns anos, esta zona esteja coberta por uma floresta homogênea de babaçú, e outras zonas, então, apresentem as características que atualmente mostra esta formação vegetal.

e. Campinas

As campinas ocorrem em pequenas extensões territoriais,

e na área de colonização são pouco numerosas. Há três tipos de campos (53): campo cerrado, campo limpo e campo de várzea. Em nosso caso, interessa apenas a campina de várzea, a qual é tipicamente ocupada com o gênero Panicum, como aliás sucede em outros lugares (53).

As campinas aqui, durante a estação chuvosa permanecem submersas, e durante a estação seca geralmente são usadas como pastos naturais para o gado.

## F. SOLOS

### 1. Introdução

Existem várias referências generalizadas sobre os solos da Amazônia, muitas das quais atualmente são de puro valor histórico. Assim, por exemplo, Marbut e Manifold (42) referiram-se aos solos situados ao sul do rio Amazonas, ora como sendo arenosos, ora como de granulação mais fina.

Sobre a amazônia maranhense quase nada existe publicado. Segundo o Mapa do Solos da Amazônia que aparece no trabalho de Vieira (78) a área de colonização está dividida em duas grandes partes:

- a) Lateritas hidromórficas e solos hidromórficos correlatos
- b) Latosol Amarelo.

Este mapa, na realidade, é muito generalizado, mas apesar disto, é um valioso "substratum" esclarecedor.

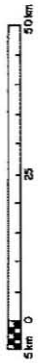
Em outro trabalho\* afirma-se que nesta área predominam solos

---

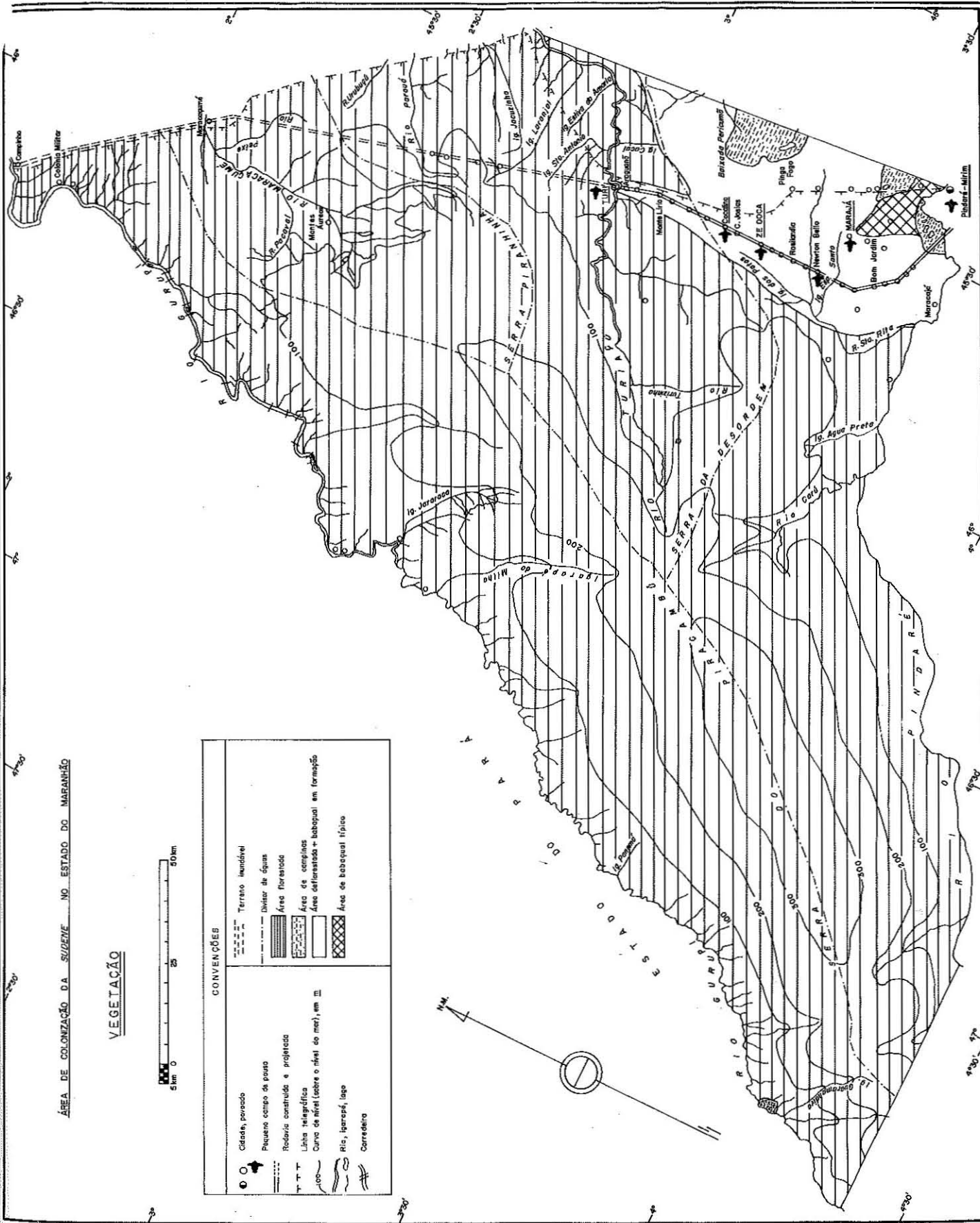
\* BATISTA, A. C. Relatório dos Serviços realizados em decorrência dos 1º e 2º Termos Aditivos (28-12-65 e 24-3-66) até 30 de junho de 1966. Recife, Instituto de Micologia, 1966. 220 fls. (dact).

ÁREA DE COLONIZAÇÃO DA SUDESTE NO ESTADO DO MARANHÃO

VEGETAÇÃO



CONVENÇÕES	
	Cidade, povoado
	Pequeno campo de pouso
	Rodovia construída e planejada
	Linha telegráfica
	Curva de nível (sobre o nível do mar), em III
	Rio, igarapé, lago
	Corredeira
	Terrano irregular
	Divisor de águas
	Área florestada
	Área de campos
	Área delimitada + Baboçal em formação
	Área de baboçal típico



latosólicos com características de arenosos e profundos, com ocorrência de grandes extensões de laterita hidromórfica, o que em parte é exato, como será visto mais adiante.

Batista\*, mencionando solos de floresta primária nas imediações da localidade de Ze Doca afirma que as texturas predominantes são arenosas e franco arenosas a profundidade de 0-5 cm, observando-se ligeiro incremento de partículas de menor tamanho a maiores profundidades. Assim, à profundidade de 65 cm, em ordem de preponderância, foram encontradas texturas argilosa, arenosa e franco arenosa. Em todos os casos, a textura foi estimada ao tato, no campo.

A cor encontrada para a maioria dos perfis estudados entre 0-45 cm de profundidade, foi, segundo a notação Munsell, de Hue 10YR e 7,5YR. De 45-65 cm de profundidade, ademais destes dois "Hue" apareceu também o de valor 5YR.

Em quanto a acidez\*\*, todos os perfis estudados demonstraram ser extremamente ácidos, com pH inferior a 4,5 entre 0-65 cm de profundidade. Mas é interessante observar que aparentemente há uma ligeira tendência desta acidez diminuir com a profundidade, como pode ser visto pelos dados do Quadro 8.

---

\* BATISTA, A. C. Relatório dos Serviços realizados em decorrência dos 1º e 2º Termos Aditivos (28-12-65 e 24-3-66) até 30 de junho de 1966. Recife, Instituto de Micologia, 1966. 220 fls. (dact).

\*\* O pH foi determinado no campo segundo o seguinte método colorimétrico; 0,1 g azul de bromotimol + 5 ml de álcool etílico + 95 ml de água destilada. Algumas gotas desta mistura são adicionadas a 1 cm<sup>3</sup> de solo, comparando-se a cor desenvolvida com as de uma tabela padrão.

QUADRO 8. Acidez de solos de floresta primária nas imediações da localidade de Ze Doca. Dados de Batista.

Profundidade (cm)	Faixa de pH	Predominância de perfis - %
5	3,5 - 4,0	57
	4,1 - 4,5	41
60	4,1 - 4,5	64
	3,5 - 4,0	30

Quando este mesmo autor refere-se a solos de zonas deflorestadas, também nas imediações de Ze Doca, a situação modifica-se muito ligeiramente. A textura revelou-se predominantemente areno argilosa entre 0-65 cm de profundidade. Para a cor, o "Hue" 5YR não mais foi encontrado, predominando os 10YR e 7,5YR. Quanto a acidez, esta continua sendo extremamente ácida, com pH predominando entre os valores de 3,8 - 4,0 entre 0-65 cm de profundidade.

## 2. Resultados e Discussão

Baseado nas informações contidas na literatura especializada, e em observações pessoais de campo, pode-se elaborar um mapa de solos em primeira aproximação, tomando-se como critério fundamental a drenagem. Pode-se, então, distinguir as seguintes grandes unidades cartográficas:

- a. Solos mal drenados + aluviais (3.801 km<sup>2</sup>)



b. Solos imperfeitamente drenados (10.786 km<sup>2</sup>)

c. Solos bem drenados (15.425 km<sup>2</sup>)

a. Solos mal drenados + aluviais

Esta grande unidade está representada basicamente por solos hidromórficos e aluviais, sendo solos relativamente jovens, com o perfil em desenvolvimento. A condição de formação destes solos é de drenagem deficiente, o que é claramente indicado pela presença de moteados, em geral de coloração cinza-amarelado a cinza-esverdeado, de acordo com o estado de oxido-redução do ferro, principalmente.

O perfil apresenta profundidade em torno dos 90 cm, com a seguinte sequência de horizontes: A<sub>1</sub>, B<sub>g</sub> e G. Em caso de aluviais, apresentam-se capas, e não horizontes.

São solos de má drenagem, permanecendo saturados de água durante 4-6 meses ao ano. Ademais de moteados, no perfil pode aparecer também "plinthite" em diferentes graus de endurecimento e forma.

A textura destes solos é variável: em geral é mais arenosa nas partes mais próximas de rios, e mais argilosa em cotas mais baixas do terreno situadas em locais mais afastadas das margens.

A estrutura e outras características físicas também variam bastante, principalmente em função das variações de textura, moteados e "plinthite" - estes dois últimos fatores, diretamente influenciados pela flutuação do lençol freático.

Devido a estas características, pode-se dizer que estes solos são desfavoráveis para maioria dos cultivos agrícolas, em sua condição natural.



Como termo geral para as propriedades químicas, pode-se dizer que estes solos são ácidos, com o pH variando entre 4 e 5,0 ou mais baixo (quando medido em água). A capacidade de intercâmbio catiônico (T) é algo reduzida, ao redor de 10 meq/100 g solo. A soma de bases (S) é mais ou menos de 5 meq/100 g solo, e em termos gerais, a porcentagem de saturação com bases (V%) gira ao redor de 30-50%.

Os teores de carbono e nitrogênio são médios a baixos na capa superficial e baixos e maiores profundidades. A relação C/N, como média geral, varia entre 9 e 5.

O conteúdo de fósforo assimilável chama a atenção por ser muito baixo, frequentemente menor que 10 ppm P, e ao mesmo tempo, a capacidade de retenção de fósforo parece ser bastante elevada.

A situação para os demais nutrientes para as plantas não foge, como regra geral, à apresentada pelo fósforo.

Pode-se então concluir que, em quanto a propriedades químicas naturais, estes solos não são favoráveis para exploração agrícola.

Vale a pena citar aqui, entretanto, que embora não existam análises químicas para prová-lo, é de esperar-se que estes solos quando situados ao longo de rios de águas barrentas devem apresentar propriedades químicas algo melhores - isto devido às características desses rios (ver Hidrologia).

O Quadro 9 permite averiguar a situação de um solo hidromórfico situado 31 km ao sul da localidade de Turf.

QUADRO 9. Características químicas e granulométricas de um solo hidromórfico localizado a 31 km ao sul do rio Turiaçu.

Profundidade (cm)	M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V (%)	P assimilável (ppm)	pH (H <sub>2</sub> O)
			meq/100 g solo									
			Total	Ca	Mg	K	H	Al	S			
0-14	2,00	0,12	5,36	0,3	0,4	0,47	3,11	0,90	1,35	25	6,77	4,8
14-31	0,93	0,08	-	0,2	0,2	0,39	-	-	0,91	-	<2,40	4,6
31-46	0,75	0,06	3,97	0,2	0,4	0,45	1,05	1,74	1,18	30	"	4,6
46-64	0,51	0,05	3,19	0,2	0,6	0,35	0,39	1,53	1,27	40	"	4,7
64-91	0,43	0,05	-	0,2	1,0	0,36	-	-	1,68	-	"	4,6
91-105+	0,41	0,04	-	0,1	1,4	0,40	-	-	2,03	-	"	4,6

Profundidade (cm)	% de partículas de		
	Areia	Limo	Argila
0-14	70	19	11
14-31	70	16	14
31-46	68	19	13
46-64	72	14	14
64-91	65	15	20
91-105+	60	15	25

OBS: Amostras coletadas pela equipe da Divisão de Agronomia da SUDENE, e análises químicas realizadas pela Seção de Solos do IPEAN, Belém. Dados não publicados.

b. Solos imperfeitamente drenados

Êstes solos ocupam grande extensão da área de colonização, geralmente em alturas inferiores aos cem metros. Esta grande unidade cartográfica encontra-se principalmente representada pela laterita hidromórfica.

A laterita hidromórfica ("Ground Water Laterite") ocorre preferencialmente em lugares de topografia ondulada, desenvolvendo-se sobre materiais cretácicos. Houve, portanto, nas condições climáticas locais, suficiente tempo para uma intensa meteorização, o que facilmente pode ser constatado pela profundidade e desenvolvimento do perfil. A principal característica destes solos é a ocorrência de "plinthite", às vezes em todo o perfil, originado pela flutuação do lençol freático. Nas partes mais profundas do perfil, o "plinthite" é macio, e nas partes mais superficiais, é duro. O tamanho e a forma das concreções ("plinthite" endurecido) é extremamente variável, desde alguns milímetros até alguns centímetros. Muitas vezes, as concreções estão expostas na superfície do terreno, e isto é consequência de processos erosivos, que removem as partículas de menor peso, deixando as de maior peso.

A profundidade do perfil geralmente é ao redor de 100-150 cm, com a seguinte sequência de horizontes: A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C. A textura do horizonte A é franco arenosa ou mais grosseira, e no horizonte B, ela é mais argilosa. Segundo Falesi (24) este fato determina que nestes solos ocorra simultaneamente podzolização e laterização.

Além do "plinthite", que comumente está localizado no horizonte

B (partes mais profundas), aparecem também moteados devido a condições de drenagem deficiente. Seu tamanho e abundância dependem de situações locais.

A estrutura raramente é forte; geralmente é fraca ou moderada, subangular (raramente granular), pequena a mediana.

Generalizando, pode-se afirmar que, a principal limitação de caráter físico para o uso agrícola destes solos, é a flutuação do lençol freático, o qual muitas vezes está bem próximo da superfície durante alguns meses do ano.

Em quanto a propriedades químicas gerais, estes solos são extremamente ácidos, com pH (medido em água) geralmente inferiores a 5,0. A capacidade de intercâmbio catiônico entre 0-50 cm de profundidade é mais ou menos de 7 meq/100 g solo, e abaixo, algo maior, em torno de 9 meq/100 g solo. A soma de bases em todo o perfil, gira ao redor de 1,5-2,0 meq/100 g solo. A porcentagem de saturação com bases na camada de 0-50 cm de profundidade, varia muito: desde 9 até 80. Abaixo dos 50 cm entretanto, este índice é mais estável, ao redor de 20%.

O conteúdo de carbono e nitrogênio é baixo, porém algo mais elevado nos primeiros 20 cm, especialmente se a cobertura vegetal for natural. Os teores de fósforo assimilável, como dos demais nutrientes para as plantas, são baixos. Deve-se mencionar que a capacidade de retenção de fosfatos, segundo algumas poucas análises feitas para alguns solos amazônicos (25) é relativamente elevada.

Um ponto que chama a atenção é o valor algo elevado para os índices  $K_i = 3,3$  e  $K_r = 2,7$ , o que indica estar havendo uma maior acumulação de sílica no horizonte superficial, principalmente, uma vez que

nos horizontes inferiores estes índices diminuem, devido a uma maior concentração de alumínio e de ferro.

É evidente, com estas informações, a deficiência deste solos em elementos nutritivos para o crescimento vegetal, quando objetiva-se o seu aproveitamento em termos econômicos, sob condições naturais.

O Quadro 10 oferece a análise de uma laterita hidromórfica encontrada na localidade de Tres Satuba (entre Cocalino e Turí).

### c. Solos bem drenados

Esta grande unidade cartográfica ocupa a maior parte da área de colonização, nela encontrando-se preferencialmente em alturas superiores aos 200 m sobre o nível do mar. Basicamente, ocorre o Latosol Amarelo, cujas características gerais são discutidas em seguida.

Estes solos aqui desenvolveram-se sobre os sedimentos do que está considerado "Complexo Cretácico" (ver Geologia), em topografia ondulada ou acidentada.

Estes solos são profundos, com perfil geralmente superior a 150 cm, apresentando a seguinte sequência de horizontes: A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C.

A cor quase sempre está no "Hue" 10YR. A textura é muito variável. Assim, o horizonte B pode ser desde arenoso até argiloso. Característica interessante é que às vezes o horizonte B pode apresentar-se escurecido, mas nem sempre esta coloração está relacionada com teores mais elevados de matéria orgânica.

O "plinthite" na grande maioria das vezes está ausente por

QUADRO 10. Características químicas e granulométricas de uma Laterita Hidromórfica, na localidade de Tres Setuba, as margens da rodovia BR-316.

Profundidade (cm)	M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	P assimilável (ppm)	C/N
			meq/100 g solo										
			Total	Ca	Mg	K	H	Al	S				
0-5	2,93	0,09	6,20	0,50	0,40	0,25	3,67	1,29	1,24	20	4,6	8,39	18
5-21	1,01	0,07	4,38	0,25	0,30	0,23	2,25	1,29	0,84	19	5,0	4,02	8
21-46	0,73	0,04	4,22	0,30	0,50	0,11	1,69	1,50	1,03	24	4,7	<2,40	11
46-66	0,57	0,05	4,62	0,20	0,60	0,17	1,39	2,15	1,08	23	4,7	tr	7
66-106	0,33	0,03	-	0,20	0,60	0,12	-	-	0,92	-	4,7	"	7

Profundidade (cm)	Oxidos totais, %			Relações			% de partículas de		
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	Areia	Limo	Argila	
	0-5	7,8	2,00	4,33	3,09	2,41	80	8	12
5-21	7,8	2,00	4,33	3,09	2,41	77	9	14	
21-46	9,2	2,19	5,86	2,68	2,15	71	10	19	
46-66	14,0	3,99	10,96	2,18	1,76	-	-	-	
66-106	13,4	4,19	6,69	2,35	1,84	61	11	28	

OBS: Amostras coletadas pela equipe da Divisão de Agrologia da SUDENE, e análises químicas e granulométricas feitas pela Seção de Solos do IPEAN, Belém. Dados não publicados.

completo. A estrutura pode ser subangular ou granular, pequena a média, e fraca a moderada ou forte. Quase sempre são friáveis e porosos.

No referente a propriedades físicas, então, estes solos apresentam-se geralmente favoráveis para o crescimento dos cultivos.

Quanto a propriedades químicas, observa-se que o pH mais encontrado na área de colonização (medido em água) gira em torno de 4,8, variando comumente entre 4,5 - 5,5. O teor de matéria orgânica varia segundo a cobertura vegetal e o tipo de cultivo instalado. Assim, os solos florestados apresentam médios a altos teores de matéria orgânica, e os deflorestados, de médios a baixos, dependendo do manejo.

A capacidade de intercâmbio catiônico apresenta-se baixa, ao redor de 6 meq/100 g solo entre 0-50 cm de profundidade, sofrendo um ligeiro incremento abaixo dos 50 cm. A soma de bases é baixa, ao redor de 2 meq/100 g solo. A mesma situação é válida para a porcentagem de saturação com bases, a qual oscila em termos gerais, entre 30-20%. Como todos os solos encontrados na área de colonização, os valores de  $K_1$  e  $K_r$  parecem ser algo excessivos.

Em quanto a óxidos livres, Bornemisza e Igue (10) estudaram alguns latosolos amazônicos, concluindo que os de alumínio predominam sobre os de ferro.

O fósforo, bem como os cátions intercambiáveis (exceto H e Al) são encontrados em pequenas proporções, especialmente abaixo dos 10 cm superficiais. A retenção de fosfatos, segundo determinações feitas por Fassbender (25) para alguns latosolos amazônicos, e relati

vamente elevada, ao ponto de pouco se esperar de fertilizações fosfatadas.

Desta maneira pode-se dizer que, em quanto a propriedades químicas naturais, estes solos não são adequados para o cultivo, em bases econômicas, da maioria das plantas adaptadas na zona. Entretanto, as razoavelmente boas propriedades físicas geralmente encontradas, até certo ponto mascaram essa deficiência.

Convém salientar que ocasionalmente o Latosol Amarelo pode ser encontrado em condições de drenagem deficiente, apresentando então, moteados indicativos típicos no perfil. Um exemplo de situação assim, pode ser visto no Quadro 11, correspondente a um Latosol Amarelo encontrado na linha telegráfica, mais ou menos próximo do Turí.

Outro solo muitas vezes encontrado em situação de colúvio, é o Latosol Concrecionário, que apresenta características intermediárias entre o Latosol Amarelo e Laterita Hidromórfica. Como termos gerais, pode-se dizer que se diferencia do primeiro por possuir concreções finas as vezes em todos os horizontes, e distingue-se do segundo por apresentar propriedades físicas bastante melhores, e especialmente a drenagem, que são é nem livre nem impedida. Os valores de  $K_i$  e  $K_r$  destes solos são geralmente mais baixos que os dos dois acima mencionados, ao redor de 2,5 e 2,1 respectivamente - isto como termo médio geral.



QUADRO 11. Características químicas e granulométricas de um Latosol Amarelo localizado em Boa Vista do Turf, a margem da linha telegráfica.

Profundidade (cm)	Cátions intercambiáveis										P assimilável (ppm)	C/N		
	M.O. (%)	N total (%)	meq/100 g solo										V (%)	pH (H <sub>2</sub> O)
			Total	Ca	Mg	K	H	Al	S					
0-6	4,29	0,23	12,13	2,15	1,60	0,46	6,46	1,06	4,61	38	4,4	7,38	11	
6-20	1,91	0,10	8,59	0,50	0,45	0,29	4,14	3,12	1,33	15	4,0	6,42	11	
20-39	1,24	0,13	8,61	0,30	0,30	0,26	3,11	4,54	0,96	11	4,2	<2,40	5	
39-57	1,00	0,08	10,20	0,20	0,90	0,40	2,42	6,15	1,63	16	4,5	"	7	
57-145+	0,32	0,03	15,20	0,20	1,40	0,33	0,41	12,73	2,06	13	4,8	"	7	

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %			Relações			% de partículas de		
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	Areia	Limo	Argila	
0-6	7,4	1,0	3,06	4,10	3,42	72	14	14	
6-20	7,80	1,20	3,57	3,71	3,09	76	9	15	
20-39	10,80	1,20	4,59	4,00	3,46	70	12	18	
39-57	11,20	1,40	5,61	3,38	2,91	69	13	18	
57-145+	13,20	2,39	7,14	3,14	2,59	77	15	8	

OBS: Amostras coletadas pela equipe da Divisão de Agrologia da SUDENE, e análises realizadas pela Seção de Solos do IPEAN, Belém. Dados não publicados.



III. LEVANTAMENTO DETALHADO E ESTUDO DE SOLOS NA  
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ZE DOCA

A. LOCALIZAÇÃO DO POVOADO DE ZE DOCA

O povoado de Ze Doca é cortado aproximadamente pelas coordenadas de 45º39'W e 3º16'S, localizando-se ao longo da rodovia federal BR-316 que liga Fortaleza a Belém passando pelo noroeste do Estado do Maranhão. Pode-se mencionar os seguintes pontos mais conhecidos e mais facilmente identificáveis para fins de localização: cêrca de 60 km ao norte está o rio Turiaçu; ao sul, aproximadamente a 60 km está o rio Pindaré com a cidade de Pindaré Mirim às suas margens; a leste passa a linha telegráfica, e a oeste está o rio Gurupí.

B. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DE ZE DOCA

1. Geologia, fisiografia e drenagem

A geologia da região de Ze Doca é bastante uniforme, constituída fundamentalmente de materiais sedimentares de idade supostamente Cretácea. A profundidades variáveis entre 30-50 cm a mais de 2 m encontra-se um folhelho argiloso de espessura não determinada, compacto, de côr cinza-esverdeado, com direção estratigráfica média N-S, apresentando um mergulho variável da ordem de 5º-15º. Neste folhelho, é comum encontrar-se pequenas diaclasas incrustadas com material silicoso, bem como concreções esféricas de coloração vermelha ("plinthisite"), com diâmetros entre 1-2 cm, a diferentes graus de endurecimento. Encontra-se sôbre este material, de maneira não uniforme, como se

tivesse sido depositado por antigos cursos de água ou mesmo por ventos de outros períodos geológicos, um arenito ferruginoso de cor marrom claro a róseo, altamente meteorizado, de granulação média e uniforme. Apresenta, em termos gerais, a mesma direção estratigráfica e o mesmo mergulho do folhelho anteriormente citado.

O folhelho é a principal matéria prima na fabricação de tijolos e telhas, mas dadas as condições em que é trabalhado, resulta em produtos de qualidade inferior, sendo de se supor que há possibilidade de obtê-los com melhores características desde que seja usada melhor tecnologia. O arenito, por sua vez, não tem encontrado maiores aplicações até o momento, não havendo mesmo perspectivas claras para seu possível uso, devido ao seu alto grau de meteorização.

A Figura 1 mostra um corte de estrada, onde pode ser verificada a típica disposição do folhelho e do arenito.

Esta região apresenta uma fisiografia bastante homogênea, localizada em alturas ao redor de 50 metros acima do nível do mar, onde elevações de altura geralmente em torno de 10-30 metros sucedem-se sem deixar transparecer uma direção geral de orientação, em forma de suaves colinas com pendentes geralmente inferiores a 20%, podendo evidentemente aparecerem maiores declives em alguns poucos lugares. Nessas colinas, é comum o aparecimento de concreções lateríticas com diâmetros extremamente variáveis: desde menores que 1 mm até mais de 30 cm. Estas concreções maiores comumente apresentam altura de 6-8 ou mais centímetros, e são usadas como material de fundação nas construções locais. Sem dúvida, vem satisfazendo por ser o único material possível de usar-se nessas construções, mas é de se chamar a atenção para

o fato de possuir pouca resistência à compressão, não servindo assim para construções de maior vulto. Sua exploração também é bastante difícil e onerosa.

A Figura 16 permite observar a forma do terreno típica da região.

Por entre essas colinas, em geral ocorrem áreas aluviais planas ou ligeiramente côncavas, por onde correm os "igarapés"\* que drenam sua zona de influência.

Todos esses igarapés são de regime torrencial, sofrendo grande aumento de sua vazão após chuvas, diminuindo-se gradativamente até secar por completo durante a estação seca.

Os maiores igarapés contudo, raramente secam por completo. O conjunto destes igarapés, forma uma rede dendrítica de drenagem, revelando que correm sobre material homogêneo (Figura 17).

As águas destes igarapés são de coloração variada. Alguns têm suas águas escuras, formando igapós em suas margens, e outros têm águas barrentas, formando várzeas em suas margens - ambas formações são de reduzidas proporções quando comparadas com outros cursos de água mais volumosos, como o Turí e o Pindaré, por exemplo.

Indiferentemente da coloração das águas e de sua formação marginal, o leito destes igarapés é constituído de areia fina, e este fato revela homogeneidade de sedimentação, a qual é decorrente da fraca velocidade de suas águas, em geral. Fato curioso é a presença ocasional de seixos rolados de quartzo, de origem ainda desconhecida.

---

\* Igarapé é um pequeno curso de água.

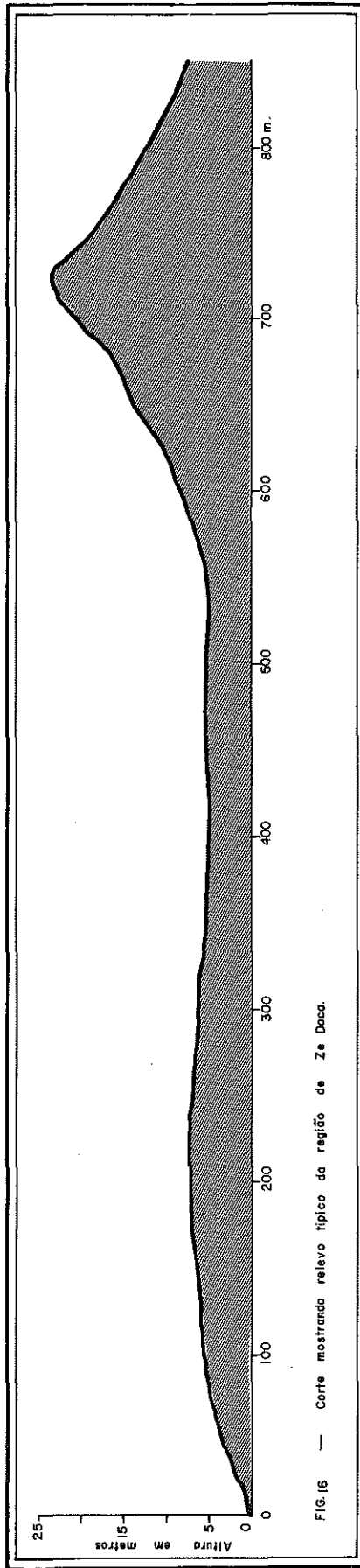
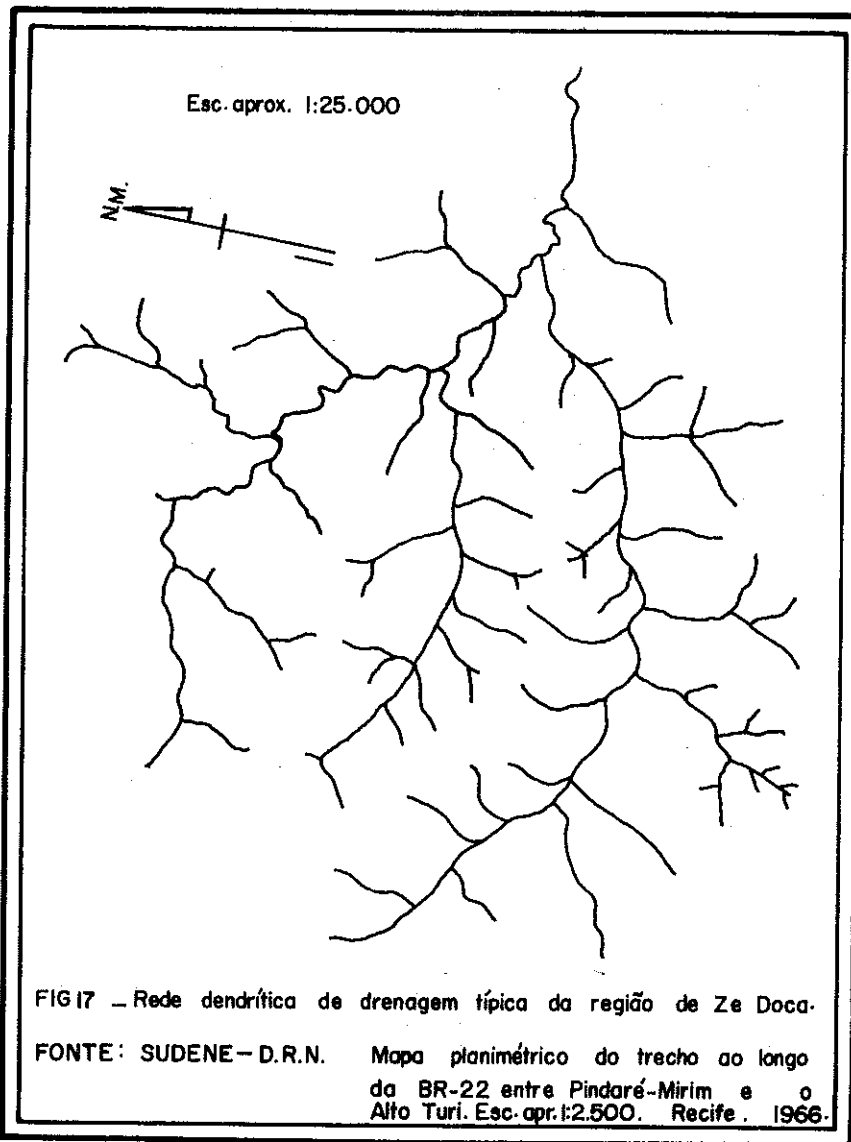


FIG.16 — Corte mostrando relevo típico da região de Ze Doca.



Outra característica digna de menção é a elevada acidez verificada em todos os cursos de água, revelando pH sempre igual ou inferior a 5,0 - talvez este fato seja responsável pela inexistência de Planorbidaeae (ver Hidrologia). Outro aspecto prático das características enunciadas, é a inferior qualidade da areia para construções civis, como a fina granulação, que sempre exige maiores quantidades de cimento e/ou cal.

Em quanto a drenagem, pode-se dizer que a região de Ze Doca em geral é algo pobremente drenada, correspondente a classe 2 segundo o "Manual de Levantamiento de Suelos" (73), o que se deve em parte à elevada altura do lençol freático durante grande parte do ano. As condições médias de escoamento superficial médio, permeabilidade moderada e profundidade de camadas impermeáveis, em seu conjunto determinam uma baixa a moderada capacidade de reter e prover água na superfície.

## 2. Clima

Na região de Ze Doca, o clima pode ser considerado o principal fator de formação dos solos, influenciando ou condicionando ainda o "modus vivendi" local.

Apesar de não existirem registros climatológicos sistemáticos, algumas considerações iniciais podem ser feitas, no que se refere a precipitação e temperatura. Assim, em princípio, são reconhecidas duas estações muito bem diferenciadas: uma seca, o chamado "verão", e outra chuvosa, o chamado "inverno", o que pode ser apreciado na Figura 18.



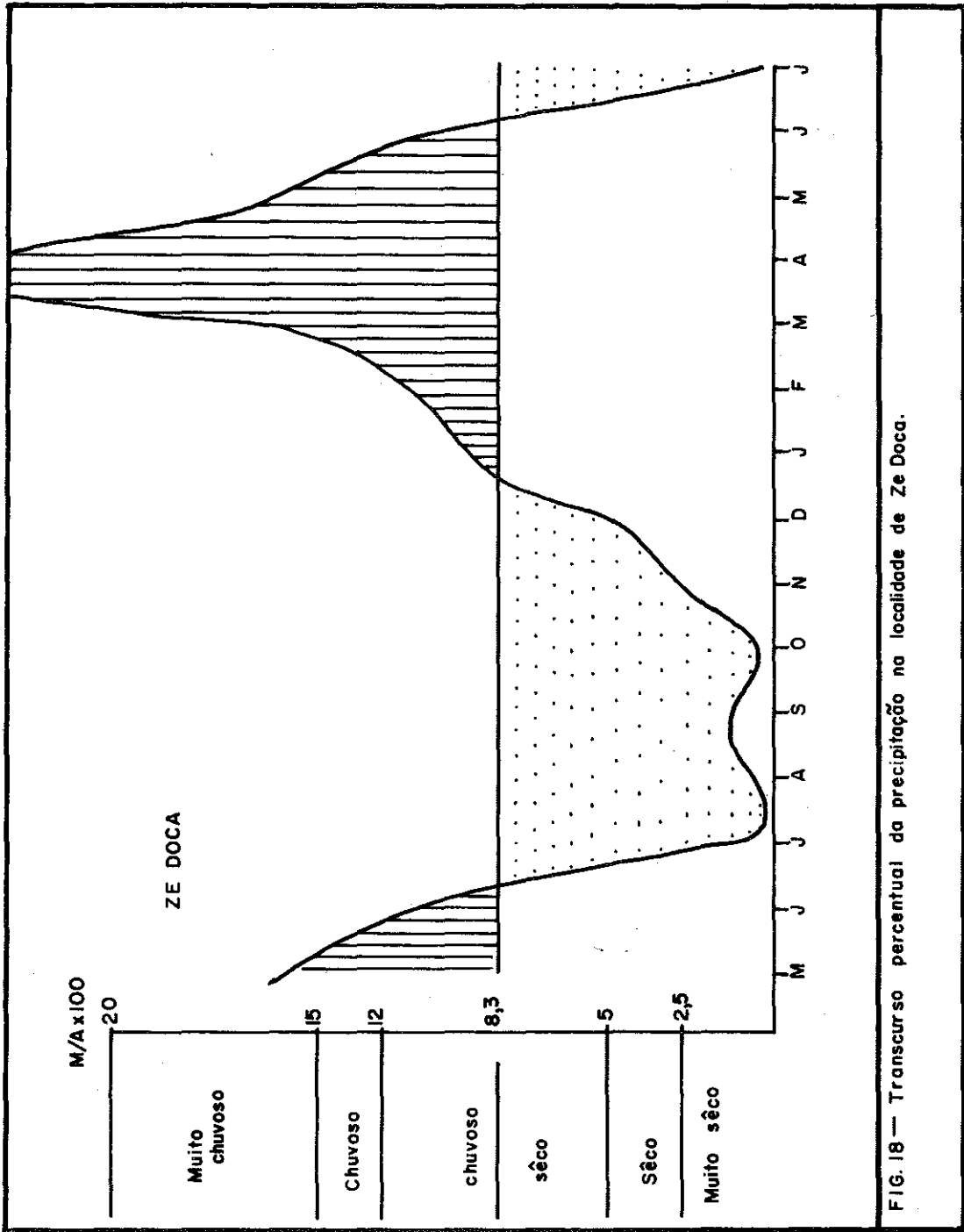


FIG. 18 — Transcurso percentual da precipitação na localidade de Ze Doça.

Essas diferenças determinam uma acentuada oscilação do lençol freático, o qual é bastante superficial (50 cm ou menos) na época chuvosa, e bastante profundo (2 m ou mais) na época seca. Provavelmente, esta flutuação será o provocador do aparecimento de concreções lateríticas no perfil dos solos, afetando grandemente a drenagem destes últimos.

Pela Figura 18 vê-se que aproximadamente 6 meses do ano são secos, e 6 meses são chuvosos. Dados do Quadro 12 permitem verificar a média da precipitação na Estação Experimental de Ze Doca durante o período de 1965-66.

QUADRO 12. Pluviosidade média anotada na Estação Experimental de Ze Doca no período de 1965 a 1966, em mm de chuva, para os diferentes meses do ano.

Meses	Precipitação
Janeiro	143,5
Fevereiro	145,7
Março	199,5
Abril	364,4
Maiο	213,5
Junho	175,5
Julho	8,4
Agosto	4,3
Setembro	29,4
Outubro	7,6
Novembro	48,9
Dezembro	58,4

Média anual: 1.400 mm (aproximadamente)

A temperatura média anual oscila ao redor dos 27°C, e como um dado muito generalizado, pode-se calcular a evapotranspiração potencial segundo o método de Holdridge obtendo-se os excessos e os déficits de água no solo durante os diferentes meses do ano, conforme pode ser visto no Quadro 13.

QUADRO 13. Estimativa dos excessos e déficits de água no solo, na região de Ze Doca, com base no cálculo da evapotranspiração potencial pela fórmula de Holdridge.

Meses	Excesso, mm	Déficit, mm
Janeiro	77,5	-
Fevereiro	79,7	-
Março	133,5	-
Abril	298,4	-
Maiο	147,5	-
Junho	109,5	-
Julho	-	57,6
Agosto	-	61,7
Setembro	-	36,6
Outubro	-	58,4
Novembro	-	17,1
Dezembro	-	7,5
SOMA TOTAL	846,1	238,9

Interpretando estas informações, conclui-se que, em termos gerais, de dezembro a junho há um excesso de água no solo, com uma máxima em abril. Neste período, para fins de agricultura, será necessário o uso de práticas de drenagem para muitos solos. Por outro lado, de julho a novembro, há deficiência de água no solo, o que se observa realmente, indicando a necessidade do uso de práticas de irrigação.

### 3. Vegetação

A vegetação natural atualmente ocupa menos de 5% da superfície total das terras. Esta era constituída de bosque tropical sempre verde, até cerca de dez anos atrás.

Atualmente, as terras estão em cultivo, em repouso, ou cobertas com pastos. Não foi possível, ainda, estabelecer qualquer correlação entre vegetação (mesmo invasora) e solos. Nota-se, contudo, uma forte invasão de ervas daninhas, merecendo destaque entre estas, o sapé (Imperata brasiliensis).

### 4. Colonização e População

A colonização da área começou espontaneamente em 1958 com a instalação de cerca de cem pessoas, quando foi aberta a picada da rodovia federal BR-316 (antigamente BR-22). Hoje, o povoado conta com uma população estimada em 4.000 habitantes\*, concentrada principalmente ao longo da citada rodovia, com propriedades rurais próximas.

---

\* SUDENE. GIPM. Informação verbal, 1967.

Como se vê, a população aumentou rapidamente, e esta tendência persiste, pelos seguintes motivos básicos:

- a) programa de colonização em plena execução, atraindo novos colonos;
- b) concentração de técnicos de diversos níveis, o que por si só constitui um atrativo para a instalação de diversos serviços no povoado.

Dois são os povoados mais importantes que exercem influência sobre Ze Doca: a 8 km ao norte, está o Centro do Josias, com população de 1.8000 habitantes\* com origem similar à de Ze Doca; 60 km ao sul está a cidade de Pindaré Mirim, com aproximadamente 20.000 habitantes\*. Esta última cidade constitui o centro comercial e industrial mais importante vizinho da região, com suas inúmeras casas comerciais, indústrias de beneficiamento de arroz, pôrto fluvial, luz elétrica e outras benfeitorias.

Não se conhecem estatísticas desta população, mas é perfeitamente válido admitir-se, "a priori", que a grande maioria da população trabalhadora dedica-se à agricultura ou atividades afins, e são proprietários de seus próprios negócios, não sendo, portanto, comum o sistema de grandes propriedades rurais com empregados.

##### 5. Instalações comunais e abastecimento de água

A região conta com diversas e importantes (localmente) insta

---

\* SUDENE. GIPM. Informação verbal, 1967.

lações comunais. Assim, conta com uma escola pública com 280 alunos matriculados em 1967 para o curso primário, e algumas outras escolas primárias particulares, não controladas, com um número total de alunos estimado em cem. Conta com um posto médico, onde são oferecidos serviços de assistência médica e odontológica gratuitas, em regime curativo, ao lado de campanhas regulares contra as mais importantes enfermidades da zona: malária, tuberculose, tracoma e bouba, além de saneamento ambiental através da construção de fossas, etc. Há um hospital recentemente construído, com capacidade para oito leitos.

Para uso dos funcionários da SUDENE existem diversas facilidades.

De grande importância para a zona é a Estação Experimental, que vem realizando trabalhos de experimentação agrícola, multiplicação de mudas e sementes, além de introdução de cultivos diversos, oferecendo já valiosas informações e materiais para os agricultores.

Para recreio, conta a localidade com um Centro Social e clubes juvenis agrícolas, campo de futebol, além de centros de recreação de caráter particular - os quais, em conjunto, satisfazem a população.

Existem duas igrejas, uma católica e outra protestante, que oferecem assistência religiosa à população local e vizinha.

Vale a pena citar ainda que a população local vem sendo preparada no sentido de promover por si só, e de uma maneira racional, abertura de novas ruas, nomeação de pessoas respeitáveis para exercer cargos públicos como por exemplo, escrivães, policiamento e outros.

A água utilizada em Ze Doca, tanto para consumo humano como animal, é obtida de duas fontes:

- a) poços ou cacimbas construídas geralmente próximo a residências;
- b) igarapés estacionais ou permanentes.

Estas duas fontes de água, embora atualmente satisfaçam às necessidades em volume, longe estão de apresentar propriedades ideais para o consumo humano, principalmente por não seguir-se nenhuma técnica de prevenção às contaminações. Apesar de não existirem ainda análises bacteriológicas, pode-se supor que estas águas sejam poluídas. Quimicamente, estas águas são bastante pobres em sais dissolvidos, como pode ser visto no Quadro 2.

Até o presente não se usa água para irrigação. Entretanto, esta água facilmente poderá ser conseguida através de pequenas barragens de terra ou mesmo de perfurações de poços tubulares.

## 6. Indústria, Energia, Transportes e Mercados

As indústrias nesta região são praticamente inexistentes, aparecendo somente uma usina de beneficiamento de arroz, que funciona normalmente durante os meses de julho a novembro, empregando nesta ocasião seis pessoas, em média.

Dentre os 170 povoados existentes dentro da área de colonização da SUDENE e situados ao longo da rodovia federal BR-316 e da linha telegráfica, o mais importante é o chamado Centro do Ze Doca, que é o centro de operações deste serviço público federal, onde está localizada a maioria de seus escritórios, alojamentos e instalações mais importantes, sendo conseqüentemente, o ponto de maior convergência de

técnicos especializados em diversos ramos tais como Agronomia, Medicina, Educação, Extensão, Florestas, Cooperativismo, etc.

A zona de influência de Ze Doca é cortada pela rodovia BR-316, e diversas outras estradas que ligam o povoado a diferentes propriedades rurais, sendo de destacar-se as que se comunicam com os núcleos de colonização já instalados. Estas estradas não têm qualquer tipo de pavimentação e em termos práticos a conservação é extremamente precária, de tal maneira que, na época chuvosa, elas se tornam intratáveis para os veículos comuns, e na época seca seu mau estado muito dificulta o trânsito.

Na época chuvosa, as rodovias permitem trânsito a animais de carga, sendo este o meio de transporte mais importante nesta época, entre as diversas localidades. Nesta ocasião, torna-se bastante importante o tráfego aéreo, o qual se serve de uma pista de pouso de 400 m de extensão e 10 m de largura, permitindo operações com avionetas.

Exceto o arroz, toda as outras produções agrícolas ou pecuárias, sempre em escala reduzida, são comercializadas e consumidas na própria localidade de Ze Doca, que conta com um mercado rudimentar e diversas casas comerciais. Em quanto ao arroz, este é adquirido por comerciantes diversos, inclusive pela Cooperativa dos colonos, que ali operam principalmente na época da safra, transportando o produto via terrestre para Pindaré Mirim, de onde ele segue via terrestre para outros centros consumidores, ou por via fluvial para o porto de São Luiz, em chatas com capacidade de até 200 ton. Em quanto a preços, estes são pagos de acordo com as conveniências dos compradores. A



Cooperativa citada, no entanto, anualmente estabelece preços mínimos razoáveis para o produtor.

## 7. Uso da Terra

Uma região de colonização espontânea recente como esta, não tem ainda um padrão definido para o uso das suas terras. Mesmo entre a população que estabeleceu-se há vários anos, não desenvolveu um padrão claro e racional.

Para começar, não havia e não há documentação legal de posse da terra. As terras começaram a ser usadas, fora de qualquer dúvida, sob um sistema nômade ("shiffting cultivation"). Hoje entretanto, e por força de outras circunstâncias adiante citadas, a tendência é outra.

A área agrícola sob influência de Ze Doca é estimada em cerca de 10.000 ha, dividida em propriedades rurais de extensão média de 5 ha. Esta extensão para propriedades individuais foi estabelecida mais que tudo em função da força individual (ou familiar) de trabalho do ocupante. Assim, escolhia-se uma área florestada qualquer, de tamanho que pudesse ser integralmente usado pelo agricultor, procedia-se à broca, que é uma operação de limpeza prévia do bosque, onde se eliminam os cipós e toda vegetação do sotobosque que possa ser facilmente cortada - geralmente arbustos com diâmetros inferiores a 8-10 cm. Esta operação é considerada de importância, pois irá facilitar a queda das árvores e fornecer material facilmente combustível, para garantir uma boa queima posterior. Feita a broca, procede-se a derrubada

pròpriamente dita, onde são cortadas com o uso do machado a maior parte das árvores. As de grande diâmetro e as de madeira muito dura, via de regra são deixadas intactas. Para muitas árvores dotadas de raízes tabulares (sapopemas), procede-se à construção de um "girau" e assim ela é cortada acima dessas raízes. Após a derrubada, procede-se ao rebaixamento do mato, que consiste em cortar os galhos finos, visando uma melhor distribuição do combustível sôbre o solo para facilitar a queima. Espera-se alguns dias, para o material secar bem, e ateia-se fogo. Não se costuma dispensar maiores cuidados ao aceiro, sendo muito frequente o fogo passar de uma propriedade para outra, o que às vezes gera conflitos entre os proprietários. A operação seguinte consta do encoivramento, que é a reunião de todo material não queimado para lugares mais convenientes, visando desimpedir o terreno para o plantio. Nem sempre esta operação é realizada. Todos estes trabalhos são feitos manualmente, e, terminados, o trabalho mecânico do solo é completamente impossível de ser feito com máquinas convencionais, devido à presença de tocos e raízes superficiais. Após a queima, estima-se que de 3-8% das árvores originais permanecem em pé (a maioria, destituída de vida).

Um terreno assim preparado é plantado com arroz, e após a colheita, via de regra é abandonado, sendo que o proprietário atual, para o próximo ano agrícola, trata de buscar outras terras florestadas, iniciando-se assim, novamente, tôda esta sequência.

Atualmente, entretanto, na região de Ze Doca a situação modificou-se pela inexistência já de áreas cobertas de bosques em suas imediações. Há agora três tendências principais para esta zona:

- a) utilizar as terras anteriormente utilizadas, com cultivos de arroz, ou então com pastos;
- b) buscar outras zonas florestadas e relativamente distantes da comunidade; ou
- c) candidatar-se a obter um lote através do programa de colonização.

## 8. Cultivos e Pastos

O cultivo básico é o arroz, sendo mesmo considerado o sustentáculo econômico da zona. Ele é cultivado indistintamente em qualquer tipo de terreno, segundo sistemas extremamente rudimentares.

Preparado o terreno, como já foi citado, o lavrador introduz a ponta de seu fação no solo, e com um movimento levanta uma pequena porção de terra. No espaço assim aberto, ele lança de 3-5 sementes. Esta operação é repetida em todas as direções possíveis e inteiramente ao azar, cessando quando o último espaço livre da área preparada foi plantado.

Estima-se que sejam abertas e semeadas ao redor de 160.000 covas, por hectare, número este inferior ao que seria aberto se fôsse utilizado o espaçamento de 30 x 20 cm. Quando o terreno era coberto de florestas e foi bem queimado, não aparecem problemas de ervas daninhas, e assim o cultivo desenvolve-se livre de maiores obstáculos. Entretanto, o problema da invasão de ervas más, especialmente do sapé (Imperata brasiliensis), é dos mais sérios para cultivos posteriores, utilizando-se o fação para eliminá-lo.

Embora não sejam usadas práticas de calagem, fertilização, irrigação ou trabalhos mecânicos, é comum a utilização de pesticidas quando aparecem problemas de caráter fito-sanitário.

Ultimamente vêm sendo utilizadas sementes melhoradas de arroz, da variedade "come crú branco", proveniente de Belém e introduzidas na região pela SUDENE.

A semeadura é realizada entre os meses de janeiro a março, e a colheita 3-4 meses após, ou seja, abril a junho. A operação da colheita é um processo demorado, utilizando-se grandemente da mão de obra feminina e infantil. Consta de cortar panícula por panícula, as quais são acumuladas num só local, formando assim as medas. Depois da colheita, é feita a bateção para separar os grãos das panículas. Após isto, o produto é armazenado, ensacado ou não, parte é retida para o consumo doméstico e o restante é vendido. É muito comum os plantadores abrirem caminhos rústicos até o local de armazenamento do produto. A comercialização processa-se mesmo em casca, na grande maioria das vezes, sendo que em alguns casos o produto não é sequer batido.

O terreno não é inteiramente plantado com arroz. Geralmente, plantam-se fileiras de milho, com um espaçamento médio de 3 x 1 metros, sendo que os limites de propriedades muitas vezes são determinados com cercas vivas de milho. Além desse cereal, outros cultivos como melancia, macaxeira, maxixe, abóbora são plantados, porém destituídos de qualquer significado econômico uma vez que se destinam ao uso doméstico.

Muitos terrenos velhos estão sendo plantados com pastos, especialmente o capim jaraguá (Hyparrhenia sp.). A provável causa desta tendência é a maior facilidade de manejo dos pastos comparado com o de cultivos anuais, e bom preço que o gado alcança, além do bom rendimento do pasto.

Como no caso do arroz, os pastos são plantados indistintamente em qualquer terreno.

Em quanto a gado, não há uma raça predominante: o que ocorre geralmente, é a criação de bovinos provenientes do cruzamento do gado comum ou "crioulo" com diversas raças zebuínas.

Geralmente o gado nasce na propriedade, e em seguida é engordado e vendido, mas ocorre também o sistema de comprar animais jovens, engordá-los e vendê-los. Êste é abatido e consumido localmente, ou transportado a pé, para venda "ao vivo" em Belém, distante cêrca de 500 km de Ze Doca.

Outros produtos além da carne são escassos, mas sobressai o leite, cuja produção é insignificante, não satisfazendo nem mesmo o consumo local.

### C. MÉTODOS E MATERIAIS DE TRABALHO

Os métodos que a seguir são mencionados, foram escolhidos por serem os usados no Brasil, com o objetivo de facilitar comparações dentro do país.

#### 1. Métodos de Campo

O levantamento foi feito seguindo-se a sequência abaixo,

baseada no "Manual de Levantamiento de Suelos" do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (73), e a posterior classificação segundo a capacidade de uso, foi feita segundo Klingebiel e Montgomery (28).

- a) Percorrido geral de todo o terreno, fazendo-se perfurações com o trado, segundo a topografia do terreno. Obteve-se desta maneira, uma legenda preliminar básica para comparações posteriores;
- b) traçado dos caminhamentos a serem seguidos sobre o mapa planimétrico e altimétrico da Estação Experimental de Ze Doca, a Escala de 1:2.500, segundo orientação N-S distanciados 200 m entre si;
- c) perfurações no campo, segundo os caminhamentos pré-determinados. A orientação N-S no terreno foi mantida com o uso de uma bússola. Perfurações dentro de um caminhamento, foram feitas cada 40 m. De cada perfuração coletou-se material até 20 cm de profundidade para obter-se amostras compostas de solos para fins de análises;
- d) descrição detalhada do perfil em cada perfuração feita, de tal maneira que uma descrição ficava em uma fôlha de papel. A descrição de cada perfil foi feita de acôrdo com os critérios expostos no "Manual de Levantamiento de Suelos" (73);
- e) comparação das descrições feitas no campo, e classificação das semelhantes, reunindo-as. Localização, no mapa, de todos os perfis semelhantes. Após este procedimento diário, obteve-se um mapa preliminar;

- f) revisão de todo o trabalho anterior, após a classificação do último perfil descrito, com obtenção de novo mapa;
- g) percorrido do terreno com o mapa, abrindo-se novas perfurações em locais convenientes, para fins de verificação;
- h) traçado do mapa de solos definitivo;
- i) abertura de trincheira em local representativo para cada série, com descrição de perfil e retirada de amostra de todos os horizontes para caracterização em laboratório.

## 2. Métodos de Laboratório

Inicialmente, as amostras de solo foram secadas ao ar e tamizadas a 2 mm, após o que foram analisadas segundo os seguintes métodos:

- a) Análise granulométrica - seguiu-se o processo da pipeta usando-se o hexametáfosfato de sódio como agente dispersante (8).
- b) Complexo de laterização - Inicialmente, 2 g de terra fina seca ao ar foram fervidas com ácido sulfúrico concentrado durante uma hora, filtrando-se em seguida. O  $\text{SiO}_2$  foi determinado gravimetricamente após solubilização com o  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 5% (37).  
Tomando-se 50 ml do filtrado, determinou-se o  $\text{Al}_2\text{O}_3$  total através de titulação com o EDTA e ditiozona (37). O  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  total foi determinado por titulação com o dicromato de potássio, usando-se difenilamina como indicador (37).

- c) Fósforo assimilável - usou-se a solução extratora de Bray e Kurtz e posteriormente tratamento com ácido ascórbico (reduztor) a frio (17).
- d) Capacidade de intercâmbio catiônico - usou-se o acetato de sódio 1N pH = 7,0 como agente deslocante de cátions. O  $\text{NH}_4^+$  em seguida foi deslocado com o uso de cloreto de sódio 10% (pH = 2,5). Este extrato foi destilado, recebendo-se o produto da destilação em ácido sulfúrico 0,2N. A titulação foi feita usando-se NaOH e azul de metileno + vermelho de metilo como indicador (37).
- e) Ca e Mg intercambiáveis - inicialmente, os dois cátions foram determinados em conjunto, em extrato clorídrico, usando-se o EDTA como titulador e o "Eriochrome Black T" como indicador. Para evitar interferências, usou-se o cianeto de potássio e trietanolamina para formar complexos. Posteriormente, o cálcio foi determinado isoladamente usando-se os mesmos reativos, exceto o indicador, que foi substituído pela murexida. Por diferença, obteve-se o conteúdo de magnésio, conforme mencionado por Vieira (78).
- f) Na e K intercambiáveis - determinados no extrato clorídrico do solo usando-se o fotômetro de chama, conforme mencionado por Vieira (78).
- g) H e Al intercambiáveis - inicialmente, a soma destes dois cátions foi determinada. Para isto, foram extraídos com o acetato de cálcio 1N de pH = 7,0, e titulados com o hidróxido de sódio, usando-se a fenolftaleína como indicador. Separa-



damente determinou-se o Al, extraíndo-se com o KCl 1N pH = 7,0 e titulação com o NaOH, usando-se o bromotimol azul como indicador. O H foi determinado por diferença. Este processo é mencionado por Vieira (78).

- h) Carbono total - determinado por oxidação com dicromato de potássio e ácido sulfúrico concentrado e posterior titulação com sulfato ferroso. Dêste dado calculou-se o conteúdo de matéria orgânica usando-se como fator o valor 1,7. Este fator possivelmente dará valores mais baixos que os realmente existentes, conforme assinala Broadbent (18).
- i) Nitrogênio total - usou-se o método de Kjeldahl modificado, no qual usa-se, na digestão, a mistura sulfofênica, e na destilação, o ácido bórico a 4% para receber o destilado (13).
- j) pH em água e em KCl 1N - usou-se a relação solo: líquido 1:1 e 1:5 respectivamente em água e em cloreto de potássio, usando-se eletrodos de vidro (13).
- k) Bases intercambiáveis - a soma de bases intercambiáveis foi obtida por soma simples das bases intercambiáveis.
- l) Fósforo total - seguiu-se o método de Ulrich et al. (71), com digestão da amostra de solo com a seguinte mistura: 30 ml de água régia ( $3\text{HCl}:1\text{HNO}_3$ ) + 12 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8N + 1 ml  $\text{HClO}_4$  65-70%. Posteriormente o fósforo foi determinado por método sulfomolibdico.
- m) Fracionamento de fosfatos - usou-se o método descrito por Chang e Jackson (20), obtendo-se dados de fosfatos solúveis

em água, fosfatos de cálcio, fosfatos de alumínio e fosfatos de ferro.

- n) Fosfatos inorgânicos totais - determinados segundo o método de Mehta et al. (44), com as modificações propostas por Vieira (78).
- o) Fosfatos orgânicos - obtidos pela diferença entre fosfatos totais e fosfatos inorgânicos totais.
- p) Retenção de fósforo - seguiu-se o método colorimétrico descrito por Fassbender e Igue (27).
- q) Óxidos livres de alumínio e de ferro - determinados segundo o método descrito por Bornemisza e Igue (10).

#### D. DELIMITAÇÃO E DESCRIÇÃO DETALHADA DAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS

##### 1. Série Capinambi - 11,52 ha, 5,49% da área da Estação

###### a. Relêvo

O relêvo é de posição normal, isto é, em condições de vegetação natural, a erosão remove materiais da superfície a medida que o solo se aprofunda. Classe de pendentes C, onde o declive médio varia entre 8-16%. Assim, o terreno é suavemente quebrado a quebrado. De um modo geral, este tipo de pendentes não oferece limitações ao uso das máquinas agrícolas comuns. Entretanto, em alguns lugares as pendentes podem ser mais pronunciadas, dificultando ou mesmo impedindo o uso de máquinas, especialmente as pesadas.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escoamento superficial é de classe 3 a 4, ou seja, de médio a rápido, onde a água escorre sobre a superfície em velocidade moderada a rápida, de tal maneira que uma quantidade moderada a pequena penetra no perfil. Encontra-se ou não água livre na superfície por curto período de tempo. Grande ou média parte da precipitação é absorvida pelo solo e pode ser utilizada pelas plantas. A permeabilidade é moderada. A drenagem interna do solo é média (classe 3), onde a água de saturação dura por pouco tempo. Quando o solo se satura, não prejudica de modo sensível as raízes das plantas cultivadas.

c. Classe de drenagem do solo

A classe de drenagem pode ser interpretada como de classe 2, ou seja, algo pobremente drenada, em virtude de apresentar camada lentamente permeável em seu perfil e apresentar nível freático elevado. Nas partes mais baixas do terreno, recebe ainda água de infiltração oriunda das partes mais elevadas. Assim, a água retira-se do solo com uma velocidade suficientemente pequena para permitir que o mesmo permaneça úmido por períodos de tempo significativos.

d. Material originário

Folhelho argiloso supostamente do Período Cretáceo, de coloração cinza-esverdeado (aproximadamente 5GY 6/1), de consistência pegajosa e plástica quando molhado, e duro quando seco. Apresenta

direção estratigráfica aproximadamente N-S, com mergulho entre 5-15°.

e. Erosão

A classe de erosão média para esta série é 2, onde de 25-75% do horizonte A original foi removido na maior parte da área cartografada. O que resta do horizonte A é atravessado pelos implementos comuns de cultivo. A susceptibilidade à erosão é moderada, sendo indispensáveis práticas mais ou menos complexas de conservação de solos.

f. Vegetação

Cultivos diversos, bosque secundário, sapé (I. brasiliensis) e gramíneas diversas.

g. Pedregosidade

Ausente. Entretanto, nas partes mais erosionadas, pode haver cobertura total da superfície com concreções lateríticas finas, com diâmetro inferior a 3 cm. Estas concreções contudo, não chegam a afetar de maneira significativa os trabalhos normais de cultivo.

h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 10 Ap	Marron-marron escuro em úmido (7,5YR 4/3)* e cinzento-róseo (7,5YR 7/2) em seco. Textura barro-arenosa;

---

\* As notações de coloração em todos os casos foram feitas de acordo com as tabelas Munsell.

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

estrutura granular, moderada, fina; consistência ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido), ligeiramente dura (sêco). Pode apresentar 5-10% de concreções tanto de ferro como de manganês (aparentemente).

10 - 30 B<sub>1</sub>

Marron-marron escuro em úmido (7,5YR 5/4) e róseo (7,5YR 8/4) em sêco; textura barro limosa; estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), firme (úmido) e muito dura (sêco). Pode apresentar concreções lateríticas, poucas, finas.

30 - 60 B<sub>2</sub>

Marron-marron escuro (7,5YR 5/4) em úmido e róseo em sêco (7,5YR 7/4) textura barro limosa; estrutura subangular, moderada, fina a média; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido), ligeiramente dura (sêco). Apresenta poucas concreções lateríticas finas e médias, podendo apresentar também moteado fino, pouco, de contraste claro, com as cores cinza e avermelhado.

60 80 B<sub>3</sub>

Marron-marron escuro (7,5YR 5/4) em úmido; textura argilo limosa; estrutura subangular, moderada, fina; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido) e ligeiramente dura (sêco). Poucas concreções lateríticas com diâmetros inferiores a 1 cm. Moteados muitos, médios de contraste proeminente, com as colorações vermelho e marron.

Profundidade (cm)		D e s c r i ç ã o
80+	C	Folhelho argiloso de coloração cinza esverdeado misturado com concreções lateríticas abundantes, de diâmetro de até 3 cm.

i. Características químicas e granulométricas

Estas informações podem ser vistas através do Quadro 14.

j. Capacidade de uso

As pendentes ligeiramente quebradas a quebradas, a moderada susceptibilidade à erosão, a baixa fertilidade do solo e do subsolo, determinam que esta série seja classificada como de classe III, onde existem severas limitações ao seu uso. Requer desta maneira, práticas de conservação e de manejo tais como: fertilização mineral e orgânica, calagem, etc.

2. Série Gurupi - 20,74 ha, 9,88% de área da Estação

a. Relêvo

A posição genética desta série é normal. A classe de pendentes varia de pendentes a escarpada (classes C a D), sendo que os declives variam entre 5-20%. Em quanto a pendentes, as máquinas comuns de cultivo podem ser usadas quase que sem dificuldades, mas estas são maiores com o uso de máquinas pesadas, sendo que em alguns lugares torna-se impossível o seu uso prático.

QUADRO 14. Características químicas e granulométricas da Série Capinambi.

Profundidade (cm)	pH	M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V*** (%)	P assimilável (ppm)	
				Total*	Ca	Mg	K	H	Al	S**			
				meq/100 g solo									
0-10	5,5	4,6	1,72	0,14	9,29	2,86	1,84	0,27	4,18	0,10	5,01	54	4,1
10-30	5,0	4,0	0,73	0,07	6,24	1,64	1,74	0,19	1,77	0,85	3,62	58	1,4
30-50	5,0	3,9	0,59	0,06	5,78	1,65	0,72	0,28	1,80	1,28	2,70	47	1,4
50-80	4,8	3,5	0,59	0,06	10,90	2,12	1,59	0,40	4,62	2,09	4,19	38	1,3

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %		Relações						% de partículas de			
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	KI	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila
0-10	10,9	3,0	4,4	2,97	7	1,56	10,59	6,81	49,7	69,00	15,16	15,84
10-30	12,2	4,0	5,2	2,67	6	0,94	8,63	9,16	17,8	23,06	58,36	18,58
30-50	12,3	4,7	6,3	2,25	6	2,30	5,89	2,57	8,5	24,91	56,33	18,76
50-80	22,8	6,3	12,1	2,41	6	1,35	5,30	3,98	9,3	22,97	34,23	42,80

\* significa capacidade de intercâmbio catiônico total

\*\* significa soma de bases (o sódio-Na- foi computado mas não aparece no quadro por ter baixos valores

\*\*\* significa porcentagem de saturação com bases.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escoamento superficial geralmente é médio (classe 3), onde uma proporção moderada de água penetra no perfil, e o restante escorre em sua superfície, mas esta perda não afeta seriamente os cultivos. Em alguns lugares desta série, o escoamento superficial pode ser rápido (classe 4), onde a água escorre quase tão rapidamente como chega, e apenas uma pequena parte penetra no perfil, afetando conseqüentemente o desenvolvimento dos cultivos. A permeabilidade é moderada.

A drenagem interna é lenta (classe 2) a média (classe 3), podendo os solos ficarem saturados com água por poucos dias a poucas semanas, as vezes afetando ligeiramente as raízes dos cultivos, especialmente dos permanentes.

c. Classe de drenagem do solo

Em geral, esta série é imperfeitamente drenada (classe 2), onde a água do perfil retira-se de uma maneira tal que o mesmo permanece úmido por lapsos significativos de tempo devido a capa lentamente permeável relativamente próximo a superfície. Quando em cotas mais baixas do terreno, além disso influem infiltrações oriundas das partes mais altas.

d. Material originário

Arenito de coloração marron a róseo, altamente meteorizado. Nesta série, o arenito repousa sobre um folhelho argiloso, sendo



variável a espessura do arenito. Ambos materiais parecem ser cretácicos.

e. Erosão

A classe de erosão é 2, onde de 25-75% do horizonte A original foi removido na maior parte da área cartografada. Geralmente os implementos comuns de cultivos atingem o horizonte B. São encontradas poucas cárcavas (voçorocas), as quais são pouco profundas. A susceptibilidade à erosão é de moderada a alta, exigindo para o manejo destes solos, práticas conservacionistas complexas ou de mediana complexidade.

f. Vegetação

Bosque secundário, cultivos diversos.

g. Pedregosidade - ausente

h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 10	Marron acinzentado em úmido (10YR 5/2) e cinza-marron claro (10YR 6/2) em seco; textura barro arenosa; grãos simples, sem estrutura; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido) e macia (sêco).
10 - 40	Marron (10YR 5/3) em úmido e cinza-marron claro em sêco (10YR 6/2); textura barro arenosa; grão simples, sem estrutura, ou estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado),

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

friável (úmido) e macia (sêco). Pode aparecer moteado comum, fino, de contraste claro, com coloração cinza esverdeado.

40 - 80

Marron amarelado em úmido (LOYR 5/4) e marron amarelado claro em sêco (LOYR 6/4); textura barrenta; estrutura subangular, fraca a moderada, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), firme (úmido) e ligeiramente dura (sêco). Moteados comuns, finos, de contraste claro, com colorações: marron claro a cinza esverdeado. Ocasionalmente pode aparecer também moteados vermelhos e poucas concreções lateríticas.

80+

Marron amarelado (LOYR 5/4) em úmido, e marron amarelado claro (LOYR 6/4) em sêco; textura barro argilosa; estrutura subangular, moderada a forte, de tamanho mediano; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), muito firme (úmido) e ligeiramente dura a dura (sêco). Aparece moteado marron claro, muito, de tamanho médio e contraste claro. É comum o aparecimento de concreções lateríticas, assim como de moteados vermelhos, muitos, de tamanho médio e contraste proeminente, os quais são de consistência macia.

i. Características químicas e granulométricas

Estas características estão apresentadas no Quadro 15.

j. Capacidade de uso

A classe de capacidade de uso desta série é III, com severas limitações ao seu uso, devido a ocorrência dos seguintes fatores: pendentes, baixa fertilidade do solo e do sub-solo, limitada capacidade de armazenar água. É necessário o uso de práticas de conservação, drenagem, irrigação, calagem, fertilização mineral e orgânica, para que esta série permita produções razoáveis durante todo o ano.

3. Série Maracajá - 3,54 ha; 1,67% de área da Estação

a. Relêvo

A posição genética do relêvo desta série é normal.

A classe de pendentes é B, onde o terreno é suavemente ondulado, com declive médio ao redor de 8%. Não há limitação para o uso de qualquer tipo de máquina agrícola.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escoamento superficial é lento (classe 2), de maneira que a água penetra no perfil rapidamente, escoando lentamente na superfície. A permeabilidade é moderada.

A classe de drenagem interna do solo varia de 2 a 3, ou seja, de lenta a média. Assim, ocorre saturação com água por períodos de tempo

QUADRO 15. Características químicas e granulométricas da Série Gurupí.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V (%)	P assimilável (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl			Total	Ca	Mg	K	H	Al	S		
0-10	6,2	4,9	1,26	0,12	6,37	3,05	0,81	0,29	2,07	0,10	4,20	66	7,6
10-40	4,8	3,8	0,79	0,08	6,41	0,71	0,51	0,26	2,77	2,11	1,53	24	2,2
40-80	4,6	3,6	0,48	0,06	6,93	0,72	0,31	0,32	1,82	3,72	1,39	20	tr

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %		Relações							% de partículas de			
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila
0-10	8,8	1,3	2,6	5,80	4,39	6	3,72	10,52	2,79	4,2	67,51	18,11	14,38
10-40	8,9	1,3	3,1	4,83	3,70	6	1,38	2,73	1,96	4,7	68,25	19,69	12,06
40-80	11,4	2,1	5,2	3,81	2,94	5	2,33	2,25	0,97	3,2	69,69	4,95	25,36

que chegam ou não a afetar adversamente as raízes dos cultivos, ou então afeta-as de forma não significativa - isto devido a relativamente pouca profundidade da rocha madre.

c. Classe de drenagem do solo

A classe de drenagem do solo pode ser considerada 3, moderadamente bem drenado - a água retira-se do solo algo lentamente, fazendo com que o perfil permaneça úmido por período importante, embora relativamente curto. Esta classificação deve-se ao fato desta série possuir capa lentamente permeável a aproximadamente 60 cm de profundidade e receber alguma água de infiltração de terras mais elevadas, se bem que esta seja pouco importante.

d. Material originário

Arenito altamente meteorizado, de coloração marron claro a róseo, granulação média e uniforme, supostamente do Período Cretáceo. Este arenito provavelmente repousa sobre o folhelho já citado anteriormente, e sua espessura está indeterminada.

c. Erosão

A classe de erosão desta série é 2, onde de 25-75% do horizonte A original foi removido na maior parte da área cartografada. Os implementos comuns de cultivo normalmente atravessam o que resta deste horizonte, atingido em maior ou menor grau o horizonte B.

A susceptibilidade à erosão geralmente é reduzida, mas práticas adequadas de conservação de solos são necessárias.

f. Vegetação

Bosque secundário, sapé (Imperata brasiliensis).

g. Pedregosidade - ausente.

h. Perfil

Profundi-  
dade (cm)

D e s c r i ç ã o

- 0-10 Ap Marron-marron escuro em úmido (7,5YR 4/4) e marron claro em sêco (7,5YR 6/4); textura barro limosa; grão simples, sem estrutura; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), muito friável (úmida) e macia (sêca).
- 10-40 B<sub>1</sub> Marron escuro a marron quando úmido (7,5YR 3/2 a 5/4) e cinzento róseo quando sêco (7,5YR 6/2); textura barro limosa a arenosa; estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido) e ligeiramente dura (sêco).
- 40-60 B<sub>2</sub> Marron escuro a marron quando úmido (7,5YR 3/2 a 5/4) e marron muito claro quando sêco (10YR 7/3); textura barrenta a barro arenosa; estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido), e macia a ligeiramente dura (sêco). Pode aparecer moteado cinza e/ou vermelho, assim como concreções lateríticas finas.

Profundi-  
dade (cm)

D e s c r i ç ã o

60+ B<sub>3</sub> Amarelo avermelhado quando úmido (7,5YR 6/6) e amarelo avermelhado (7,5YR 8/6) quando seco; textura barro areno-  
sa a barro argilo arenosa; estrutura subangular, modera-  
da, fina; consistência não plástica e não pegajosa (mo-  
lhado), friável a firme (úmido), e ligeiramente dura  
(seco). Aparecem moteados vermelhos comuns, de tamanho  
médio e de contraste proeminente. Também aparecem concre-  
ções lateríticas de tamanho mediano e pouco duras. Nas  
camadas mais profundas do perfil aparece o arenito (mate-  
rial originário) altamente meteorizado.

i. Características químicas e granulométricas

Estas características poderão ser vistas no Quadro 16.

j. Capacidade de uso

Esta série poderia ser de classe II, onde são requeridas práticas moderadas de conservação, e cuidadosas práticas de manejo em geral. As limitações para seu uso seriam poucas a facilmente contornáveis os problemas, provocados pelos seguintes fatores principais: pendentes suaves, moderada a reduzida susceptibilidade à erosão. Entretanto, devido a baixa fertilidade tanto do solo como do sub-solo, e a reduzida capacidade de armazenar água, parece ser mais razoável classifica-la como de classe III, exigindo práticas de irrigação, calagem e fertilizações minerais e orgânicas.

QUADRO 16. Características químicas e granulométricas da Série Maracajá.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis					V (%)	P assimilável (ppm)		
	H <sub>2</sub> O	KCl			meq/100 g solo								
					Total	Ca	Mg	K	H			Al	S
0-10	6,0	5,0	1,25	0,05	6,03	2,03	1,52	0,16	2,15	0,10	3,78	63	3,2
10-40	4,8	3,9	0,52	0,05	3,49	0,51	0,30	0,12	1,78	0,73	0,98	28	<1,2
40-60	4,6	3,9	0,43	0,05	3,94	0,41	0,20	0,13	1,77	1,38	0,79	20	"

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %			Relações					% de partículas de				
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila		
												C/N	C/Mg
0-10	6,0	1,7	2,6	3,92	2,80	12	1,32	12,69	9,50	22,2	44,15	39,43	16,42
10-40	6,4	1,9	3,6	2,97	2,21	6	1,70	4,25	2,50	6,8	49,05	32,55	18,40
40-60	7,2	2,1	4,9	2,51	1,97	5	2,05	3,15	1,54	4,7	52,13	27,71	20,16



4. Série Paxiúba - 14,9 ha; 7,11% de Estação

a. Relêvo

A posição genética desta série é normal.

A classe de pendentes é C, suavemente quebrada, com declive médio variando entre 5 e 16%. Em alguns lugares a classe de pendentes pode ser D, onde o declive médio é da ordem de 20%.

Em quanto a pendentes, não há limitações para o uso de máquinas agrícolas de uso corrente. Nos lugares de pendentes mais fortes, no entanto, pode ser difícil ou mesmo impossível o uso de máquinas pesadas.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escurrimto superficial é de classe 2 a 4, lento a rápido, de maneira que pode ser encontrada água livre na superfície por períodos de tempo significativos nos lugares de pouca pendente, e nos lugares de pendentes mais pronunciadas uma pequena parte de água penetra no perfil, sendo que o restante escorre sobre a superfície. Entretanto, não há, em termos práticos, danos às plantas por excesso ou falta de água. Permeabilidade moderada.

A drenagem interna pode ser considerada como de classe 2, lenta, onde ocorre saturação com água por períodos de tempo suficientes para prejudicar as raízes de alguns cultivos, especialmente os permanentes ou de sistema radicular mais profundo.

c. Classe de drenagem do solo

Imperfeitamente drenado (classe 2) nos lugares de pouca pendente, a moderadamente bem drenado (classe 3) nos lugares de maior pendente. O solo permanece úmido por tempo significativo, devido a camada impermeável a pouca profundidade, nível freático geralmente elevado, e nas cotas mais baixas do terreno, recebe água de infiltração das partes mais altas.

d. Material originário

Folhelho argiloso de coloração cinza (aproximadamente 5GY 6/1), direção estratigráfica geral N-S, mergulho da ordem de 5-15°. Plástico e pegajoso quando muito molhado, e duro quando seco.

e. Erosão

A classe de erosão é 2, onde de 25-75% do horizonte A superficial foi removido na maior parte da área cartografada. Os implementos comuns de cultivo normalmente atingem o horizonte B. Existem algumas cárcavas pouco profundos. O perigo de erosão é moderado.

f. Vegetação

Cultivos diversos, bosque secundário, ervas daninhas diversas.

g. Pedregosidade - ausente.

h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 10 Ap	Marron amarelado quando úmido (10YR 5/4) e cinza claro (10YR 7/2) quando sêco. Textura barro argilo arenosa; estrutura subangular a granular, fraca, fina; consistên <u>cia</u> não plástica e não pegajosa (molhado); firme (úmido), e ligeiramente dura (sêco).
10 - 20 B <sub>1</sub>	Amarelo-marron (10YR 6/6) a marron amarelado escuro (10YR 4/4) quando úmido, e cinza claro quando sêco (10YR 7/2); textura barro arenosa; estrutura subangular, moderada a forte, média; consistência plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), muito firme (úmido) e dura (sêco). Aparecem moteados brancos e marron amare <u>lado</u> , poucos, finos, de contraste fraco a proeminente, podendo, ocasionalmente, aparecer moteado cinza-esverdeado.
20 - 50 B <sub>2</sub>	Cinzento-marron claro quando úmido (10YR 6/2); textura limo barrenta; estrutura subangular, moderada, média; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido), e dura (sêco). Moteados comuns, de tamanho mediano e de contraste claro, das côres cinza-esverdeado e marron amarelado.
50+ C	Folhelho argiloso misturado com muitos moteados vermelhos, médios, de contraste proeminente e com consistên <u>cia</u> algo dura.

i. Características químicas e granulométricas

Poderão ser observadas no Quadro 17.

j. Capacidade de uso

Esta série deve ser considerada como de classe III, onde existem severas limitações ao seu uso, resultado da atuação combinada dos seguintes fatores principais: pendentes, baixa fertilidade do solo e do sub-solo, pouca profundidade do material originário, e relativamente pouca capacidade de retenção de água.

É necessário então, práticas de conservação, fertilização mineral e orgânica, calagem, irrigação e drenagem.

5. Série Sabá - 9,51 ha; 4,53% de área da Estação

a. Relêvo

A posição genética do relêvo desta série é normal.

Em quanto a pendentes, pode ser considerada como de classe C, ligeiramente quebrada a quebrada, com pendentes variando de 5 a 16%. As máquinas agrícolas comuns podem ser usadas sem limitações. Em alguns casos, entretanto, pode se tornar impraticável o uso de máquinas pesadas.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escoamento superficial é lento a médio (classe 2 a 3), onde uma grande parte da água penetra no perfil rapidamente

QUADRO 17. Características químicas e granulométricas da Série Paxiúba.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V (%)	P assimilável (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl			Total	Ca	Mg	K	H	Al	S		
0-10	5,9	4,7	1,60	0,10	6,03	1,83	1,12	0,21	2,57	0,21	3,25	54	4,5
10-20	4,9	4,0	0,74	0,06	4,80	0,61	0,91	0,11	2,30	0,73	1,77	37	<1,2
20-50+	4,8	3,8	0,55	0,05	5,38	0,51	0,82	0,15	2,06	1,70	1,62	30	"

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %		Relações						% de partículas de						
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila					
											Kr	Ki			
0-10	8,4	1,5	2,6	1,5	2,6	5,52	4,06	9	1,63	8,71	5,33	14,0	76,48	3,39	20,13
10-20	9,6	1,5	3,3	3,3	4,94	3,85	7	0,67	5,55	8,27	13,7	75,00	5,93	19,07	
20-50+	8,1	2,1	4,7	2,91	2,26	6	0,62	3,40	5,47	8,9	22,38	60,53	17,09		

atravessando-o. Assim, a perda de água na superfície, não afeta ou afeta pouco a quantidade de água aproveitável para o crescimento dos cultivos. A permeabilidade pode ser considerada moderada.

A drenagem interna do solo pode ser considerada, em termos médios, como de classe 4, rápida, onde o movimento de água através do perfil é pouco restringido. Ocasionalmente poderá ocorrer saturação com água, mas apenas por poucas horas.

c. Classes de drenagem do solo

Classe de drenagem 3, moderadamente bem drenado, onde o solo permanece úmido por pouco tempo, porém significativo. Apresenta capa freática relativamente alta, e nas partes baixas pode receber água de infiltração das partes mais elevadas, mas esta é pouco importante e por este motivo, esta série pode perfeitamente permanecer nesta classe de drenagem.

d. Material originário

Arenito de coloração rósea, de granulação mediana e uniforme, supostamente do Período Cretáceo. Resposta em espessuras variáveis desde alguns centímetros até um número indeterminado de metros, sobre o folhelho argiloso já discutido anteriormente.

e. Erosão

A erosão média é de classe 2, onde de 25-75% do horizonte A original foi removido da maior parte da área cartografada. Os implementos comuns de cultivo normalmente atravessam o que resta do

horizonte A, atingindo o horizonte B. São encontradas poucas câr-vas pouco profundas. A susceptibilidade à erosão é de ligeira a mode- rada, devido às características do perfil e de pendentes.

f. Vegetação

Cultivos diversos, plantas invasoras diversas, bosque secundário.

g. Pedregosidade - ausente.

h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 10	Marron avermelhado claro quando úmido (5YR 6/4); textu- Ap ra areia barrenta a barro arenosa; estrutura subangu- lar, moderada, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido), e macia (sêco).
10 - 90	Vermelho amarelado quando úmido (5YR 5/6) e marron B <sub>1</sub> avermelhado claro (5YR 6/4) quando sêco; textura bar- ro argilo arenosa a arenosa; estrutura subangular, fra- ca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido), e ligeiramente dura (sêco). Raramente podem aparecer moteados vermelhos, pequenos e de contraste proeminente, os quais são de consistên- cia ligeiramente dura. Comum a ocorrência de concre- ções lateríticas finas. Ocasionalmente podem aparecer, ainda, moteados poucos, finos, de contraste fraco,

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

com coloração cinza-esverdeado.

90 -100+

B<sub>3</sub>

Amarelo avermelhado (5YR 6/8) quando úmido; textura barro argilosa a argila arenosa; estrutura subangular, moderada, média; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), firme (úmido) e ligeiramente dura (sêco). Ocorrem moteados vermelhos muitos, médios, de contraste proeminente, de consistência algo dura. Igualmente ocorrem muitas concreções lateríticas com diâmetro inferior a 3 cm.

i. Características químicas e granulométricas

Estas características poderão ser observadas no Quadro 18.

18.

j. Capacidade de uso

Esta série, devido às características de pendentes e moderada susceptibilidade à erosão, pode ser considerada como de classe II, onde não são necessárias maiores práticas de conservação. Entretanto, as características de baixa fertilidade natural do solo e do sub-solo são suficientemente acentuadas, para re-classificá-la como sendo de classe III.



QUADRO 18. Características químicas da Série Sabá.

Profun- didade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis					V (%)	P assimilável (ppm)		
	H <sub>2</sub> O	KCl			Total								
					Ca	Mg	K	H	Al			S	
0-10	4,3	3,7	0,89	0,06	4,62	0,50	0,20	0,06	2,98	0,84	0,80	17	4,4
10-90	4,6	3,9	0,47	0,04	3,46	0,40	0,61	0,06	1,61	0,73	1,12	32	traços
90+	4,4	3,9	0,28	0,02	2,32	0,30	0,30	0,04	0,80	0,84	0,68	29	"

meq/100 g solo

Profun- didade (cm)	Óxidos totais, %		R e l a ç õ e s					% de partículas de					
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila	
													Ki
0-10	5,1	1,33	3,6	2,40	1,95	9	2,50	8,38	3,33	11,6	75,00	13,20	11,80
10-90	7,6	1,7	5,9	2,19	1,86	7	0,66	6,67	10,17	16,8	74,82	4,20	20,98
90+	7,2	1,5	6,2	1,97	1,71	9	1,00	7,50	7,50	15,0	71,80	5,40	22,80

6. Série Toá - 45,27 ha; 21,58% de área da Estação

a. Relêvo

O relêvo desta série varia de plano a ligeiramente côncavo, com excesso de água por longo período de tempo, recebendo água de chuvas e das terras mais altas adjacentes.

Classe de pendentes A, onde o terreno é nivelado ou quase nivelado, com pendentes variando entre 0-3%.

Em quanto ao relêvo, não há limitações para o uso de máquinas agrícolas.

b. Escurrimto superficial, permeabilidades e drenagem interna.

A classe de escurrimto superficial varia entre 0-1, onde as águas pluviais ou de terras mais altas adjacentes não escorre, permanecendo empoçada, ou então escorre muito lentamente, fazendo com que haja acumulação de água na superfície por período mais ou menos longo de tempo. Há aqui, flutuações estacionais, de tal maneira que o empoçamento verifica-se nos meses chuvosos.

A permeabilidade é lenta a moderada. A drenagem interna é muito lenta, geralmente, determinando que haja excesso de água para o ótimo crescimento dos cultivos. Isto é devido principalmente ao lençol freático muito elevado durante a estação chuvosa.

c. Classe de drenagem do solo

A classe de drenagem desta série varia de 0 a 1, onde o lençol freático permanece na superfície do solo grande parte do tempo,

ou então o solo permanece úmido durante muito tempo, com o lençol freático próximo da superfície. Esta classe de drenagem deve-se ao lençol freático elevado na estação chuvosa, que varia em termos gerais, de janeiro a junho. Apesar de que estes solos estão sujeitos a inundações durante a época das chuvas, elas são insignificantes. Assim, o fator limitante ao uso das terras desta série neste período, é a altura elevada do lençol freático. (isto no referente a drenagem interna do solo).

d. Material originário

Folhelho argiloso supostamente do Período Cretáceo, de coloração cinza-esverdeado (aproximadamente 5GY 6/1), de consistência pegajosa e plástica quando muito molhado, e duro quando seco. Apresenta direção estratigráfica geral N-S, e mergulho de 5-15°.

e. Erosão

A classe de erosão é 1, onde a capa superficial está presente em toda a área cartografada. Nesta série, a susceptibilidade à erosão é insignificante ou completamente nula.

Em alguns casos, os implementos comuns de cultivo podem atingir camadas abaixo da superficial.

f. Vegetação

Gramíneas e outras plantas invasoras. Em poucos lugares, bosque secundário.

g. Pedregosidade - ausente

h. Perfil

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

- 0 - 10 Marron muito escuro a marron-acinzentado quando úmido (1OYR 2/2 a 5/2) e cinza-marron claro quando sêco (1OYR 6/2); textura variável entre arenosa e barrenta; grãos simples, sem estrutura, ou então estrutura subangular, pequena, fraca; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), sôlta (úmido) e macia (sêco).
- 10 - 40 Marron-marron escuro quando úmido (1OYR 5/3) e cinza-marron claro (1OYR 6/2) quando sêco; textura variável entre barro limosa e arenosa; sem estrutura, com grãos simples finos, ou estrutura fraca e pequena, subangular; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), muito friável (úmido), e macia (sêco).
- 40 - 80 Marron amarelado escuro quando úmido (1OYR 4/4 e marron claro (1OYR 6/3) quando sêco; textura variável entre arenosa e barro limosa; estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido), e ligeiramente dura (sêco).
- 80 - 90 Marron amarelado escuro (1OYR 4/4) a cinza (1OYR 5/1) quando úmido, e cinza-marron claro (1OYR 6/2) quando sêco; estrutura subangular, fina, fraca; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), friável (úmido) e ligeiramente dura a dura (sêco).

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

Moteados comuns, finos a médios, de contraste proeminente, com as colorações: marron e vermelho amarelado.

90+ Glei, de cor cinza esverdeado (5GY 6/1), argiloso.

Raramente podem ocorrer concreções finas, geralmente macias.

i. Características químicas e granulométricas

Estas características podem se vistas no Quadro 19.

j. Capacidade de uso

Esta série pode ser considerada como de uso de classe II, onde existem algumas limitações para seu uso, relativamente fáceis de corrigir, como por exemplo, a umidade excessiva ou mesmo empoçamento poderá ser eliminada com drenagem.

7. Série Turí - 38,49 ha; 18.34% de área da Estação

a. Relêvo

A posição genética desta série é normal.

Em quanto a pendentes, a série Turí em termos médios, pode ser classificada como de classe C, com declives variando de 5-16%, ou seja, de pendente a quebrado.

Não há limitação para o uso de máquinas agrícolas, mas em alguns casos há uma certa dificuldade de operações, sobretudo com máquinas pesadas.

QUADRO 19. Características químicas e granulométricas da Série Toá.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis					V (%)	P assimilável (ppm)		
	H <sub>2</sub> O	KCl			Total	Ca	Mg	K	H			Al	S
0-10	5,7	4,6	1,27	0,08	5,65	1,62	1,42	0,31	2,15	0,10	3,40	60	22,8
10-40	5,1	4,0	0,61	0,06	4,36	0,41	0,61	0,18	2,08	1,04	1,24	28	3,0
40-80	4,7	3,7	0,49	0,05	4,70	0,51	0,51	0,15	1,79	1,69	1,22	26	1,2

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %		Relações						% de partículas de				
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila
0-10	5,6	1,0	2,1	4,55	3,50	9	1,14	5,23	4,58	9,7	57,85	28,83	13,32
10-40	5,6	1,3	2,6	3,64	2,76	6	0,67	2,28	3,39	5,7	18,35	64,76	16,89
40-80	6,4	1,5	3,6	2,97	2,36	6	1,00	3,40	3,40	6,8	39,27	41,98	18,75

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

O escoamento superficial é médio (classe 3), onde pode haver água livre na superfície do solo por curto período de tempo e grande parte da precipitação é absorvida pelo solo. A perda de água pluvial na superfície não chega a afetar de maneira importante a quantidade de água requerida para o crescimento vegetal. A permeabilidade é moderada. A drenagem interna é de classe 4, ou seja, rápida. Isto significa que a saturação com água está limitada a curto espaço de tempo. Em alguns lugares, porém a drenagem interna destes solos pode ser média, fazendo com que a saturação seja maior. Nunca contudo, em intensidade que possa prejudicar a maioria dos cultivos.

c. Classe de drenagem do solo

Em média, esta série pode ser considerada como de classe 4, bem drenado, onde a água se retira do solo facilmente, mas não com rapidez. Em alguns lugares, onde o perfil é mais profundo e o declive maior, pode ser de classe 5, com drenagem algo excessiva, onde há geralmente deficiência de água para os cultivos, sendo difícil conseguir colheitas sem uso de irrigação na época seca.

d. Material originário

Arenito de cor rósea, com granulação média e uniforme, tido como sendo sendo cretácico. Apresenta-se altamente meteorizado. Provavelmente este arenito está sobreposto, em alguns lugares, por folhelho argiloso.

e. Erosão

A classe de erosão varia entre 2 e 3, onde de 25-75% do horizonte A original foi removido, mas em alguns lugares mais de 75% desapareceu por efeitos da erosão. Os implementos comuns de cultivo em geral atravessam o que existe do horizonte A, atingindo o horizonte B, havendo mesmo lugares em que a capa superficial é mistura destes dois horizontes. Cárcavas pouco profundas são comuns. A susceptibilidade à erosão é moderada, sendo indispensável o uso de práticas conservacionistas de complexa execução.

f. Vegetação

Bosque secundário, plantas invasoras diversas, cultivos.

g. Pedregosidade - ausente.

h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 5 Ap	Marron muito escuro quando úmido (10YR 2/2); textura areia barrenta a arenosa; graos simples, sem estrutura; consistência não plástica (molhado), não pegajosa (molhado), friável (úmido) e macia a solta (sêco).
5 - 50 B <sub>1</sub>	Marron amarelado escuro quando úmido (10YR 3/4) e cinza-marron claro (10YR 6/2) quando sêco; textura barrenta a barro arenosa, podendo também aparecer como arenosa; estrutura subangular, fraca, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável



Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

(úmido) e macia (sêco). Esporadicamente podem aparecer moteados de coloração cinza, pequenos e de contraste fraco.

50 -100+ B<sub>3</sub> Marron amarelado escuro quando úmido (10YR 3/4) e marron claro (10YR 6/3) quando sêco; textura variável entre barrenta e arenosa; estrutura subangular, moderada, fina; consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido), e ligeiramente dura a dura (sêco). Podem ocorrer moteados, poucos, pequenos, de contraste claro, com as colorações: cinza e vermelho. Esporadicamente podem aparecer pequenas concreções lateríticas.

Nas partes mais profundas do perfil, aparece o arenito (material originário).

i. Características químicas e granulométricas

Poderão ser vistas através do Quadro 20.

j. Capacidade de uso

Em média, esta série pode ser considerada como de classe III onde são requeridas práticas complexas de conservação dos solos. As limitações para esta série referem-se aos seguintes fatores: pendentes, moderada susceptibilidade a erosão, baixa fertilidade, reduzida capacidade de armazenar água. Portanto, no uso desta série,

QUADRO 20. Características químicas e granulométricas da Série Turf.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis							V (%)	P assimilável (ppm)
	H <sub>2</sub> O	KCl			meq/100 g solo								
					Total	Ca	Mg	K	H	Al	S		
0-5	7,8	7,0	1,11	0,11	8,55	4,55	3,04	0,71	0,17	<0,01	8,38	98	48,6
5-50	7,2	6,0	0,60	0,06	6,77	2,53	2,54	0,71	0,95	"	5,82	86	15,9
50+	4,7	4,7	0,49	0,06	8,09	1,02	0,51	0,25	2,30	3,95	1,84	23	1,7

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %			Relações					% de partículas de			
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila
0-5	5,5	1,0	1,5	6,60	6	1,52	6,41	4,28	10,7	75,32	20,44	4,24
5-50	4,7	1,3	2,1	3,90	6	1,00	3,56	3,58	7,0	51,26	36,88	11,86
50+	6,8	1,5	3,7	3,17	5	2,00	4,08	2,04	6,1	53,47	32,95	13,58

OBS. O terreno estava abandonado por ocasião da coleta das amostras. Entretanto, os resultados químicos analíticos, sugerem que houve uma fertilização neste local.

estas causas deverão ser corrigidas quando possível, ou contornando-se o problema com manejo adequado.

8. Série Ze Doca - 65,85 ha; 31,21% de área da Estação

a. Rêlevo

O relêvo, geneticamente está em posição normal. Classe de pendentes C, onde o terreno é ligeiramente quebrado a quebrado, variando o seu declive de 6-16% em média. Tôdas as máquinas agrícolas comuns e leves podem ser usadas sem limitações, podendo contudo, aparecer dificuldades com o uso de máquinas pesadas.

b. Escorrimento superficial, permeabilidade e drenagem interna.

A classe de escoimento superficial é 3 a 4, ou seja, de médio a rápido. Assim, as águas de chuva que caem escorrem de tal forma que uma proporção moderada a pequena penetra no perfil. Livre na superfície, pode ser encontrada água por pouco tempo. A quantidade de água perdida, no entanto, não afeta seriamente a quantidade aproveitável para uso vegetal. Permeabilidade moderada.

A drenagem interna dos solos desta série pode ser de classe 2 ou 3, lento a médio. Assim, quando o solo se satura com água, a presença desta pode prejudicar as raízes de alguns cultivos, especialmente os de sistema radicular mais profundo, ou então, quando for de classe 3 (moderado), pode não haver prejuízo ou dano para as raízes dos cultivos comuns, devido que a saturação é por pouco tempo.

c. Classe de drenagem do solo

A classe de drenagem pode ser interpretada como 2, ou seja, algo pobremente drenada, em virtude de apresentar capa lentamente permeável em seu perfil e apresentar nível freático elevado. Nas partes mais baixas do terreno, recebe ainda água de infiltração das partes mais elevadas. Assim, a água retira-se do solo com uma velocidade tal que determina seu estado de umidade por períodos de tempo significativos.

d. Material originário

Folhelho argiloso já discutido anteriormente.

e. Erosão

Classe de erosão 2, onde de 25-75% do horizonte superficial foi removido na maior parte da área cartografada. Os implementos agrícolas usuais atingem normalmente o horizonte B. Em alguns lugares, parece haver a presença de todo o horizonte A primitivo.

A susceptibilidade à erosão é moderada, e é indispensável, para o adequado uso agrícola desta série, práticas conservacionistas mais ou menos complexas.

f. Vegetação

Cultivos diversos, bosque secundário, plantas invasoras.

g. Pedregosidade

Na superfície dos terrenos desta série localizadas nas

cotas mais altas, geralmente aparecem concreções lateríticas de diâmetro de até 30 cm e altura de 5-8 cm. Elas podem cobrir no máximo 0,1% da área, e podem interferir nos trabalhos mecanizados, mas não impedi-los.

#### h. Perfil

Profundidade (cm)	D e s c r i ç ã o
0 - 5 Ap	Marron amarelado escuro quando úmido (10YR 4/4) e marron muito claro (10YR 7/3) quando sêco; textura barro limosa a barro areno argilosa; estrutura granular, moderada, fina a média; consistência ligeiramente plástica a ligeiramente pegajosa (molhado), firme (úmido), e ligeiramente dura a dura (sêco).
5 - 20 B <sub>1</sub>	Marron-marron escuro a marron amarelado quando úmido (10YR 4/3 a 5/4) e cinza claro (10YR 7/2) quando sêco; textura barro limosa a barro areno argilosa; estrutura subangular, fina a média, fraca a moderada; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido) e ligeiramente dura (sêco). Pode aparecer moteado cinza-esverdeado, pouco a comum, pequeno e de contraste fraco. Também podem aparecer concreções lateríticas muito finas.
20 - 70 B <sub>3</sub>	Marron-marron escuro e marron amarelado quando úmido (10YR 4/3 a 5/6) e marron muito claro (10YR 8/4) quando sêco); barro argilo limoso a barro argiloso; estrutura

Profundidade  
(cm)

D e s c r i ç ã o

subangular, moderada, fina; consistência não plástica e não pegajosa (molhado), friável (úmido), e ligeiramente dura (seco).

- 70+ C Amarelo-marron em úmido (LOYR 6/8); este horizonte é o material originário, que é o folhelho argiloso, misturado com moteados vermelhos, muitos, médios e de contraste proeminente. Ocasionalmente podem aparecer também concreções lateríticas finas a médias. Em alguns lugares, o arenito anteriormente mencionado pode estar sobreposto ao folhelho, em camadas de espessura variável.

i. Características químicas e granulométricas

Poderão ser apreciadas através do Quadro 21.

j. Capacidade de uso

As pendentes de ligeiramente quebradas a quebradas, a moderada susceptibilidade à erosão, a baixa fertilidade e problema de umidade do solo, determinam que esta série seja classificada como de classe III. Requer portanto, práticas especiais de conservação de solos e outras de manejo, em geral.

QUADRO 21. Características químicas e granulométricas da Série Ze Doca.

Profundidade (cm)	pH		M.O. (%)	N total (%)	Cátions intercambiáveis						V*** (%)	P assimilável (ppm)	
	H <sub>2</sub> O	KCl			meq/100 g solo								
					Total*	Ca	Mg	K	H	Al			S**
0-5	5,8	4,6	1,55	0,11	12,18	8,18	0,51	0,29	2,94	0,21	9,03	74	5,9
5-20	4,7	3,9	0,80	0,07	5,27	0,61	1,43	0,13	2,21	0,85	2,21	42	2,3
20-70	4,8	3,7	0,55	0,04	8,10	0,84	2,30	0,21	2,70	1,94	3,46	43	1,5

Profundidade (cm)	Óxidos totais, %		Relações						% de partículas de				
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Areia	Limo	Argila
0-5	8,1	3,0	5,0	2,79	2,01	8	16,04	28,21	1,76	30,0	29,81	45,02	25,17
5-20	12,2	3,0	6,0	3,47	2,64	7	0,43	4,69	1,10	15,4	30,08	41,63	28,29
20-70	20,0	5,6	10,6	3,19	2,40	8	0,37	4,00	10,95	14,9	33,81	30,34	35,85

\* significa capacidade de intercambio cationico total.

\*\* significa soma de bases (o sódio - Na- foi computado mas não aparece no quadro por ter baixos valores.

\*\*\* significa porcentagem de saturação com bases.

QUADRO 22. Algumas características químicas de amostras compostas (0-20 cm) das séries.

S E R I E	pH		M.O. (%)	N (%)	Total					V (%)		
	H <sub>2</sub> O	KCl			Ca++	Mg++	K+	H+	Al+++		S	
meq/100 g solo												
Capinambí	4,9	4,0	8,85	0,07	5,43	0,71	2,04	0,22	2,87	0,53	2,05	38
Paxifúba	5,9	4,7	0,75	0,04	5,14	1,63	1,02	0,26	2,07	0,10	2,97	58
Toá	5,0	4,0	0,98	0,07	5,94	0,81	1,02	0,27	2,90	0,84	2,20	37
Turi	4,9	4,0	0,77	0,07	6,24	1,52	1,02	0,23	2,54	0,84	2,86	46
Ze Doca	5,0	4,0	0,88	0,09	6,89	1,53	1,33	0,27	3,03	0,63	3,23	47

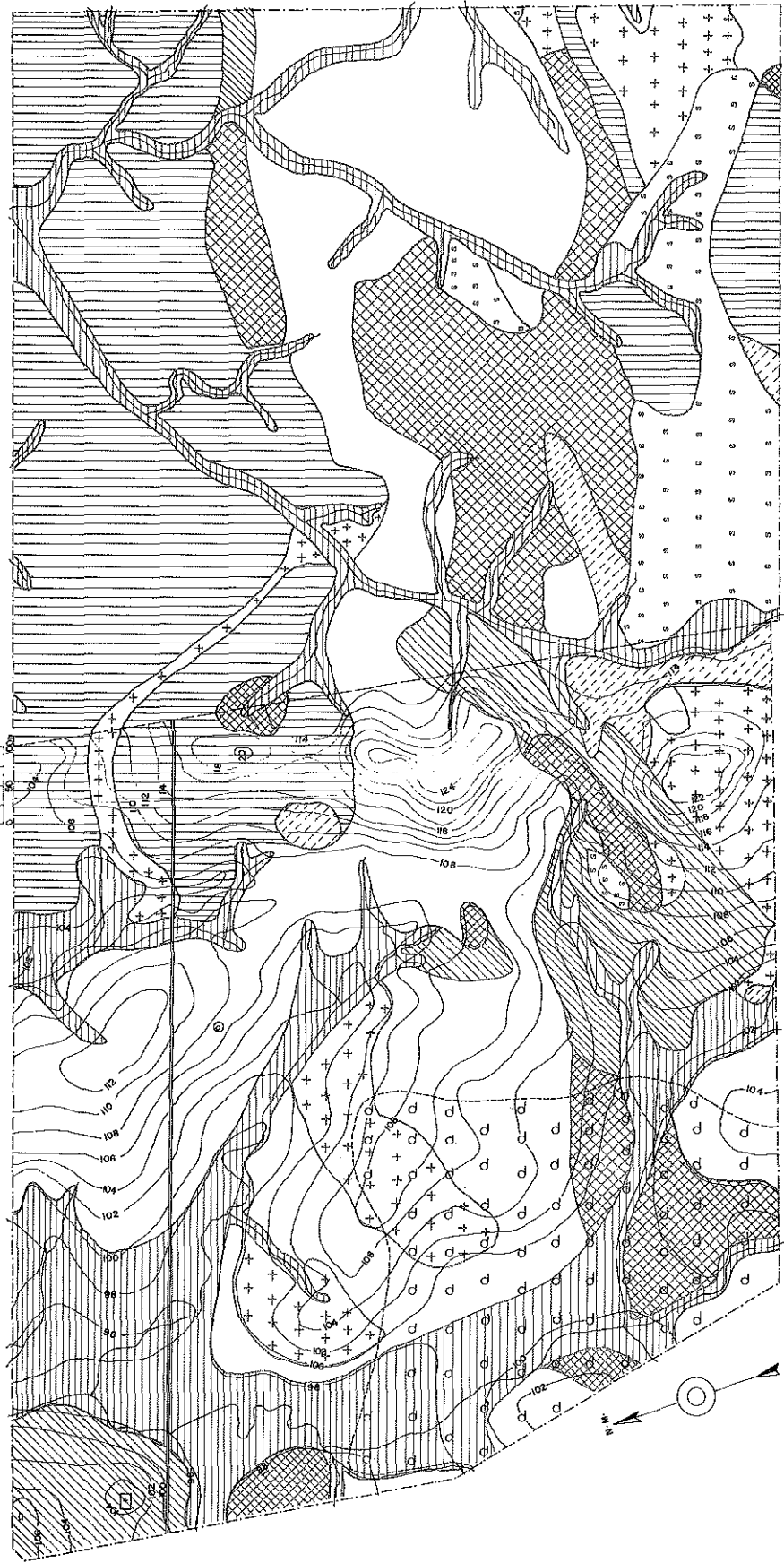
S E R I E	P (ppm)	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	C/N	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
Capinambí	2,9	7,2	3,2	4,4	2,81	1,93	7	0,35	3,23	8,36	12,5
Paxifúba	2,6	6,8	1,9	3,4	3,47	2,52	11	1,60	6,27	3,92	10,2
Toá	4,9	6,4	1,7	2,8	3,85	2,81	8	0,79	3,00	3,78	6,8
Turi	5,0	6,0	1,0	2,8	3,63	2,97	6	1,49	6,61	4,43	11,3
Ze Doca	7,6	7,2	1,7	3,1	3,93	2,95	6	1,15	5,67	4,93	10,6



ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ZEDOCA — EST. MARANHÃO

S O L O S

1:10000



CONVENÇÕES

- ▭ SERIE ZEDOCA
- ▨ SERIE GURUPI
- ▧ SERIE CAPINAMBI
- ▩ SERIE TOÁ
- SERIE TURI
- SERIE MARACÁÁ
- ⊞ SERIE SABÁ
- ⊕ SERIE PAXIUBA
- LIMITE DA ESTAÇÃO
- LIMITE DO MAPA ALTIMETRICO
- ALOJAMENTO ; HOSPITAL
- ⊙ POÇO TUBULAR
- ⊘ BOLSQUE
- IBARAPÉ
- CURVAS DE NIVEL (COTA ABERT = 100m)
- LIMITE DE SERIE DE SOLOS
- ESTRADA

M. ROEDER — 1957

D. ALGUNS ASPECTOS NUTRICIONAIS E PEDOLOGICOS DOS SOLOS ESTUDADOS

1. pH

Quando medido em suspensão aquosa o pH de amostras compostas das Séries estudadas variou entre 4,9 e 5,9. Os solos são portanto, muito fortemente ácidos a medianamente ácidos. Em KCl o pH variou entre 4,0 e 4,7.

Os perfis individuais de cada uma das séries apresentou estas mesmas características, exceto a Série Gurupí, que é ligeiramente ácida (pH = 6,2) em seu horizonte Ap.

Observa-se através dos dados contidos no Quadro 23 que o pH medido em KCl é em média 0,93 unidades menor que quando medido em H<sub>2</sub>O, com reduzida variação. Sombroek (65) assinala que uma diferença assim é uma das características de latosolos amazônicos.

Nêste mesmo Quadro, está claramente demonstrada a importância do alumínio na acidez destes solos, através das relações S/H, S/Al e H/Al. Já Magistad (41) em 1925 havia observado a estreita relação entre o pH dos solos e a quantidade de alumínio solúvel, onde pH menores que 4,5 aumentavam consideravelmente a quantidade de alumínio na solução do solo. Nos solos ora estudados, observa-se mais ou menos o mesmo, em quanto ao alumínio intercambiável. Assim, onde o pH (KCl) é igual ou maior que 4,6 a relação S/Al apresenta valor médio superior a 182,25, enquanto que quando o pH (KCl) é igual ou menor que 4,0 este valor decresce bruscamente para 1,52 em média. Para os mesmos valores de pH mencionados, os valores da relação S/H médios são,

QUADRO 23. Relações entre acidez do solo e alumínio intercambiável.

	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	Δ pH	S	H	Al (m.e./100g solo)	S/H	S/Al	H/Al
	7,8	7,0	0,8	8,38	0,17	<0,01	49,29	>838,00	>17,00
	7,2	6,0	1,2	5,82	0,95	0,01	6,13	582,00	95,00
	6,0	5,0	1,0	3,78	2,15	0,10	1,76	37,80	21,50
	6,2	4,9	1,3	4,20	2,07	0,10	2,03	42,00	20,70
	4,7	4,7	0,0	1,84	2,30	3,95	0,80	0,47	0,58
	5,9	4,7	1,2	3,25	2,57	0,21	1,26	15,48	12,24
	5,8	4,6	1,2	9,03	2,94	0,21	3,07	43,00	14,00
	5,7	4,8	1,1	3,40	2,15	0,10	1,58	34,00	21,50
	5,5	4,6	0,9	5,01	4,18	0,10	1,20	50,10	41,80
Média..	6,72	5,12	1,09	4,97	2,16	0,53	6,35	182,25	27,7
Máximo..	7,8	7,0	1,3	9,03	2,30	3,95	49,29	838,00	95,00
Mínimo..	4,7	4,6	0,0	1,84	0,17	0,01	1,20	15,48	12,24
	5,1	4,0	1,1	1,24	2,08	1,04	0,60	1,19	2,00
	5,0	4,0	1,0	3,62	1,77	0,85	2,05	4,26	2,08
	4,9	4,0	0,9	1,77	2,30	0,73	0,77	2,42	3,15
	4,7	3,9	0,8	2,21	2,21	0,85	1,00	2,60	2,60
	4,8	3,9	0,9	0,98	1,78	0,73	0,55	1,34	2,44
	5,0	3,9	1,1	2,70	1,80	1,28	1,50	2,11	1,41
	4,6	3,9	0,7	1,12	1,61	0,73	0,70	1,53	2,21
	4,4	3,9	0,5	0,68	0,80	0,84	0,85	0,81	0,95
	4,6	3,8	0,8	0,79	1,77	1,38	0,45	0,57	1,28
	4,8	3,8	1,0	1,53	2,77	2,11	0,55	0,73	1,31
	4,8	3,8	1,0	1,62	2,06	1,70	0,79	0,95	1,21
	4,8	3,7	1,1	3,46	2,70	1,94	1,28	1,78	1,39
	4,7	3,7	1,0	1,22	1,79	1,69	0,68	0,72	1,06
	4,3	3,7	0,6	0,80	2,98	0,84	0,27	0,95	3,55
	4,6	3,6	1,0	1,39	1,82	3,72	0,76	0,37	0,49
	4,8	3,5	1,3	4,19	4,62	2,09	0,91	2,00	2,21
Média..	4,74	3,82	0,93	1,83	2,18	1,40	0,86	1,52	1,83
Máximo..	5,10	4,0	1,3	4,19	2,98	3,72	2,05	4,26	3,55
Mínimo..	4,30	3,5	0,60	0,68	0,80	0,73	0,27	0,37	0,49

respectivamente, 6,35 e 0,86, e os valores da relação H/Al médios, superior a 27,15 e 1,83, respectivamente. Isto pode ser melhor visto no seguinte resumo:

<u>pH</u>	<u>S/H</u>	<u>S/Al</u>	<u>H/Al</u>
> 4,6	6,35	> 182,25	>27,15
< 4,0	0,86	< 1,52	1,83

Portanto, parece que depois de um certo grau de acidez inicialmente devido ao hidrogênio intercambiável, o alumínio passa a exercer maior influência, e isto pode ser explicado pelo quimismo deste elemento, que é solúvel em meio ácido, produzindo então acidez por hidrólise.

## 2. Matéria orgânica (M. O.)

Em amostras compostas, as séries estudadas apresentaram teores muito baixos de matéria orgânica, sempre inferiores a 1%. O mais alto teor foi o da Série Toá com 0,98% e o mais baixo o da Série Paxiúba com 0,75%.

Nos perfis considerados representativos, no horizonte Ap o conteúdo variou de médio a baixo: o mais alto foi encontrado na Série Capinambí com 1,72% (teor médio), e o mais baixo na Série Sabá com 0,89% (teor baixo).

Há em geral uma sensível diminuição destes teores mencionados quando comparados com o horizonte imediatamente abaixo, sempre superior a 40%, exceto a Série Gurupí com uma redução da ordem de 37%. A redução mais pronunciada corresponde a Série Maracajá (59%), e a

menos acentuada, sem considerar a excessão acima mencionada, corresponde à Série Turí (46%). Estas reduções relativamente elevadas, estão de pleno acôrdo com os conceitos de Mohr e Van Bahren (45).

Êstes baixos conteúdos de matéria orgânica estão também de acôrdo com análises feitas por diversos solos tropicais senís, entre muitos, menciona-se as apresentadas por Sombroek (65), Vieira (78) e Birch (6). Talvez aqui sejam algo mais baixos, o que poderá ser atribuído ao sistema de manejo destes solos.

### 3. Nitrogênio total

Em amostras compostas, a quantidade de N total é baixa em tôdas as séries estudadas, exceto a Série Ze Doca, que acusou um conteúdo de 0,09% (teor médio). Êste foi o conteúdo mais alto encontrado, sendo o mais baixo correspondente à Série Paxiúba com 0,04%.

Nos perfis representativos, observa-se que no horizonte superficial o conteúdo de N total variou de médio a baixo. O mais alto teor foi encontrado na Série Capinambí com 0,14%, e o mais baixo na Série Maracajá com 0,05%. Esta última série, tem o conteúdo de 0,05% constante em três horizontes (desde 0 até 60 cm de profundidade), e as outras séries variam.

Em quanto ao teor de N total, as diferentes séries podem ser agrupadas como se vê no Quadro 24.

Os mais altos conteúdos de N total não correspondem aos mais altos conteúdos de matéria orgânica, e o Quadro 25 permite verificar isto claramente.

QUADRO 24. Séries com mediano e baixo conteúdo de N total na superfície.

Mediano conteúdo		Baixo conteúdo
Capinambi	(0,14%)	Toá (0,08%)
Gurupí	(0,12%)	Sabá (0,06%)
Turí	(0,11%)	Maracajá (0,05%)
Ze Doca	(0,11%)	
Paxiúba	(0,10%)	

QUADRO 25. Diferentes transformações de M.O. em nitrogênio total nas séries.

Série	Profundidade (cm)	M.O. %	N total %	% N proveniente da M.O.
Capinambi	0 - 10	1,72	0,14	8,14
Paxiúba	0 - 10	1,60	0,10	6,25
Ze Doca	0 - 5	1,55	0,11	7,09
Toá	0 - 10	1,27	0,08	6,30
Gurupí	0 - 10	1,26	0,12	9,52
Maracajá	0 - 10	1,25	0,05	4,00
Turí	0 - 5	1,11	0,11	9,91
Sabá	0 - 10	0,89	0,06	6,74

A explicação para este fato, pode residir na composição da matéria orgânica, no seu grau de decomposição, e na fixação de nitrogênio em forma de  $\text{NH}_4^+$ .

#### 4. Relação C/N

Em amostras compostas das séries estudadas, a relação C/N variou entre 11 na Série Paxiúba e 6 nas Séries Ze Doca e Turi.

Nos perfis representativos, a Série Maracajá apresentou satisfatória relação C/N (C/N = 12), e nas demais, a relação foi baixa, como pode ser visto no Quadro 25.A.

QUADRO 25.A. Valores da relação C/N nas diferentes séries.

Série	C/N
Paxiúba	9
Sabá	9
Toá	9
Ze Doca	8
Capinambi	7
Gurupi	6
Turi	6

A Série Maracajá apresenta elevada diminuição do valor C/N quando abaixo do horizonte superficial. Uma redução menos acentuada foi encontrada nas Séries Paxiúba e Toá, e, finalmente, as demais Séries

praticamente mantém um valor constante em todos os horizontes do perfil. Na Indonésia e Filipinas a relação C/N tende a manter-se entre 10,2 e 15,3, demonstrando uma atividade algo reduzida dos microorganismos solos latoslicos amazônicos, Sombroek (65) oferece resultados algo mais elevados que os atualmente encontrados.

Vieira (78) também apresenta valores mais elevados em diversos solos da Amazônia.

A importância da relação C/N para o cultivo de cacau foi demonstrada por Hardy (31), sendo considerada adequada quando igual a 11,1 e inadequada quando igual a 9,1 na superfície de solos de Tobago.

As relações presentemente estudadas são consideradas baixas, em geral, e podem ser explicadas como consequência do manejo destes solos, que por um lado conduziu a uma diminuição de adições de matéria orgânica, e por outro lado, facilitou os processos erosivos.

##### 5. Capacidade de Intercâmbio Catiônico (C.I.C.)

Em amostras compostas, a capacidade de intercâmbio catiônico apresentou-se baixa em tôdas as séries estudadas com relativamente pouca variação entre séries. O valor mais baixo encontrado foi de 5,14 meq/100 g solo para a Série Ze Doca.

Nos perfis representativas, a c.i.c. comporta-se diferentemente segundo a profundidade do perfil, conforme pode ser visto nos resultados de análises químicas das séries.

Em geral, há uma acentuada diminuição na c.i.c. no horizonte superficial para o imediatamente abaixo, ocorrendo em seguida novo incremento. As Séries Sabá e Gurupí entretanto, comportam-se de maneira



diferente. Assim, a Série Gurupí apresentou aumento contínuo na c.i.c. conforme se aprofunda no perfil, e a Série Sabá apresentou uma diminuição contínua, conforme se aprofunda no perfil.

Não se pôde encontrar uma relação entre matéria orgânica, porcentagem de argila e c.i.c., através de cálculos que levassem em consideração a contribuição destes dois componentes e separando as séries segundo seus Grandes Grupos.

Em alguns casos (como por exemplo a Série Ze Doca, cuja c.i.c. aumenta de 5,27 para 8,10 meq/100 g solo dos horizontes 5-20 e 20-70 cm), é bastante clara a importância da fração argila.

Na maioria dos casos, no entanto, a explicação para a variação da c.i.c. dentro do perfil deverá ser atribuída não só à matéria orgânica e porcentagem de argila, mas também a composição da fração argilosa.

Apesar de não existirem dados analíticos, é possível que outras argilas que não caolinita sejam encontradas nestes solos, pelos seguintes motivos:

- a) presença de muscovita na fração arenosa, a qual está relacionada com a gênese da ilita;
- b) valores algo elevados de  $K_1$  indicando uma possível ocorrência de argilas tipo 2:1 (êste ponto será melhor discutido em  $SiO_2/Al_2O_3$ );
- c) drenagem geralmente deficiente, o que parece favorecer a formação de argilas tipo 2:1, conforme observação de Mohr e Van Baren (45).

## 6. Cálcio (Ca<sup>++</sup>)

O cálcio é o segundo cátion em importância nêstes solos, seguindo o H<sup>+</sup>. A quantidade média de cátions para tôdas as profundidades de todos os perfis pode ser vista no Quadro 26.

Em amostras compostas, os solos estudados apresentaram teores médios a baixos de cálcio intercambiável. O conteúdo mais alto, de 1,63 meq/100 g solo foi encontrado na Série Paxiúba e o mais baixo, de 0,71 meq/100 g solo, na Série Capinambi.

Os perfis representativos apresentaram certos aspectos interessantes. A Série Sabá tipicamente apresenta baixo teor de Ca<sup>++</sup> em todos os horizontes, com pouca variação de um horizonte para outro. Assim, apresenta 0,5 meq/100 g entre 0-10 cm, 0,4 meq/100 g entre 10-90 cm, e 0,3 meq/100 g abaixo dos 90 cm de profundidade.

As Séries Ze Doca e Turi, apresentam elevados conteúdos no horizonte superficial (8,18 a 4,53 meq/100 g solo, respectivamente), baixando sensivelmente nos horizontes seguintes.

As demais séries, apresentaram mediano conteúdo de Ca<sup>++</sup> no horizonte superficial (variável entre 3,05 a 1,83 meq/100 g solo), com sensível diminuição nos horizontes seguintes, exceto a Série Capinambi, cuja redução é menos pronunciada, chegando mesmo a haver um ligeiro incremento entre 50-80 cm de profundidade.

Não se verificou uma correlação muito nítida entre o cálcio e o pH destes solos, e isso deve ser atribuído ao alumínio; como já foi discutido, êste elemento tem grande influência na acidez dêstes solos. Entretanto, de um modo geral, os solos muito ácidos contêm

QUADRO 26. Cátions mais abundantes no complexo coloidal das séries e em tôdas as profundidades. Dados em meq/100 g solo.

	Ca	Mg	H	Al	K	Série	Profundidade (cm)
	1,62	1,42	2,15	0,10	0,31	Toá	0 - 10
	0,41	0,61	2,08	1,04	0,18	Toá	10 - 40
	0,51	0,51	1,79	1,69	0,15	Toá	40 - 80
	2,86	1,84	4,18	0,10	0,27	Capinambi	0 - 10
	1,64	1,74	1,77	0,85	0,19	Capinambi	10 - 30
	1,65	0,72	1,80	1,28	0,28	Capinambi	30 - 50
	2,12	1,59	4,62	2,09	0,40	Capinambi	50 - 80
	8,18	0,51	2,94	0,21	0,29	Ze Doca	0 - 5
	0,61	1,43	2,21	0,85	0,13	Ze Doca	5 - 20
	0,84	2,30	2,70	1,94	0,21	Ze Doca	20 - 70
	2,03	1,52	2,15	0,10	0,16	Maracajá	0 - 10
	0,51	0,30	1,78	0,73	0,12	Maracajá	10 - 40
	0,41	0,20	1,77	1,38	0,13	Maracajá	40 - 60
	3,05	0,81	2,07	0,10	0,29	Gurupi	0 - 10
	0,71	0,51	2,77	2,11	0,26	Gurupi	10 - 40
	0,72	0,31	1,82	3,72	0,32	Gurupú	40 - 80
	4,55	3,04	0,17	3,91	0,71	Turi	0 - 5
	2,53	2,54	0,95	0,01	0,71	Turi	5 - 50
	1,02	0,51	2,30	0,01	0,25	Turi	50+
	1,83	1,12	2,57	0,21	0,21	Paxiúba	0 - 10
	0,61	0,91	2,30	0,73	0,11	Paxiúba	10 - 20
	0,51	0,82	2,06	1,70	0,15	Paxiúba	20 - 50
	0,50	0,20	2,98	0,84	0,06	Sabá	0 - 10
	0,40	0,61	1,61	0,73	0,06	Sabá	10 - 90
	0,30	0,30	0,80	0,84	0,04	Sabá	90+
-----							
Média	1,60	1,05	2,17	1,09	0,24		
Máximo	8,18	3,04	4,62	3,91	0,71		
Mínimo	0,30	0,20	0,17	0,01	0,04		

menos cálcio que os medianas ou ligeiramente ácidos.

A calagem de solos ácidos tem sido uma prática muito comum em todos os solos ácidos do mundo, dados seus diversos efeitos benéficos largamente conhecidos. Entretanto, em diversos experimentos feitos na Estação Experimental de Ze Doca, não se verificou o resultado esperado. É provável que a quantidade adicionada tenha sido menor do que a necessária.

## 7. Magnésio (Mg++)

O magnésio é o quarto cátion em importância nêstes solos, seguindo o H+, o Ca++, e o Al+++.

Em amostras compostas, o magnésio revelou-se em teores médios para tôdas as séries estudadas. O conteúdo mais alto ocorreu na Série Capinambi com 2,04 meq/100 g solo, e o mais baixo foi de 1,02 meq/100 g solo encontrado nas Séries Toá, Turí e Paxiúba.

Em perfis representativos, o magnésio apareceu em diferentes quantidades e com distintas distribuições no perfil, segundo as diversas séries.

A Série Sabá caracteriza-se em quanto a êste elemento, por apresentar conteúdo muito baixo em todo o perfil. Entre 0-10 cm de profundidade, foram determinados 0,20 meq/100 g, aumentando para 0,61 meq/100 g entre 10-90 cm, para logo decrescer a 0,30 meq/100 g solo, abaixo dos 90 cm de profundidade.

A Série Ze Doca caracteriza-se por apresentar teores crescentes com a profundidade do perfil. Assim, entre 0-10 cm aparecem 0,51

meq/100 g, entre 5-20 cm, 1,43 meq/100 g, e finalmente, entre 20-70 cm de profundidade foram constatados 2,30 meq/100 g solo.

A Série Gurupí tem baixo conteúdo superficial (0,81 meq/100 g), decrescendo gradativamente conforme o perfil se aprofunda, chegando a 0,31 meq/100 g entre 40-80 cm de profundidade.

As demais séries possuem teores médios na superfície, os quais passam a ser baixos já no horizonte imediatamente inferior, decrescendo ainda conforme aumenta a profundidade do perfil. Entre estas séries no entanto, deve ser excluída a Série Capinambí por manter teores médios (entre 1,58-1,84 meq/100 g solo) em todos os horizontes, com excessão do horizonte de profundidade 30-50 cm onde este teor cai para 0,72 meq/100 g solo.

#### 8. Relação Calcio/Magnésio (Ca/Mg)

Segundo Hardy e Bazán (33), o melhor balanço entre estes dois cátions é 4. Havendo deficiência de Ca em relação ao Mg, a absorção do Ca pode ser grandemente diminuída pelas plantas quando é aplicado fertilizante potássico. Contudo, parece que a melhor relação depende de uma planta específica.

Em amostras compostas, as séries analisadas apresentaram esta relação entre 0,35 (Série Capinambí) e 1,60 (Série Paxiúba).

Em perfis representativos, o menor valor encontrado foi o de 0,37 na profundidade de 20-70 cm da Série Ze Doca. Esta série justamente chama a atenção por apresentar um exagerado valor (15,5) no horizonte superficial (0-5 cm), diminuindo bruscamente para 0,43 no horizonte imediatamente abaixo.

A Série que apresenta o balanço Ca/Mg mais adequado na superfície é a Série Gurupí (Ca/Mg = 3,77), seguida da Série Sabá (Ca/Mg = 2,50).

A distribuição do balanço Ca/Mg dentro do perfil não deixa, em geral, perceber nenhuma orientação definida, exceto para as Séries Ze Doca e Paxiúba. Estas duas séries apresentam uma redução contínua no valor da relação segundo aumenta a profundidade do perfil, o que significa que o cálcio tem continuamente maior mobilidade que o magnésio, ocorrendo assim, uma maior concentração relativa deste último. Isto está de acôrdo com os resultados encontrados por Hardy (32) em solos de Turrialba, mas contradiz Becket (5). Segundo êste último autor, solos pobres em Ca e Mg e fortemente lixiviados, reterão relativamente mais cálcio que magnésio.

Nas outras séries, observa-se que nos horizontes superficiais há uma baixa predominância do cálcio sôbre o magnésio, a qual vai diminuindo conforme se aprofunda no perfil, podendo inclusive haver algo mais de magnésio (como nas Séries Sabá entre 10-90 cm e Capinambí entre 10-30 cm). Entretanto, em tôdas as séries, e numa profundidade média de 60 cm, há novamente um aumento da concentração relativa de cálcio. Aqui então, se confirmam os resultados de Becket (5), segundo os quais, apesar de que o Ca e o Mg estão retidos no complexo coloidal com aproximadamente a mesma atração, em certos lugares específicos um ou outro pode apresentar comportamento diferente.

#### 9. Potássio (K<sup>+</sup>)

O potássio é o cátion encontrado em menor quantidade nos solos estudados.

Em amostras compostas, as séries analisadas mostraram-se pobres em K, com teores variáveis entre 0,22 meq/100 g (Série Capinambi) e 0,27 meq/100 g solo (Série Toá).

Nos perfis representativos, a Série Turi é a única que apresenta mediano teor de potássio, correspondente a 0,71 meq/100 g solo desde a superfície até 50 cm de profundidade, abaixo da qual há uma brusca redução para 0,25 meq/100 g solo. Chama-se a atenção para os resultados da Série Turi (Quadro 20), pois aparentemente foi fertilizada.

A Série Sabá caracteriza-se por ser extremamente pobre neste elemento, com um teor de 0,06 meq/100 g solo constante até os 90 cm de profundidade, diminuindo então para 0,04 meq/100 g solo.

A Série Toá distingue-se das demais em quanto a este elemento, por apresentar uma diminuição contínua dentro do perfil. Apresenta contudo, sempre teores baixos.

As Séries Maracajá, Paxiúba e Ze Doca, embora contendo teores inferiores a 0,3 meq/100 g no horizonte superficial, apresentam uma zona de acumulação relativa deste elemento a uma profundidade média de 45 cm, sem que, contudo, a quantidade de K+ nessa zona seja superior à da superfície.

As Séries Gurupi e Capinambi apesar de apresentarem baixo teor na superfície, apresentam medianos teores numa zona de acumulação a mais ou menos 60 cm de profundidade.

Chapman (21) dá como termo geral, que solos contendo quantidade menor que 0,14 meq/100 g deverão dar boa resposta à fertilização potássica, enquanto que em solos contendo mais de 0,43 meq/100 g solo,

apenas alguns poucos cultivos específicos apresentarão resposta.

Segundo esta informação, exceto a Série Turi, tôdas as demais deverão apresentar resultados satisfatórios com aplicação de fertilizantes potássicos. Entretanto, este efeito não se verificou experimentalmente\*. A explicação básica para isto, provavelmente está nas relações Ca/K, Mg/K e Ca+Mg/K, conforme será discutido oportunamente. Uma outra explicação, porém bastante menos provável, é a do aumento de alumínio na solução do solo por deslocamento catiônico quando é aplicado o potássio, segundo experimentos de Ragland e Coleman (55).

#### 10. Relação Calcio/Potássio (Ca/K)

Segundo Hardy e Bazán (33), o balanço mais adequado para os cultivos é 8. Isto porque o Ca é retido na membrana protoplásmica e na camada entre a parede celular e o protoplasma mais firmemente que o K, e por isso mesmo, mesmo pequenos excessos de Ca influenciam a absorção do potássio. Há também o efeito depressivo do excesso de potássio em relação ao cálcio. Assim, Overstreet et al (50) observaram que há um efeito depressivo do potássio na absorção do Ca. Venema (75, 76) concluiu que a fertilização potássica em solos pobres em Mg (é o presente caso) pode conduzir a uma diminuição na produção, em consequência da diminuição da absorção do Ca pelas plantas.

Em amostras compostas, esta relação varia entre 3,00 (Série Toá) e 6,1 (Série Turi).

---

\* SILVA, I. C. e FREITAS, J. A. C. Relatório dos resultados analíticos dos experimentos lançados na área do GIPM durante o ano agrícola de 1965/66. São Luiz, GIPM, DPB, dezembro 1966. 98 fl (dact).



Nos perfis representativos das Séries Toá, Sabá e Turí, a relação é algo elevada no horizonte superficial, diminuindo consideravelmente no horizonte adjacente, demonstrando grande mobilidade do Ca em comparação com o K; finalmente há uma relativa acumulação de K, devido a uma menor velocidade de lixiviação do Ca, numa profundidade média de 70 cm.

As demais séries não apresentam esta relativa acumulação de K, mas caracterizam-se pela alta relação existente no horizonte superficial. A Série Paxiúba apresenta o valor 8,7; a Maracajá, 12,69; as séries Gurupí e Capinambí valores ao redor de 10,5, e, finalmente, a Série Ze Doca, apresenta o exagerado valor de 28,21 - tudo isto no horizonte superficial. Em tôdas estas séries, a redução do valor Ca/K do horizonte superficial para o imediatamente abaixo é bastante acentuada.

#### 11. Fósforo Assimilável (Segundo o método de Bray e Kurtz)

Em amostras compostas, os teores de fósforo assimilável são baixos, variando entre 2,6 ppm (Série Paxiúba) e 7,6 ppm (Série Ze Doca).

Nos perfis representativos, a Série Turí apresenta 48,6 ppm P em seu horizonte superficial, decrescendo esta quantidade para 15,9 ppm entre 5-50 cm, e, abaixo dos 50 cm, decresce para 1,7 ppm. Entretanto, deve ser mencionado que esta série provavelmente foi fertilizada.

A Série Toá, apresenta 22,8 ppm na capa superficial, com um brusco decréscimo para a capa imediatamente abaixo (passa para

3,0 ppm) decrescendo mais ainda com o aumento em profundidade. A Série Sabá caracteriza-se por apresentar 4,4 ppm entre 0-10 cm de profundidade, e abaixo dos 10 cm, apenas traços foram detectados. A Série Capinambi apresenta 4,1 ppm no horizonte superficial, mantendo o nível de 1,4 ppm até 80 cm de profundidade. As demais séries sempre apresentam quantidades inferiores a 8,0 ppm no horizonte Ap, com sensível diminuição nos horizontes seguintes. A explicação para estas variações pode ser atribuída ao conteúdo de matéria orgânica destes solos, conforme pode ser deduzido do Quadro 27, no qual foram excluídas as séries Toá (por ser aluvial), e os dois primeiros horizontes da Série Turí (que aparentemente foi fertilizada).

O Quadro 27 pode ser assim resumido:

<u>% de M.O.</u>	<u>ppm de P</u>
> 0,80	> 2
< 0,80	< 2

Chapman (21) sumariza as seguintes interpretações para resultados de análises de fósforo assimilável pelo método de Kurtz e Bray:

<u>ppm P no solo</u>	<u>resposta pelos cultivos</u>
< 7	esperada
7 - 20	provável
>20	improvável

Segundo estes dados, tôdas as séries atualmente estudadas deverão apresentar resposta à fertilização fosfatada, o que não se observou no campo, especialmente nas Séries Toá e Ze Doca, cultivadas com o amendoim (Arachia hypogea). Experimentos feitos usando o super-

QUADRO 27. Relação entre matéria orgânica e fósforo assimilável.

Série	Profundidade (cm)	M.O. (%)	P assimilável* (ppm)
Capinambí	0-10	1,72	4,1
Paxiúba	0-10	1,60	4,5
Ze Doca	0- 5	1,55	5,9
Maracajá	0-10	1,25	3,2
Sabá	0-10	0,89	4,4
Ze Doca	5-20	0,80	2,3
Gurupi	10-40	0,79	2,2
-----			
Paxiúba	10-20	0,74	1,2
Capinambí	10-30	0,73	1,4
Capinambí	30-50	0,59	1,4
Ze Doca	20-70	0,55	1,5
Paxiúba	20-50	0,55	1,2
Maracajá	10-40	0,52	1,2
Gurupi	40-80	0,48	traços
Sabá	10-90	0,47	"
Maracajá	40-60	0,43	1,2
Sabá	90+	0,28	traços

\* Fósforo assimilável segundo o método de Bray e Kurtz (17).

OBS: excluída a série aluvial (Toá), e a Série Turí (por aparentar ter sido fertilizada artificialmente).

fosfato simples como fonte de fósforo, não apresentaram significativa resposta à aplicação deste fertilizante isoladamente, seja em ausência ou presença de calcário. Com dosagem de 1.500 kg/ha de calcário houve significação do tratamento NPK, e com dosagem de calcário da ordem de 3.000 kg/ha, houve significância da interação NP. Estes resultados insatisfatórios, ou pelo menos em desacordo com o que poderia ser esperado das interpretações analíticas, deverão ser atribuídas ao poder de fixação de fosfato por todos os solos estudados, como será discutido em outro local.

## 12. Retenção de Fosfatos

A retenção de fósforo em amostras compostas foi bastante elevada em todas as séries, variando entre 84,2% (Série Maracajá) e 91,8% (Série Sabá). Os dados de retenção podem ser vistos no Quadro 28.

QUADRO 28. Retenção de fosfatos em amostras compostas (0 - 20 cm).

Série	Retenção P (%)
Capinambi	87,0
Maracajá	84,2
Gurupi	87,5
Paxiúba	86,1
Sabá	91,8
Toá	86,4
Turi	87,0
Ze Doca	86,4

Êstes valores são bastante mais elevados que os encontrados por Fassbender (25) para alguns latosolos amazônicos, e assemelham-se mais aos resultados encontrados por êste mesmo autor em solos de Costa Rica (26).

Nos solos presentemente estudados, não se pode perceber nenhuma relação entre porcentagem de matéria orgânica e/ou Al com o poder de fixação de fósforo, o que está em desacôrdo com resultados encontrados em solos superficiais de alguns latosolos amazônicos (25). Entretanto, a maioria dêstes solos são considerados de outros Grandes Grupos (Ground Water Laterite), e os dois únicos latosolos (Séries Sabá e Turí) diferem quimicamente dos latosolos amazônicos mencionados.

Êste alto poder de fixação de fosfatos significa que fertilizações fosfatadas comuns não deverão apresentar uma resposta adequada, o que efetivamente foi observado no campo, utilizando-se o superfosfato simples com dosagem de 90 kg/ha de P em amendoim (Arachis hypogea).

### 13. Saturação com Bases (V%)

Em amostras compostas a % de saturação com bases varia entre 37% (Série Toá) e 58% (Série Paxiúba), valores êstos que indicam, em geral, poucas bases adsorvidas no complexo coloidal do solo, o que está de acôrdo com a idade e as características pedológicas.

Nos perfis representativos das séries no entanto, salvo uma exceção (Série Sabá com 17%), este índice sempre se mantém acima de 50% no horizonte superficial.

A Série Sabá apresenta baixo teor no horizonte Ap (17%), aumentando para 32% entre 10-90 cm e diminuindo em seguida para 29% abaixo dos

90 cm de profundidade.

A Série Turf chama a atenção por seu elevadíssimo valor (98%) no horizonte superficial. Este valor difere grandemente das outras séries e mesmo do valor encontrado em sua amostra composta. Em virtude disto, é válido supor-se que, apesar dos cuidados tomados por ocasião da coleta de amostras, este preciso local deve ter sido fertilizado artificialmente.

As demais séries apresentam valores superiores a 60% na superfície, decrescendo continuamente conforme se aprofunda no perfil.

Schachtschabel e Renger (57) estudando a relação entre o pH (KCl) e a % de saturação com bases em solos pantanosos e "Parabraunerde" concluíram que, a baixos pH haviam baixos valores para V% comparados com os de pH mais elevados, e que a correlação mais perfeita estava entre o pH da M.O. e V%, ao passo que uma correlação menos perfeita encontrou-se entre o pH de material inorgânico e V%.

Nos solos presentemente estudados, vê-se claramente que os solos fortemente ácidos têm menor % de V que os solos medianamente ácidos, o que poderá ser visto através do Quadro 29. Estes resultados portanto, estão mais ou menos de acordo com os encontrados por estes autores acima mencionados.

#### 14. Soma de Bases (S)

A soma de bases segue a mesma tendência geral da %V, estando igualmente relacionado com o pH do solo (Quadro 29), onde, em geral, ocorre o seguinte:

QUADRO 29. Relações entre pH, S- e V- nos solos da Estação Experimental de Ze Doca.

Série	Profundidade (cm)	S (meq/100 g solo)	V (%)	pH (KCl)
Capinambi	50-80	4,19	38	3,5
Gurupi	40-80	1,39	20	3,6
Ze Doca	20-70	3,46	43	3,7
Toá	40-80	1,22	26	3,7
Sabá	0-10	0,80	17	3,7
Paxiúba	20-50	1,62	30	3,8
Maracajá	40-60	0,79	20	3,8
Gurupi	10-40	1,53	24	3,8
Ze Doca	5-20	2,21	42	3,9
Maracajá	10-40	0,98	28	3,9
Sabá	10-90	1,12	32	3,9
Sabá	90+	0,68	29	3,9
Capinambi	30-50	2,70	47	3,9
Paxiúba	10-20	1,77	37	4,0
Capinambi	10-30	3,62	58	4,0
Toá	10-40	1,24	28	4,0
M é d i a		1,83	32,44	
M á x i m o		4,19	58	
M i n i m o		0,68	17	
Capinambi	0-10	5,01	54	4,6
Toá	0-10	3,40	60	4,6
Ze Doca	0- 5	9,03	74	4,6
Paxiúba	0-10	3,25	54	4,7
Turí	50+	1,84	23	4,7
Gurupi	0-10	4,20	66	4,9
Maracajá	0-10	3,78	63	5,0
Turí	5-50	5,82	86	6,0
Turí	0- 5	8,38	98	7,0
M é d i a		4,97	64,22	
M á x i m o		9,03	98	
M i n i m o		1,84	23	

<u>pH (KCl)</u>	<u>S</u>
< 4,0	1,83
> 4,6	4,97

15. Relação Magnésio/Potássio (Mg/K)

O magnésio é conhecido como antagônico ao K, na absorção vegetal (33). Segundo Hardy e Bazán (33), o melhor balanço entre estes dois cátions, é  $Mg/K = 8$ .

Em amostras compostas, apenas a Série Capinambi apresentou relação favorável, com o valor de 8,36; as demais séries apresentaram valores muito baixos, variando entre 3,78 (Série Toá) e 4,93 (Série Ze Doca).

Nos perfis representativos, as Séries Turí, Toá e Gurupi apresentaram baixo valor superficial (entre 4,58 na Série Toá e 2,79 na Série Gurupi), com diminuição contínua dentro do perfil, indicando uma contínua mobilização mais acentuada do Mg em relação ao K.

A Série Maracajá apresenta esta mesma tendência, porém destaca-se destas, por apresentar o valor 9,50 entre 0-10 cm diminuindo em seguida bruscamente para 2,50 a 10-40 cm de profundidade.

As Séries Ze Doca, Capinambi, Paxiúba e Sabá caracterizam-se por apresentar uma zona de acumulação relativa de Mg dentro do perfil a uma profundidade média de 30 cm, dando  $Mg/K > 8$ . Nestas séries, os valores no horizonte superficial são excessivamente baixos. Entretanto, a Série Sabá apresenta a tendência de manter um balanço mais adequado abaixo dos 90 cm de profundidade.



Fertilizações potássicas foram realizadas através de um fatorial  $3^3$  com NPK em presença e ausência de calagem, usando-se o amendoim (Arachis hypogea) como indicador, e não se verificou resposta positiva. Estes experimentos foram realizados na Série Toá, a qual, pelo seu conteúdo de K, deveria apresentar uma resposta favorável. Observou-se contudo, que aumentando-se a dosagem do K diminuía a produção de sementes. As relações Mg/K indicam que o magnésio não ocorre em grandes excessos em relação ao potássio, significando isto que não de verá haver um efeito deprimente na normal absorção do K pelas raízes. A explicação portanto, deverá estar nos outros balanços catiônicos já discutidos.

#### 16. Alumínio (Al)

O alumínio é o segundo elemento em importância adsorvido no complexo de intercâmbio catiônico destes solos.

Em amostras compostas, é encontrado em proporções variáveis entre 0,10 meq/100 g solo (Série Paxiúba) e 0,84 meq/100 g solo (Séries Toá e Turí).

Nos perfis representativos, o alumínio em geral aumenta sensivelmente conforme se aprofunda no perfil, acompanhando a diminuição do pH. As relações entre Al e pH podem ser apreciadas no Quadro 23 e já foram mencionadas no item 1 (pH).

A Série Turí apresenta <0,01 meq/100 g no horizonte superficial, sendo este o valor mais baixo encontrado, aumentando abaixo dos 50 cm. A Série Sabá apresenta o mais alto conteúdo superficial, com 0,84 meq/100 g solo. Nesta série, há a particularidade de que o Al

decrece ligeiramente no horizonte sub-superficial, para sofrer novo incremento abaixo dos 90 cm de profundidade. Este último valor iguala ao encontrado na camada superficial.

As Séries Maracajá, Gurupí e Toá apresentam 0,10 meq/100 g na superfície, seguindo as mesmas características das séries por último mencionadas. O valor mais alto encontrado foi o de 3,72 meq/100 g na Série Gurupí, a uma profundidade de 40-80 cm.

Em quanto a aspectos tóxicos, Chapman (21) menciona que solos contendo mais que 1 meq Al/100 g são potencialmente tóxicos, desde que outras condições permitam sua alta solubilização. Desta maneira, os solos atualmente estudados, poderão apresentar toxicidade de alumínio abaixo dos 30 cm de profundidade.

Segundo este mesmo autor, com aspecto geral de toxicidade devida ao alumínio na solução do solo, pode ser verificado o seguinte:

<u>Al em solução</u>	<u>Efeito nas plantas</u>
< 0,5 ppm	não daninho
0,5-1,0 ppm	provavelmente tóxico
> 1,0 ppm	toxicidade altamente provável

Trabalhando em solos tropicais, Venema (75, 76) apresenta argumentos segundo os quais a toxicidade de alumínio provavelmente não é corretamente explicada, devendo-se atribuir o crescimento insatisfatório de cultivos, a deficientes balanços entre diversos cátions nas folhas das plantas.

17. Relação Ca+Mg/K

Segundo Hardy e Bazán (33), a melhor relação entre estes cá-tions é 40. Afirmam que um solo deficiente em potássio pode não res-ponder à fertilização potássica se este solo também é deficiente em Ca e em Mg. Entretanto, parece que uma relação destas não é suficien-te para explicar a falta de resposta à fertilização potássica em so-los deficientes em potássio. Por exemplo, a deficiência de boro pode causar uma depressão nas colheitas quando é aplicado fertilizante po-tássico (33), o que se deveria a um antagonismo entre o K e o B.

Em amostras compostas, esta relação varia entre 6,8 (Série Toá) e 12,5 (Série Capinambi).

Em perfis representativos das séries, a Série Ze Doca é a que apresentou o valor mais alto na superfície, de 30,0. O mais baixo va-lor foi encontrado na Série Toá ( 97 ).

Nota-se uma contínua diminuição do valor dêste balanço catiônico a medida que se aprofunda no perfil, demonstrando uma diminuição mais acentuada do Ca e do Mg que do potássio. A excessão para êste compor-tamento é encontrada na Série Sabá, a qual apresenta um incremento do valor da relação com a profundidade, denotando que neste caso, o po-tássio é mais rapidamente perdido que o Ca+Mg. Encontrar uma explica-ção para isto é difícil, e estudos específicos deverão ser realizados para aclarar o problema.

18. SiO<sub>2</sub>

Em amostras compostas das séries estudadas, a % de sílica

variou entre 6,0 na Série Turí, e 7,2 nas Séries Ze Doca e Capinambí.

Em perfis representativos, as Séries Capinambí, Gurupi, Maracajá e Ze Doca apresentaram incremento contínuo no conteúdo de sílica conforme se aprofunda no perfil, seguindo de modo direto a tendência do aumento da acidez com a profundidade. Nestas séries portanto, o aumento do conteúdo de sílica com a profundidade pode ser explicado como sendo consequência da lixiviação mais rápida na superfície que a maiores profundidades, o que pode ser provocado por dois fatores principais, explicados em recente revisão de bibliografia (43):

- a) diminuição da solubilidade da sílica provocada por óxidos (nestas séries há concentração de óxidos de ferro e de alumínio nas partes mais profundas do perfil);
- b) diminuição da solubilidades da sílica a maiores profundidades provocada por combinação com o alumínio, o qual está relacionado com o pH como já foi discutido, o qual aumenta com a profundidade.

Destas séries mencionadas, a Capinambí apresenta os valores mais elevados: 10,9% entre 0-10 cm e 22,8% entre 50-80 cm de profundidade. A Série Maracajá apresenta os valores mais baixos: 6,0% na superfície e 7,2% entre 40-60 cm de profundidade.

As outras séries estudadas apresentam características diferentes. Assim, a Série Toá, que é aluvial, apresenta o valor constante de 5,6% nas duas primeiras capas superficiais, aumentando para 6,4% entre 40-80 cm de profundidade. A Série Paxiúba apresenta 8,4% na superfície, incrementando para 9,6% entre 10-20 cm, diminuindo em seguida

para 8,1% entre 20-50 cm. A Série Turí apresenta 5,5% superficialmente, logo 4,7% entre 5-50 cm, e abaixo dos 50 cm, 6,8%.

Finalmente, a Série Sabá apresenta 5,1% entre 0-10 cm, 7,6% entre 10-90 cm, quantidade esta que diminui para 7,2% abaixo dos 90 cm de profundidade.

Entre estas séries, chama a atenção a Série Toá porque, sendo um solo aluvial, deveria contar bastante sílica quando comparada com as outras séries. É provável que algum mecanismo aqui esteja influenciando numa rápida lixiviação de sílica.

Em quanto às outras séries por último citadas, a variação na proporção de  $\text{SiO}_2$  nos diferentes horizontes deverá estar relacionada com algum dos diversos fatores que influenciam sua mobilidade no solo, os quais são discutidos por McKeague e Cline (43).

A distribuição da sílica no perfil das séries de solos atualmente estudadas está mais ou menos de acordo com os resultados apresentados por Sombroek (65) para diversos solos de idênticos Grandes Grupos em diversas localidades da Amazônia.

Há na realidade, uma grande diversidade, que dificulta uma interpretação mais detalhada, considerando-se os dados existentes.

#### 19. $\text{Al}_2\text{O}_3$ total

Nas amostras compostas analisadas, o sesquióxido de alumínio variou entre 2,8% (Séries Toá e Turí), e 4,4% (Série Capinambí).

Nos perfis representativos, observa-se invariavelmente um incremento mais ou menos acentuado da percentagem de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  com o aumento da

profundidade. Nos horizontes superficiais, a Série Turí apresenta o teor mais baixo (1,5%), e a Série Ze Doca, o mais elevado (5,0%). Estes valores estão mais ou menos de acôrdo com os apresentados por Sombroek (65) para diversos solos amazônicos. Entretanto, como no caso da sílica, há uma variação apreciável tanto em conteúdo como na distribuição nos horizontes, de uma para outra série, e de um lugar para outro na região geográfica da Amazônia.

Nas séries presentemente estudadas, é interessante observar que em todas elas, a quantidade de sesquióxido de alumínio no seu horizonte mais inferior, é cerca de duas vezes maior que no horizonte superficial.

Este incremento de sesquióxidos de alumínio pode ser devido a lixiviação de horizontes superiores, ou formação "in situ". Contudo, somente estudos específicos poderão aclarar o problema.

Também Vieira (78) apresenta resultados analíticos que permitem, em linhas gerais, interpretações semelhantes.

## 20. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Em amostras compostas, o Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> varia entre 1,0% (Série Turí) e 3,2% (Série Capinambí).

Nos perfis representativos, a situação geral é semelhante à do sesquióxido de alumínio, notando-se entretanto, que, sem excessão, o conteúdo de sesquióxidos de ferro destes solos sempre são mais baixos que os de alumínio, sendo que na maioria das vezes, esta diferença é ao redor de 50%. Isto demonstra que o material originário destes

solos é mais rico em feldspatos e plagioclásios que em minerais máficos. Análises apresentadas por Vieira (78) em diversos latossolos amazônicos demonstram também uma predominância dos sesquióxidos de alumínio sobre os de ferro, com algumas excessões específicas.

Assim como no caso do sesquióxido de alumínio, o de ferro também pode ter sido originado "in situ" a partir de íons ferrosos ou férricos, assim como por movimentação através dos horizontes.

## 21. Ki

O índice Ki é definido como a relação molecular  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Em amostras compostas, este índice varia entre 2,81 (Série Capinambí) e 3,93 (Série Ze Doca).

Observando os perfis representativos, a Série Ze Doca chama a atenção por apresentar um sensível incremento com a profundidade. Na profundidade de 20-70 cm, este valor é menor que no horizonte superior (5-20 cm), mas, de qualquer maneira, superior ao do horizonte Ap.

Por outro lado, já foi discutido o contínuo incremento tanto de sílica como de sesquióxido de alumínio conforme se aprofunda no perfil desta e de outras séries. Portanto, a evidência é que está havendo uma acumulação muito maior de sílica que de sesquióxido de alumínio.

Usualmente o índice Ki é usado como uma indicação grosseira dos tipos de argila presentes, e nêle baseados, pode supor-se que:

- a) outros tipos de argila ocorrem nesta série, de lâttice 2:1;
- b) pelo menos parte da sílica determinada é constituída de gels inativos, conforme sugere Sombroek (65).

Talvez esta última suposição seja a mais válida, se fôr considerada a baixa c.i.c. determinada, e se forem generalizados os roentogramas apresentados por Sombroek (65) para diversos solos da Amazônia, os quais demonstram uma grande predominância, quase absoluta, da caolinita na fração argilosa.

Em tôdas as outras séries, o comportamento do índice Ki é bastante uniforme, considerando sua distribuição dentro dos perfis, uma vez que há uma contínua diminuição de seu valor conforme aumenta a profundidade.

Entretanto, como na Série Ze Doca, os valores são mais elevados do que seria de esperar-se: na superfície, o mais baixo valor encontrado foi Ki = 6,06 na Série Turí. Considerando em conjunto todos os horizontes de tôdas as séries, o menor índice corresponde à Série Sabá (90+cm), onde Ki = 1,97. Vê-se pois, que em todos os casos este índice tem elevado valor.

## 22. Kr

Este índice é definido como sendo a relação molecular entre sílica e sesquióxido de alumínio mais de ferro.

Em amostras compostas, o Kr variou entre 1,93 na Série Capinambí, e 2,97 na Série Turí, sendo portanto bastante elevados.

As características da distribuição deste índice dentro dos perfis são exatamente as mesmas do índice Ki, inclusive verificando-se a mesma excessão encontrada na Série Ze Doca.

A evidência geral para tôdas as séries, é que está havendo uma acumulação maior de sílica que de sesquióxidos, ou uma maior



translocação de sesquióxidos que de sílica, fato este que não se esperava encontrar nestes solos.

Uma explicação tentativa para os altos valores encontrados, pode ser a mesma mencionada anteriormente para Ki.

## E. VARIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DA CAPA ARAVEL DOS SOLOS COM A TOPOGRAFIA LOCAL

### 1. Introdução

A topografia afeta diretamente as relações de água-solo, incluindo o movimento de água (vertical e horizontal) dentro do perfil, como é bem conhecido. Estes movimentos irão constituir importantes fatores no "status" químico do solo devido às seguintes características fundamentais:

- a) irão promover a remoção de matéria orgânica e outras partículas do complexo adsortivo por processos de erosão;
- b) pela mesma erosão, promoverão a deposição de materiais arrastados para as partes mais baixas do terreno;
- c) irão afetar o estado de oxido-redução de compostos de enxofre, ferro, manganês, nitrogênio e carbono, principalmente, o que poderá ocasionar o aparecimento de substâncias tóxicas e/ou inaproveitáveis pelas plantas;
- d) irão afetar certas propriedades do perfil, como formação de "pans", moteados, concreções lateríticas;
- e) irão afetar o grau de lixiviação de elementos químicos dentro do perfil.

Parece que estudos semelhantes a estes ainda não foram realizados em solos tropicais, especialmente em lugares cujas elevações, embora dominando o ambiente, sejam de alturas na maioria das vezes ao redor de 50 m de altura.

Para a área de colonização, onde existe uma fisiografia destas, seria interessante conhecer se existe ou não variação das propriedades químicas como função da topografia, pois, assim, num relance, poderiam ser indicadas as potencialidades agrícolas das terras, e conhecer variações pedológicas.

## 2. Métodos

Os métodos de campo consistiram em traçar os caminhamentos adequados sobre o mapa básico, assinalando as cotas onde seriam coletadas as amostras. Considerou-se que bastariam dois caminhamentos, passando pelos pontos mais baixos e mais altos do terreno. Com o uso de bússola e corrente de agrimensor, foi possível saber-se o local da coleta das amostras com uma razoável precisão.

Os métodos químicos foram os já mencionados. Contudo, os cátions intercambiáveis após extraídos com o acetato de amônio 1N pH = 7,0, foram determinados com o espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer Mod. 303.

## 3. Resultados e Discussões

Os resultados estão resumidos nos Quadros 30 e 31. O primeiro caminhamento esteve integralmente dentro da Série Ze Doca, e as seguintes observações são feitas:

QUADRO 30. Variação de algumas propriedades químicas do solos em função da topografia.

Ccta (m)	Serie	pH		M.O. (%)	N to tal (%)	C/N	Cátions intercambiáveis					V (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livres (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	
		H <sub>2</sub> O	KCl				Total	K	Ca	Mg	Mn				S
meg/100 g solo															
106	Ze Doca	4,7	4,6	1,00	0,04	14	13,8	0,86	2,35	3,18	1,33	7,72	56	1,12	0,10
112	"	6,2	6,0	0,95	0,04	16	16,4	1,03	3,85	2,77	1,23	8,88	54	1,12	traços
112	"	5,5	5,3	1,50	0,07	12	13,8	0,99	2,27	1,48	0,80	5,54	40	1,26	"
112	"	5,5	5,0	0,83	0,06	8	8,6	0,71	2,27	0,97	0,31	4,26	50	1,40	0,12
118	"	5,0	4,7	1,05	0,07	8	6,6	0,99	1,52	0,83	0,31	3,65	55	1,54	0,30
124	"	4,7	4,4	0,80	0,05	9	7,2	0,46	0,42	0,62	0,18	1,68	23	2,52	traços
104	Capinambi	4,9	4,5	1,13	0,08	8	18,3	0,82	2,70	0,97	0,47	4,96	27	2,52	0,12
98	Toá	6,2	6,1	0,63	0,07	6	13,3	0,99	2,20	0,69	0,92	4,80	36	1,68	0,40
104	Ze Doca	6,1	5,8	1,50	0,11	8	13,3	1,58	2,69	3,18	0,70	8,15	61	0,98	0,30
104	Capinambi	4,6	4,4	0,95	0,09	7	6,6	0,63	1,10	1,48	0,07	3,28	50	1,26	traços
110	Gurupi	4,5	4,3	1,84	0,09	12	11,6	1,62	1,26	0,91	tr	3,70	33	0,98	0,18
116	Paxiúba	4,8	4,6	0,79	0,04	12	6,6	0,69	0,59	0,62	0,37	2,27	34	1,12	0,10
122	Paxiúba	4,9	4,6	1,62	0,07	14	6,6	0,47	0,59	0,28	tr	1,34	20	1,12	0,10

OBS: Fe++ e Cu++ revelaram-se completamente em tôdas as análises.

QUADRO 31. Variação do conteúdo de fosfatos em função da topografia.

Cota (m)	Série	Fósforo total ppm	Fósforo orgânico ppm	Fosfatos inorgânicos, ppm				Totais	
				Solúvel água	Ca-PO <sub>4</sub>	Fe-PO <sub>4</sub>	Al-PO <sub>4</sub>		Outros
106	Ze Doca	296	96	traços	2,05	33,5	10,0	154,45	200
112	"	276	76	"	45,00	38,5	13,0	103,50	200
112	"	200	88	"	2,25	24,0	10,0	75,75	112
112	"	280	104	"	1,76	7,5	4,5	162,24	176
118	"	384	248	"	1,88	23,0	3,0	108,12	136
124	"	340	125	"	29,15	20,0	2,3	163,55	215
-----									
104	Capinambi	200	24	traços	1,62	36,0	tr	138,38	176
98	Toá	140	36	"	1,97	25,0	14,7	62,33	104
104	Ze Doca	258	23	"	36,25	29,5	10,5	158,75	235
104	Capinambi	120	12	"	1,76	23,0	20,0	63,24	108
110	Gurupi	120	12	"	1,76	15,0	6,5	84,74	108
116	Paxiúba	140	24	"	2,20	27,5	4,0	94,80	116
122	Paxiúba	100	36	"	1,50	29,5	tr	33,00	64

- a. pH (H<sub>2</sub>O e KCl) - não se pode verificar uma variação de acordo com as diferentes alturas do terreno. Na cota de 106 m, o pH (KCl) foi de 4,6, manteve-se ao redor de 5-6 entre os 112-118 m, e decresceu novamente para 4,4 na cota de 124 m. O pH medido em KCl sempre foi inferior ao medido em água, conforme já havia sido observado em outro local. Entretanto, aqui as diferenças mostraram-se menos acentuadas.
- b. M.O. - Não se pode perceber nenhuma orientação definida, havendo na realidade uma grande variação de um ponto para outro, e dentro da mesma altura do terreno. Por exemplo, na cota de 112 m houve uma variação de 0,83% a 1,50%, dados estes que conferem com as observações já feitas para a Série Ze Doca.
- c. N total - apresenta também uma certa variação de um ponto para outro. Confirma-se aqui, que os mais altos teores de nitrogênio total não correspondem aos mais altos teores de matéria orgânica.
- d. C/N - nesta relação pode ser observada a tendência geral de que nas partes mais baixas do terreno, C/N é mais elevado do que nas partes mais altas, sugerindo que uma maior atividade microbiana ocorre nestas últimas, talvez devido a melhores condições de aeração nestas terras mais elevadas.
- e. T - existe também uma tendência geral de uma maior capacidade de intercâmbio catiônico nas terras mais baixas.
- Nota-se uma forte coincidência entre os valores de T e a relação C/N, a qual entretanto não foi verificada na análise individual dos perfis das séries.

f. K - não se percebe nenhuma orientação definida em quanto ao potássio, apesar de que na cota mais elevada deste primeiro caminamento (124 m) e na mais baixa (106 m) foram determinadas as quantidades mais baixas.

g. Ca e Mg - é possível perceber-se uma orientação geral. Assim, as partes mais baixas contém mais cálcio e magnésio que as partes mais altas. Como isto está coincidindo com a tendência da relação C/N, é possível que a explicação parcial esteja relacionada com uma menor atividade microbiana nas partes mais baixas, as quais são de drenagem deficiente. Outra possível explicação, é a remoção destes elementos por erosão, das partes mais altas.

h. Mn - também é possível perceber-se uma tendência geral entre a quantidade de manganês e a altura do terreno. Desta maneira, as partes mais baixas apresentam uma maior quantidade que as partes mais elevadas.

i. S - a soma de bases intercambiáveis apresenta a tendência geral de ser mais elevada nas partes baixas do terreno. Isto será uma consequência direta da variação dos cátions como discutido acima.

j. V% - a percentagem de saturação com bases não apresenta nenhuma orientação definida.

k. Sesquióxido de alumínio livre - não apresenta tendência de orientarse segundo a topografia.

i. Sesquióxido de ferro livre - parece que tende a apresentar valores maiores nas partes mais altas do terreno, e valores menores nas partes mais baixas.

11. Fosfatos - o único fosfato que aparenta ter uma variação segundo a topografia, é o fosfato de alumínio, pois verifica-se que nas partes mais altas do terreno ocorre menos  $Al-PO_4$  que nas partes baixas.

O segundo caminhamento abrange cinco das oito séries cartografadas. As observações de pH, M.O. e N total coincidem com as do primeiro caminhamento, ou seja, não se verifica uma tendência de comportamento em função da topografia. Em quanto à relação C/N no entanto, a situação é exatamente a inversa, pois há uma tendência desta relação apresentar maiores valores nas cotas mais altas e menores valores nas cotas mais baixas.

Em quanto a T, também em contrário do primeiro caminhamento, não se pode perceber nenhuma tendência de orientação quanto às variações topográficas do terreno.

O Ca e o Mg parecem comportar-se de maneira idêntica à apresentada no primeiro caminhamento, pois é possível perceber-se, ainda que de forma um tanto mascarada, uma disposição geral destes dois elementos. Assim, as cotas mais altas tendem a ter menos Ca e Mg que as cotas mais baixas. O mesmo pode ser dito em relação ao Mn.

A soma de bases (S), também apresenta-se mais elevada nas cotas mais baixas que nas altas.

Quanto a V%, sesquióxido de alumínio livre, e sesquióxidos de ferro livre, nada pode ser concluído.

No referente a fosfatos, parece que existe uma tendência geral,

em quanto ao fosfato de alumínio, de orientar-se com a topografia, como foi verificado no primeiro caminhamento. Assim, parece haver uma ligeira tendência de haver mais fosfato de alumínio nas cotas baixas que nas cotas altas.



#### IV. USO POTENCIAL DA TERRA

A classificação das terras na área de colonização, segundo o seu uso potencial, foi feita levando-se em consideração o nível de tecnologia atualmente usado pelos agricultores, o qual já foi descrito em outro local. Admite-se que, usando uma tecnologia adequada para cada unidade cartográfica, a produtividade das terras poderá ser pelo menos 50% superior à obtida na atualidade.

##### A. METODOLOGIA

Seguiu-se o método idealizado e desenvolvido Plath (52), tendo-se aqui como critérios principais as seguintes características:

- a) Solos (os quais estão associados com drenagem - ver "Solos")
- b) Pendentes
- c) Clima.

##### B. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas quatro zonas de uso potencial da terra, a seguir descritas:

###### 1. Zona de Uso Intensivo

Apesar de problemas de fertilização encontrados em solos da Estação Experimental de Ze Doca, é possível considerar uma zona de uso potencial intensivo para o atual estágio de desenvolvimento dessa região. Aqui estão as terras planas a suavemente onduladas (pendentes geralmente de 0-8%), onde pelo menos 70% de sua superfície total

é capaz de dar elevadas produções por unidade de área, tratando-se de cultivos adaptados a região, mediante uso de práticas agrícolas simples de drenagem, irrigação, uso de máquinas simples, adequado preparo da terra, fertilização mineral e orgânica, calagem, uso de sementes melhoradas, de pesticidas, rotação de cultivos, e práticas mais ou menos simples de conservação de solos.

Em geral, estas terras não oferecem limitações para o uso de máquinas agrícolas, mas ocasionalmente, e especialmente nos lugares de maiores pendentes e na estação chuvosa do ano, pode ser muito difícil ou mesmo impossível o uso de máquinas pesadas.

Recomenda-se a utilização destas terras principalmente com cultivos anuais e pecuária intensiva.

## 2. Zona de uso extensivo

Pelas suas características de pendentes mais pronunciadas, pelo menos 70% da superfície total desta zona é capaz de dar produções médias por unidade de área, para os cultivos adaptados à região mediante práticas simples ou de complexidade média de conservação de solos, e práticas agrícolas simples ou médias, como uso de sementes melhoradas, de fertilizantes (minerais e orgânicos), corretivos de solos, de pesticidas, etc.

O uso de máquinas pode se tornar algo difícil devido às pendentes, mas não oferece, em geral, maiores problemas quando se tratam de máquinas leves.

Esta zona é indicada principalmente para cultivos permanentes, inclusive pecuária intensiva.

3. Zona de uso florestal

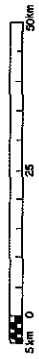
Esta zona, por suas fortes pendentes (em geral ao redor de 40%), deve ser conservada para proteção de bacias hidrográficas. Nos lugares onde as pendentes sejam algo mais suaves, pode-se recomendar o cultivo de árvores de rápido crescimento.

4. Zona de uso limitado

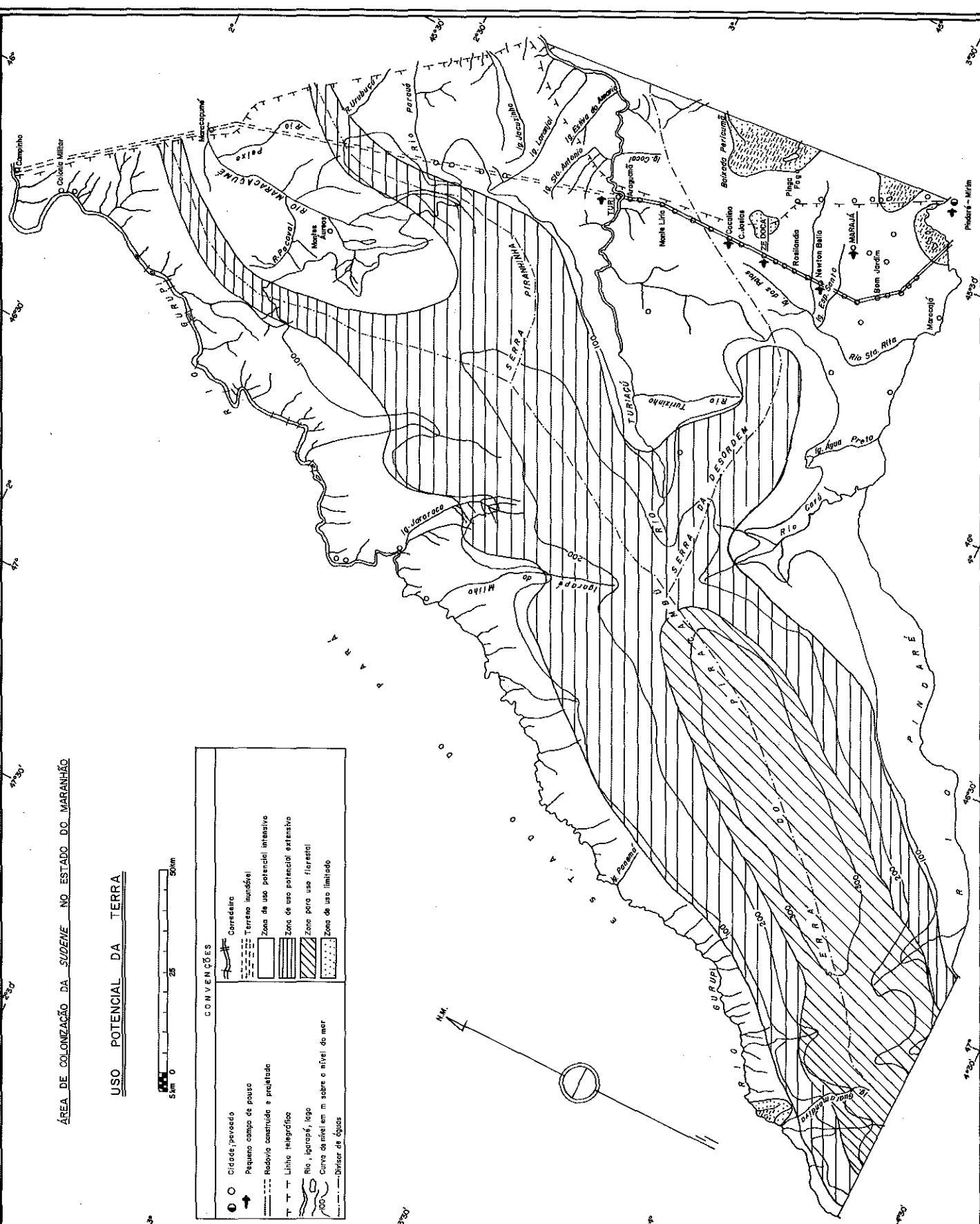
Esta região compõe-se de áreas pantanosas, sujeitas a inundações anuais, e permanentemente cobertas de águas. As áreas sujeitas a inundações anuais podem ser utilizadas em época adequada, com cultivos de rápido crescimento, podendo então dar elevadas produções por unidade de superfície, mediante o uso de práticas agrícolas simples.

ÁREA DE COLONIZAÇÃO DA SUDENE NO ESTADO DO MARANHÃO

USO POTENCIAL DA TERRA



CONVENÇÕES	
○	Cidade, povoado
↑	Pequeno campo de pouso
---	Redeovia construída e projetada
---	Corredeira
---	Terreno inundável
▨	Zona de uso potencial intensivo
▧	Zona de uso potencial extensivo
▩	Zona para uso florestal
▪	Zona de uso limitado
—	Rio, igarapé, lago
—	Curva de nível em m. sobre o nível do mar
—	Distância de águas



## V. CONCLUSÕES

1. O método usado para o inventário de recursos é satisfatório para dar uma boa noção dos recursos naturais encontrados, mesmo para zonas pouco conhecidas como a do presente estudo. Parece entretanto, que o fator conhecimento pessoal da zona a ser estudada influi consideravelmente na adequada interpretação das informações.

Para o nível de informações que se desejam apresentar com um inventário de recursos naturais, é possível apresentar mapas mais exatos com o uso de fotografias aéreas a escala conveniente, apesar da intensa cobertura vegetal que se verifica no presente caso. Como os mapas apresentados neste estudo foram confeccionados sem o uso de fotografias aéreas, eles são algo inexatos, porém seguem satisfazendo, levando-se em consideração o nível e escala em que são apresentados.

2. Os rios e "igarapés" formadores das quatro bacias hidrográficas da área de colonização provavelmente melhor poderão ser usados como vias navegáveis, de um modo todo particular na época chuvosa, servindo então como um complemento ou substituto importante para as outras vias de transporte, que se apresentam em péssimas condições de tráfego nesta época. Os rios são importantes vias de transporte em grande parte da área, em todas as épocas do ano. Os rios e "igarapés" podem vir a constituir fontes de água importantes para a agricultura e a pecuária. No caso de rios, não é necessário o represamento, sendo este inclusive difícil de ser

realizado. Pequenas barragens são indispensáveis no caso de "igarapés".

As características das bacias hidrográficas constituem uma grande dificuldade para a produção de energia elétrica, especialmente devido os custos de construção de barragem de grandes dimensões. Há boas possibilidades de obtenção de água tanto para irrigação de áreas reduzidas, como para consumo humano ou animal, através da perfuração de poços tubulares. Provavelmente esta será a melhor fonte de água para consumo humano porque a sua perfuração não é muito onerosa e dispensa tratamento para prevenir contaminações.

3. O período chuvoso condiciona o "modus vivendi" regional. Isto porque no início das chuvas são feitos os plantios que se desenvolvem durante o período chuvoso, e, no período sêco, quando é possível o tráfego nas estradas, desenvolve-se intensa atividade comercial. Durante a época sêca do ano é necessário o uso de práticas de irrigação para a boa produtividade dos cultivos permanentes e para permitir obter colheitas fora de épocas normais (quando os preços são mais elevados). Os cultivos permanentes deverão ser irrigados principalmente porque apresentam limitado desenvolvimento radicular, e isto se deve às características de altura do lençol freático pouco profundo durante a maior parte do ano, de maneira que elas têm uma limitada capacidade para explorar as zonas mais profundas do perfil.

4. A vegetação natural é importante para a área de colonização, cobrindo mais de 90% de sua superfície total, existindo fundamentalmente o bosque primário e o bosque secundário. O bosque primário apresenta grande diversidade de espécies, o que é considerado desvantajoso para explorações econômicas intensivas, apesar de serem encontradas muitas espécies de alto valor comercial. Perspectivas mais favoráveis existem atualmente com o desenvolvimento da tecnologia do papel, onde é possível usar-se uma mescla de diversas espécies vegetais como matéria prima. A zona coberta com bosque secundário é muito importante devido à ocorrência de formações quase puras da palmeira babaçú (Orbygnia martiana), a qual é de importância econômica em virtude do óleo extraível de suas sementes, de elevado valor comercial. Faz-se necessário o estudo específico para o cultivo racional desta palmeira, o que é inexistente até o presente.
5. Não existem relações estabelecidas entre vegetação/solos, as quais poderiam ser indicadoras para uma melhor escolha do uso das terras.
6. Os solos predominantes na área de colonização são as lateritas hidromórficas e os latosolos: os primeiros associados a condições de drenagem deficientes e os últimos com boa drenagem na maioria dos casos. Ambos apresentam baixa fertilidade natural com elevado poder de fixação de fosfatos. O fator solos, a longo prazo, poderá constituir um obstáculo importante ao programa de colonização se não fôr encontrado um manejo tal que

permita obter alta produtividade compensatória economicamente.

7. Os sistemas de cultivo atualmente utilizados na zona são extremamente rudimentares. Embora não existam informações mais sólidas para um futuro imediato, poderiam ser grandemente melhoradas mediante técnicas simples, as quais muito provavelmente resultariam em melhores retribuições de capital empatado.
8. Nos 209 ha da Estação Experimental de Ze Doca foram encontradas oito séries de solos, as quais não estão associadas com as características de relevo. Isto significa que, a nível de série, o uso de fotografias aéreas é limitado.
9. Na descrição das séries se vê que os fatores mais limitantes ao seu uso agrícola são as condições de drenagem deficiente (devido principalmente à altura do lençol freático durante grande parte do ano) e baixa fertilidade. O problema da erosão, apesar de pendentes pouco pronunciadas não pode ser desprezado devido às chuvas estarem concentradas durante poucos meses do ano e haver um escoamento superficial suficiente para remover materiais da superfície do solo.
10. Há uma elevada capacidade de retenção de fosfatos em todas as séries estudadas, a qual é capaz de suprimir em alto grau os efeitos de fertilizações fosfatadas comuns.
11. O estado geral de elementos nutritivos para as plantas é muito desfavorável, havendo também um acentuado desbalanço catiônico. Para o adequado resultado de fertilizações, os melhores níveis e interações de fertilizantes deverão ser encontrados através de



estudos minuciosos. Grande ênfase deverá ser dispensada a elementos menores e a matéria orgânica. Também deverão ser procurados as melhores épocas e modo de aplicação de fertilizantes, bem como sua forma química mais eficiente.

12. As relações  $K_i$  e  $K_r$  encontradas apresentam valores elevados em tôdas as séries estudadas. Parece que há uma relativa acumulação de sílica na superfície. O teor de sesquióxido de alumínio aparentou ser aproximadamente duas vêzes maior que o de sesquióxido de ferro. Para ambos sesquióxidos, o teor nas partes mais profundas do perfil é cêrca de 50% mais elevado que na superfície. Apesar dêstes solos conterem mais sesquióxidos totais de alumínio, os óxidos livres de ferro são mais abundantes. Entretanto, a relativa pouca profundidade de coleta de amostra para as análises, e o pequeno número de solos estudados não permite maiores interpretações sôbre o assunto.
13. Não se encontrou uma variação acentuada das propriedades químicas da capa arável dos solos em função da topografia local (dentro da Estação Experimental de Ze Doca). Ligeiras tendências foram observadas em quanto a Ca, Mg, Mn, soma de bases e fosfatos de alumínio para acumularem-se nas partes mais baixas do terreno, o que talvez possa ser atribuído à erosão. Para fins práticos contudo, isto é destituído de importância.
14. A maior parte da área de colonização pode ser considerada como sendo de uso potencial intensivo considerando-se o atual nível de tecnologia usado na região.

RESUMO

O presente estudo foi realizado numa área de aproximadamente 30.000 km<sup>2</sup> situada no noroeste do Estado do Maranhão, Brasil onde o Governo Federal, através da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, está realizando um programa de colonização.

Inicialmente foi feito um inventário a nível exploratório, com discussão de resultados e apresentação de mapas, a Escala de 1:500.000 dos seguintes recursos naturais: geologia, hidrologia, clima, vegetação e solos.

Em seguida fêz-se um levantamento detalhado, a nível de série de solos, da Estação Experimental de Ze Doca, instalada dentro da área de colonização. Apresentam-se informações sobre esta localidade, descrição de perfis e de aspectos externos destes solos, resultados e discussão de análises químicas, e um mapa a Escala de 1:10.000.

Fêz-se um estudo da variação de propriedades químicas da camada arável dos solos desta Estação como função da topografia local, concluindo-se que há apenas uma tendência para o cálcio, magnésio, manganês, fosfatos de alumínio e soma de base serem encontrados nas partes mais baixas do terreno em proporções ligeiramente maiores que nas partes mais elevadas.

Finalmente, interpretando todos os estudos citados, elaborou-se um mapa de uso potencial da terra para toda a área de colonização, concluindo-se que, levando-se em consideração o nível de tecnologia atualmente utilizado pelos agricultores dessa zona, a maior parte da área de colonização é para uso potencial intensivo.

SUMMARY

An area of approximately 30,000 km<sup>2</sup> located in the Northwestern part of Maranhão State, Brazil was studied. The Northeastern Development Superintendency (SUDENE) is in charge of this colonization area.

A general survey of the whole area was realized and an inventory of the following resources is presented: geology, water, climate, vegetation and soils.

The soils of an experiment station of SUDENE in the area, at Ze Doca, were studied in detail and for this section a soil map at a scale of 1:10,000 was prepared. Fairly uniform soils were found. A slight accumulation of calcium, magnesium, manganese, aluminum phosphates and of total exchangeable cations was observed for the lower lying soils.

Based on the resources inventoried a potential land use map for the colonization area was prepared and is included. It indicates that intensive use is possible for large areas of the zone intended for colonization.

BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, S. F. The mineral wealth of Brazil. *Geographical Review* 36:222-246. 1946.
2. ACKERMANN, F. L. Geologia e fisiografia da zona Bragantina. Manaus (Brasil), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1964. 90 p.
3. ALMEIDA, R. A região do noroeste do Maranhão. *Revista de Geografia e História (Maranhão, Brasil)* 6(6):31-82. 1961.
4. AUBRÉVILLE, A. Étude écologique des principales formations végétales du Brésil. Paris, Centre Technique Forestier Tropical, 1961. pp. 26-33.
5. BECKET, P. H. T. The cation exchange equilibria of calcium and magnesium. *Soil Science* 100(2):118-123. 1965.
6. BIRCH, H. F. e FRIEND, M. T. The organic-matter and nitrogen status of East African soils. *Journal of Soil Science* 17(1):156-167. 1956.
7. BLACK, G. A. et al. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. *Botanical Gazette* 111(4):413-425. 1950.
8. BLACK, C. A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1965. v. 2, 1572 p. (Series Agronomy nº 9)
9. BORNEMISZA, E. Conceptos modernos de acidez del suelo. *Turrialba* 15(1):20-24. 1965.
10. \_\_\_\_\_ e IGUE, K. Oxidos libres de hierro y aluminio en suelos tropicales. *Turrialba* 17(1):23-30. 1967.
11. \_\_\_\_\_ e IGUE, K. Comparison of three methods for determining organic phosphorus in Costa Rican soils. *Soil Science* 103(5):347-353. 1967.
12. BRASIL. CAMPANHA DE APERFEIÇOAMENTO DO PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Estudos de desenvolvimento regional (Maranhão). Rio de Janeiro, 1959. pp. 19-24. (Série Levantamentos e Análises nº 12).

13. BRASIL. INSTITUTO DE QUIMICA AGRICOLA. Métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, Boletim nº 11. 1949. (Original não consultado; mencionado em BRASIL. COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal. Rio de Janeiro, Boletim do SNPA nº 11:28-30. 1958).
14. BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA. Atlas do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. pp. 21-91.
15. BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Normas climatológicas da área da SUDENE. Recife, 1963. pp. 1-9.
16. \_\_\_\_\_. Bases da política de desenvolvimento do nordeste do Brasil e esquema do plano quinquenal da SUDENE. 2a. ed. Recife, 1964. 25 p. (mimeografado)
17. BRAY, R. H. e KURTZ, L. T. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Science 59(1): 39-45. 1945.
18. BROADBENT, F. E. The soil organic fraction. Advances in Agronomy 5:153-183. 1953.
19. CERQUEIRA, N. L. Sobre a transmissão de Mansonella ozzardi. Jornal Brasileiro de Medicina. pp. 5-29. 1959.  
(Reimpresso pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia).
20. CHANG, S. C. e JACKSON, M. L. Fractionation of soil phosphorus. Soil Science 84:133-144. 1957.
21. CHAPMAN, H. D., ed. Diagnostic criteria for plants and soils. Riverside, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. 793 p.
22. DAY, T. H. Relatório do levantamento expedito dos solos da área Caeté-Maracaçumé. Belém (Brasil), FAO-SPEVEA, 1959. 29 p. (mimeografada)
23. DUCKE, A. e BLACK, G. A. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira, Belém, Brasil, Instituto Agrônômico do Norte. Boletim Técnico nº 29. 1954. 62 p.
24. FALESI, I. C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. Belém, Brasil, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, 1966. 30 p.

25. FASSBENDER, H. W. Retención y transformación de fosfatos en 8 latosoles de la Amazonia del Brasil. Asociación Latinoamericana de Fitotecnia, 1967. (Em impressãõ)
26. \_\_\_\_\_. Transformation of phosphates in Costa Rican Soils. I. Phosphate retention and its different chemical forms under laboratory conditions for 14 soils. (Em preparaçaõ)
27. \_\_\_\_\_ e IGUE, K. Comparación de métodos radiométricos y colorimétricos en estudios sobre retención y transformación de fosfatos en el suelo. Turrialba 17(3):284-287. 1967.
28. GASPARY, J. e REBOUÇAS, A. C. Perspectives sur l'utilisation des eaux souterraines dans le nord-est brésilien. Terres et Eaux 49:18-30. 1966.
29. GLERUM, B. B. e SMIT, G. Combined soil survey along the road BR-14 from São Miguel do Guamá to Imperatriz. FAO-ETAP Report nº 1483, 1962. 130 p. (mimeografado).
30. HALSTEAD, R. L., MACLEAN, A. J. e NIELSEN, K. F. Ca:Mg ratios in soil and yield composition of alfalfa. Canadian Journal of Soils Science 38(2):85-93. 1958.
31. HARDY, F. La relación carbono:nitrógeno en los suelos de cacao. Turrialba 9(1):4-11. 1958.
32. \_\_\_\_\_. Soils of the IAIAS area. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 76 p. (mimeografada)
33. \_\_\_\_\_ e BAZAN, R. Studies in Costa Rican soils. III. Determination of fertility status by pot-tests. Turrialba, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1963. 12 p. (mimeografado)
34. HARTT, C. F. Geology and physical geography of Brazil. Boston, Fields, 1870. pp. 484-495.
35. HEINSDIJK, D. A distribuição dos diâmetros nas florestas brasileiras. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Departamento de Recursos Naturais Renováveis. Boletim nº 11:30-34. 1965.
36. HUBER, J. Influência do homem sobre matas de terra firme, indústria extrativa, roças e capoeiras. Boletim do Fomento Agrícola do Estado do Pará. pp. 45-48. 1943.

37. KEHRING, A. G. e AGUIAR, H. A. Determinação de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  na terra fina e complexo coloidal do solo. Rio de Janeiro, Instituto de Química Agrícola. Boletim nº 12. 1949. (Original não consultado; mencionado em BRASIL. COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal. Boletim do SNPA 11:28-30. 1958.
38. KLINGEBIEL, A. A. e MONTGOMERY, P. H. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Traduzido do inglês por E. J. Valencia. 4a. ed. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1965. 28 p.
39. LIMA, R. R. Os efeitos das queimadas sobre a vegetação dos solos arenosos da região da Estrada de Ferro de Bragança. Boletim da Inspetoria Regional do Fomento Agrícola do Pará. pp. 23-35. 1958.
40. LUNDEGARDH, H. Plant physiology. Traduzido do alemão por F. M. Irvine. Edinburgh, Oliver, 1966. pp. 299-307.
41. MAGISTAD, O. C. The aluminum content of the soil solution and its relation to soil reaction and plant growth. Soil Science 20:181-225. 1925. (Original não consultado. Citado por Chapman, H. D., ed. Diagnostic criteria for plants and soils. Riverside, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. p. 7).
42. MARBUT, C. F. e MANIFOLD, C. B. The soils of the Amazon basin in relation to agricultural possibilities. Geographical Review 16:414-442. 1926.
43. MCKEAGUE, J. A. e CLINE, M. G. Silica in soils. Advances in Agronomy 15:339-396. 1963.
44. MEHTA, N. C. et al. Determination of organic phosphorus in soils. I. Extraction methods. Soil Science Society of America. Proceedings 18(4):443-449. 1954.
45. MOHR, E. C. J. e VAN BAHREN, F. A. Tropical soils. New York, Interscience, 1954. 498 p.
46. MOURA, P. Geologia do Baixo Amazonas. Brasil. Ministério da Agricultura, Serviço Geológico e Mineralógico. Boletim nº 91, 1938. 94 p.
47. OLIVEIRA, A. I. Brazil. In Jenks, W. F., ed. Handbook of South American Geology. New York, Geological Society of America, 1956. Memoir 65:1-62.

48. OLIVEIRA, A. I. e LEONARDOS, O. H. Geologia do Brasil. 2a. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813 p.
49. OMAR, M. A. e EL KOBBA, T. Some observations on the interrelationships of potassium and magnesium. Soil Science 100(6): 437-440. 1966.
50. OVERSTREET, R., JACOBSON, L. e HANDLEY, R. The effect of calcium on the absorption of potassium by barley roots. Plant Physiology 27(3):583-590. 1952.
51. PANDOLFO, C. M. Recursos minerais da região Amazônica. Belém SPEVEA, 1955. 77 p.
52. PLATH, C. V. e VAN DER SLUIS, A. J. Mapa de uso potencial de la tierra (República de Costa Rica), Escala aproximada 1:1.000.000. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1965.
53. PIRES, J. M. Esboço fitogeográfico da Amazônia. Revista da Sociedade dos Agrônomo e Veterinários do Pará 7:3-8. 1961.
54. \_\_\_\_\_. Informações sobre madeiras da Amazônia. Revista da Sociedade dos Agrônomo e Veterinários do Pará 7:49-58. 1961.
55. RAGLAND, J. H. e COLEMAN, N. T. The effect of soil solution aluminum and calcium on root growth. Soil Science Society of America. Proceedings 23(5):355-357. 1959.
56. SAIZ DEL RIO, J. F. e BORNEMISZA, E. Análisis químico de suelos. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 107 p.
57. SCHACHTSCHABEL, P. e RENGGER, M. Beziehung zwischen V- und pH - Wert von Boden. Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk. 112(1): 238-248. 1966.
58. SCHMIDT, J. C. J. O clima da Amazônia. Revista Brasileira de Geografia nº 3. 1947. 38 p.
59. SCHUYLENBORGH, VAN J. The formation of sesquioxides in soils. In: HALLSWORTH, E. G. e CRAWFORD, D. V., eds. Experimental pedology. London, Butterworths, 1965. pp. 113-125.
60. SEREBRENICK, S. Mapa climatológico do Brasil. Rio de Janeiro, Serviço de Meteorologia, 1941. 5 p.



61. SIOLI, H. Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica. Belém, Brasil, Instituto Agronômico do Norte. Boletim Técnico nº 24:3-44. 1951.
62. \_\_\_\_\_. Estudo preliminar das relações entre geologia e a limnologia na zona Bragantina (Pará). Belém, Brasil, Instituto Agronômico do Norte. Boletim Técnico nº 24:67-76. 1951.
63. \_\_\_\_\_ e KLINGE, H. Solos, tipo de vegetação e águas da Amazônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 1:27-41. (Série Avulsa). 1962.
64. SOARES, L. C. Amazônia. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1963. 341 p.
65. SOMBROEK, W. G. Amazon soils. Wageningen, Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292 p.
66. SUSZCZYNSKI, E. F. Relatório hidrogeológico da região entre Pindaré Mirim e Turiaçu, Maranhão. Recife (Brasil) Companhia Nordeste de Sondagens e Perfurações, 1966. 22 p. Relatório nº 11. (mimeografado)
67. TAVARES, S. Identificação e usos de madeiras da hiléia maranhense. Boletim de Recursos Naturais da SUDENE 3(1-4): 131-147. 1961.
68. TORRES, F. E. M. e MORTERA, A. Atlas pluviométrico do Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Seção de Hidrologia. Boletim nº 5. 1948. 48 p.
69. TROJER, H. Fundamentos para una zonificación meteorológica y climatológica del trópico y especialmente de Colombia. CENICAFE 10(8):289-373. 1959.
70. \_\_\_\_\_. Algunas características agroclimatológicas del trópico americano. In Reunión Internacional sobre Problemas de la Agricultura en los Trópicos Húmedos de la América Latina, 22 mayo (Lima) a 4 junio (Belém do Pará, Brasil), 1966. 16 p.
71. ULRICH, B. et al. Zur analytischen Bestimmung von Gesamtposphorsäure und lactatloslicher phosphorsäure in Bodenproben. Phosphorsäure 20:344-347. 1960.
72. US. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, SALINITY LABORATORY STAFF. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (Handbook nº 60). 1954. 160 p.

73. US. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, SOIL SURVEY STAFF. Manual de levantamiento de suelos. Traduzido do inglês por J. B. Castillo. Caracas, Sección de Conservación de Suelos, 1965. 646 p.
74. \_\_\_\_\_. Un sistema comprensible de clasificación de suelos. Traduzido do inglês por P. H. Etchevehere. Buenos Aires, INTA, 1962. 44 p.
75. VENEMA, K. C. W. Some observations of yield depressions caused by normal fertilizer dressings. Potash and Tropical Agriculture 3(3):39-52. 1960.
76. \_\_\_\_\_. Some observations on yield depressions caused by normal fertilizer dressings. Potash and Tropical Agriculture 3(4):54-69. 1960.
77. VERA, L. Técnicas de inventário de las tierras agrícolas. Washington, Unión Panamericana, 1964. 136 p. (Manuales Técnicos nº 10).
78. VIEIRA, L. S. Ocorrência e forma de fósforo em solos da Amazônia, Brasil. Tese Mag. Sc. Turrialba (Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 110 fls (mimeografada)
79. WALTER, H. e LIETH, H. Klimadiagramm-Weltatlas. 1. Lieferung. Jena, Fischer, 1960. s. p.