

BOLETIM TÉCNICO
DO
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)
M. A. — D. N. P. E. A

Nº 54

JANEIRO 1972

ZONEAMENTO AGRÍCOLA
DA AMAZÔNIA

(1.ª APROXIMAÇÃO)

BELEM

-

PARÁ

-

BRASIL

BOLETIM TÉCNICO
DO
INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
(IPEAN)
M. A. — D. N. P. E. A.

Nº 54

JANEIRO 1972

ZONEAMENTO AGRÍCOLA
DA AMAZÔNIA
(1.^a APROXIMAÇÃO)

BELEM

-

PARÁ

-

BRASIL

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA AMAZÔNIA

[1.^a Aproximação]

PARTE I

O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS SÓBRE OS SOLOS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ITALO CLÁUDIO FALESI (*)

PARTE II

O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

THEREZINHA XAVIER BASTOS (**)

PARTE III

VIABILIDADE E LIMITAÇÕES CLIMÁTICAS PA- RA AS CULTURAS PERMANENTES, SEMI-PER- MANENTES E ANUAIS COM POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

VICENTE HAROLDO FIGUEIREDO MORAES (***)

THEREZINHA XAVIER BASTOS (**)

(*) — Chefe do Setor de Solos do IPEAN, Prof. da EAA e Bolsista do CNPq.

(**) — Chefe do Setor de Climatologia do IPEAN e Bolsista do CNPq.

(***) — Pesquisador em Agricultura do IPEAN, Prof. da EAA e Bolsista do CNPq.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte

MINISTÉRIO DO INTERIOR
Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

Convênio Zoneamento Agrícola

SUPERINTENDENTE DA SUDAM
GAL. ERNESTO BANDEIRA COELHO

DIRETOR DO IPEAN
ALFONSO WISNIEWSKI

Este trabalho foi executado graças ao suporte financeiro oriundo de convênios que o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte — IPEAN mantém com a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia — SUDAM, possibilitando a divulgação de técnicas e resultados de pesquisas, que visam sobretudo à resolução de problemas básicos da agricultura amazônica.

Í N D I C E

	<i>Pág.</i>
INTRODUÇÃO GERAL	9
ANTECEDENTES	11
PESQUISA DA METODOLOGIA	13

PARTE I

1. O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS SOBRE OS SOLOS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	
1.1 INTRODUÇÃO	17
1.2 PRINCIPAIS GRANDES GRUPOS DE SOLOS QUE OCORREM NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	18
1.2.1 SOLOS LATOSSÓLICOS	
1.2.1.1 Latosol Amarelo	21
1.2.1.2 Latosol Vermelho Amarelo	22
1.2.1.3 Latosol Vermelho	22
1.2.1.4 Latosol Vermelho Escuro	22
1.3 SOLOS ARENO - QUARTZOSOS	
1.3.1 Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas	23
1.4 SOLOS LATERÍTICOS	
1.4.1 Concrecionário Laterítico	25
1.5 SOLOS PODZÓLICOS	
1.5.1 Podzólicos Vermelhos Amarelos	26
1.6 TERRAS ROXAS	
1.6.1 Terra Roxa Estruturada Eutrófica	31
1.6.2 Latosol Roxo Eutrófico	32

	<i>Pág.</i>
1.7 TERRA PRETA DO ÍNDIO	33
1.8 SOLOS POUCO DESENVOLVIDOS	
1.8.1 Solos Grumussólicos	
1.8.1.1 Grumussólico Substrato Calcá- rio	40
1.8.1.2 Grumussólico Substrato Rocha Básica	42
1.8.2 Solos Litossólicos	43
1.8.3 Regosol	44
1.8.4 Aluvial Recente Fluvial	45
1.9 SOLOS HIDROMÓRFICOS	
1.9.1 Lateritas Hidromórficas	
1.9.1.1 Fase Húmica	50
1.9.1.2 Fase Arenosa	51
1.9.1.3 Fase Baixa	51
1.9.1.4 Fase Moderadamente Drenada	52
1.9.1.5 Fase Imperfeitamente Drenada	53
1.9.1.6 Laterita Hidromórfica de Ter- renos Elevados	53
1.9.1.7 Laterita Hidromórfica Truncada	55
1.9.2 Glei Pouco Húmico	56
1.9.3 Glei Húmico	57
1.9.4 Podzol Hidromórfico	58
1.10 SOLOS ORGÂNICOS E MEIO ORGÂNICOS (IGAPÓS)	59
1.11 SOLOS HALOMÓRFICOS	60
1.12 POSSIBILIDADES AGROPECUÁRIAS DOS SOLOS AMAZÔNICOS	61
1.13 BIBLIOGRAFIA	65

PARTE II

Pág.

1. O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	
1.1 Introdução	68
1.2 Revisão de Literatura	69
1.3 Método de Trabalho	71
1.4 Condições Gerais de Clima	72
1.5 Tipos Climáticos	74
1.6 Balanços Hídricos	80
1.7 Disponibilidade Hídrica	81
1.8 Bibliografia	122

PARTE III

1. VIABILIDADE E LIMITAÇÕES CLIMÁTICAS PARA AS CULTURAS PERMANENTES, SEMI-PERMANENTES E ANUAIS COM POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	
1.1 Introdução	123
1.2 Plantas Permanentes e Semi-permanentes	
1.2.1 Cultura do Cacau	124
1.2.2 Cultura do Café	126
1.2.3 Cultura do Dendê	129
1.2.4 Cultura da Cana de Açúcar	133
1.2.5 Cultura da Seringueira	134
1.2.6 Cultura da Mandioca	138
1.2.7 Cultura da Pimenta do Reino	139
1.2.8 Cultura do Abacaxi	140
1.2.9 Cultura da Banana	143
1.2.10 Cultura da Laranja	144

1.3 Plantas de Ciclo Anual	<i>Pág.</i>
1.3.1 Cultura do Amendoim	145
1.3.2 Cultura do Arroz	146
1.3.3 Cultura do Feijão	146
1.3.4 Cultura do Milho	147
1.3.5 Cultura do Algodão	147
1.4 Pastagens	150
1.5 Bibliografia	151

INTRODUÇÃO GERAL

WALMIR HUGO P. DOS SANTOS (*)

A necessidade de disciplinar e coordenar a política de desenvolvimento agrário no Brasil, de modo a se obter maior eficiência da capacidade de ação dos diferentes setores de atividades, tem evidenciado a importância básica de execução do Zoneamento Agrícola, tanto no nível nacional, como em diferentes unidades da Federação, notadamente nos Estados de maior desenvolvimento econômico.

Evidentemente, estabelecer o Zoneamento Agrícola significa integrar e correlacionar *tôdas as informações* obtidas através da pesquisa agropecuária e, conseqüentemente quando o nível dessas informações é ainda insatisfatório para essa análise de conjunto, as metas de um programa que se propõe ao Zoneamento Agrícola coincidirão, fatalmente, com as próprias metas da pesquisa agropecuária.

Nestas condições, o quadro geral do Zoneamento seria composto em etapas sucessivas, no plano geográfico, à medida que fossem sendo preenchidas as lacunas de informações sobre as áreas mais acessíveis. O grau de exatidão das conclusões obtidas seria então bastante elevado, porém com funcionalidade mais descritiva que operacional, perdendo-se a oportunidade de apontar os caminhos capazes de evitar a localização de atividades agropecuárias em áreas destituídas de vocações ecológicas apropriadas.

A estratégia adotada para a apresentação desta Primeira Aproximação do Zoneamento Agrícola da Amazônia admite um grau de exatidão muito menor, em função do grande número de lacunas de informações sobre o complexo amazônico, mas é plenamente justificada pelas perspectivas de

(*) — Pesquisador em Agricultura do IPEAN e Professor da E.A.A.

apresentação de um roteiro primário de orientação para trabalhos futuros, com a condensação dos dados disponíveis em uma análise conjunta, embora de natureza um tanto generalizada e esquemática, e do ponto de vista das necessidades imediatas, a indicação preliminar das áreas que reúnam as características ecológicas necessárias ao bom êxito de diferentes culturas e/ou atividades pecuárias, dentro das limitações impostas pelo nível atual dos conhecimentos.

Do exposto é forçoso concluir que o trabalho agora apresentado ainda se encontra muito distante de um Zoneamento Agrícola ideal, pois, mesmo que fossem conhecidas detalhadamente as condições ecológicas da Amazônia, em toda sua extensão territorial, outros aspectos igualmente importantes também deveriam ser considerados, como o levantamento dos recursos institucionais e humanos e da existência de estruturas de suporte às atividades agrícolas, condicionando a assistência técnica e creditícia, o armazenamento, escoamento e comercialização das safras.

Entretanto, as considerações feitas inicialmente sobre a conveniência da execução de um trabalho desta natureza permitem deduzir não ser totalmente prematura esta tentativa de sistematização do problema.

Para manter a compatibilidade com o nível de generalização do trabalho, houve necessidade de restringir as considerações específicas com respeito ao clima, apenas às culturas que por sua natureza são afetadas pelas variações climáticas estacionais, considerando-se que para a maioria das culturas de ciclo curto o problema se reduz à determinação das épocas de plantio apropriadas, não havendo em primeira análise, limitações de ordem climática em toda a Amazônia. Mesmo no que diz respeito às culturas consideradas no trabalho, optou-se pelo estabelecimento de intervalos amplos de variações climáticas compatíveis com as culturas pois o estabelecimento de faixas ótimas e faixas marginais é função de interações clima/solo, de determinação discutível em face da escassez atual de dados. Evita-se assim o risco de conclusões apressadas, como a classificação de determinada área como área marginal, quando na realidade as limitações climáticas poderiam ser

perfeitamente compensadas por excelentes condições de solo, ou vice versa, porém inclui-se a possibilidade de indicação de áreas onde a adaptação ocorra apenas no sentido biológico, mas não plenamente no sentido agrônomo.

A omissão de considerações sobre a cobertura vegetal, assunto sobre o qual já se dispõe de regular volume de informações, foi deliberada, considerando-se também aqui o nível de generalidade do trabalho, uma vez que, para atividades estritamente agropastoris, o aspecto mais importante de vegetação é a sua biomassa, característica do tipo de formação vegetal, que por em função das condições de clima e de solo, constituindo-se portanto um critério de avaliação indireto mais vantajosamente utilizável na ausência de informações sobre o clima e o solo, inclusive nos casos de correlação entre a ocorrência de determinadas espécies, com certos tipos de solo ou de condições climáticas.

ANTECEDENTES

A ocupação efetiva da região amazônica é uma necessidade, não só decorrente de injunções afetivas e de ordem meramente econômica, mas, sobretudo, um imperativo de segurança nacional.

Região eminentemente agrícola, necessita, no entanto, de estudos aprofundados que reformulem conceitos até então existentes e que destruam dogmas sobre a suposta incapacidade da área, aberrações acintosas à verdade; necessita de amparo econômico-social, educacional e sanitário à sua população para que em verdade venha ser uma terra privilegiada, não área problema, mas área de solução de falta de alimentos, matéria prima e de espaço vital para a população do mundo.

Tem havido um constante interesse em ocupar economicamente, a região. Não resta dúvida que a melhor forma de alcançar este objetivo é através da agricultura e pecuária organizada em empreendimentos seguros e de rentabilidade econômico-social, fontes de encorajamento e estímulo, e não de desganhos e frustrações. Por isso mesmo, o conhecimen-

to antecipado de determinado local, avaliado através de pesquisas ecológicas, fitotécnicas, zootécnicas e pedológicas, realizadas em correlação com a sócio-economia, é indispensável e se constitui o único instrumento disponível de previsão da tendência de êxito ou fracasso de qualquer atividade.

O Governo Federal está consciente de que o instante histórico que ora vive a humanidade, coloca a região amazônica ante a necessidade de reformas de base, capazes de ajustá-la às novas exigências de seu destino. E, entre outras medidas de impacto, no preparo de uma retaguarda para enfrentar esta destinação histórica, surgiu a determinação de começar a esboçar, desde logo, o zoneamento agropecuário da Amazônia brasileira.

Coube a SUDAM, órgão de coordenação do desenvolvimento regional, o acervo da iniciativa, pretendendo um estudo que envolva, globalmente, toda a área e não regiões esparsas, já objeto de preocupação de várias entidades, a nível de seus recursos materiais, humanos e financeiros.

Ao Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte - IPEAN, tradicional órgão de pesquisa no campo agropecuário da região, entregou à SUDAM, a responsabilidade de execução desta fundamental tarefa.

O IPEAN, em setembro do ano de 1969, formalizou proposta de convênio, apresentando um esquema de metas a curto prazo a serem atingidas nos seguintes pontos :

- a) Levantamento de dados resultantes da observação e experimentação, já existentes, ou de fácil coleta, nos campos da Botânica, Climatologia, Solos, Fitotecnia e Zootecnia.
- b) Análise conjunta desses dados e aplicação na diagnose da atual tendência da distribuição espacial e temporal dos diversos ramos da exploração agropecuária.
- c) Face aos resultados obtidos, estabelecimento de um plano inicial a ser complementado com dados obtidos posteriormente.

Esta proposta de convênio foi aprovada pelo Conselho Deliberativo, em reunião de 24 de outubro de 1969, e os recursos a êle destinado, foram liberados, integralmente, em 14 de novembro de 1969.

O segundo convênio, apresentado em 1970, já foi aprovado pelo Conselho Deliberativo da SUDAM, com os recursos alocados em duas parcelas iguais, em 8 de setembro de 1970 e 7 de abril de 1971.

PESQUISA DA METODOLOGIA

Uma metodologia de trabalho precisava ser encontrada para desenvolvimento inicial do programa, desde que, a natureza do estudo, inédito da região, era inteiramente desconhecida, pelo menos a nível do que se pretendia realizar.

Esboçada uma metodologia para execução da tarefa, seria importante saber a experiência de centros mais adiantados neste tipo de estudo. Dentro deste espírito, diversas consultas, pesquisas bibliográficas e viagens foram feitas, para verificar in-loco, os efeitos de uma determinada diretriz e a possibilidade de seu aproveitamento para o programa de nossa região.

A análise das visitas efetuadas ao Nordeste, Centro e Sul do Brasil, colhidas e balanceadas as informações e elementos que foi possível obter, evidenciam que a tarefa de responsabilidade do IPEAN é realmente ambiciosa, ainda que fascinante e tentadora.

Na região nordestina do país, o trabalho está sendo desenvolvido pela SUDENE, agente federal de desenvolvimento da área, que já dispõe de um grande acervo de informações e pesquisas a respeito dos elementos básicos do setor, agropecuário. Conta com mais de cinquenta especialistas comprometidos com a realização deste estudo, além de inestimável apêlo de entidades internacionais de notável experiência sobre o assunto.

Após dez anos de realizações, conseguiu levantar o que ela definiu de "Estudo Básico de Desenvolvimento", à nível

estadual trabalho ainda não totalmente concluído, pois falta o estudo referente a um Estado, estando publicado o correspondente ao Estado da Paraíba. Estes estudos é que irão definir a diretriz básica do levantamento dos recursos naturais e após isso, um zoneamento agrícola, atual, dinâmico e reajustável em função de variáveis econômicas. A SUDENE encara como promissora a idéia da SUDAM, em levantar este problema da área amazônica, não obstante considerar tarefa da mais alta responsabilidade, necessitando de um suporte técnico financeiro de grande envergadura.

Salientou que é absolutamente indispensável, a exemplo do que ela já vem fazendo, preparar pessoal técnico, em diversos níveis e em número de qualificação suficiente para enfrentar, com segurança, a imensa tarefa de um zoneamento agrícola que é, necessariamente antecedida de diversos levantamentos, estudos e pesquisas, altamente técnicos, dispendiosos e demorados, envolvendo um significativo número de profissionais em diversos campos de treinamento e especialização.

O Estado de São Paulo, onde a agricultura atingiu um elevado grau de tecnificação e onde as pesquisas e experimentação agrônomicas, não só de base como também aplicada está fundamentada em invejável acervo de informações vem trabalhando em um plano denominado "Inventário Básico", cuja finalidade maior, é a identificação das condições do meio físico da zona rural.

Para execução do Inventário Básico, o Estado foi dividido em 50 sub-regiões, em cada uma das quais será escolhida uma outra área de dez mil (10.000) hectares, aproximadamente, preferencialmente correspondendo a uma bacia hidrográfica, onde serão realizados os levantamentos necessários.

A primeira dessas áreas, já estabelecida no Município de Paraguaçu, como área piloto, destinada a testar a metodologia de trabalho, bem como promover a capacitação dos técnicos escolhidos para a realização das diversas tarefas.

Convém ressaltar, ainda, que o Estado de São Paulo, está na sua totalidade coberto aerofotogrametricamente; os solos acham-se detalhados na sua maior parte, a nível de série;

uma equipe capacitada de mais de 50 técnicos trabalha com uma certa liberdade de ação e contando com recursos materiais necessários; os sistemas viários possibilitam o fácil acesso às mais distantes áreas; o elevado grau de tecnificação com que é praticada a agricultura e pecuária; acervo de pesquisas agronômicas acumuladas durante tantos anos, e agora, somente agora, São Paulo inicia um "Inventário Básico" que por sua vez, possibilitará seja definido o zoneamento agrícola para o Estado.

No Rio Grande do Sul não há ainda, um programa específico para a realização de um zoneamento agrícola.

A justaposição dos mapas de solo e de clima, poderá iniciar a tentativa, em primeira aproximação, de um zoneamento, a ser ampliado e retificado com a evolução dos conhecimentos básicos.

A execução do mapa de capacidade de uso dos solos do Estado em escala 1:50.000, foi feito através do levantamento aerofotogramétrico, com apoio de uma equipe de campo composta de seis elementos. O trabalho teve a duração de três anos e contou com a colaboração e participação do Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, o antigo Instituto Brasileiro de Reforma Agrária e da Secretaria de Agricultura de Rio Grande do Sul, com recursos da ordem de Cr\$ 6.000.000,00 envolvendo também, um levantamento sócio-econômico e institucional.

No Estado do Paraná, os trabalhos estão, ainda, na fase de levantamento de recursos básicos, como o de solo, clima e estrutura institucional. A rede de estações climatológicas está sendo ampliada para um número apreciável de 33 e a parte pedológica vêm sendo executada pela Comissão Estadual de Recursos Naturais.

Estudo digno de menção no campo específico de zoneamento, é o realizado pela Companhia Vale do Rio Doce. Esta companhia desenvolve um programa denominado Zoneamento do Vale do Rio Doce, que é uma região compreendendo uma vasta área geográfica de aproximadamente 85.000 km², englobando municípios de Minas Gerais e Espírito Santo.

Este trabalho se constitui na composição de um conjunto de elementos essenciais ao conhecimento da agropecuária da região, especialmente nos seus aspectos potenciais e estudo atual de desenvolvimento, através das quais foi formalizado um diagnóstico e as indicações fundamentais para o desenvolvimento agropecuário daquela região.

Hoje o IPEAN, com os recursos da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, já conta com um programa básico de Zoneamento Agrícola da Região Amazônica que, em sua primeira etapa, abrangerá os seguintes pontos :

- a) Investigação do meio físico através do levantamento e estudos de clima, solo, da capacidade do uso da terra e suas correlações para aproveitamento potencial visando as atividades agropecuárias;
- b) Análise do setor agropecuário, pelo levantamento do estágio atual de uso da terra e situação e evolução da agricultura.

Através da diretriz básica orientadora de seu trabalho o IPEAN oferecerá, aos estudiosos do planejamento regional, em etapas parciais até atingir o objetivo final, os elementos que forem sendo levantados e analisados, como primeiros esboços do Zoneamento Agrícola da área amazônica.

PARTE I

1. O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS SÔBRE OS SOLOS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

ITALO CLAUDIO FALESI

SINOPSE

O estudo dos solos da região amazônica, para efeito de zoneamento agrícola foi realizado caracterizando-se as propriedades morfológicas, físicas e químicas assim como, as possibilidades agropecuárias das principais unidades pedogenéticas encontradas na região.

1.1 INTRODUÇÃO

Os solos tem sua origem na decomposição das rochas superficiais e constituem o suporte natural das plantas ao que se fixam mediante suas raízes, as quais extraem partes dos elementos que necessitam para sua subsistência e desenvolvimento.

Os agentes que intervem na gênese do solo, atuam sôbre a porção superficial do regolito decompondo-o até a formação de vários horizontes genéticos encontrados no perfil.

Os solos portanto, se desenvolvem, e não resultam de mera acumulação de detritos provenientes da degradação do material rochoso e orgânico. Sua formação está relacionada a processos construtivos e destrutivos. As forças destruidoras relacionam-se com a decomposição e desintegração química e física dos minerais e restos vegetais, assim como animais.

As forças construtoras dão origem a novos corpos químicos, tanto minerais como orgânicos, de tal maneira que o solo resultante apresenta características de textura, estrutura e composição química que irão influir no desenvolvimento das plantas.

A gênese do solo constitui portanto um processo natural onde o material originário, sofre transformações físicas, químicas, mineralógicas e biológicas por ações modificadoras controladas pelos fatores climáticos, topográficos, biológicos e o tempo. A natureza do material parental, está de certo modo, intimamente relacionada ao caráter da rocha primitiva.

Na região amazônica os processos diagenéticos determinaram a formação de solos pedogeneticamente diferentes, com características peculiares.

De um modo geral, pode-se correlacionar a sub-ordem Latosol, principalmente o grande grupo Latosol Amarelo, com áreas geologicamente atribuídas ao terciário onde a série das Barreiras, aparece com maior representação geográfica (33).

Da mesma maneira as Terras Roxas encontradas em vários locais da região amazônica, que no conjunto estima-se em 10.000 km² de área, tiveram origem a partir da meteorização de rochas básicas pertencentes ao período rético, que se acha representado na bacia amazônica pela reativação Wealdeniana, com volta a atividade de velhas fraturas, aparecimento de novas, magmatismo basáltico, movimentação no escudo das guianas estável desde o Arqueano (3).

Alguns solos de origem calcária, como os Grumussólicos, são encontrados em Alenquer, Monte Alegre (Baixo Amazonas) e Conceição do Araguaia, no Estado do Pará; em Boa Vista, Território Federal de Roraima; Imperatriz, Presidente Dutra e Barra do Corda, no Estado do Maranhão, estão relacionados principalmente com o Carbonífero e Pré-cambriano (5).

Os solos hidromórficos e aluviais recentes, formados pela deposição de partículas orgâno-minerais, trazidas em suspensão nas águas dos rios de água branca, são de origem holocênica — Quaternário Atual.

1.2 PRINCIPAIS GRANDES GRUPOS DE SOLOS QUE OCORREM NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

A Amazônia Legal ou seja aquela definida pelo plano da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) apresenta cerca de 5.000.000 de km² abrangendo os Estados

do Pará, Amazonas e Acre, os Territórios Federais do Amapá, Roraima e Rondônia e ainda parte do Estado de Mato Grosso (Norte do paralelo 16°), do Estado de Goiás (Norte do paralelo 13°), e do Maranhão (Oeste do meridiano 44°) representando assim 2/3 do território Nacional.

Por ser uma região de difícil acesso, a não ser através dos principais cursos d'água e algumas estradas existentes, a prospecção do solo no campo até o momento, atingiu cerca de 557.100 km² de área (Fig. 1).

Esse total levantado corresponde a locais que apresentam importância e situam-se normalmente ao longo das rodovias, em torno de cidades ou áreas onde se está procedendo o desenvolvimento econômico através da pecuária extensiva (Sul do Pará e Norte de Mato Grosso e Goiás) tendo em vista os benefícios da lei dos Incentivos Fiscais através da SUDAM.

Desta maneira, técnicos amazônicos com atividades no Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) vem executando os levantamentos pedológicos na região, visando a confecção da Carta de Solos da Amazônia Brasileira, em nível de Reconhecimento.

Atualmente conta-se com o mapa Esquemático de Solos escala 1:5.000.000 — 1966 das Regiões Norte, Meio Norte e Centro Oeste do Brasil — 1ª Aproximação, elaborado pelo Ministério da Agricultura em convênio com a USAID, onde o IPEAN teve notável participação fornecendo não só os resultados de todas as pesquisas pedológicas executadas na área, mas também, cedendo seus técnicos para os trabalhos de correlação no campo.

Trata-se de uma carta pedológica Esquemática elaborada graças a extrapolação de dados ecológicos e pedogenéticos locais onde, as unidades cartográficas encontram-se associadas em nível de Grande Grupo e Sub-ordem.

As unidades taxonômicas que apresentam maior evidência na região amazônica são: Latosol Amarelo, Latosol Vermelho Amarelo, Latosol Vermelho, Latosol Vermelho Escuro, Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas Distróficas e Eutróficas, Concrecionário Laterítico Distrófico e Eutrófico, Terra Preta do Índio, Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico e Eu-

trófico com várias fases, principalmente relacionadas ao material originário; solos Grumussólicos, Terras Roxas, solos Litossólicos, Laterítas Hidromórficas, Glei Pouco Húmico Distrófico e Eutrófico, Glei Húmico, solos Aluviais Recente Fluvial, Solos Salinos — Solonchak e Solos Alcalinos — Solonetzicos e finalmente solos Orgânicos (Igapós).

1.2.1. Solos Latossólicos

Os latossólos são formados pelo processo de lavagem e eluviação de sílica e bases resultando daí a concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio (28).

Eles constituem a unidade pedogenética que apresenta maior distribuição geográfica da Amazônia Brasileira, estimando-se em 70% a área ocupada por estes solos.

O perfil apresenta uma sequência de horizonte A, B e C com ausência de um A₂, sendo profundo, fortemente desgastado, bem drenado, poroso, friável, fortemente ácido; possuindo B latossólico e com difícil diferenciação dos horizontes genéticos.

A textura pode variar desde muito arenosa à muito argilosa, constituindo os solos de classes texturais leve e muito pesada respectivamente. A estrutura do horizonte A quase sempre é fraca ou moderada, pequena ou média, em forma de bloco subangular ou granular.

O horizonte B é amarelo ou avermelhado, sendo que a espessura desse horizonte está em torno de 160 cm e a textura é sempre mais pesada do que a encontrada no horizonte A sobrejacente. A estrutura é mais desenvolvida nos solos que apresentam maior teor da fração argila.

Os latossólos possuem baixa fertilidade química, o que é consequência de sua gênese, pois na região amazônica derivam principalmente da evolução diagenética dos sedimentos argilo-arenosos caulíníticos pertencentes ao terciário — Série Barreiras.

Por serem solos que apresentam esta formação genética aliada ainda, ao fato de sofrerem intensa lixiviação como consequência das condições climáticas locais, possuem muito pequena reserva de minerais meteorizáveis.

Os valores de soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação de bases são sempre baixos, como também o são os de fósforo assimilável. Os teores de matéria orgânica variam de médios a altos no horizonte A, decrescendo os valores consideravelmente com a profundidade do perfil.

Os latossólos são encontrados na região amazônica em relevo plano, suave ondulado e alguns locais como nas áreas situadas entre Manaus e Itacoatiara; Cacau Pirêra — Manacapuru e rodovia Belém-Brasília, em topografia ondulada (10, 39, 42).

A vegetação que recobre normalmente os latossólos é a floresta equatorial úmida ou hiléia amazônica, porém podem ser observados com cobertura vegetal de floresta semi-decídua equatorial, cerradão, cerrado e campo cerrado.

Os solos com revestimento de floresta semi-decídua equatorial são encontrados nos Estados de Mato Grosso, Goiás e parte do sudeste do Pará.

De acordo com teor de argila no horizonte B, eles são classificados em classes texturais distintas, tais como: média, pesada e muito pesada. A média com variação de argila no horizonte B entre 15% e 35%, a pesada entre 35% e 70% e muito pesada maior que 70% (10, 42).

A seguir descrevem-se as principais características dos Grandes Grupos de Solos pertencentes a Sub-ordem Latosol:

1.2.1.1 Latosol Amarelo

Este grande grupo apresenta aquelas características fundamentais da sub-ordem Latosol, identificando-se por possuir coloração amarela com matizes 10 YR e 7,5 YR (32) com valores e cromas quase sempre altos e são menos friáveis do que os vermelhos amarelos, vermelhos e vermelhos escuros.

Ocorre principalmente na faixa terciária amazônica sendo no entanto, distribuído em toda a região constituindo a unidade pedogenética de maior representação geográfica da Amazônia Brasileira.

1.2.1.2 Latosol Vermelho Amarelo

Este grande grupo assemelha-se bastante ao anterior, sua principal diferença é possuir matiz 5 YR (32), portanto mais avermelhado e ter maior friabilidade no horizonte B.

Ocorre quase sempre associado aos Latossolos Amarelos ocupando as áreas de cotas mais elevadas e de melhor drenagem.

1.2.1.3 Latosol Vermelho

Caracteriza-se por apresentar matizes 2,5 YR ou 10 R valores 4 e 5 e cromas 6 e 8 (32) sendo normalmente mais profundo, friável e apresentar maior teor de sesquióxido de ferro, quando comparado aos grandes grupos anteriormente descritos.

Este grande grupo, ocorre associado ao Latosol Vermelho Escuro e localiza-se principalmente na região norte de Mato Grosso, sendo encontrado também na faixa de influência da Rodovia Belém-Brasília (BR-010) principalmente próximo a Vila de Açailândia no Estado do Maranhão e em Goiás.

1.2.1.4 Latosol Vermelho Escuro

O Latosol Vermelho Escuro é a unidade pedogenética que apresenta uma coloração vermelha escura com matizes 2,5 YR e 10 R com valor 3 e cromas 6.

Devido suas características êle está incluído entre o Latosol Vermelho Amarelo e o Latosol Roxo. Assemelha-se ao Latosol Vermelho Amarelo pela origem, pois também deriva de material parental pobre de minerais, sendo por isso de baixa fertilidade, distingue-se desta unidade por apresentar menor diferença textural entre os horizontes A e B e ainda por apresentar a cor vermelho escuro (7, 11).

Com o Latosol Roxo apresenta em comum as tonalidades de cor vermelha e semelhança na estrutura maciça porosa pouco coerente; diferencia-se do Latosol Roxo por êste ser

formado a partir do material rochoso básico rico em minerais ferro magnesianos e possuir teor elevado de ferro e titânio na composição mineralógica.

O Latosol Roxo diferencia-se ainda do Vermelho Escuro por apresentar efervescência com água oxigenada quando partículas finas e secas do solo são tratadas com este reagente (11).

1.3 SOLOS ARENO-QUARTZOSOS

1.3.1 Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas

Esta unidade taxonômica é composta de solos que apresentam um perfil profundo, fortemente desgastado, muito fortemente ácido, excessivamente arenoso, muito poroso, solto e às vezes friável e de difícil diferenciação entre os horizontes.

O perfil é excessivamente drenado e apresenta quase sempre sequência de horizontes A, B e C, onde o horizonte A é normalmente bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2) a bruno amarelado escuro (10 YR 4/4) e o B pode ser bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2), amarelo (10 YR 7/6), vermelho escuro (2,5 YR 3/6), ou vermelho (2,5 YR 5/8 e 4/8) (32).

A textura é arenosa em todo o perfil, sendo porém mais pesada no horizonte B, franco arenosa leve ou franco arenosa. A principal característica deste solo é possuir o teor de argila abaixo de 15% nos horizontes do perfil. A estrutura é muito fraca e pequena de bloco subangular ou granular, desfazendo-se prontamente em terra fina. A consistência determinada com o solo úmido é solto ou friável e quando molhado é não plástico e não pegajoso. Os poros e canais são muito bem distribuídos no perfil e a percentagem de raízes finas e médias é maior no horizonte A, como consequência de maior teor de matéria orgânica.

O horizonte O, orgânico, é quase sempre muito espesso podendo alcançar cerca de 20 cm.

Os valores de soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação de bases trocáveis são baixos, exceto em alguns perfis localizados na rodovia Carolina-Mirador km 18, no Estado do Maranhão que apresentam êsses valores mais elevados, sendo portanto considerados solos eutróficos.

Esta unidade pode ocorrer sob dois aspectos pedogenéticos, um com perfil apresentando B latossólico, o mais comum, e o outro com B textural. Nêstes casos recebem as denominações de Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas, Latissólicas e Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas Podzolizadas respectivamente.

As Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas ocupam grandes extensões na região norte de Mato Grosso principalmente nas áreas de influência dos rios Suiá Missú, Culuene Jatobá, Steinein, Arraias e cabeceiras do Xingú.

Também no Baixo Amazonas êstes solos têm ocorrências distintas distribuindo-se em alguns locais, como Santarém, Alenquer, Monte Alegre, Almeirim, etc., no primeiro terraço de "Terra Firme".

No Estado do Maranhão, há ocorrência notável dêstes solos principalmente localizada na área situada entre o rio Turiaçú e a costa Atlântica a noroeste daquele Estado (9), denominadas por Day de Latosol Amarelo Arenoso (14).

Quando as Areias ocorrem associadas aos Latossólos, êstes se distribuem nas cotas mais altas.

As Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas no Estado do Pará e Mato Grosso, são originárias da evolução diagenética dos sedimentos arenosos atribuídos ao pleistoceno, sendo que as Areias que se acham localizadas no Estado do Maranhão tem seu material de origem possivelmente de sedimentos de Cretáceo (Turiaçú) e folhelhos vermelho tijolo, siltitos verdes e vermelhos pertencentes a Formação Motuca do Triásico (9, 26).

A vegetação que recobre êstes solos varia de acôrdo com a situação ecológica. Em Mato Grosso é a Floresta Semidecídua equatorial, no Maranhão (Turiaçú) e Pará a floresta amazônica ou equatorial úmida e na área entre Colinas e Mirador, Estado do Maranhão floresta de babaçú.

1.4 SOLOS LATERÍTICOS

1.4.1 Concrecionário Laterítico

Na região amazônica observa-se em quase tôdas as formações geológicas, principalmente do pleistoceno e terciário, áreas de solos que possuem no perfil nodulações endurecidas normalmente de coloração avermelhadas, amareladas e violáceas, denominadas de concreções lateríticas ou piçarra, como vulgarmente são conhecidas (18).

Essas concreções apresentam diâmetros variáveis encontrando-se desde o menor do que 2 mm, até o maior que é 6 cm. A forma também é diversificada, aparecendo concreções arredondadas, lisas ou com arestas e vesículas, formadas por diversos fatôres.

Quanto a composição química das concreções, é conhecida que há dominância dos óxidos de ferro e alumínio hidratados, sendo que os primeiros evidenciam-se com maior percentagem (18).

Na presente unidade pedogenética estão incluídas indistintamente todos os solos que apresentam concreções lateríticas distribuídas no perfil, mesmo os originados por rochas básicas, arenitos, folhelhos, sedimentos quaternários e terciários, etc., mas que devido terem sofrido ação intensa da laterização foram por isso agrupados num único grande grupo denominado de Concrecionário Laterítico.

O critério portanto adotado para a denominação desta unidade de solo foi a presença de concreções lateríticas no perfil, sendo que, as outras características como côr, gradiente textural, topografia da área, cobertura vegetal e bem como conteúdo de nutrientes não foram consideradas, posto que a concreção laterítica é o caráter mais conspícuo destes solos.

O perfil desta unidade pedogenética consta de uma sequência de horizonte A, B e C, com B textural, ou então latossólico, formado pela mistura de partículas mineralógicas e concreções de um arenito ferruginoso apresentando vários diâmetros e que algumas vêzes ocupam todo o perfil (18, 44).

São solos fortemente desgastados, medianamente profundos, extremamente e ligeiramente ácidos, dependendo do material de origem e de textura variável, desde média a pesada; a coloração varia de amarelo, amarelo avermelhado ou vermelho escuro. A soma de bases trocáveis, capacidade de troca catiônica, saturação de bases e fósforo assimilável tem normalmente valores baixos, excetuando-se os solos originados de rochas básicas como é o caso de alguns concrecionários lateríticos de Monte Alegre (18).

Estes solos ocorrem indistintamente em toda a região amazônica formando pequenas áreas e quase sempre associados aos solos latossólicos. No Estado do Acre estes solos tem muito pouca representação, ao passo que no Território Federal do Amapá eles ocupam proporcionalmente regular extensão.

1.5 SOLOS PODZÓLICOS

Os solos podzólicos são aqueles que apresentam características de podzolização ou seja processo diagenético que consiste na migração de minerais de argila, pela destruição das argilas no horizonte A e concentração no B ou então a formação das próprias argilas no horizonte iluvial. Com esse processo dá-se a formação de um horizonte B diagnóstico, denominado B textural ou argílico (29).

O conceito geral destes solos pode ser resumido da seguinte maneira: apresentam sequência de horizontes A, B e C, com presença ou não de um A₂, perfil medianamente profundo, moderadamente a bem drenado, friável a firme, textura média e pesada, estrutura do horizonte B bem desenvolvida em forma de bloco subangular, e possuindo revestimento de filme de material coloidal entre as unidades de estrutura ou próximo das atividades das raízes, denominadas de cerosidade ("Clay skin").

1.5.1 Podzólicos Vermelhos Amarelos

Os Podzólicos Vermelhos Amarelos encontrados na Região Amazônica podem ser divididos em várias fases de acôr-

do com a origem do material parental. Assim citam-se o Podzólico Vermelho Amarelo Plinthico (que apresenta o "plinthite" na base do horizonte B), o Podzólico Vermelho Amarelo da série Barreiras (originado da evolução diagenética de sedimentos desta unidade geológica), Podzólico Vermelho Amarelo substrato filito-xisto (encontrado em torno de Marabá-Tocantins, que se origina da meteorização daquele tipo de rocha), o Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico de origem cretácea (encontrado no Maranhão), Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico substrato folhelho ilítico (encontrado em Monte Alegre), o Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico de Conceição do Araguaia, Estado do Pará, e o Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico, de Altamira (6, 8, 18, 21, 31, 39).

Os Podzólicos Vermelhos Amarelos dependendo dos valores de saturação de bases são separados em Eutróficos e Distróficos, conforme tenham respectivamente saturação de base alta ou baixa. A maior representação geográfica destes solos na Amazônia pertence aos Podzólicos Distróficos.

A fase Eutrófica foi encontrada e estudada no Maranhão, Baixo Amazonas, Sul do Pará (Município de Conceição do Araguaia) e Altamira no Xingú (6, 18, 21).

Os Podzólicos Vermelhos Amarelos normalmente ocorrem em relevo mais movimentado do que os latossolos formando quase sempre sequência de colinas e/ou outeiros com declives longos.

O revestimento florístico em sua maior parte é a floresta amazônica, podendo ocorrer no entanto, em áreas de floresta de babaçú como é o caso das ocorrências no Maranhão e floresta semi-decídua equatorial em Conceição do Araguaia.

1.6 TERRAS ROXAS

A expressão "Terra Roxa" é usada nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e outros, para designar solos de procedência básica, de fertilidade elevada, coloração vermelha, com tonalidade violácea e quase sempre de textura argilosa.

Baseando-se na mistura de material de origem, o professor Setzer, do Instituto Agrônomo de Campinas, foi quem primeiro classificou as Terras Roxas, identificando três tipos : Terra Roxa Legítima, Terra Roxa Misturada e Terra Roxa de Campo (37).

A Terra Roxa Legítima pertence ao Grupo 13 da classificação de Setzer, tem como material básico, essencialmente, rochas eruptivas básicas. As partículas de quartzo são quase ausentes e há existência de bastante areia preta, brilhante, de ilmenita e magnetita.

A Terra Roxa Misturada, Grupo 14 de Setzer, é proveniente da decomposição de rochas básicas e, também, de arenitos, que se intercalam em camadas mais ou menos horizontais e planas, de espessura variável. Da meteorização destas rochas resulta um solo de composição "misturada" com características mineralógicas de rochas básicas e arenitos. A mistura desses minerais não é proporcional, havendo sempre predominância de um dos materiais de origem e, em consequência, resultam solos diferentes. São argilosos e férteis, quando predominam sedimentos de rochas básicas e arenosos e de baixa fertilidade, no caso de serem originados de arenitos. Neste caso, recebem a denominação de Terra Roxa de Campo, correspondente ao Grupo 12 da classificação de Setzer.

Atualmente, segundo critério e conceito da Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo do Ministério da Agricultura, as Terras Roxas são classificadas em Terra Roxa Estruturada quando apresentam B textural e Latosol Roxo, na hipótese de B latossólico. Ambos podem ser Eutróficos ou Distróficos, dependendo da alta ou baixa saturação de bases que apresentem.

Na Região Amazônica a Terra Roxa Estruturada ocupa maior extensão geográfica, tendo sido encontrada em vários locais enquanto que o Latosol Roxo somente se localizou no município de Alenquer, na rodovia Lauro Sodré, km 31 e 32 (7).

A Terra Roxa tem origem a partir da meteorização de rochas básicas. Estas rochas, no Brasil, apareceram principalmente, durante o período rético, pelo diastrofismo paranaense, acompanhado de derrames de lavas básicas, que atin-

giram grandes áreas. Pelo fato dessas lavas recobrirem extensas regiões da Bacia do Rio Paraná. O. A. Derby, citado por Oliveira e Leonardos, designou êsse derrame de Trapp do Paraná (33).

É fato já comprovado que o derrame do Paraná e sul do Brasil, não ficou limitado a estas regiões tendo, também, atingido outras zonas como a Amazônia chegando até a Venezuela e Guianas.

Na Amazônia Brasileira várias ocorrências de material magmático básico estão perfeitamente conhecidas. No Estado do Pará já foram identificadas Terras Roxas nos municípios de Almeirim, Alenquer e Monte Alegre, no Baixo Amazonas; Conceição do Araguaia na região sul do Estado e Altamira ao longo da rodovia Transamazônica. Nos Territórios Federais de Rondônia e Roraima, existem também, ocorrências bem significativas dêsse solo. Ao norte do Estado de Goiás no município de Araguaína também já foi constatada a presença da Terra Roxa (1, 4, 6, 7, 17, 18). Fig 2

É certo que são desconhecidas áreas extensas de Terra Roxa como é verdadeiro que o difícil acesso de imensas áreas amazônicas não permitiram, ainda, desvendar em sua plenitude, o verdadeiro potencial dos solos do Grande Vale.

Todavia, as áreas conhecidas e levantadas, em função das vias de penetração atual, permitem estimar a ocorrência de manchas de Terra Roxas, cobrindo 1.030.000 hectares.

As características pedogenéticas das Terras Roxas as destacam da grande maioria dos solos brasileiros, se comparadas não só quanto as propriedades físicas e químicas, mas, sobretudo à elevada produtividade de que são possuídas.

Como é evidente, as Terras Roxas da Amazônia são semelhantes as existentes em outras regiões do país. Os dados analíticos, de perfis coletados por técnicos do IPEAN, comprovam a justeza desta afirmativa. Por outro lado, comparando-se os níveis de produtividade das Terras Roxas existentes nesta área com outras com localização extra-amazônica, demonstram que existem certa identidade, mesmo considerando o sistema de cultivo ainda utilizado na região, sem emprêgo de modernas técnicas agrícolas.

As culturas do milho, cana de açúcar, feijão e arroz, tem produção relativa, por unidade de área, iguais aos solos de Terras Roxas de São Paulo e Paraná.

Em Alenquer, Estado do Pará, por exemplo, cultiva-se cacau em uma mesma área, por muitos anos, sem quebra aparente de produção. De igual modo pode ser observado na cultura da juta, para sementes, que mantém os mesmos índices de produtividade, embora cultivado intensivamente.

No aspecto morfológico, mais uma vez fica caracterizada a semelhança das Terras Roxas Amazônicas com as de outras regiões. São de coloração vermelha, com tons violáceos. Tem textura argilosa, cerosidade moderada e, algumas vezes forte, com estrutura subangular no horizonte B. As partículas finas e secas são atraídas pelo imã devido a presença notável de minerais pesados na composição mineralógica do solo e apresentam teores elevados de sesquióxidos de ferro.

Para uma melhor análise dos elementos da constituição química das Terras Roxas da Amazônia informamos, abaixo, os teores determinados na Amazônia, S. Paulo e Minas Gerais.

DADOS ANALÍTICOS DE PERFIS DE TERRA ROXA ESTRUTURADA EM DIVERSAS REGIÕES

DISCRIMINAÇÃO	Amazônia	S. Paulo	M. Gerais
T (Cap. de troca) mE/100g (2)	2,17 a 39,8	4,7 a 25,5	4 a 11
S (soma de bases) mE/100g (2)	1,5 a 37,3	3,0 a 25,4	±4,5
V (saturação de bases) % (2)	30 a 99	50 a 100	27 a 29
Argila total (2)	30 a 69	48 a 80	40 a 78
pH (água) (2)	5,0 a 7,5	5,2 a 7,5	5 a 6
Cálcio (1) mE/100g	1,5 a 28,8	4,3 a 14,5	0,45 a 3,88
Magnésio (1) mE/100g	0,5 a 6,5	1,6 a 8,5	0,75 a 1,20
Potássio (1) mE/100g	0,10 a 1,7	0,6 a 2,2	0,10 a 0,32
Sódio (1) mE/100g	0,03 a 0,90	0,4 a 0,9	0,02 a 0,07
Fe ₂ O ₃ % (2)	15 a 36	22 a 27	6,30 a 25,15
P ₂ O ₅ (Truog) mg/100g (2)	0,50 a 2,3	1,0 a 2,1	1,0 a 1,2

(1) Dados relativos ao horizonte A

(2) Dados relativos ao perfil.

OCORRÊNCIAS DAS TERRAS ROXAS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

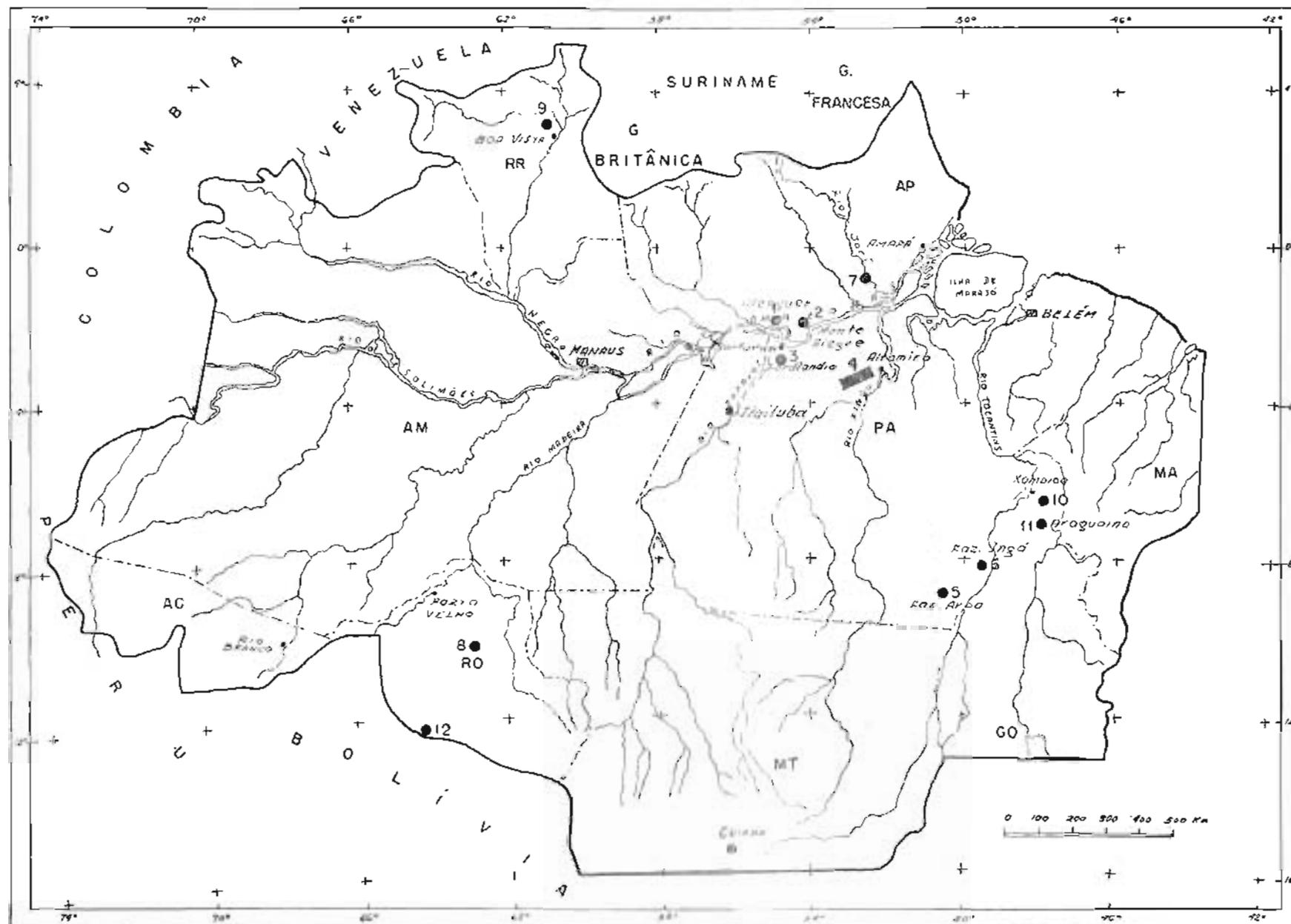


FIG. 2

- | | |
|---|--|
| <p>1 — Município de ALENQUER - Baixo Amazonas-PARÁ</p> <p>2 — Município de MONTE ALEGRE - Baixo Amazonas - PARÁ</p> <p>3 — FORDLANDIA — Baixo Amazonas-PARÁ</p> <p>4 — Município de ALTAMIRA — Rio Xingú-PARÁ</p> <p>5 — Fazenda ARPA — Conceição do Araguaia-PARÁ</p> <p>6 — Fazenda INGA — Conceição do Araguaia-PARÁ</p> | <p>7 — JARI INDUSTRIA COMERCIO S.A. — Rio Jari — Almeirim-PARÁ</p> <p>8 — Rodovia BR-364 — Setor Rondônia — T. F. de Rondônia</p> <p>9 — BOA VISTA-Região do Tulano — T. F. de RORAIMA</p> <p>10 — Município de ARAGUAINA — Rodov. BR-010-GOIAS</p> <p>11 — Município de ARAGUAINA — Km 15 da Rodov. BR-010 — XAMBICÓ-GOIAS</p> <p>12 — Forte Príncipe da Beira — T. F. RONDONIA</p> |
|---|--|

Baseado em Levantamentos Pedológicos efetuados em área amazônica, realizou-se estimativa de dimensionamento de ocorrência das Terras Roxas na Amazônia Brasileira, a saber :

Local	Km ²		ha
Sul do Pará	7.500	—	750.000
Altamira	850	—	85.000
Alenquer, Monte Alegre e Fordlândia	650	—	65.000
Almeirim (Rio Jarí)	400	—	40.000
T. F. de Rondônia	400	—	40.000
T. F. de Roraima	300	—	30.000
Araguaína - Goiás	200	—	20.000
<hr/>			
Totais	10.300	—	1.030.000

Salienta-se que estas foram as áreas até agora encontradas e que se tratam de estimativas de dimensionamento. Outras áreas provavelmente existem, e as dimensões deverão ser ajustadas nos trabalhos de prospecção que ainda estão em desenvolvimento pelo IPEAN.

1.6.1 Terra Roxa Estruturada Eutrófica

Esta unidade pedogenética é formada por solos férteis, originados de rochas básicas com baixo conteúdo de quartzo na composição mineralógica, tendo elevado teor de ferro (18, 38). Possuem espessura média de 150 cm, considerando-se os horizontes A e B. São bem drenados, de coloração bruno avermelhado escuro que se tornam arroxeados quando observados de determinados ângulos de incidência dos raios solares. A diferenciação entre os horizontes é muito difícil, devido a pequena variação de côr, o que torna difusa e poucas vezes gradual a transição entre êles.

A Terra Roxa Estruturada Eutrófica apresenta ainda cerosidade de moderada a forte, muitos ou abundantes, revestindo os agregados componentes da estrutura do solo; a con-

sistência determinada com o solo molhado é plástica e pegajosa, o número de poros finos é abundante e o número de raízes diminui com a profundidade do perfil. As partículas do solo quando secas, são atraídas fortemente por um ímã, devido a presença de minerais pesados na composição mineralógica do solo. Na superfície é bastante comum observar-se acumulação desses minerais de cor escura determinados como sendo ilmenita (18).

A estrutura do horizonte A é geralmente fraca e moderada, pequena e em forma de bloco subangular e no B é moderada, média, subangular podendo ser algumas vezes pequena e prismática.

Quimicamente são solos que devido a sua gênese apresentam teores de nutrientes elevados, principalmente as bases de cálcio e magnésio, baixa acidez em torno de neutro e como consequência possuem alto índice de saturação, sendo solos eutróficos.

As Terras Roxas na Amazônia são geologicamente atribuídas ao rético, ocorrendo em topografia suavemente ondulada ou ondulada com cobertura vegetal principalmente representada pela floresta equatorial úmida ou hiléia amazônica.

1.6.2 Latosol Roxo Eutrófico

O Latosol Roxo Eutrófico é um solo profundo, bem drenado, com B latossólico, friável, poroso, de coloração bruno avermelhado escuro ou vermelho escuro com matiz 2,5 YR, tornando-se arroxeadado quando observado com os raios solares incidindo sobre o perfil.

Morfologicamente assemelha-se ao Latosol Vermelho Escuro, diferindo no entanto, pela origem de ambos.

O Latosol Roxo Eutrófico é formado a partir da intemperização de rochas básicas resultando teor elevado de ferro e alta saturação de bases, enquanto o Latosol Vermelho Escuro tem como material parental sedimentos diversos principalmente atribuídos ao Terciário e que como consequência, apresentam baixo teor de ferro e saturação de bases baixas.

O perfil é do tipo A, B e C com profundidade em torno de 2,50 m com presença de concreções do tipo "chumbinho de

caça” e bem como minerais magnéticos. Possui grande estabilidade nos agregados no horizonte A (11).

A textura dêste horizonte é franco argilosa, sendo a estrutura normalmente moderada, pequena e média em forma de bloco subangular e a consistência determinada com o solo sêco é dura, quando úmido é friável e molhado é plástico e pegajoso. A transição em todos os horizontes é plana e difusa.

O horizonte B tem uma espessura em média de 1,60 m, de coloração bruno avermelhado escuro e vermelho escuro; a textura é franco argilosa pesada e argila leve, apresentando a estrutura subangular e granular, pequena e média francamente desenvolvida. É duro, muito friável, plástico e pegajoso, tendo a transição difusa para o horizonte C.

Quimicamente são solos que possuem alta saturação de bases com valores entre 66% a 96%; capacidade de troca catiônica elevada no horizonte A que varia de 18,55 mE/100g de solo a 16,20 mE/100g de solo, decaindo bruscamente êsses valores para o horizonte B. A soma de bases trocáveis é também elevada no horizonte A decrescendo sensivelmente para o horizonte iluvial. O pH varia no perfil de 5,8 a 6,9 portanto de medianamente ácido a neutro (16). O fósforo assimilável apresenta teores baixos nêstes solos, o que é comum nas Terras Roxas Brasileiras.

O Latosol Roxo Eutrófico origina-se da intemperização de rochas básicas onde os processos de latolização predominaram desenvolvendo-se como consequência um perfil latossólico, no entanto, de alta fertilidade. Ocorrem em relêvo plano e suavemente ondulado sòmente tendo sido encontrado até o momento no município de Alenquer, na Colônia Agrícola Paes de Carvalho, nos km 31 e 32 da estrada Lauro Sodré nas localidades de Emília, Ezequiel e Vila Nova (7). A cobertura vegetal primitiva é a floresta equatorial úmida e em vários lugares já se observa o solo em cultivo ou capoeira.

1.7 TERRA PRETA DO ÍNDIO

Na Região Amazônica os Latossólos constituem os solos que maior distribuição geográfica apresentam.

São solos profundos, amarelos, ou avermelhados de baixa fertilidade química, sendo dotados no entanto, de boas propriedades físicas.

Contrastando com esses solos ocorrem inúmeras manchas de terra em forma normalmente de lentes circulares, estando a parte plana voltada para cima, não ocupando grandes extensões (17, 23, 24). São solos de natureza fértil e com horizonte eluvial de coloração negra, devido ao elevado teor de matéria orgânica. Além dessa característica química apresentam elevados teores de fósforo assimilável, cálcio e magnésio trocáveis.

Uma outra característica destes solos é a presença notável de fragmentos de cerâmica indígena principalmente localizadas no horizonte antrópico (15) e que tem motivado as mais interessantes hipóteses a respeito da origem destas terras (12, 17, 24).

As Terras Pretas do Índio já estudadas apresentam uma sequência de horizontes A, B e C, com excessão de um perfil observado em Monte Alegre localizado na Colônia Major Barata, onde há ausência de horizonte iluvial. O horizonte A negro está assente sobre material rochoso (18).

A Terra Preta apresenta como característica mais evidente, um horizonte A proeminente, antrópico, preto, friável, húmico, normalmente com alto teor de argila, ligeiramente ácido, rico em bases trocáveis principalmente cálcio e magnésio, além do elevadíssimo teor de fósforo assimilável. Trata-se de um horizonte normalmente profundo com variação entre 30 cm e 150 cm. Este último encontrado no município de Oriximiná — Estado do Pará (17 e 18). A média no entanto, está em torno de 55 cm sendo que este horizonte é mais profundo no centro da mancha circular, do que nas áreas em limites com os solos vizinhos (18, 23).

O horizonte B ao contrário é de coloração amarela ou amarela avermelhada, argiloso, de friável a firme com ou sem cerosidade, estrutura subangular, moderadamente desenvolvida podendo no entanto, ser maciça porosa coesa que se desfaz em terra fina; sendo plástico e pegajoso ou ligeiramente pegajoso.

Os teores dos elementos químicos são sempre mais baixos do que os encontrados no horizonte A, no entanto, se comparados com os latossólos da região os valores são bem mais elevados.

O fósforo mantém-se elevado neste horizonte apesar de haver um decréscimo nos valores a medida que o perfil se aprofunda. Este nutriente, P_2O_5 , varia no horizonte A de 66,00 mg/100g de solo a 21,40 mg/100g de solo e no horizonte B de 93,16 mg/100g de solo a 3,8 mg/100g de solo. Normalmente os valores do B estão acima de 20 mg/100g de solo.

O cálcio trocável assim como o magnésio são as bases trocáveis que nas Terras Pretas do Índio apresentam teores bastantes elevados.

Os valores de matéria orgânica determinado pelo cálculo do carbono apresenta-se no horizonte A variando de 9,55% a 1,5%, sendo os teores mais baixos pertencentes ao horizonte de transição para o B. A matéria orgânica no horizonte iluvial é bem mais baixa variando de 1,99% a 0,44%, havendo um decréscimo no valor a medida que o perfil se aprofunda.

A saturação de bases trocáveis determinada pelo valor V% é bastante elevada no perfil cabendo ao horizonte A os teores mais elevados. Neste horizonte o índice V varia de 87% a 46% e no B de 71% a 32%. Trata-se portanto, de um solo de saturação de bases alta, sendo por isso eutrófico.

A capacidade de troca catiônica, ou seja, o conteúdo de bases até a saturação expressado em equivalente miligrama se apresenta com valores mais elevados no horizonte A devido a presença notável do teor de matéria orgânica. Varia de 61,82 mE/100g de solo a 13,11 mE/100g de solo no horizonte A e no B variando de 12,24 mE/100g de solo a 3,7 mE/100g de solo.

A respeito da gênese destes solos Gourou (24) emitiu hipóteses prováveis sobre a formação citando a arqueológica e a geológica.

Cunha Franco (23) é de opinião que as Terras Pretas tiveram origem a partir das depressões fechadas, que é uma

característica do planalto de Santarém. Essas depressões coincidem quase sempre com o tamanho das Terras Pretas já formadas.

Essas depressões durante o período chuvoso ficam com água constituindo pequenos lagos de pouca profundidade, cujo subsolo possuindo camada argilosa impermeável retém a água por bastante tempo.

Segundo ainda Cunha Franco, o índio habitando as margens do Amazonas e Tapajós, verificou que as terras firmes marginais eram de baixa fertilidade constatada pela baixa produtividade das colheitas.

No planalto que se situa em cotas mais elevadas e mais para o interior, com alto teor de argila, a fertilidade era mais elevada permitindo melhores colheitas.

Na época de estiagem nesses planaltos era possível encontrar água nas depressões antes citadas, possibilitando ao índio água indispensável ao seu sustento e preparo da farinha, seu alimento básico.

Ainda Cunha Franco explica que, tão logo iniciavam-se as grandes chuvas, o índio imigrava da beira do rio para o planalto e se instalava às margens desses lagos ou cacimbas naturais, formando aldeamento provisório, permanecendo por todo o período chuvoso (dezembro a junho).

Os resíduos das habitações eram paulatinamente jogados nesses poções, assim como utensílios de louças quebradas o que hoje são encontrados em grande quantidade. As enxurradas contribuíam para a colmatagem das depressões lançando resíduos vegetais e animais. Quando as chuvas rareavam e os poções começavam a secar, o índio voltava a margem do rio, onde vivia de pesca que nesse período de vasante é farta.

O continuado ciclo de idas e vindas perdurando por muitos anos permitiu a formação de um solo com horizonte A preto rico em matéria orgânica, além de fósforo, cálcio e magnésio, resultante dos resíduos vegetais e animais, assim como dos esqueletos de animais e mesmo humanos.

Contra a hipótese arqueológica Gourou (24) justifica a falta de argumento para a existência de povoados indígenas tão importantes e de longa duração que justificasse o acúmu-

lo de cálcio e fósforo originados dos animais e dos esqueletos humanos em quantidade tamanha que fossem suficientes para formar as manchas de Terra Preta.

O que se observa hoje é que os índios habitam em aldeias tão modestas e instáveis que não poderiam originar essas terras, com tão espesso horizonte antrópico.

Gourou cita a teoria geológica das Terras Pretas, como tendo sido originadas de sedimentos depositados em fundo de lagos ou mesmo de intemperização de rochas vulcânicas. Ele argumenta que no primeiro caso, o elevado teor de cálcio e fósforo não pode ser explicado, a não ser que o solo tivesse origem de uma turfa, ficando a ocupação humana responsável pelo acúmulo de cálcio e fósforo (24).

Felisberto Camargo (12) admite que nenhuma formação geológica, possa ser responsável pela riqueza dos elementos minerais contidos na Terra Preta, tendo em vista que esses depósitos são encontrados no Baixo Amazonas em altitudes de 170 m a 180 m e a 70 km de Santarém.

Diz ainda que um transporte em sentido horizontal não justificaria a presença dos tecres elevados dos nutrientes nas partes altas e principalmente nas bordas do planalto de Belterra, sem que tivesse havido depósitos em locais de altitudes mais baixas.

Desta maneira Camargo não encontra uma justificativa para o transporte em sentido horizontal, atribuindo a riqueza de fósforo e cálcio num transporte em sentido vertical, lançando a hipótese da origem das Terras Pretas a partir de cinzas vulcânicas.

Gourou (24) combatendo a hipótese vulcânica indaga como é possível a presença de numerosas manchas desses solos em vários lugares? "Seria necessário que esses elementos vulcânicos fossem muito recentes para que pudessem ser encontrados em posições, morfológicamente, as mais variadas". Diz ainda Gourou: "Como se explica a ausência total de elementos não decompostos?".

Opina-se que a Terra Preta do Índio morfológicamente e quimicamente hoje já razoavelmente estudadas, tiveram origem mista, isto é, geológica e antropogênica.

A região amazônica é hoje uma vasta área recoberta pela exuberante floresta equatorial úmida, no entanto, desde a era presiluriana até o carbonífero, um grande golfo ocupava esta região constituindo um autêntico mar mediterrâneo, que tinha comunicação para oeste, ou seja, para o Oceano Pacífico. A leste não tinha ligação, sendo limitado ao norte pelo escudo das Guianas e ao sul pelo maciço do Brasil Central.

No final do período carbonífero o mar secou drenando toda a área que hoje constitui a bacia amazônica, sendo que os canais drenados nesta época corriam em direção ao Pacífico

No fim do cretáceo, houve o início da elevação dos Andes impedindo a saída dos rios para o Pacífico, desta maneira houve um represamento de água, formando imenso lago de água doce, que permaneceu durante todo o terciário. Com o decorrer dos tempos foram sendo depositados no fundo desse lago sedimentos orgânicos e minerais, constituindo centenas e até milhares de metros de espessura.

Os Andes continuavam a se erguer e no fim do terciário possivelmente com auxílio de movimentos verticais do continente, a parte leste do grande lago se abriu dando passagem a água que se dirigiu ao Atlântico, ficando dessa maneira exposto o fundo do lago que secou, recobrimo-se de uma vegetação de plantas novas ocasionando a floresta amazônica que hoje se conhece (40).

O fundo do grande lago apresentava, como é óbvio, áreas planas, elevações e depressões. Com a saída da água as depressões permaneceram com esse líquido, mantendo preso animais que naquela altura habitavam as águas da região e bem como os vegetais aquáticos. Com o decorrer dos tempos essa água secou e a vida existente deixou de existir, resultando como consequência a morte dos animais e plantas, que entraram em decomposição.

A presença notável do fósforo e do cálcio nas Terras Pretas teria sido ocasionado pelos ossos dos animais que viviam nas depressões fechadas, sendo ainda hoje encontrado costelas de tamanho considerável, maxilares etc., em alguns locais de ocorrência da Terra Preta.

O índio contribuiu com o seu enriquecimento, quando habitava em torno dessas cacimbas. Os fragmentos de ce-

râmica indígena, hoje abundantemente encontrados nestes solos foram provavelmente provenientes do adielamento existente, como cita Cunha Franco (23).

Isto é apenas uma hipótese, pois um esclarecimento mais científico da formação destas terras, necessário se torna fazer mais pesquisas de campo e de laboratório, feitas por equipes de especialistas nos vários ramos da ciência.

Assim uma equipe constituída de arqueólogos, antropólogos, pedólogos, geólogos, geomorfólogos e paleobotânicos, trabalhando em conjunto com um mesmo objetivo, em pouco tempo estaria desvendado o problema da gênese das Terras Pretas do Indio.

Alguns locais de ocorrência da Terra Preto do Indio:

- 1 — Bordo do Planalto de Santarém — Campo Agrícola do DEMA antigo CBA.
- 2 — Belterra — Estabelecimento Rural do Tapajós — DEMA (várias manchas pequenas).
- 3 — Sudoeste de Manaus, entre o Rio Negro e o Solimões (24).
- 4 — Margem dos lagos do baixo Trombetas, Tapagem, Arrozal, Macacos, Uaboi, Caetano, Uaupés, Cocais, Anjos, Laranjal (24) sendo que este último não se encontra à beira do lago.
- 5 — Rio Jamundá e Aldeia Velha (24)
- 6 — Rodovia PA-070 km 82 Vila Rondon, Estado do Pará
- 7 — Rodovia AM-1, Manaus — Itacoatiara próximo ao Rio Urubu no seringal modelo do PROHEVEA.
- 8 — Colônia Agrícola Caçau Pirêra, Amazonas, no local denominado de Terra Preta (39)
- 9 — Rio Xingu — direção 110° de Altamira, a aproximadamente 8 km desta cidade, local denominado Marinheiro, solo de origem básica com superfície apresentando abundância de fragmentos de cerâmica indígena.
- 10 — Ilha de Marajó — em várias fazendas de gado bovino são encontradas nos têsos, a Terra Preta, com cerâmica, em solo arenoso.
- 11 — Pósto Indígena Diavarum — Mato Grosso, margem direita do Xingu.

1.8 SOLOS POUCOS DESENVOLVIDOS

1.8.1 Solos Grumussólicos

Os Grumussólicos são solos que se acham incluídos, entre os Vertissólos, os quais apresentam características típicas como: elevado conteúdo de argila; maior do que 30 mE de capacidade de troca em todos os horizontes abaixo de 5 cm superficial; grêtas desde a superfície do solo até o horizonte C; presença de "gilgai"; ocorrência de "slickensides"; agregados de estrutura em forma de cunha ou de paralelepípedos com inclinação entre 10° e 60° com a horizontal e a presença de horizontes cálcicos (15,18).

O material montmorilonítico pode ser derivado de rochas calcárias, básicas e em alguns casos de granito.

Na região amazônica foram estudados grumussólicos formados a partir da decomposição de rochas calcárias e ígneas básicas, não tendo sido observados ainda a partir de rochas graníticas (18).

Os grumussólicos são solos que durante o período chuvoso ficam muito molhados e na época da estiagem tornam-se muito secos, inclusive formando rachaduras, desde a superfície até vários centímetros de profundidade.

Os solos grumussólicos encontrados na região foram: Grumussólico Substrato Calcário e Grumussólico Substrato Rocha Básica.

1.8.1.1. Grumussólico Substrato Calcário

O Grumussólico Substrato Calcário constitui uma unidade de solos que deriva da decomposição de rochas calcárias, de idade carbonífera ou pré-cambriana.

O perfil apresenta sequência de horizontes A, C e R, com ausência portanto do horizonte B, sendo o horizonte A normalmente muito espesso, e de coloração preta, muito argiloso e de elevada saturação de bases.

A textura do horizonte A é argila pesada ou argila, sendo que a estrutura é forte, pequena e média em forma de bloco

subangular. Ocorre também a estrutura prismática e colunar, sendo observado entre os elementos de estrutura, filme de material coloidal assim como "slickensides" êstes, entre as massas do solo.

O grau de consistência do solo é plástico e pegajoso quando se encontra molhado e é duro e muito duro quando sêco.

O horizonte C pode se dividir em C₁, C₂, C₃ etc., apresentando elevado teor de sais solúveis principalmente carbonato de cálcio onde se observa abundantes concreções formadas pela precipitação desse sal.

A coloração desse horizonte pode ser bruno acinzentado escuro, bruno oliva claro ou tonalidades cinzas.

Êstes solos apresentam baixos teores de matéria orgânica, sendo que a soma de bases trocáveis, capacidade de troca e saturação de bases possuem valores elevados.

O índice de acidez determinado pelo pH, pode variar no horizonte A de 6,0 a 6,8 portanto ligeiramente ácido e no horizonte C é mais elevado variando de 7,5 a 7,9 devido aos elevados valores das bases trocáveis principalmente cálcio e magnésio.

O Grumussólico Substrato Calcário ocorre na região amazônica nos seguintes locais (18):

Estado do Pará:

- município de Conceição do Araguaia — Faz. Sta. Fé nas seguintes coordenadas geografias: 9° 32' 43" de latitude sul e 50° 21' 49" de longitude WGr.
- município de Monte Alegre — Colônia Inglês de Souza — INCRA.

Estado do Maranhão:

- Imperatriz — rodovia BR-010 a 9 km de Imperatriz em direção de Brasília.
- Rodovia Presidente Dutra — Barra do Corda
- Núcleo Colonial do INCRA em Barra do Corda.

T. F. de Roraima:

— Rodovia Boa Vista — Taiano km 20 lado esquerdo, Fazenda Sta Fé.

A cobertura vegetal é variada, pode ser mata sêca como no Maranhão, cerrado como em Roraima, floresta semi-decídua equatorial como em Conceição do Araguaia e floresta Amazônica como em Monte Alegre.

O relêvo dêstes solos é plano tipo fundo de vale, sendo que no Maranhão, na rodovia Presidente Dutra — Barra do Corda ocorrem em relêvo suave ondulado em terrenos elevados.

1.8.1.2 Grumussólico Substrato Rocha Básica

Esta unidade pedogenética assemelha-se a anteriormente descrita, diferindo principalmente nas seguintes características (18):

- 1 — Os teores de cálcio, capacidade de troca, soma de bases trocáveis e bem como saturação de bases são mais baixos nos solos procedentes do diabase.
- 2 — Os teores de magnésio são mais altos nos Grumussólicos de origem diabásica, talvez devido à presença de minerais ferromagnesianos na composição mineralógica da rocha matriz.
- 3 — Morfológicamente os solos derivados do calcário tem a espessura do horizonte A bem mais desenvolvida, assim como a presença de "slickensides" é mais evidente.

O Grumussólico Substrato Rocha Básica ocorre em relêvo plano e algumas vezes em áreas de meia encosta como na estrada que liga Monte Dourado — Pilão, na Jarí Indústria e Comércio*.

Foi constatada a sua ocorrência na Amazônia nos seguintes locais (18):

Estado do Pará:

— Município de Alenquer — Baixo Amazonas — Campo do DEMA

* — Empresa plantadora em larga escala de *Gmelina arborea*, na região do Rio Jarí, no município de Almeirim — Pará.

- município de Almeirim — Jarí Indústria e Comércio S/A.

Estado de Goiás:

- Rodovia Transamazônica, trecho Estreito — Rio Araguaia, nos primeiros 10 quilômetros, em uma faixa de 2 km ao longo da estrada.

1.8.2 Solos Litossólicos

Os Litossólos são solos azonais, pouco desenvolvidos, pouco profundos, com seqüência de horizontes A, R ou algumas vezes A, C e R devido à atuação dos fatores de formação dos solos, principalmente o relevo e o tempo.

O horizonte A normalmente com 25 cm a 30 cm de espessura, acha-se assente sobre a rocha matriz, característica esta de perfil pouco desenvolvido.

A fertilidade destes solos está condicionada com a rocha matriz que lhes dá origem. Férteis se o material é de procedência básica, calcária, folhelho calcário etc., e de baixa fertilidade se originário de arenito, argilito ou outra rocha pobre de composição mineralógica.

Os Litossólos já estudados na região amazônica apresentam os seguintes materiais rochosos: diabase, granito, gnaiss, arenito e argilito.

Estes solos são encontrados nesta região nos seguintes locais:

Estado do Pará:

- 1 — Alenquer e Monte Alegre (Baixo Amazonas).
- 2 — Serra de Tumucumaque no extremo norte do Pará, fronteira com a Guiana.
- 3 — Serra do Acaraí, fronteira com a Guiana Francesa.
- 4 — Serra de Gorotire e Carajás

Estado do Maranhão

- 1 — Rodovia Entroncamento 17 — Caxias, km 16 e km 70
- 2 — Rodovia Caxias — Terezina, km 14
- 3 — Rodovia Entroncamento 17 — Triângulo, km 43
- 4 — Rodovia Triângulo — D. Pedro, km 14
- 5 — Rodovia D. Pedro — Presidente Dutra, km 9, km 25, km 34.
- 6 — Rodovia Itapecurú-Mirim — Vargem Grande, km 42.
- 7 — Rodovia Presidente Dutra — Colinas, km 8, km 9, km 24, e km 26.
- 8 — Rodovia Colinas — Mirador, km 18.

Estado do Amazonas:

- 1 — Limites com a Colômbia

T. F. do Amapá:

- 1 — Serra de Tumucumaque, fronteira com a Guiana Francêsa.

T. F. de Roraima:

- 1 — Serra de Parima e Paracaima, fronteira com a Venezuela.

Ocorrem em áreas onde o relêvo é ondulado ou montanhoso e quase sempre observa-se afloramentos de rochas. A vegetação que recobre êstes solos é bem característica normalmente é campina — rana, podendo ser no entanto floresta serrana.

1.8.3 Regosol

O Regosol é um solo azonal (10, 13, 17, 34, 39) caracterizado por ser bastante profundo, muito arenoso, solto, acentuadamente drenado e com sequência de horizonte A,C. Tem origem da evolução diagenética de sedimentos arenosos pertencentes ao pleistoceno (35) e dotado de fertilidade natural muito baixa.

A camada orgânica O, formada, principalmente, não apenas por um reticulado de raízes onde predominam as de diâmetro fino, como também restos vegetais, tem espessura variável de 8 cm a 12 cm, sendo a cor bruno escura e, às vezes preta.

O horizonte mineral A, situado abaixo desta camada orgânica tem espessura da ordem de 15 cm e cor cinza clara 10 YR 7/2, ou bruno rosado, correspondente ao matiz SYR. A textura é areia e a estrutura é de grãos simples não coerente, sendo a consistência quando o solo está úmido solta ou muito friável e, quando molhado não plástico e não pegajoso.

As raízes finas e médias são abundantes neste horizonte devido ao teor relativamente elevado de matéria orgânica, oriunda da decomposição de resíduos vegetais e animais depositados na superfície do solo.

O horizonte C é profundo, excessivamente arenoso (areia quartzosa) de cor (úmido) variando de neutra N 8/ a cinza claro com matizes 2,5 Y e 2,5 YR. Não há estrutura neste horizonte, sendo a consistência determinada com o solo molhado não plástica e não pegajosa.

A potencialidade e a fertilidade destes solos são muito baixas, o que é constatada pelos valores baixos de soma de bases trocáveis e capacidade de troca (10, 13, 39).

Ocorrem estes solos em áreas planas com vegetação típica de mata raquítica denominada de campina ou umirizal (39), ou ainda "caatinga" (10, 45).

1.3.4 Aluvial Recente Fluvial

Estes solos são encontrados algumas vezes no primeiro nível de terraço a partir das margens dos rios de água branca (40), sujeitos a inundações ou então em áreas baixas situadas entre elevações constituindo estreitos vales. São formados por materiais recentemente depositados, não consolidados de procedência holocênica, tendo na composição granulométrica o limo como fração dominante.

Os solos Aluviais Recentes não apresentam horizontes genéticos no perfil, mas sim sequência de camadas minerais

oriundas das várias deposições de sedimentos trazidos em suspensão nas águas dos rios de água barrenta e que ao inundarem as áreas de ocorrência desses solos, depositam sobre eles essas partículas.

Apresentam coloração acinzentada, com mosqueados comuns e distintos principalmente nas primeiras camadas do perfil e são normalmente de fertilidade média a alta.

1.9 SOLOS HIDROMÓRFICOS

Nos solos Hidromórficos estão incluídas as Várzeas que são áreas planas, baixas, de formação recente, sedimentar, que marginam os rios apresentando extensões variáveis e chegando em alguns lugares a atingir alguns quilômetros (Baixo Amazonas).

De acôrdo com a formação destas terras distingue-se três tipos de terrenos: a várzea alta (dique marginal), a baixa (back swamp) e o igapó, estando todos eles diretamente relacionados com o processo de sedimentação das partículas em suspensão nas águas dos rios (17, 30, 40).

Nas várzeas altas as partículas mais grossas sedimentam primeiro, portanto próximo ao rio, ficando aqui com nível topográfico mais alto. A composição granulométrica destes solos é constituída predominantemente pelas partículas mais grosseiras, sendo por isso melhor drenados. A medida que entram para o interior as partículas que sedimentam vão se tornando mais finas e o terreno apresenta-se com nível topográfico mais baixo formando as várzeas baixas e por último o igapó (30, 40).

Denomina-se de igapó aos baixios que apresentam água constantemente estagnada, com material em suspensão, matéria orgânica semi-decomposta e a reação muito ácida.

As principais várzeas da amazônia, são aquelas formadas pelos rios de água branca ou barrenta ricos em sedimentos orgâno-minerais. As várzeas do rio Amazonas e do estuário são as que apresentam maior importância por serem as mais conhecidas e utilizadas, tanto para a pecuária como para a agricultura.

Fisicamente a Várzea alto do Rio Guamá (estuário) apresenta teores elevados da fração limo e argila, vindo a areia fina como partícula mais grosseira (30, 44).

A análise dos elementos químicos evidenciou a presença de cálcio e magnésio, principalmente deste último com teores altos. O potássio apresenta teores baixos e o sódio com valores médios. A análise da matéria orgânica revela teores médios nos horizontes de superfície decrescendo consideravelmente com a profundidade do perfil. O pH nestes solos é muito fortemente ácido (pH 4,5 a 5) (16).

A potencialidade da várzea do estuário é devido às periódicas deposições dos sedimentos trazidos nas águas dos rios, renovando com isso constantemente o conteúdo dos elementos nutritivos.

Em experimentos realizados com a cana de açúcar e arroz em solo de várzea alta e drenada, com cultivos sucessivos em uma mesma área, obteve-se resultados decrescentes para cada cultura, porém todos eles muito compensadores. Assim a cana de açúcar com apenas o trato cultural de capina, produziu no primeiro cultivo 170 toneladas/ha, no segundo ano (soca) 85,5 toneladas/ha, no terceiro ano (ressoca) 72 toneladas/ha.

O arroz nas mesmas condições da cana-de-açúcar deu os seguintes resultados: primeiro ano 6 toneladas/ha, segundo ano 5 toneladas/ha., terceiro ano 4 toneladas/ha.

Se compararmos esses resultados com os obtidos em solos de terra firme, Latosol Amarelo, verificaremos que a diferença é bastante acentuada.

É necessário no entanto esclarecer que a área utilizada para o experimento daqueles cultivos foi de várzea alta e drenada, do rio Guamá. A drenagem destes solos é sempre um trabalho muito oneroso e de difícil execução por particulares (17).

A várzea formada pelo rio Amazonas é morfológicamente semelhante à do estuário, porém em alguns locais os solos possuem conteúdo de elementos químicos mais elevados. São solos desenvolvidos em relevo plano, inundáveis pelas águas do rio Amazonas por um período aproximado de seis meses o que deixa depositado com isso material sedimentar. Esse

material constitui-se principalmente de partículas finas de limo e argila e outros minerais, além de elementos orgânicos.

A várzea do Amazonas é também de formação recente, quarternária do período holoceno. É de imperfeitamente a má drenada e de textura pesada (argila pesada), com percentagem alta da fração limo. O pH é da ordem de 5,5 (10) ocorrendo porém valores abaixo d'êste (20).

O perfil é constituído de um horizonte A orgâno-mineral, pouco profundo seguindo-se de horizontes fortemente gleizados (acinzentados) com abundância de mosqueados. Estas condições de gleização são ocasionadas pela oscilação do lençol freático, resultando processos de redução e oxidação nas diversas camadas d'êstes solos. Quando estas camadas ou horizontes estão molhadas, falta o ar e conseqüentemente o oxigênio: o ferro livre trivalente é reduzido. Quando o lençol freático baixa, o ar e o oxigênio podem entrar nas diversas camadas através dos poros e o ferro é oxidado. Esta oxidação no entanto, não é homogênea; diversas partes especialmente próximo às raízes e também das fendas é oxidado, enquanto em outras partes ainda permanece reduzido. Temos então como consequência, um mosqueado com matiz cinza e manchas amarelas e avermelhadas.

Nas partes melhor drenadas, geralmente as que apresentam nível topográfico mais elevado, a estrutura é moderadamente desenvolvida, sendo a consistência plástica e pegajosa, o que permite uma elevada saturação de água durante o inverno.

Êstes solos ao contrário dos de Terra Firme, não apresentam boas propriedades físicas, no entanto, devido às sucessivas deposições de ricos sedimentos trazidos pelas águas do rio Amazonas, são considerados como solos de fertilidade química acima da média, com saturação de bases alta (20).

Para utilização econômica d'êstes solos, necessário se torna no entanto, um estudo racional, para o planejamento de um sistema de drenagem e possivelmente de irrigação, êste último para período de estiagem.

Os solos hidromórficos encontrados na região amazônica são:

- 1.9.1 Lateritas Hidromórficas
- 1.9.2 Glei Pouco Húmico Eutrófico e Distrófico
- 1.9.3 Glei Húmico
- 1.9.4 Podzol Hidromórfico

1.9.1 Lateritas Hidromórficas

O grande grupo Laterita Hidromórfica é constituído por solos hidromórficos, fortemente desgastados, excessivamente ácidos, de drenagem imperfeita, devido a natureza argilosa e compacta de seu sub-solo e bem como pela situação topográfica baixa, sendo desenvolvidos a partir de sedimentos do quaternário recente (7, 13, 22, 39).

Os processos responsáveis pela formação destes solos são a podzolização que dá origem ao horizonte A_2 , juntamente com a laterização tornando-se evidente a presença do "plinthite".

O "plinthite" é a característica mais importante da Laterita Hidromórfica; consta de um material argiloso, altamente intemperizado, rico em sesquióxidos e pobre em humus, ocorrendo geralmente com mosqueados vermelhos, cinzentos brancos, com arranjo poligonal ou reticular, pendendo e irreversivelmente para "hardpan" ou concreções sob condições especiais de umidade e secagem (15).

O perfil da Laterita Hidromórfica apresenta uma sequência de horizontes A, B e C com presença ou não de horizonte A_2 .

O horizonte A apresenta coloração cinza muito escuro com matiz 10 YR e textura muito variável, sendo a estrutura moderada a forte, de pequena e média em forma de bloco subangular transitando para o horizonte B de forma clara e irregular ou ondulada.

O horizonte B é mais argiloso, muito mosqueado, com estrutura maciça desfazendo-se em forte, grande subangular com ocorrência de prismática. O "plinthite" localiza-se neste horizonte.

São solos de baixa fertilidade, o que é evidenciado pelos baixos valores de soma de bases, capacidade de troca e satura-

ção de bases. O fósforo também tem teores muito baixos, assim como o pH está em torno de 4,3 portanto excessivamente ácido.

Como consequência da elevada acidez o alumínio aparece com teores altos, com valores acima de 2,00 mE/100g de solo.

Estes solos ocorrem normalmente em áreas planas, baixas e que ficam bastante molhados durante o período chuvoso devido a drenagem deficiente que apresentam, podendo no entanto serem formados em áreas com níveis topográficos elevados e portanto fora das inundações.

A principal área de ocorrência destes solos é a parte holocênica da Ilha de Marajó, no Estado do Pará cujo revestimento florístico é a vegetação de campos naturais constituída de gramíneas e ciperáceas de baixo valor nutritivo (36).

A Laterita Hidromórfica apresenta as fases Húmica, Arenosa e Baixa (13, 36, 41), podendo ocorrer no entanto as fases moderadamente drenada e imperfeitamente drenada, quando relacionadas com a variação de drenagem da área (7,22), além de truncada e de terrenos elevados.

1.9.1.1 Laterita Hidromórfica fase Húmica

A fase Húmica da Laterita Hidromórfica apresenta todas as características relacionadas com o grande grupo, sendo no entanto identificada pela presença do horizonte A de cor preta com elevado teor de matéria orgânica e com espessura acima de 20 cm(36).

Por outro lado é a fase que apresenta a drenagem mais impedida, devido se localizar sempre nas maiores depressões do terreno.

São solos de textura pesada, extremamente ácidos, inundáveis pelas águas das chuvas e dos rios, sendo formados a partir da evolução diagenética de sedimentos fluviais holocênicos.

O horizonte A, preto, transita bruscamente para o horizonte inferior de argila cinza mosqueada de vermelho e branco ou amarelo brunado, constituindo o "plinthite", que nestes solos se encontra muito superficial (36).

Da mesma maneira que o grande grupo esta fase apresenta muito baixa fertilidade química, tendo no entanto, elevado teor de matéria orgânica no horizonte A que é excessivamente ácido, com pH variando entre 4 e 4,5.

A principal ocorrência destes solos na região amazônica é na Ilha de Marajó, encontrando-se formando os pequenos lagos que aparecem durante a época chuvosa e que se prolongam com água até parte do período seco.

1.9.1.2 Laterita Hidromórfica fase Arenosa

A Laterita Hidromórfica fase Arenosa caracteriza-se por apresentar um perfil de textura excessivamente arenosa, muito fortemente ácido, fortemente desgastado, desenvolvendo-se sobre sedimentos do quaternário antigo — Peistoceno — e geralmente situados em restos de antigos terraços localizados em níveis mais elevados que as baixadas inundáveis (13,36).

Apresenta sequência de horizonte A, B e C todos muito arenosos sendo que o A₂ é bastante espesso alcançando algumas vezes cerca de 100 cm de espessura. Esse horizonte transita para uma camada também arenosa, fóssil com tonalidade de bruno avermelhado, constituindo o "plinthite".

Por serem solos excessivamente arenosos cuja origem deve-se aos sedimentos fluviais pleistocênicos favorecendo a uma intensa lavagem, são de muito baixa fertilidade.

Normalmente a fase arenosa ocorre nos "tesos" * da Ilha de Marajó e Baixo Amazonas associada à Laterita Hidromórfica fase Baixa, às Areias Quartzosas Vermelhas e Amarelas ou ao Podzol Hidromórfico com quem muito se assemelha.

A cobertura vegetal pode ser a floresta equatorial úmida que não é tão exuberante ou então campo de gramíneas e ciperáceas com arbustos esparsos.

1.9.1.3 Laterita Hidromórfica fase Baixa

Esta unidade pedogenética caracteriza-se por apresentar um perfil com sequência de horizontes A, B e C com presença

* Teso — é a denominação dada a terrenos mais altos, arenosos, restos de antigos terraços de origem pleistocênica, geralmente cobertos de florestas ou pastagens natural, não inundados pelas águas.

de um horizonte A_2 de areia lavada, espesso, que transita repentinamente para um horizonte B denso, com teor de argila bem mais elevado do que os sobrejacentes e lentamente permeável (13,36).

São solos de drenagem moderada a imperfeita, devido a presença do horizonte B denso "plinthico", fortemente desgastado, excessivamente ácido e de muito baixa fertilidade.

Tiveram origem de sedimentos arenosos pleistocênicos e desenvolvem-se normalmente nas partes laterais dos antigos terraços (teso) encontrados na Ilha de Marajó. Ocorrem associados a Laterita Hidromórfica fase Arenosa, sendo que estas distribuem-se nas partes mais elevadas dos tesos (36).

1.9.1.4 Laterita Hidromórfica Moderadamente Drenada

Esta unidade pedogenética apresenta as características comuns a Laterita Hidromórfica normal, possuindo no entanto a drenagem moderada, devido não somente a natureza argilosa do horizonte B como também a presença do "plinthite" na base deste horizonte (22).

Apresenta uma profundidade média de 150 cm considerando-se até o horizonte B_{22P1} , local onde se desenvolve o "plinthite". Portanto a camada de maior oscilação do lençol freático fica situada nessa camada laterizada.

Esta fase foi estudada pela primeira vez na Estação Experimental de Pôrto Velho (22), pertencente ao IPEAN encontrando-se associada à Laterita Hidromórfica Imperfeitamente Drenada, ficando aquela situada em cota mais elevada do que esta. Recentemente foram também identificados na Ilha de Marajó situada ao norte do Estado do Pará.

Estes solos situam-se em áreas planas e baixas sendo derivados da evolução diagenética de sedimentos holocênicos.

A fase imperfeitamente drenada, situa-se em cota mais baixa que a moderadamente drenada, fica inundada pelas águas durante a época mais chuvosa do ano. A fase moderada fica apenas encharcada.

A análise química procedida em amostras pertencentes aos horizontes dos perfis descritos e coletados, evidenciou tratar-se de solo de baixa fertilidade, onde os valores de soma de

bases, capacidade de troca e saturação de bases permutáveis são sempre baixos, evidenciando um tipo de argila do tipo 1:1 pouco saturada (7).

1.9.1.5 Laterita Hidromórfica Imperfeitamente Drenada

Estes solos possuem as características morfológicas atribuídas ao grande grupo Laterita Hidromórfica normal desenvolvidas em terrenos baixos, foi separada como uma fase por apresentar drenagem imperfeita com presença do "plinthite" no horizonte B_{2p1} ou B_{1p1} (22).

Esta camada impermeável ou semi-impermeável fica nestes solos situada mais próxima da superfície do perfil, determinando como consequência a descida lenta ou mesmo impedida da água no solo, na época de maior queda pluviométrica.

Da mesma maneira que a fase moderada, esta se desenvolve em terrenos planos e baixos, sendo provenientes da evolução diagenética de sedimentos pertencentes ao quaternário recente ou atual.

São também solos de baixa fertilidade onde os teores das bases trocáveis, fósforo assimilável, capacidade de troca e saturação de bases são todos baixos (22).

A acidez varia de 4,6 a 5,3 portanto muito fortemente ácido (16).

1.9.1.6 Laterita Hidromórfica de Terrenos Elevados

A Laterita Hidromórfica é normalmente um solo que ocorre em áreas topográficas baixas, planas, inundáveis pelas águas plúvio-fluviais. No entanto, a presente unidade pedogenética se desenvolve em áreas de terrenos elevados fora do alcance das enchentes dos rios.

As características morfológicas entretanto, são comuns a ambas as situações geomorfológicas, diferenciando-se principalmente pelo tipo de drenagem que apresentam.

Os solos desta unidade caracterizam-se por serem moderadamente profundos, muito ácidos ou ligeiramente ácidos

sendo quase sempre desenvolvidos em terraços médios do terciário ou cretáceo êste último caso, ocorrendo no Maranhão e ficam fora do alcance das enchentes dos rios.

O perfil tem sequência de horizontes do tipo A, B e C, com presença quase constante do horizonte A₂ eluvial mas que no entanto, pode se apresentar ausente.

Êstes solos são formados graças ao processo de podzolização que dá origem ao A₂ concomitantemente ao de laterização caracterizado pela lavagem da sílica e concentração de sesquióxido de ferro (7, 13, 36).

Uma característica típica dêsses solos é a presença indispensável do "plinthite", localizado no B, que é uma camada semi-impermeável, argilosa consolidada ou não, rica em sesquióxido e pobre em humus (7, 9, 13, 36, 39).

Êstes solos podem ocorrer com as fases distrófica, a mais comum e a eutrófica. Esta última somente foi constatada no Estado do Maranhão ao longo da rodovia que liga S. Luís a Terezina (21).

A Laterita Hidromórfica Distrófica de terrenos elevados possui valores baixos de soma de bases, capacidade de troca e saturação de bases. O índice de acidez está entre 4,0 e 4,5 e o teor de fósforo assimilável é sempre mais baixo. Os valores de matéria orgânica somente são satisfatórios no horizonte A, devido o contato dêste horizonte com o material orgânico que se acumula à superfície do solo.

A fase Eutrófica estudada no Maranhão apresenta saturação de bases alta, pH acima de 5,5 e soma de bases também alta.

A Laterita Hidromórfica de terrenos elevados, ocorre em áreas de topografia suave ondulada ou mesmo ondulada, com encostas suaves.

No Estado do Pará foram estudados perfis em um trêcho da rodovia PA-070,, que liga a rodovia Belém-Brasília (BR-010) a cidade de Marabá situada à margem direita do Tocantins. A cobertura vegetal é a floresta equatorial úmida.

No Estado do Amazonas estudou-se perfis na área de Caucau Pirêra — Manacapuru (39), também com cobertura vegetal de floresta hileiana.

No Maranhão as Lateritas Hidromórficas de terrenos elevados estudadas são Eutróficas e foram localizadas ao longo da rodovia que liga São Luís a Terezina, em vários locais (21).

No Estado de Mato Grosso indentificou-se um perfil no município de Chapada dos Guimarães, próximo à cidade do mesmo nome.

1.9.1.7 Laterita Hidromórfica Truncada

Esta unidade pedogenética apresenta as características fundamentais assinaladas por Day (13) Sombroek (41) e Falesi et alli (7) em vários locais da Amazônia Brasileira.

O perfil é fortemente desgastado, muito fortemente ácido (16), textura normalmente pesada, concrecionário nos horizontes superficiais, com visível erosão geológica que removeu o horizonte A e parte do horizonte B. As concreções lateríticas, inicialmente maciças, do antigo horizonte B, secaram e endureceram e com a erosão do material de granulometria mais fina, permaneceram em forma de fragmentos de laterita endurecida agora localizados na camada superficial dando origem a um perfil truncado (13).

Além dessa característica aparece o "plinthite" (7, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 21, 36, 39, 41, 42) como uma propriedade intrínseca do perfil, sendo observado no horizonte B.

Êstes solos apresentam-se com sequência de horizontes do tipo A, B e C com presença ou não do horizonte A₂, de textura normalmente pesada, e estrutura do B fraca, pequena, granular, sendo friável e com presença de concreções e cascalhos.

São de média (7) a baixa (13) fertilidade o que é evidenciado pelas médias e baixa saturação de bases respectivamente.

Ocorrem em relêvo normalmente de suave ondulado a ondulado, sendo provenientes de materiais pertencentes ao Terciário ou Quaternário antigo (7, 13).

A cobertura vegetal é a floresta equatorial úmida ou ca-poeiras em vários estágios de desenvolvimento.

1.9.2 Glei Pouco Húmico

Os solos desta unidade pertencem a sub-ordem hidromórfica, devido não somente às características morfológica que apresentam, como também aos processos que condicionam sua formação.

São solos resultantes do acúmulo de sedimentos muito recentes, que foram e continuam a ser carregados e depositados nas áreas de ocorrência, através das inundações periódicas das águas barrentas não somente do Rio Amazonas mas de alguns de seus afluentes e bem como das águas brancas da região do estuário

São solos imperfeitamente drenados e dotados de textura fina, onde as frações argila e limo aparecem como elementos predominantes na composição granulométrica (30).

O Glei Pouco Húmico caracteriza-se principalmente, pela presença do horizonte orgânico superficial assente sobre horizontes gleizados, face ao processo de oxi-redução que sofrem os compostos de ferro, condicionado pela influência temporária ou permanente do lençol freático, próximo ou mesmo à superfície.

Apresentam sequência de horizontes A, Bg e Cg. a textura é quase sempre argila, argila limosa, ou algumas vezes franca, sendo a estrutura do horizonte A fraca, moderada, media a grande, subangular e granular e do Bg e Cg pode ser inação coerente desfazendo-se em subangular e prismática.

São solos normalmente plásticos e pegajosos ou ligeiramente pegajosos e as raízes se concentram no horizonte superficial como decorrência do maior teor de matéria orgânica e menor saturação d'água.

De um modo geral são solos que possuem fertilidade média-alta como consequência dos teores de cálcio, magnésio e potássio serem relativamente altos, o alumínio com teor baixo e pH acima de 6 como é o caso de algumas áreas marginais do Rio Amazonas. O alumínio no entanto em outros perfis como os do estuário e do Rio Solimões além de outros locais têm valores altos, correlacionando-se perfeitamente com os índices baixos de pH.

O Gleí Pouco Húmico que constituem as várzeas do Baixo Amazonas e Estuário, são eutróficos, devido a alta saturação de bases que apresentam.

Estes solos ocorrem marginando o Rio Amazonas, alguns de seus afluentes e na região do estuário, constituindo as excelentes várzeas férteis devido as inundações anuais e periódicas das águas lodosas as quais deixam sobre elas depósitos das vazantes (17, 30, 40).

As várzeas altas e baixas que correspondem geralmente a unidade Gleí Pouco Húmico com as variações de drenagem, somente no estuário do Amazonas estima-se a sua área em 15.000 km² sendo 3.000 km² de várzea alta e 12.000 km² de várzea baixa (30).

A área total das várzeas na região amazônica, considerando-se toda a extensão de oeste a leste no território brasileiro, acompanhando o Rio Amazonas é de 60.000 km² (33).

Estas áreas depois de devidamente drenadas constituem solos excelentes para qualquer cultura adaptada às condições da ecologia local.

O Gleí Pouco Húmico pode ser revestido pela floresta equatorial úmida de várzea ou pelos campos naturais, constituindo neste último caso excelentes pastagens para criação extensiva, como é o caso dos campos situados no baixo Amazonas.

Estes solos originam-se da evolução dos sedimentos organo-minerais de procedência holocênica, sendo plana a topografia das áreas de suas ocorrências.

1.9.3 Gleí Húmico

O Gleí Húmico é uma unidade constituída por solos hidromórficos mal drenados, de formação recente, sedimentar, muito fortemente ácido e apresentando um horizonte A espesso, preto, com elevado teor de matéria orgânica.

Apresenta sequência de horizontes A, Bg e Cg com zonas fortes de redução e abundantes mosqueados como decorrência da oscilação freática e conseqüente oxi-redução do ferro.

Diferem do solo anteriormente descrito por possuir horizonte A mais profundo e teor mais elevado de matéria orgânica e serem ainda de drenagem mais impedida.

São solos que apresentam baixa fertilidade química e situam-se em áreas de cotas topográficas menos elevada que o Glei Pouco Húmico, formando pequenas depressões temporariamente inundadas. Tem pouca representação geográfica por unidade de área e são utilizados para criatório bovino quando recobertos por vegetação de campo natural.

1.9.4 Podzol Hidromórfico

Com a denominação de Podzol Hidromórfico estão agrupados os solos que apresentam evidentes características de podzolização e que apresentam perfis com horizonte superficial com presença de humus ácido, horizonte A₂ lavado, com um horizonte iluvial B de acumulação de óxido de ferro ou humus e óxido de ferro (27).

O perfil é excessivamente arenoso notando-se um horizonte A₁ escuro devido a presença de matéria orgânica dissolvida no material quartzoso, seguido de um A₂ branco, cinza claro ou cinza brunado normalmente espesso constituído quase que exclusivamente de areia quartzosa, assente sobre um horizonte Bhir, rico em óxido de ferro e humus; compacto, cimentado, denominado de "Ortstein" ou "hardpan" (10, 17, 34, 39).

A profundidade dos perfis de Podzol Hidromórfico estudados na região amazônica varia de 80 cm a 220 cm, onde o A₂ predomina em espessura sobre os outros horizontes, alcançando até 148 cm (39).

A denominação hidromórfica dada a estes Podzois deve-se ao fato da presença do lençol freático durante o período chuvoso, oscilando no perfil atingindo principalmente o horizonte Bhir.

O Podzol Hidromórfico é um solo excessivamente ácido, muito pobre de bases trocáveis e com baixa capacidade de troca catiônica (10,39). Sua principal utilização é fornecer areia branca do horizonte A₂ para uso em construção civil.

São oriundos de sedimentos arenosos, quartzosos, atribuídos ao pleistoceno e desenvolvidos sobre condições de drenagem deficiente (10, 13, 35, 39).

A cobertura vegetal é bem característica nêstes solos, podendo ser floresta equatorial úmida que é menos exuberante ou pela mata arenícola (10,39), sendo evidente a presença no chão do solo de uma espécie de samambaia de fôlha grande, principalmente quando a vegetação é secundária.

Ocorrem no meio da floresta amazônica em áreas reduzidas e às proximidades de cursos d'água. Foram constatados nos Estados do Pará e Amazonas, em vários locais ... (10, 13, 39, 45) podendo estar associados ao Regosol. Quando isto acontece, o Regosol situa-se na parte mais alta e o Podzol nas áreas de menor cota.

1.10 SOLOS ORGÂNICOS E MEIO ORGÂNICOS (IGAPÓS)

As áreas de ocorrências dêstes solos são conhecidas na Amazônia sob a denominação de "Igapós".

O Igapó segundo Sioli constitui fundo de vales muito baixos, quase que permanentemente inundados, muito ácido e recobertos por uma floresta característica de inundação (40).

Os rios que ocorrem nestas áreas são de água preta, pobres portanto de sedimentos e a côr escura é devido à presença de material orgânico em decomposição no chão do Igapó que são transformados parcialmente em humus dissolvidos ou coloidalmente dissolvidos (40).

O Igapó constitui um terreno mais estável do que a várzea, é de formação mais antiga apesar de holoceno e criado pela erosão e não pela sedimentação, daí sua diferença para a várzea (40).

O perfil do solo Igapó, tècnicamente denominado de Bog ou Half Bog (solo orgânico ou meio orgânico), constitui-se de uma camada superficial, escura, muito ácida formada por material orgânico em decomposição quase sempre anaeróbica devido ao excesso de água local durante grande parte do ano.

Análise efetuada em uma amostra pertencente a este horizonte, coletado no Igapó localizado no IPEAN, indicou que o teor de matéria orgânica é muito elevado, da ordem de 47%, tendo o cálcio teor 3,57 mE/100g de solo, o magnésio 1,91 mE/100g de solo, e o potássio 0,44 mE/100g de solo. O fósforo assimilável é elevado com teor de 9,95 mg/100g de solo e o nitrogênio com 2,08%.

A análise granulométrica evidenciou predominância das frações limo e argila, correspondendo respectivamente aos valores 65% e 33%. A areia grossa com 1% e a areia fina também com 1%.

1.11 SOLOS HALOMÓRFICOS

(Salinos e alcalinos)

Os solos halomórficos devem suas características não somente a presença de excesso de sais de sódio como ao predomínio desse elemento entre as bases trocáveis.

Os solos salinos ou alcalinos brancos ou ainda Solonchak da escola russa são constituídos de excesso de sais de sódio, sendo os cloretos e sulfatos os mais comuns e possuindo estrutura floculada. Durante a época seca apresentam eflorescências brancas de cloreto ou sulfato de sódio. Na época chuvosa esses sais são dissolvidos e temporariamente levados em profundidade até alcançar a água freática.

Os solos alcalinos ou Solonetz caracterizam-se pela presença de carbonato de sódio, com reação fortemente alcalina e se encontram em estado de desfloculação (2).

Estes solos são ainda identificados morfológicamente pela forte e bem desenvolvida estrutura colunar ou prismática com extremidades arredondadas onde normalmente acumulam-se sais de coloração branca. Esta estrutura é consequência do estado de desfloculação das argilas coloidais.

Na região amazônica estes solos são encontrados na costa atlântica, na Ilha de Marajó (principalmente Solonetz), no Estado do Maranhão, nos Campos Perizes (Solonchak) e no município de Alenquer — Baixo Amazonas (Solonchak) não apresetnando no entanto, extensões consideráveis a não ser as áreas que marginam a costa atlântica (7,21, 43).

1.12 POSSIBILIDADES AGROPECUÁRIAS DOS SOLOS AMAZÔNICOS

Os solos amazônicos eram tidos, até pouco tempo, como sendo constituídos, essencialmente, por lateritas ou, então de baixa fertilidade. As pesquisas já realizadas e em andamento no IPEAN e em algumas áreas pela FAO, vieram esclarecer que esta afirmativa não era verdadeira. Não queremos, com isso, dizer que os solos amazônicos sejam de elevada fertilidade: no entanto, a maioria da área amazônica está ocupada com solos latossólicos florestados, com boas propriedades físicas, sendo, porém, de baixa fertilidade química.

Solos de origem básica, calcária, antropogênica, aluvional ou procedente de rochas intermediárias são encontrados nesta imensa região, em alguns locais com regular extensão, e que possuem fertilidade média a alta.

Experimentos de fertilidade do solo, empreendimentos agrícolas particulares e governamentais, têm demonstrado que os solos amazônicos, apesar de englobarem unidades pedogenéticas na maioria de baixa fertilidade, respondem perfeitamente às práticas agrícolas empregadas.

Citam-se as implantações das grandes fazendas de criatório bovino, com formação de excelentes pastagens de pisoteio, principalmente localizadas no sul do Pará, norte de Mato Grosso, norte de Goiás e ao longo da rodovia Belém — Brasília; os pimentais cultivados por japoneses e, mais recentemente, por brasileiros; as culturas frutícolas de cajú, goiaba, cacau, citrus, etc; a cultura da seringueira além de outras, são normalmente desenvolvidas em solos latossólicos ou podzólicos distróficos.

As magníficas pastagens de capim colônia e jaraguá já consolidadas, sem adubação, observadas nas fazendas implantadas com os recursos dos incentivos fiscais através da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e Banco da Amazônia S/A (BASA), algumas com idade acima de dez anos, são uma das provas evidentes de que o solo amazônico tem condições para suportar culturas tropicais.

A empresa denominada Jarí Indústria e Comércio S.A localizada no município de Almeirim, Baixo Amazonas, no Estado do Pará, está reflorestando uma área de 80.000 ha, utilizando a espécie **Gmelina arborea**, planta encontrada a oeste do Paquistão no Himalaia, sudoeste e extremo sul da Índia, Nepal, Sikvim, Assam, Ceilão, Burma, até Tailândia, Laos Cambodja, Vietnam e província do sul da China (Junnam e Kmangsi Chuag).

A Gmelina é uma árvore de médio a grande porte, caduca, da família verbenacea, e de crescimento muito rápido. Sua principal finalidade é o aproveitamento da polpa para a fabricação da celulose de papel.

Esta espécie está sendo cultivada em larga escala, principalmente em latossólos de textura muito arenosa e até muito argilosa com excelentes resultados, observando-se que, na Amazônia, a Gmelina vem se comportando melhor que nos locais de origem, principalmente quanto ao crescimento vegetativo. Deve salientar que este reflorestamento está sendo efetuado sem uso de fertilizantes, a não ser uma aplicação inicial na sementeira.

O Cacau vem sendo cultivado na região de Belém e Tomé Açu, com emprêgo de sementes selecionadas distribuídas pela CEPLAC, que mantém escritório técnico sediado no IPEAN.

Nêste Instituto de Pesquisa, a CEPLAC mantém uma área de 10 ha com cacau sombreado e com adubação, em Latosol Amarelo arenoso, de muito baixa fertilidade química; no entanto a cultura vem-se comportando muito bem, prova evidente da resposta do solo ao emprêgo de fertilizantes.

Os japoneses de Tomé Açu estão cultivando cacau nas áreas onde a pimenta do reino vem sofrendo terríveis danos com o fusarium e o mosaico, aproveitando a adubação dada, anteriormente, ao pimental, obtendo resultados surpreendentes. Os solos de Tomé Açu são Latossólicos e Podzólicos, ambos de baixa fertilidade química.

A cultura do dendê (*Elaeis guineensis*) está se desenvolvendo na Amazônia, graças ao convênio firmado entre a SUDAM e o IRHO, êste último uma instituição de pesquisa fran-

cesa que se dedica à cultura do dendê em larga escala. A SUDAM mantém êsse convênio, com o objetivo de desenvolver a cultura dessa palmacea produtora de óleo, em uma área piloto, tendo em vista o aproveitamento das excelentes condições ecológicas encontradas em muitos locais da região amazônica.

O cultivo está sendo feito seguindo-se as normas técnicas adotadas para essa cultura, resultando no excelente desenvolvimento que as plantas apresentam. Isto é uma prova concreta das possibilidades agropecuárias do solo amazônico.

Em Manaus, na área situada na estrada do Aleixo, próxima àquela cidade, existe cultivo de seringueira e castanha do Pará, desenvolvida em Latosol Amarelo textura muito pesada. Apesar do estado de abandono, as plantas se apresentam com satisfatório aspecto vegetativo.

Outras culturas arbóreas poderão perfeitamente ser desenvolvidas no solo amazônico, desde que sejam adaptadas às condições ecológicas locais.

Para a utilização do solo amazônico, é necessário cuidar desde a derrubada da vegetação primária até o plantio. Os trabalhos de broca, derruba e queima, devem ser efetuados em épocas certas, para conseguir-se uma queimada regular. Obtém-se dêsse modo, a incorporação de grandes quantidades de cinzas que, momentaneamente, fertilizam o solo em seu horizonte superficial.

No caso das culturas alimentares ou de ciclo curto, êsse acréscimo de fertilidade propicia satisfatório desenvolvimento às plantas cultivadas, principalmente nos dois primeiros anos. Os cultivos perenes e pastagens, desenvolvem-se muito bem. Como consequência dos tratamentos culturais e manejos, chegam a alcançar o climax e consequente equilíbrio biológico, antes quebrado pela derrubada da floresta.

Os solos lotossólicos, por serem profundos, friáveis, bem drenados, permitem facilmente a penetração do sistema radicular das plantas, que atinge volume considerável de solo, assimilando os nutrientes encontrados nessa área e compensando, em parte, sua baixa fertilidade.

A derrubada da floresta, para posterior cultivo com as plantas de rendimento econômico satisfatório, não deve ser efetuada por meio de máquinas, pois as experiências têm comprovado os malefícios que as mesmas ocasionam ao solo, arrastando nas lâminas dos tratores o horizonte superficial orgânico, o mais rico em nutrientes. Essa derruba deve ser procedida a braço, por homens experimentados em tal mistér, efetuando-se a queima da vegetação na época propícia e obtendo-se dêste modo, uma transformação da maioria do material orgânico, quase sempre inaproveitado, em material rico em nutrientes. É certo que parte dêstes elementos minerais são lixiviados; porém, uma outra parte é absorvida pelas raízes das plantas cultivadas.

Quando a cultura permite o uso de fertilizantes e corretivos, devido sua economicidade, os resultados são altamente compensadores. No caso, citam-se as culturas de dendê, pimenta do reino, cacau, citrus, plantas olerícolas, etc.

No momento em que os fertilizantes e corretivos da acidez forem vendidos, na região amazônica, por preços comparativos aos do sul do país, a agricultura dessa importante região brasileira terá um impulso verdadeiramente espetacular, pois áreas de solos agricultáveis não lhe faltam, conforme os resultados das investigações pedológicas realizadas pelo IPEAN.

S U M M A R Y

A soil study of the Amazon Region, for the purpose of agricultural zoning, was carried out to characterize their morphological, physical and chemical properties as well as the agricultural and cattle raising possibilities of the mais pedogenetic units found in the region.

1.13 BIBLIOGRAFIA

- 1 — AGRIMAZONIA — Projeto GMELINA: Jarí Indústria e Comércio S.A. Belém, 1969.
- 2 — ALISON, L. E. et alii — Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sodicos. México, I.N.I.A., 1954 172 p. (Manual de agricultura nº 60).
- 3 — ALMEIDA, F.F.M. de — Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, Divisão de Geologia e Mineralogia, 1967. 36 p. (Boletim nº 241).
- 4 — BEEK, K.J & BENNEMA, J. — Soil resources expedition in Western and Central Brazil. Rome, FAO, 1966. 77 p.
- 5 — BRASIL. DNPM. Divisão de Geologia e Mineralogia — Mapa Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. Escala: 1:5.000.000.
- 6 — BRASIL, IPEAN. Setor de Solos — Contribuição ao estudo dos solos de Altamira (Região fisiográfica do Xingú). Belém, 1967 47 p. (Circular nº 10).
- 7 — ——— — Levantamento de reconhecimento dos solos da Colônia Agrícola Paes de Carvalho: Alenquer — Pará. Belém, 1970. 150 p. (Série Solos da Amazônia V. 2 nº 2).
- 8 — ——— — Levantamento pedológico ao longo da Rodovia Pa-070 (BR-010-Marabá). Belém, 1971, (Datilografado).
- 9 — ——— — Os solos da área do Projeto de colonização do Alto Turí: norte do Rio Turiaçu. Belém, 1971. (Série: Solos da Amazônia V. 3, nº 1).
- 10 — ——— — Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Belém, 1969. 116 p. (Série Estudos e Ensaios, nº 1)
- 11 — BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas — Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de S. Paulo. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (Boletim nº 12).
- 12 — CAMARGO, Felisberto C. de — Estudo de alguns perfis de solo coletados em diversas regiões da Hiléia. Belém, IAN, 1941 59 p. (Datilografado).
- 13 — DAY, Thomas H. — Guide to the classification of the late tertiary and quaternary soils of the lower Amazon Valley [s.l.] FAO, 1959. 56 p. (Mimeografado).
- 14 — ——— — Relatório do levantamento expedido dos solos da área Caeté Maracáçumé; executado na "Missão F.A.O." junto a S.P.V.E.A. Belém, 1959. 29 p. (Mimeografado).
- 15 — ETCHEVEHERE, P.H. — 7ª aproximación; un sistema comprensible de clasificación de suelos. Rivadavia, INTA, 1962, 144 p.
- 16 — ESTADOS UNIDOS, Department of agriculture — Soil survey manual. Washington, 1951. 503 p. (Handbook nº 18).
- 17 — FALESI, I.C. — O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. In: LENT, Herman ed. Atas do simpósio sobre a Biota Amazônica. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1967. V. 1, p. 151-168.

- 18 — ————— — Solos de Monte Alegre. Belém, IPEAN, 1970. 127 p. (Série: Solos da Amazônia, V. 2, nº 1).
- 19 — FALESI, I. C. et alii — Estudo dos solos da área de influência do Rio Araguari: trecho compreendido entre Foz do Araguari e Vila Ferreira Gomes — T. F. Amapá. Belém, IPEAN, 1966. (Datilografado).
- 20 — ————— — Estudos preliminares sobre os resultados da colmatagem na área de influência do Canal Grande Novaes Filho em Maicuru; Estação Experimental do Baixo Amazonas. Belém, IPEAN, 1965. (Datilografado)
- 21 — ————— — Levantamento exploratório dos solos das regiões fisiográficas maranhenses de Itapecuru, Mearim e Sertão. Belém, IPEAN, 1967. 82 p. (Datilografado).
- 22 — ————— — Solos da Estação Experimental de Porto Velho — T. F. Rondônia. Belém, IPEAN, 1967. (Série: Solos da Amazônia, nº 1).
- 23 — FRANCO, E. da C. — As "terras pretas" do planalto de Santarém. Revista da Sociedade dos Agrônomos e veterinários do Para.. Belém, (8): 17-21, 1962
- 24 — GOUROU, Pierre — Observações geográficas na Amazônia. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. 11 (3): 354-408, 1949.
- 25 — GUERRA, A. T. — Grande Região Norte. Rio de Janeiro, C.N.G., 1959. 422 p.
- 26 — GUIMARÃES, D. — Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM 1964. 674 p.
- 27 — KLINGE, H. — Report on tropical Podzols. Germany, FAO, 1968. 88 p.
- 28 — LEMOS, R. — Solos latossólicos; gênese e características. In: Curso sobre gênese morfologia e classificação de solo MA/DPFS, 1966.
- 29 — ————— — Solos podzólicos; gênese e características. In: Curso sobre gênese morfologia e classificação do solo MA/DPFS, 1966.
- 30 — LIMA, R. R. — A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. Belém, IAN, 1965. (Boletim Técnico, nº 33).
- 31 — ————— — et alii — Observações preliminares sobre as possibilidades de vitalização da fronteira Brasil-Perú e Brasil-Colômbia, tendo como polo de desenvolvimento a Colônia Militar de Tabatinga. Belém, 1967. 26 p. (Mimeografado).
- 32 — MUNSELL Color Co. — Munsell soil color charts. Baltimore, 1954
- 33 — OLIVEIRA, A. I. & LEONARDOS, O. H. — Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, SIA, 1943. 813 p.
- 34 — ROBINSON, G. W. — Los suelos; su origen, constitucion y clasificación introducción e la edafología. Barcelona, Omega, 1960. 515 p.

- 35 — SAKAMOTO, T. — **Trabalhos sedimentológicos geomorfológicos e pedogenéticos referentes à Amazônia.** Belém, FAO/SPVEA. 1957. 179 p. (Mimeografado).
- 36 — SANTOS, W. H. & FALESI, I. C. — **Contribuição ao estudo dos solos da Ilha do Marajó.** Boletim técnico do IPEAN. Belém. (44): 57 — 159. 1964.
- 37 — SETZER, José — **Os solos do Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro, Serv. Gráfico IBGE, 1949. 387 p.
- 38 — ————— — **Terras Roxas encaroçadas.** Anuário brasileiro de economia florestal. Rio de Janeiro. 1 (1): 132-140. 1948.
- 39 — SILVA, B. N. R. et alii — **Os solos da área Cacau Pirêra-Manacapurú.** Belém, IPEAN, 1970. 198 p. (Série: Solos da Amazônia V. 2, nº 3).
- 40 — SIOLI, H. — **Alguns resultados e problemas da limnologia Amazônica.** Boletim técnico do IAN. Belém (24): 3-44, 1951.
- 41 — SOMBROEK, W. G. — **Amazon soils: a reconnaissance of the Brazilian Amazon region.** Wageningen, C. L. L., 1966. 303 p.
- 42 — ————— — **Reconnaissance soil survey of the área Guama — Imperatriz.** Belém, FAO/SPVEA, 1962. 146 p.
- 43 — SUTMOLLER, P. et alii — **Soil profiles; belonging to the study "Mineral imbalances in cattle in Amazon Valley" | s.n.y. |**
- 44 — VIEIRA, L. S. — **Levantamento de reconhecimento dos solos da Região Bragantina, Estado do Pará.** Belém, IPEAN, 1967. 63 p. (Boletim técnico, nº 47).
- 45 — VIEIRA, L. S. & O. FILHO, J. P. — **As caatingas do Rio Negro.** Boletim técnico do IAN. Belém. (42): 7-32, 1962.

P A R T E II

1. O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

THEREZINHA XAVIER BASTOS

S I N O P S E

As condições climáticas foram analisadas a partir dos fenômenos meteorológicos: Temperatura do ar, Insolação, Umidade Relativa e Precipitação pluviométrica. Foram determinados os tipos climáticos: Af, Am e Aw segundo Koppen e Super-úmidos, Úmidos, Semi-úmidos e Sêcos, segundo Thornthwaite. A estimativa climática das reais possibilidades termo-hídricas da região foi efetuada através da evapotranspiração potencial calculada e emprêgo do Balanço Hídrico de Thornthwaite e Mather 1955.

1.1 INTRODUÇÃO

Muito se tem escrito a respeito do clima da Amazônia * e em todos os trabalhos, focaliza-se a dificuldade de uma análise mais detalhada do clima desta vasta região, motivada sempre pela exiguidade dos recursos meteorológicos disponíveis, dificuldades estas que ainda persistem, não obstante seja o estudo desta natureza, um dos fatores principais ao conhecimento do meio de vida vegetal e animal.

* — O presente trabalho não se refere somente à Amazônia Política ou Região Norte propriamente dita, que abrange os Estados do Amazonas, Pará e Acre, e os Territórios Federais de Roraima, Rondônia e Amapá, mas sim a Amazônia Legal, área de jurisdição da SUDAM, abrangendo cerca de 5 000.000 Km², integrando além das unidades federativas já mencionadas, parte dos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Goiás.

Dado o baixo número de estações meteorológicas na região, torna-se impossível efetuar um estudo detalhado das variedades climáticas existentes. Porém os dados meteorológicos disponíveis, permitiram mostrar no presente trabalho, sob uma visão bastante ampla, a modalidade de ocorrência, dos fenômenos meteorológicos que mais afetam o ambiente climático e as condições da agricultura.

Foram definidos os tipos climáticos que ocorrem na Amazônia Brasileira, segundo as classificações de Köppen e Thornthwaite.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

Até o presente, nos trabalhos sobre clima da Amazônia, este elemento é estudado principalmente tendo em vista os fenômenos meteorológicos que mais o definem, como temperatura do ar e precipitação pluviométrica, sem levar em consideração, as deficiências e os excedentes para as plantas ou seja, a quantidade de água que normalmente excede à capacidade de retenção na zona das raízes.

Nas definições dos tipos climáticos predomina o sistema de classificação do Köppen (5), seguido à distância por Serebrenick (8, 9). A classificação de Thornthwaite (5) é ainda bem pouco conhecida.

Serebrenick (8, 9) estudando o clima do Brasil, estabeleceu para a Região Amazônica três tipos climáticos fundamentais, abaixo descritos, caracterizados sob os pontos de vista térmico e pluviométrico:

Ti \bar{U} — Tropical iso super úmido, com precipitação pluviométrica anual superior a 1.900 mm onde as chuvas são uniformemente distribuídas sem ocorrência de período seco.

T \bar{U} — Tropical super úmido, com precipitação superior a 1.900 mm ocorrendo um período seco definido.

TU — Tropical úmido, com precipitação anual entre 1.300 mm a 1.900 mm com período seco definido.

Em 1947 Schmidt (7) classifica o clima da Amazônia tomando por base o sistema de Köppen, fundamentado na ve-

getação, associada a valores numéricos de temperatura e pluviosidade. Neste trabalho, o autor estabeleceu para a região, os limites dos tipos climáticos fundamentais da classe A: Af, Aw e Am, separados de acordo com a altura da precipitação do mês mais pobre em chuvas e o total anual.

Posteriormente, em 1957, Guerra Teixeira (4) adotou o mesmo tipo de classificação em seu trabalho sobre os tipos climáticos da Região Norte.

Em 1966, Galvão (11) estudando o clima do Território do Amapá, adotou a classificação de Thornthwaite, em cujo sistema, o autor introduziu ainda, além da temperatura e a precipitação, a evapotranspiração potencial (12), relacionando assim o clima às suas reais necessidades hídricas.

Camargo (1) foi o primeiro a aplicar, no Brasil, os métodos de Thornthwaite, apresentando em 1964 um trabalho sobre Balanço Hídrico no Estado de São Paulo. Em 1966 este mesmo autor publicou outro trabalho versando sobre a Determinação da Evapotranspiração Potencial no Estado de São Paulo (2).

Segundo Camargo (3), o processo do balanço hídrico, foi proposto por Thornthwaite, inicialmente em 1948, considerando-se o solo como um reservatório capaz de armazenar para as culturas agrícolas em geral, que podem ser cultivadas normalmente sem necessidades de irrigação, cerca de 100 mm de água, em forma livremente disponível! Posteriormente o mesmo autor em colaboração com Mather, tendo em vista a dificuldade de retirada de água do solo por parte da planta, à medida que a umidade se reduz e se aproxima do ponto de murchar, modificou o método criado em 1948, introduzindo várias alterações, entre as quais, destaca-se o estabelecimento de diferentes níveis de armazenamento de água no solo e não apenas 100 mm, como no método anterior. Para isso foram preparadas tabelas especiais que indicam as quantidades de água ainda armazenada no solo, a medida que aumentam os valores dos negativos acumulados ou seja, os saldos negativos entre a precipitação e a evapotranspiração potencial no período considerado, possibilitando assim, maior exatidão no método.

1.3 MÉTODO DE TRABALHO

Para a realização do presente trabalho, inicialmente foram utilizados os dados meteorológicos de temperatura do ar, precipitação pluviométrica, umidade do ar e insolação, dos arquivos do Departamento Nacional de Meteorologia (1º DIS-ME), para as localidades que não constam atualmente nas normais climatológicas (10) e determinados valores médios dos elementos coletados num período em geral, de dez a mais anos.

Posteriormente foi efetuada a descrição climática da região correspondendo ao seu aspecto geral, caracterizado pelos elementos meteorológicos padrões, obtidos nos postos de observações.

Na definição dos tipos climáticos, foram adotados dois tipos de classificação: a de Koppen e a de Thornthwaite (14) a primeira por ser mais usual, e a segunda por ser mais racional, dada a introdução da evapotranspiração potencial como elemento de classificação.

Foram também elaboradas cartas climáticas onde são assinaladas as áreas de ocorrência dos tipos de clima da região segundo Koppen e Thornthwaite.

Na avaliação climática das disponibilidades de água no solo foram efetuados cálculos de balanços hídricos para 59 localidades da região e elaborados gráficos representativos para várias destas localidades.

O balanço hídrico em síntese, é o cotejo de dois fenômenos meteorológicos opostos, a precipitação e a evapotranspiração e permite estimar com aceitável exatidão, os dados sobre disponibilidade hídrica em milímetros, tais como: água armazenada nas zonas das raízes, excedentes de água sujeitos a percolação e deficiência de água.

O processo adotado foi o de Thornthwaite e Mather 1955 (13) considerando-se o solo como reservatório capaz de armazenar 125 mm de água para a vegetação. O limite de 125 mm está entre 75 mm e 200 mm, considerados por Thornthwaite e Mather como satisfatório para as plantas agrícolas.

Na determinação da evapotranspiração potencial foi empregado o processo calculado de Thornthwaite, mediante o em-

prêgo de temperaturas médias e tabelas preparadas para os hemisférios: Norte e Sul, com as devidas correções para a duração do dia e latitude do lugar.

1.4 CONDIÇÕES GERAIS DE CLIMA

Temperatura do Ar:

Dada a vasta extensão territorial que abrange a região em estudo, atingindo cerca de 5.000.000 Km², compreendendo aproximadamente desde os paralelos 5° N e 16° S, e os meridianos 44° e 74° W.Gr, aliados ainda a altitudes que atingem desde praticamente, o nível do mar até 600 m (*), é a região dotada de uma notável diversidade de regimes térmicos, compreendendo temperaturas com valores médios anuais, em geral, entre 22,0°C a 28,0°C. (quadro 1).

As temperaturas máximas atingem valores médios anuais na faixa de 29,0°C a 34,0°C e as mínimas entre 16,0°C a 24,0°C. Com relação aos valores extremos absolutos da região, estes chegam alcançar uma amplitude em torno de 41,0°C (diferença entre máxima e mínima absolutas), ocorrendo porém tal variação de temperatura, no Estado de Mato Grosso. Na Amazônia propriamente dita a amplitude é de 31,0°C ficando a mesma compreendida entre 39,0°C e 8,0°C.

Insolação:

Os dados registrados de insolação, mostram que a região fica submetida a um total de brilho solar anual entre 1.500 h a 3.000 h.

Tais valores segundo tabela de horas possíveis de insolação (6) atingem apenas cerca de 35,0% e 60,0% do montante das horas que poderiam ocorrer na região, mostrando assim o grau de nebulosidade bastante elevado predominante na região.

* — Altitudes dos postos de observações

QUADRO 1 — Temperaturas Médias em °C

LOCALIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUI	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	25,2	25,3	25,2	25,4	25,5	24,8	24,4	25,6	25,8	25,7	25,3	25,4	25,3
Altamira - Pa.	25,3	26,6	25,3	25,8	25,8	26,3	25,5	26,1	26,4	26,6	26,4	26,2	26,0
Arumanduba - Pa.	27,0	26,8	26,8	26,8	27,2	27,0	26,8	27,0	27,4	27,6	27,9	27,3	27,1
Belém - Pa.	25,6	25,5	25,4	25,7	26,0	26,0	25,9	26,0	26,0	26,2	26,5	26,3	25,9
Cachimbo - Pa.	24,4	24,1	24,8	24,9	24,6	24,1	24,0	25,4	25,7	24,9	24,6	24,8	24,7
C. do Araguaia - Pa.	24,8	24,5	24,8	25,2	25,3	24,7	24,4	25,5	26,3	25,6	25,3	24,9	25,1
Igarapé-Açu - Pa.	25,0	24,5	24,3	24,4	24,7	24,5	24,5	24,7	25,0	25,3	25,8	25,8	24,9
Itaituba - Pa.	26,2	26,1	26,0	26,4	26,4	26,6	26,5	26,8	27,2	27,2	27,2	26,4	26,6
Jacaracanga - Pa.	26,0	25,8	26,1	26,5	26,9	26,8	27,0	27,9	28,5	27,8	27,2	26,4	26,9
Marabá - Pa.	25,9	25,6	25,8	26,3	26,9	26,4	26,8	26,6	26,9	27,1	26,9	26,1	26,4
Óbidos - Pa.	26,2	25,9	25,8	25,8	25,8	25,9	26,0	26,9	27,0	28,0	27,8	27,2	26,5
Pôrto de Moz - Pa.	25,4	25,0	25,0	25,2	25,2	25,2	25,2	25,1	25,3	25,6	26,4	26,0	25,4
Salinópolis - Pa.	26,9	26,4	25,9	26,0	26,1	26,8	26,9	27,1	27,4	27,6	27,6	27,7	26,9
Santarém - Pa.	25,8	25,5	25,5	25,6	25,6	25,4	25,4	26,2	26,7	27,0	26,9	26,5	26,0
Soure - Pa.	26,9	26,2	25,9	26,2	26,7	26,8	26,8	27,2	27,6	27,9	28,0	27,7	27,0
Tomé-Açu - Pa.	28,2	28,1	28,0	27,9	27,7	27,6	27,5	27,7	27,8	28,2	28,2	28,4	27,9
Tracuateua - Pa.	25,2	24,9	24,5	24,6	24,6	24,6	24,4	24,6	25,0	25,3	25,6	25,7	24,9
Barcelos - Am.	26,1	26,2	26,3	25,8	25,6	25,5	25,4	26,0	26,0	26,4	26,5	25,6	26,0
B. Constant - Am.	25,8	25,8	25,9	25,8	25,6	25,2	25,1	25,8	26,0	26,1	26,2	26,0	25,8
Caruarí - Am.	26,3	26,1	26,4	26,2	25,8	25,6	25,3	26,2	26,6	26,6	26,6	26,6	26,2
Coarí - Am.	25,2	25,2	25,4	25,2	25,3	25,3	25,4	26,0	26,0	25,9	25,9	25,6	25,5
Eirunepê - Am.	26,3	26,2	26,0	26,2	26,0	25,7	25,6	26,0	26,6	26,8	26,8	26,7	26,3
Fonte Boa - Am.	24,8	24,9	24,9	24,8	24,7	24,5	24,3	24,9	25,2	25,3	25,3	25,2	24,9
Humaitá - Am.	25,2	25,3	25,4	25,4	25,5	25,2	25,2	26,4	26,3	26,3	26,0	25,7	25,7
Itacoatiara - Am.	26,7	26,4	26,4	26,5	26,7	26,7	26,8	27,8	28,1	28,2	28,1	27,8	27,1
Iauaretê - Am.	25,2	25,2	25,3	25,1	24,9	24,4	24,1	24,5	25,1	25,3	25,5	25,3	25,0
Manaus - Am.	25,9	25,8	25,8	25,8	26,4	26,6	26,9	27,5	27,9	27,7	27,3	26,7	26,7
Manicoré - Am.	26,2	25,8	26,1	26,2	26,3	26,3	26,1	27,0	27,0	27,2	27,2	26,9	25,5
Maués - Am.	26,1	26,0	25,8	25,4	25,8	26,0	26,1	26,8	26,4	27,2	27,4	27,0	26,3
Parintins - Am.	27,0	26,6	26,8	26,8	27,0	27,0	27,2	28,2	28,8	29,0	28,3	27,7	27,5
S. P. de Olivença - Am.	25,8	25,8	25,8	25,8	25,5	25,4	25,2	26,0	26,2	26,2	26,2	26,2	25,8
S. C. da Cachoeira - Am.	25,4	25,5	25,6	25,3	25,0	24,5	24,3	24,8	25,4	25,6	25,9	25,5	25,2
Taracua - Am.	25,2	25,3	25,3	25,2	24,9	24,5	24,1	24,4	25,3	25,4	25,4	25,2	25,0
Tapuruquara - Am.	26,8	26,6	26,8	26,2	25,8	25,6	25,6	26,0	26,6	26,9	27,0	26,9	26,4
C. do Sul - Acre	24,4	24,6	24,4	24,2	24,1	23,4	22,9	23,8	24,5	24,6	24,7	24,6	24,2
S. Madureira - Acre	25,2	25,3	25,2	25,0	24,3	23,5	23,0	24,1	25,3	25,3	25,5	25,5	24,8
Amapá - Ap.	26,2	25,9	26,1	26,1	26,4	26,2	26,8	27,0	27,4	27,7	27,5	27,0	26,7
Macapá - Ap.	26,8	26,4	26,1	26,3	26,8	26,7	27,5	29,3	28,3	28,3	28,0	27,3	27,3
Clevelândia - Ap.	24,3	24,2	24,4	24,5	24,5	24,6	24,6	25,0	25,5	25,6	25,4	24,8	24,8
Pôrto Santana - Ap.	26,3	26,2	25,7	26,1	26,0	26,2	26,5	27,0	27,2	27,0	27,6	27,0	26,5
Pôrto Platon - Ap.	26,6	26,4	26,2	26,7	26,8	27,0	27,3	27,6	28,1	28,7	28,6	27,7	27,3
S. do Navio - Ap.	25,2	25,9	25,8	26,1	26,2	26,0	26,0	26,8	27,3	27,7	27,4	26,9	26,5
P. Velho - Rondônia	25,1	25,2	25,3	25,3	25,3	25,1	25,0	26,4	26,6	26,1	25,8	25,4	25,6
B. Vista - Roraima	27,7	28,0	28,3	28,2	27,0	26,2	26,1	26,6	28,1	28,8	28,6	28,3	27,6
B. do Corda - Ma.	25,7	25,6	25,5	25,6	25,2	24,6	24,3	25,6	27,7	27,9	27,3	26,5	26,0
Carolina - Ma.	25,6	25,6	25,8	26,1	26,4	26,1	26,3	27,7	28,3	27,1	26,4	26,1	26,4
Grajaú - Ma.	25,4	25,3	25,5	25,6	25,4	25,0	24,9	25,8	27,2	27,0	26,5	25,9	25,8
Imperatriz - Ma.	25,2	25,1	25,2	25,1	25,4	24,8	24,5	25,3	26,3	26,4	26,1	25,6	25,4
S. Bento - Ma.	26,4	26,1	26,1	26,2	26,4	26,3	26,1	26,4	26,6	26,9	27,0	26,9	26,4
S. Luiz - Ma.	26,8	26,4	26,3	26,3	26,3	26,4	26,2	26,6	27,0	27,2	27,3	27,2	26,7
Turiçuí - Ma.	27,0	26,4	26,1	26,1	26,3	26,2	26,1	26,6	27,0	27,3	27,5	27,5	26,7
P. Nacional - Goiás	25,3	25,3	25,4	26,0	25,8	24,8	24,8	26,4	27,9	27,0	25,9	25,5	25,8
Paraná - Goiás	23,8	23,7	23,8	24,3	23,9	23,2	22,9	24,4	26,1	25,7	24,2	23,5	24,1
Taguatinga - Goiás	23,8	23,7	23,8	24,3	23,9	23,2	22,9	24,4	26,1	25,7	24,2	23,5	24,1
Cáceres - MT	26,4	26,4	26,2	25,3	23,5	22,1	21,5	23,9	26,1	26,8	26,6	26,6	25,1
Cuiabá - MT	26,5	26,5	26,2	25,5	24,3	23,2	22,8	25,0	27,0	27,2	26,8	26,6	25,6
Pres. Murtinho - MT	23,2	23,3	23,4	22,8	20,8	18,8	18,4	20,6	22,9	23,8	23,4	23,3	22,1

Eficiência Térmica:

Os índices de eficiência térmica * para toda a região, estão acima de 1.140 mm, mostrando assim a condição de clima megatérmico, habitat das plantas tropicais, exigentes de muito calor e muita umidade a que caracteriza a região.

Umidade do Ar:

Apresenta-se mais elevada com pequena variação anual nas partes mais baixas e mais chuvosas da região, notadamente na área que integra a Amazônia Política ou Região Norte propriamente dita, onde o valor média anual chega a atingir até 91%, nas demais unidades federativas, as médias são menos acentuadas encontrando-se média anual com 64%. Observa-se porém, que este fenômeno meteorológico em ambos os casos, apresenta estreita relação com o regime pluviométrico ou seja, é sempre mais elevado na época de maior pluviosidade.

Precipitação pluviométrica:

Os índices pluviométricos anuais normais atingem valores bastante variáveis, oscilando entre 1.000 mm a 3.600 mm. Embora assim ocorram, o regime pluviométrico em toda a região tem a mesma característica, a de apresentar duas épocas bastante definidas, a mais chuvosa e a menos chuvosa.

Em geral, a época chuvosa, ocorre a partir de dezembro ou janeiro e tem a duração de cinco ou seis meses, sendo o mês mais chuvoso, março ou abril. Esta época, varia bastante com relação à intensidade e frequência das chuvas nas diferentes localidades da região, em decorrência da maior atua-

* — Índice que exprime a evapotranspiração potencial, elemento fundamental do clima que expressa também, a disponibilidade térmica da região.

ção das massas de ar: Zona Intertropical de Convergência no seu encaminhamento norte e sul e Massa Equatorial Continental, na parte central, dotadas de grande umidade e instabilidade, maiores responsáveis pela ocorrência das chuvas nesta época do ano.

A época menos chuvosa, onde dominam as chuvas de caráter convectivo *, abrangem os demais seis meses do ano, notando-se maior diferenciação, com relação ao período de estiagem, sendo este mais acentuado nas regiões altas e litorrâneas.

Os quadros de 2 a 6 mostram a distribuição da temperatura máxima e mínima, insolação, umidade relativa e pluviosidade na região.

1.5 TIPOS CLIMÁTICOS

De conformidade com as condições gerais de clima às quais fica submetida à região e segundo Koppen (7), toda a região se encontra no grupo de clima tropical chuvoso A onde as temperaturas médias dos meses nunca chegam abaixo de 18°C, constituindo o habitat da vegetação megatérmica, apresentando os tipos climáticos Afi, Ami, Awi semelhantes com relação a oscilação anual de temperatura, que é inferior a 5°C **, pertencentes assim a variedades de clima que não conhecem verão nem inverno estacional, i.

Estes tipos climáticos todavia, estão separados de acordo com a altura da precipitação do mês mais pobre em chuvas e do total anual, conforme mostram os limites estabelecidos por Koppen no quadro 7.

* — Chuvas locais decorrentes da ascendência de massas de ar quente, dado o elevado índice térmico.

**— Com excessão de Cáceres em Mato Grosso, onde as variações de temperaturas são mais acentuadas, acusando uma amplitude anual pouco acima de 5°C.

QUADRO 2 — Temperaturas Máximas em °C

LOCALIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	30,6	30,8	30,7	31,3	32,2	33,1	33,8	35,2	33,6	32,4	31,7	31,1	32,2
Altamira - Pa.	30,3	32,3	30,2	30,1	30,3	31,7	30,7	31,5	31,7	31,9	31,4	31,2	31,0
Arumanduba - Pa.	30,8	30,1	30,0	30,0	30,0	30,2	30,4	31,1	31,9	32,5	32,7	31,8	31,0
Belém - Pa.	31,0	30,4	30,3	30,8	31,4	31,8	31,7	32,0	31,9	32,0	32,2	31,8	31,4
Cachimbo - Pa.	29,0	29,0	29,4	29,8	30,1	30,2	31,3	33,2	32,6	30,9	30,2	29,4	30,4
C. do Araguaia - Pa.	31,0	30,5	30,8	31,3	32,4	33,2	33,9	35,3	33,8	33,0	31,9	31,4	32,4
Igarapé-Açu - Pa.	30,6	29,7	29,7	30,2	30,9	30,9	31,0	31,3	31,7	32,4	33,1	32,7	31,2
Itaituba - Pa.	30,8	30,7	30,7	31,0	31,2	31,6	31,9	32,4	32,9	32,8	32,2	31,3	31,6
Jacaracanga - Pa.	31,1	30,3	30,5	31,0	31,9	31,9	33,0	34,7	34,5	33,1	32,6	31,6	32,2
Marabá - Pa.	29,4	29,6	29,4	30,1	31,0	31,1	30,4	31,8	31,4	31,4	31,1	30,0	30,6
Óbidos - Pa.	30,8	30,3	30,0	30,0	29,9	30,1	30,6	31,9	33,0	33,6	33,1	32,3	31,3
Pôrto de Moz - Pa.	30,1	29,3	29,5	29,7	29,6	29,8	30,0	30,6	31,0	31,5	31,7	31,2	30,3
Salinópolis - Pa.	29,6	29,1	28,8	29,0	28,9	29,8	29,9	30,0	30,0	30,4	30,4	31,0	29,7
Santarém - Pa.	30,8	30,0	30,3	30,0	30,3	30,4	31,0	32,0	32,7	33,1	32,6	31,9	31,2
Soure - Pa.	30,8	29,7	29,6	30,0	30,4	30,6	30,5	30,7	30,1	31,6	31,8	31,2	30,5
Tomé-Açu - Pa.	34,4	33,7	33,5	33,3	32,8	33,4	34,0	34,2	34,2	34,6	34,7	34,8	34,0
Tracuatêua - Pa.	31,0	29,8	29,8	30,1	30,6	30,6	30,5	30,8	31,3	32,0	32,5	32,4	31,0
Barcelos - Am.	31,6	31,7	31,8	30,3	30,5	30,6	30,7	31,7	32,3	32,4	32,5	32,1	31,6
B. Constant - Am.	30,7	30,9	30,9	30,8	30,6	30,2	30,3	31,2	31,4	31,4	31,4	31,1	30,9
Carauari - Am.	30,5	30,0	30,4	30,1	29,7	29,8	29,9	31,3	31,5	31,3	31,2	30,9	30,6
Coarí - Am.	30,0	30,1	30,2	30,1	30,1	30,3	30,7	31,7	32,0	31,5	31,0	30,5	30,7
Eirunepê - Am.	31,4	31,6	31,4	31,4	31,3	31,4	31,8	32,3	32,5	32,4	32,3	32,1	31,8
Fonte Boa - Am.	30,0	30,2	30,2	30,0	29,7	29,6	29,7	30,6	31,1	31,0	30,9	30,6	30,3
Humaitá - Am.	30,5	30,7	30,7	30,8	31,1	31,5	32,5	34,0	33,3	32,5	31,9	31,3	31,7
Itacoatiara - Am.	30,4	29,9	30,1	30,0	30,4	30,6	30,9	32,2	32,6	32,7	32,4	31,6	31,2
Iauaretê - Am.	30,7	31,1	31,3	30,3	29,8	29,3	29,0	30,1	31,3	31,2	31,2	30,8	30,5
Manaus - Am.	30,0	29,9	30,0	29,9	30,7	31,1	31,6	32,7	33,1	32,7	32,0	31,1	31,2
Manicoré - Am.	31,7	31,2	31,4	31,7	32,1	32,5	32,8	33,9	33,3	33,2	33,0	32,5	32,4
Maués - Am.	30,5	30,4	30,4	29,9	30,6	30,8	31,2	32,3	32,1	33,1	33,0	32,1	31,4
Parintins - Am.	31,0	30,4	30,4	30,3	30,6	30,9	31,4	32,6	33,7	34,0	33,3	32,2	31,7
S. P. de Olivença - Am.	30,3	30,3	30,3	30,2	29,9	29,8	29,8	30,9	31,2	31,1	30,9	30,8	30,4
S. G. da Cachoeira - Am.	30,7	30,6	30,8	30,3	29,7	29,1	28,2	30,2	31,2	30,3	31,1	30,6	30,2
Taracua - Am.	30,7	30,9	31,1	30,6	29,9	29,7	29,5	30,5	31,5	31,3	31,2	30,7	30,6
Tapuruquara - Am.	31,8	31,7	31,9	30,7	30,2	30,0	30,2	31,1	32,2	32,4	32,4	32,1	31,4
C. do Sul - Acre	30,1	30,0	29,8	29,4	29,4	29,2	29,6	31,2	31,4	30,9	30,6	30,3	30,2
S. Madureira - Acre	31,4	31,7	31,5	31,4	31,1	30,6	31,6	33,7	33,5	32,7	32,4	32,0	32,0
Amapá - Ap.	29,7	29,1	29,0	29,2	29,8	29,9	30,9	31,7	32,5	32,9	32,8	31,5	30,8
Macapá - Ap.	29,3	29,1	28,4	28,0	28,6	29,2	30,1	31,9	30,9	31,2	30,9	30,2	29,8
P. Santana - Ap.	29,3	29,3	28,4	28,9	28,8	29,3	30,6	30,8	31,1	31,2	31,4	30,4	29,9
Pôrto Platon - Ap.	29,4	29,0	28,7	29,4	29,1	30,1	30,4	31,0	32,6	32,8	32,6	30,9	30,5
S. do Navio - Ap.	29,1	28,7	28,6	28,8	29,0	29,1	29,2	30,4	31,7	32,1	31,7	30,5	29,9
P. Velho - Rondônia	31,0	31,1	31,3	31,5	31,7	32,1	31,9	34,7	34,4	33,3	32,5	31,5	32,2
B. Vista - Roraima	32,1	32,2	32,5	32,0	30,4	29,5	29,4	30,7	32,5	33,3	33,2	32,5	31,7
B. do Corda - Ma.	31,8	31,4	31,3	31,6	31,9	32,5	33,3	34,9	35,6	35,0	34,0	32,9	33,0
Carolina - Ma.	31,8	31,8	31,9	32,3	33,5	34,6	35,3	36,8	36,3	34,0	32,6	32,1	33,6
Grajaú - Ma.	30,9	30,7	30,7	31,2	32,0	32,8	33,6	35,0	35,1	34,0	32,7	31,6	32,5
Imperatriz - Ma.	31,3	31,2	31,2	31,5	32,4	33,2	33,9	35,1	34,6	33,9	32,8	31,9	32,8
São Bento - Ma.	31,7	30,9	30,8	30,9	31,1	31,2	31,3	32,2	32,7	33,1	33,2	32,8	31,8
São Luís - Ma.	30,6	30,2	30,2	30,4	30,9	31,2	30,9	31,4	31,5	31,5	31,4	31,3	31,0
Turialva - Ma.	31,4	30,4	30,1	30,3	30,6	30,6	30,6	31,1	31,6	32,0	32,2	32,1	31,1
P. Nacional - Goiás	31,1	31,2	31,4	32,3	33,3	33,6	33,9	35,9	36,0	33,9	31,9	31,3	33,0
Paraná - Goiás	29,4	29,3	29,4	30,1	30,2	30,0	29,9	31,6	33,1	32,1	29,8	28,7	30,3
Taguatinga - Goiás	29,4	29,3	29,4	30,1	30,2	30,0	29,9	31,6	33,1	32,1	29,8	28,7	30,3
Cáceres - MT	32,1	32,1	32,1	31,5	30,8	29,7	30,4	33,2	34,3	34,2	32,9	32,6	32,2
Cuiabá - MT	32,6	32,6	32,6	32,1	31,6	31,4	31,9	34,2	35,0	34,2	33,2	32,6	32,8
Pres. Murtinho - MT	29,5	29,9	30,4	30,2	29,6	29,4	29,8	32,2	33,2	32,0	30,3	29,6	30,5
Clevelândia - Ap.	29,2	29,1	29,2	29,6	29,7	30,4	30,5	32,0	33,4	34,1	33,2	31,3	31,0

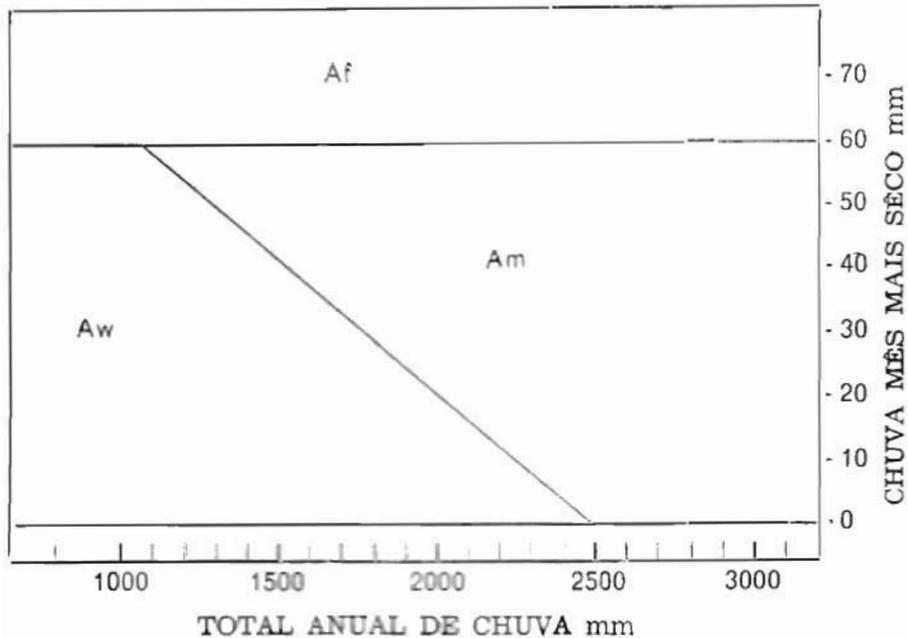
QUADRO 3 — Temperaturas Mínimas em °C

LOCALIDADES	IAN	FEV	MAR	ABR	MAJ	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	22,1	22,2	22,3	22,2	21,3	19,1	17,3	18,4	21,0	21,7	22,0	22,1	21,0
Altamira - Pa.	21,2	21,9	20,4	21,4	21,4	20,9	20,3	20,7	21,0	21,3	21,3	21,3	21,1
Arumanduba - Pa.	23,3	23,5	23,6	23,5	24,3	23,8	23,1	22,9	23,0	22,6	23,0	22,8	23,3
Belém - Pa.	22,6	22,7	22,8	23,0	22,9	22,5	22,2	22,1	22,0	22,0	22,1	22,4	22,4
Cachimbo - Pa.	20,6	20,4	20,5	20,1	18,4	15,2	13,3	14,1	17,5	19,6	20,3	20,5	18,4
C. do Araguaia - Pa.	20,5	20,5	20,5	20,4	19,4	17,4	16,1	16,7	19,1	19,9	20,2	20,0	19,2
Igarapé-Açú - Pa.	21,4	21,4	21,5	21,5	21,3	20,5	20,0	20,0	19,9	19,8	20,0	20,8	20,7
Itaituba - Pa.	21,5	21,5	21,4	21,7	21,7	21,5	21,1	21,2	21,6	21,7	22,1	21,6	21,6
Jacaréacanga - Pa.	22,0	22,1	22,3	22,2	22,0	20,6	19,0	19,8	21,5	22,0	22,3	22,2	21,5
Marabá - Pa.	23,4	23,7	23,3	23,8	23,8	22,8	23,8	22,2	23,3	23,8	23,7	23,6	23,3
Óbidos - Pa.	21,6	21,5	21,5	21,7	21,8	21,7	21,5	21,9	21,0	22,4	22,4	22,2	21,8
Pôrto de Moz. - Pa.	20,7	20,6	20,6	20,8	20,8	20,6	20,4	19,6	19,6	19,7	21,0	20,9	20,4
Salinópolis - Pa.	24,2	23,6	23,0	23,1	23,3	23,7	23,8	24,2	24,7	24,8	24,7	24,4	24,3
Santarém - Pa.	22,7	22,5	22,6	22,8	22,7	22,3	21,9	22,2	22,8	23,0	23,1	22,9	22,6
Soure - Pa.	23,9	23,2	23,1	23,2	23,4	23,3	23,2	23,6	24,3	24,8	24,8	24,7	23,8
Tomé-Açú - Pa.	22,0	22,5	22,5	22,5	22,6	21,9	21,0	21,2	21,5	21,8	21,8	22,0	22,0
Tracuatêua - Pa.	21,0	21,3	21,1	21,2	20,9	20,3	19,8	19,5	19,5	19,1	19,3	20,0	20,2
Barcelos - Am.	22,4	22,5	22,6	22,5	22,3	22,1	21,7	21,9	21,9	22,1	22,4	22,4	22,2
B. Constant - Am.	21,0	20,8	20,9	20,8	20,7	20,3	19,9	20,5	20,6	20,8	20,9	20,8	20,7
Carauari - Am.	22,1	22,2	22,3	22,3	22,0	21,4	20,7	21,1	21,6	22,0	22,1	22,2	21,8
Coarí - Am.	21,9	21,7	22,0	21,6	21,8	21,6	21,5	21,8	22,0	22,4	22,5	22,3	21,9
Eirunepê - Am.	21,2	20,8	20,8	21,1	20,8	20,0	19,3	19,7	20,7	21,3	21,3	21,3	20,7
Fonte Boa - Am.	20,6	20,7	20,5	20,6	20,5	20,4	20,0	20,5	20,9	21,1	21,1	20,9	20,6
Humaitá - Am.	21,5	21,7	21,9	21,8	21,4	20,3	19,4	20,8	21,4	21,9	21,9	21,8	21,3
Itacoatiara - Am.	23,0	22,9	22,8	23,0	23,0	22,8	22,6	23,3	23,6	23,8	23,8	23,5	23,2
Iauaretê - Am.	21,5	21,6	21,8	21,7	21,8	21,3	20,9	21,1	21,1	21,5	21,7	21,6	21,5
Manaus - Am.	23,3	23,2	23,3	23,3	23,6	23,4	23,2	23,5	23,9	24,1	24,0	23,7	23,5
Manicoré - Am.	20,8	20,5	20,8	20,6	20,5	20,1	19,4	20,1	20,6	21,3	21,5	21,3	20,6
Maués - Am.	21,7	21,6	21,3	20,8	21,1	21,2	21,0	21,4	20,8	21,4	21,8	21,8	21,3
Parintins - Am.	23,0	22,9	23,1	23,2	23,3	23,0	22,8	23,4	23,5	23,5	23,6	23,6	23,2
S. P. de Olivença - Am.	21,4	21,2	21,3	21,4	21,1	21,0	20,7	21,0	21,3	21,3	21,6	21,7	21,2
S. G. da Cachoeira - Am.	22,5	22,5	22,6	22,5	22,4	21,8	21,6	21,7	21,9	23,0	22,6	22,5	22,3
Tapuruquara - Am.	21,3	21,3	21,6	21,6	21,3	21,0	20,7	20,8	20,9	21,2	21,4	21,5	21,2
Tapuruquara - Am.	21,7	21,5	21,8	21,6	21,5	21,3	20,9	20,8	20,9	21,4	21,7	21,7	21,4
C. do Sul - Acre	21,4	21,4	21,4	21,2	20,5	19,2	18,2	18,8	20,0	20,8	21,0	21,3	20,4
S. Madureira - Acre	21,2	21,3	21,2	20,8	19,5	18,6	16,8	17,2	19,6	20,4	21,1	21,1	19,9
Amapá - Ap.	22,6	22,6	23,0	23,0	23,0	22,4	22,6	22,2	22,4	22,4	22,3	22,4	22,6
Macapá - Ap.	24,2	23,6	23,7	24,2	24,5	24,1	24,9	26,6	25,7	25,4	25,1	24,5	24,7
Clevelândia - Ap.	20,7	20,6	20,7	21,1	21,3	20,8	20,5	20,3	20,1	20,0	20,2	20,5	20,6
P. Santana - Ap.	20,3	20,3	22,9	23,2	23,2	23,0	23,2	23,3	23,4	23,5	23,7	23,6	23,3
P. Platon - Ap.	23,8	23,8	23,7	24,0	24,5	24,3	24,0	24,7	24,5	24,5	24,5	24,3	24,2
S. do Navio - Ap.	23,4	23,2	23,2	23,5	23,4	23,0	22,8	23,0	23,0	23,3	23,4	23,5	23,2
P. Velho - Rondônia	21,3	21,3	21,5	21,4	20,7	19,7	18,6	19,6	20,9	21,2	21,4	21,4	20,8
B. Vista - Roraima	24,0	23,9	24,1	24,0	23,2	21,1	22,3	22,6	23,6	24,2	24,5	24,2	23,4
B. do Corda - Ma.	21,4	21,4	21,5	21,4	20,3	18,5	17,0	17,6	21,1	22,1	22,0	21,7	20,5
Carolina - Ma.	21,5	21,5	21,8	21,7	20,8	19,1	18,3	19,5	21,6	22,1	21,9	21,7	21,0
Grajaú - Ma.	20,9	20,9	21,1	21,0	19,8	18,1	16,9	17,2	20,0	21,0	21,2	21,2	19,9
Imperatriz - Ma.	21,3	21,4	21,7	21,6	20,5	18,6	17,2	17,1	19,5	20,8	21,5	21,4	20,2
S. Bento - Ma.	22,6	22,9	23,0	23,2	23,2	22,8	22,2	22,1	22,2	22,2	22,4	22,6	22,6
S. Luís - Ma.	23,7	23,3	23,3	23,3	23,2	23,0	22,7	22,9	23,7	24,0	24,0	24,1	23,4
Turiaçu - Ma.	23,5	23,1	22,9	22,8	22,8	22,5	22,4	23,1	23,6	23,8	23,9	23,9	23,2
P. Nacional - Goiás	21,4	21,5	21,7	21,5	20,0	17,3	16,4	17,2	20,6	21,7	21,7	21,5	20,2
Paraná - Goiás	19,2	19,2	19,3	19,4	18,5	17,5	17,4	18,6	20,4	20,4	19,7	19,2	19,1
Taguatinga - Goiás	19,2	19,2	19,3	19,4	18,5	17,5	17,4	18,6	20,4	20,4	19,7	19,2	19,1
Cáceres - MT	22,6	22,7	22,5	20,8	18,3	16,6	15,0	16,6	19,7	21,6	22,1	22,5	20,1
Cuiabá - MT	22,6	22,6	22,4	21,3	19,2	17,3	16,1	17,9	20,7	22,0	22,3	22,7	20,6
Pres. Murtinho - MT	19,2	19,2	19,1	17,5	14,3	11,4	10,1	11,6	15,3	18,0	18,8	19,3	16,2

QUADRO 4 — *Insolação em horas e décimos*

LOCALIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	99,9	96,8	106,2	129,5	188,1	236,5	263,9	257,6	173,4	157,4	127,5	108,2	1.945,0
Belém - Pa.	156,6	112,3	102,2	131,5	195,8	239,5	268,1	267,3	235,2	247,0	220,7	213,2	2.389,4
Santarém - Pa.	142,1	105,9	107,6	117,9	146,7	177,5	213,7	243,6	222,9	230,1	194,9	188,6	2.091,5
Soure - Pa.	132,2	130,4	112,8	137,3	194,8	238,0	274,0	285,6	275,8	292,7	258,5	245,5	2.627,6
Iauaretê - Am.	136,2	111,0	120,2	106,2	112,7	110,6	118,4	145,2	155,6	148,2	142,8	142,1	1.549,2
Manaus - Am.	119,5	111,6	111,0	117,6	168,4	207,6	245,0	255,9	224,6	205,8	177,1	152,6	2.096,7
Parintins - Am.	158,4	122,5	125,0	135,3	174,6	198,1	219,9	262,8	256,8	250,4	200,2	178,5	2.282,5
S. G. da Cachoeira - Am.	173,6	152,5	163,1	147,1	152,4	147,7	163,5	186,1	229,9	194,7	180,6	204,8	2.096,0
S. Madureira - Acre	126,2	106,9	132,1	136,8	173,2	194,3	241,1	268,7	202,4	171,9	153,8	141,2	2.048,6
P. Velho - Rondônia	118,6	111,4	129,9	143,1	199,4	243,3	276,5	262,6	208,2	180,2	159,0	141,0	2.174,3
B. do Corda - Ma.	179,5	153,6	171,7	194,1	235,1	267,9	296,7	292,5	240,7	213,8	193,0	192,8	2.632,2
Grajaú - Ma.	148,7	124,7	142,9	171,6	223,0	253,3	270,6	262,5	216,6	186,2	166,0	159,2	2.325,3
S. Luís - Ma.	210,5	139,9	154,3	161,4	203,8	247,4	288,1	308,1	299,1	282,9	259,0	259,0	2.810,5
Turiaçu - Ma.	197,1	135,4	127,4	124,0	161,6	202,6	237,2	267,3	260,1	263,3	244,4	239,0	2.459,8
P. Nacional - Goiás	164,5	137,0	150,3	201,7	276,7	291,7	315,4	313,9	236,3	196,2	156,4	149,1	2.589,2
Cáceres - MT	163,4	143,7	167,4	183,0	202,3	201,3	232,5	230,7	173,3	187,4	173,8	162,5	2.221,3
Cuiabá - MT	166,6	150,9	175,0	201,0	231,6	235,6	261,1	248,5	198,5	195,4	186,8	171,4	2.422,4

Quadro 7 — Tipos fundamentais do grupo A, segundo Koppen.



Distribuição dos tipos climáticos segundo Koppen (fig 1)

Tipo Afi — Caracteriza-se por apresentar chuvas relativamente abundantes durante todo o ano, onde a altura das chuvas do mês mais pobre, é sempre superior a 60 mm, ocorre na maior parte do Estado do Amazonas, na área limitada pelo médio curso do Rio Coari, e pelo Rio Negro, sem atingir a cidade de Manaus. Verifica-se também a sua ocorrência no Estado do Pará, em torno da cidade de Belém, atingindo parte do estuário e pequena parte do território do Amapá.

QUADRO 5 — Unidade Relativa em %

LOCALIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	92	92	92	92	89	86	83	81	87	90	91	92	89
Belém - Pa.	89	91	91	90	87	84	83	83	84	83	82	85	86
Cachimbo - Pa.	83	85	82	83	75	69	61	54	68	82	81	84	76
C. do Araguaia - Pa.	87	87	87	86	81	75	71	66	72	79	84	85	80
Igarapé-Açu - Pa.	87	90	93	92	90	89	86	85	83	81	78	80	86
Jacaracanga - Pa.	85	85	85	84	81	78	69	68	70	76	76	83	78
Marabá - Pa.	86	86	88	86	81	74	72	71	74	73	78	83	79
Santarém - Pa.	85	87	88	88	89	88	86	83	80	78	79	80	84
Soure - Pa.	82	86	87	87	85	82	81	78	75	73	74	77	80
Tomé-Açu - Pa.	77	80	80	80	79	74	75	76	74	72	71	76	76
Tracuatéua - Pa.	80	89	91	91	90	88	86	86	84	80	79	80	86
Barcelos - Am.	86	85	84	88	88	87	86	85	84	85	84	85	86
Coari - Am.	89	89	90	90	90	89	87	86	86	87	87	88	88
Fonte Boa - Am.	89	89	89	89	90	89	89	88	87	88	88	89	89
Itacoatiara - Am.	87	87	87	87	87	83	82	77	73	76	80	83	82
Lauaretê - Am.	88	88	88	89	90	90	90	88	87	88	88	88	89
Manaus - Am.	88	88	88	88	86	83	80	77	78	79	82	85	84
Manicoré - Am.	88	88	87	88	85	83	78	78	82	82	85	87	84
Maués - Am.	85	90	87	85	85	85	84	78	75	80	80	80	82
Parintins - Am.	70	71	71	72	74	73	72	71	69	66	75	68	71
S. P. de Olivença - Am.	88	88	88	89	89	88	87	84	80	86	87	88	87
S. G. da Cachoeira - Am.	88	87	87	88	87	90	90	88	88	86	89	80	87
Humaitá - Am.	88	88	88	88	85	83	78	75	78	83	84	86	84
Taracua - Am.	88	88	88	90	90	90	90	88	86	87	88	88	89
Tapuruquara - Am.	88	88	88	90	91	90	89	88	85	86	86	88	88
C. do Sul - Acre	89	90	90	90	89	89	86	84	85	88	89	89	88
S. Madureira - Acre	92	92	92	92	92	91	90	88	89	96	91	92	91
Amapá - Ap.	88	90	88	88	88	89	84	83	79	76	77	76	84
Macapá - Ap.	69	72	71	72	74	68	62	67	54	62	64	69	66
P. Velho - Rondônia	88	88	87	87	84	79	73	68	75	81	84	87	82
Bôa Vista - Roraima	71	69	68	70	75	78	77	78	74	72	71	73	73
B. do Corda - Ma.	84	85	87	86	84	78	72	66	64	67	72	78	77
Carolina - Ma.	84	84	84	82	74	64	55	49	61	73	80	82	73
Grajaú - Ma.	85	87	87	86	83	78	72	67	68	73	77	82	79
Imperatriz - Ma.	85	86	86	85	82	77	73	67	70	73	78	82	79
S. Bento - Ma.	81	85	86	87	86	83	82	79	76	74	74	76	81
S. Luís - Ma.	82	85	86	87	87	84	82	80	76	75	76	78	81
Turiaçu - Ma.	80	84	86	87	86	84	83	79	76	75	75	76	81
P. Nacional - Goiás	84	85	85	81	75	68	62	53	57	73	81	84	74
Paraná - Goiás	81	81	82	82	78	74	73	69	66	72	78	82	76
Taguatinga - Goiás	76	78	78	72	62	54	50	43	46	60	73	78	64
Cáceres - MT	84	85	85	83	82	80	75	67	65	72	78	82	78
Cuiabá - MT	81	82	82	81	77	73	65	56	58	69	76	79	73
Pres. Murtinho - MT	86	87	87	84	81	78	72	65	66	76	83	86	79
Clevelândia - Ap.	91	91	91	90	91	90	88	87	84	83	85	88	88

QUADRO 6 — Precipitação Pluviométrica em mm

LOCALIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
A. Tapajós - Pa.	401	375	438	293	123	26	10	29	130	234	309	328	2696
Altamira - Pa.	216	275	346	278	176	73	49	22	30	44	65	106	1680
Arumanduba - Pa.	157	197	299	304	319	188	164	97	49	61	35	81	1951
Belém - Pa.	318	407	436	382	261	165	161	116	120	105	90	187	2761
Cachimbo - Pa.	290	330	345	222	64	6	1	6	113	242	262	260	2141
C. do Araguaia - Pa.	257	242	273	192	51	11	6	9	50	140	197	225	1653
Igarapé-Açu - Pa.	259	345	481	350	293	208	161	151	67	40	21	66	2442
Itaituba - Pa.	265	306	259	208	165	62	44	48	50	92	144	111	1754
Jacareacanga - Pa.	322	306	372	234	152	48	11	17	50	107	184	284	2087
Marabá - Pa.	276	199	315	186	64	51	3	2	19	78	44	189	1426
Óbidos - Pa.	246	304	350	285	198	84	64	18	36	48	91	139	1863
Pôrto de Moz - Pa.	199	270	342	354	364	224	161	92	62	48	76	108	2300
Salinópolis - Pa.	270	514	740	500	328	130	127	33	4	3	26	95	2770
Santarém - Pa.	179	275	358	262	293	174	112	50	39	46	85	123	2096
Soure - Pa.	306	508	653	514	331	181	151	89	33	16	43	118	2943
Tomé-Açu - Pa.	309	413	471	402	314	103	47	43	34	33	191	231	2591
Tracuatêua - Pa.	206	394	483	501	353	207	227	119	36	13	9	81	2629
Barcelos - Am.	172	145	174	256	272	234	169	118	105	118	111	125	1999
B. Constant - Am.	374	284	358	320	239	145	124	123	180	226	234	295	2902
Carauari - Am.	336	293	323	309	228	127	70	81	148	185	228	295	2623
Coari - Am.	316	274	280	288	226	134	88	75	99	158	188	222	2348
Eirunepê - Am.	349	316	330	233	136	93	58	84	145	209	234	287	2474
Fonte Boa - Am.	298	237	278	336	314	238	175	149	150	194	186	247	2802
Humaitá - Am.	341	308	348	265	134	48	26	39	104	186	222	295	2316
Itacoatiara - Am.	279	307	294	330	247	142	99	54	59	88	98	169	2166
Itauaretê - Am.	259	246	295	363	389	356	350	278	266	237	227	237	3503
Manaus - Am.	276	277	301	287	193	98	61	41	62	112	165	228	2101
Manicoré - Am.	365	322	358	292	306	88	46	64	135	199	185	281	2541
Maués - Am.	418	463	396	472	286	117	212	58	100	46	88	139	2696
Parintins - Am.	258	344	337	329	266	177	129	63	43	69	124	188	2327
S. P. de Olivença - Am.	287	273	304	346	278	157	128	109	157	206	208	257	2710
S. G. da Cachoeira - Am.	275	250	285	267	317	250	246	195	148	173	202	306	2914
Taracá - Am.	320	268	326	422	429	350	315	250	237	215	247	275	3654
Tapuruquara - Am.	231	213	250	326	313	269	225	175	158	157	200	173	2690
C. do Sul - Acre	246	244	269	240	138	104	47	86	147	251	216	241	2229
S. Madureira - Acre	301	259	268	216	122	71	31	32	157	186	207	257	2097
Amapá - Ap.	415	607	528	548	384	283	184	78	13	10	35	140	3226
Macapá - Ap.	212	240	371	344	298	312	261	67	16	31	51	111	2314
P. Santana - Ap.	241	286	396	318	367	243	238	118	28	34	60	113	2442
P. Platon - Ap.	209	228	292	240	428	191	155	118	45	45	66	121	2138
S. do Navio - Ap.	275	242	290	305	308	213	207	136	76	62	80	125	2319
Clevelândia - Ap.	510	418	412	473	544	368	232	88	34	40	117	334	3570
P. Velho - Rondônia	349	309	324	223	114	32	15	25	101	203	238	319	2252
B. Vista - Roraima	29	29	49	114	298	381	355	232	93	58	78	43	1759
B. do Corda - Ma.	186	174	228	156	53	14	5	4	16	42	75	118	1071
Carolina - Ma.	243	226	294	166	47	8	10	5	40	119	190	217	1565
Grajaú - Ma.	170	212	281	168	68	15	7	4	28	70	142	153	1318
Imperatriz - Ma.	241	256	309	219	89	19	10	6	40	92	152	198	1631
S. Bento - Ma.	172	260	327	353	293	138	85	21	8	6	31	79	1773
S. Luís - Ma.	156	269	416	416	318	155	111	36	7	4	20	46	1954
Turialva - Ma.	140	260	446	425	328	221	182	69	17	10	20	59	2177
P. Nacional - Goiás	274	229	272	150	36	1	2	3	35	142	233	284	1661
Paraná - Goiás	218	214	184	84	8	1	2	2	28	108	227	261	1337
Taguatinga - Goiás	281	244	265	132	20	0	2	2	30	113	251	330	1770
Cáceres - MT	215	206	171	78	48	20	11	7	36	94	157	197	1240
Cuiabá - MT	216	198	232	116	52	14	6	12	40	130	165	194	1375
Pres. Murtinho - MT	311	271	261	126	43	9	6	7	55	161	250	276	1776

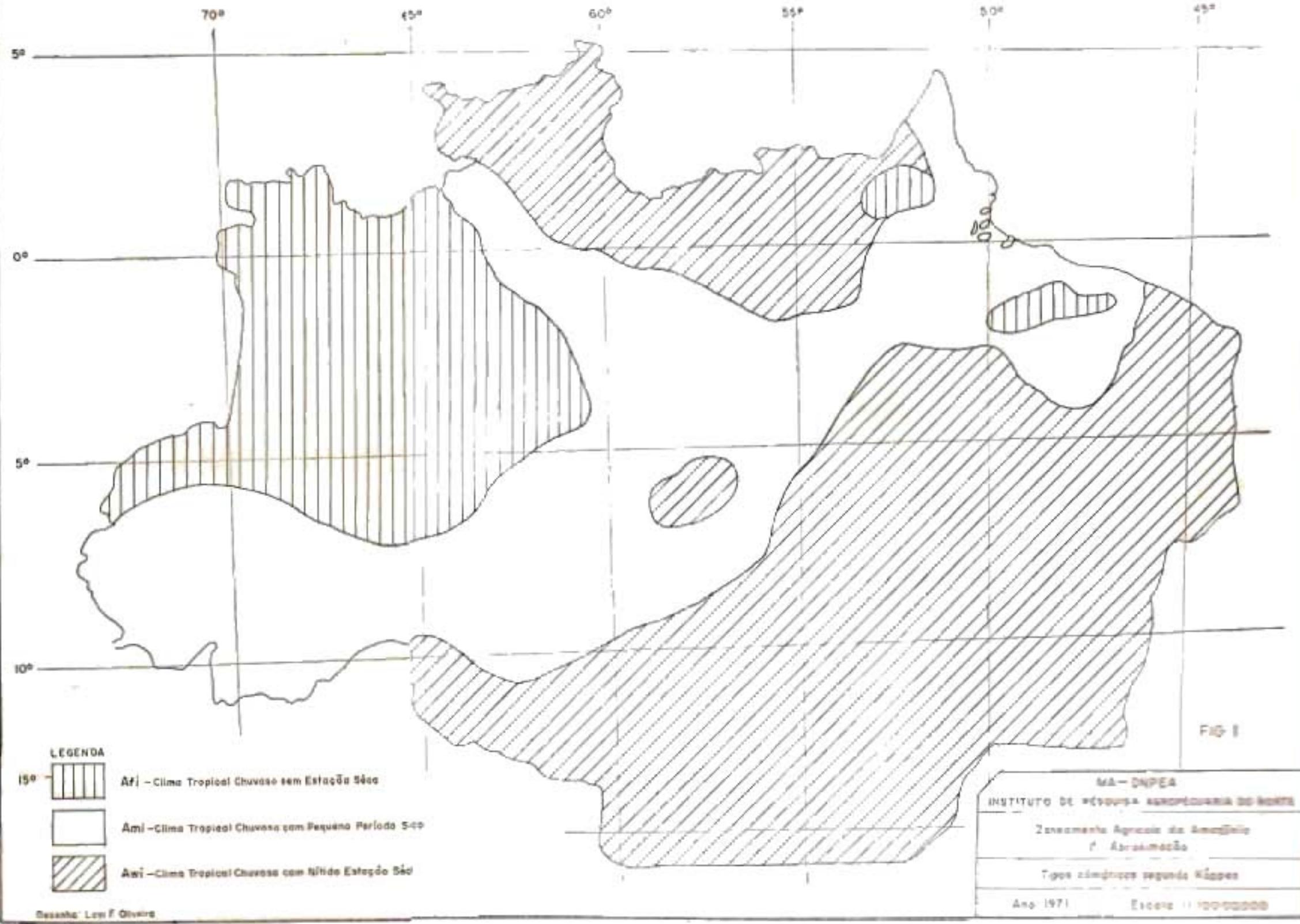


FIG. 1

LEGENDA

-  Af - Clima Tropical Chuvoso sem Estação Seca
-  Am - Clima Tropical Chuvoso com Pequeno Período S-cc
-  Aw - Clima Tropical Chuvoso com Nítida Estação Seca

MA - DAPPA INSTITUTO DE PESQUISA AGRICOLA DO NORTE	
Zonamento Agrícola da Amazônia e Abundância	
Tipos climáticos segundo Köppen	
Ano 1971	Escala 1:1000000

- Tipo Ami*** — Cujo regime pluviométrico anual define uma estação relativamente seca, porém com total pluviométrico anual suficiente para manter este período. Abrange grande parte dos territórios federais do Amapá, Rondônia e Sul de Roraima, grande parte do Estado do Pará, Acre e parte do Estado do Amazonas.
- Tipo Awi** — Caracteriza-se por apresentar índice pluviométrico anual relativamente elevado, com nítida estação seca. Este tipo encontra-se em uma pequena extensão da Região Norte propriamente dita, abrangendo áreas dos Territórios de Roraima e Rondônia e Estado do Pará. Verifica-se porém sua ocorrência em tôdas as áreas dos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Goiás, que fazem parte da Amazônia Legal.

Segundo Thornthwaite, os tipos encontrados pertencem à classificação de clima megatérmico A' e sem ocorrência de verão estacional, dado que os índices ** de eficiência térmica para toda a região estão acima de 1.140 mm e a concentração da eficiência térmica nos meses mais quentes do ano, condicionam um regime térmico sem variações estacionais, a'.

Estes tipos climáticos apresentam porém grande variação no que diz respeito ao índice efetivo de umidade ou índice hídrico, encontrando-se assim na região tipos climáticos que vão desde o super úmido até o tipo seco, (quadro 8), definidos em função dos índices de eficiência de umidade, calculados para a região mediante a fórmula:

$$I_m = (100_e - 60_d) / n$$

* — Este tipo climático é uma transição entre os tipos Afi e Awi, caracterizado por apresentar índice pluviométrico bastante elevado, porém a altura das chuvas do mês mais pobre é inferior a 60 mm.

** — Para Thornthwaite (14), o índice de eficiência térmica, é a própria expressão de evapotranspiração potencial, pois a mesma é função da temperatura e do comprimento do dia, grandezas que regem as condições térmicas de um local qualquer do globo. O limite para clima megatérmico é de 1.140 mm de evapotranspiração potencial anual.

Onde: I_{1n} é o índice hídrico; e , excedente de água; d deficiência de água anual e n , evapotranspiração potencial ou necessidade de água (3). Os elementos: excedentes, deficiências e evapotranspiração potencial são expressos através dos balanços hídricos (quadros de 11 a 30).

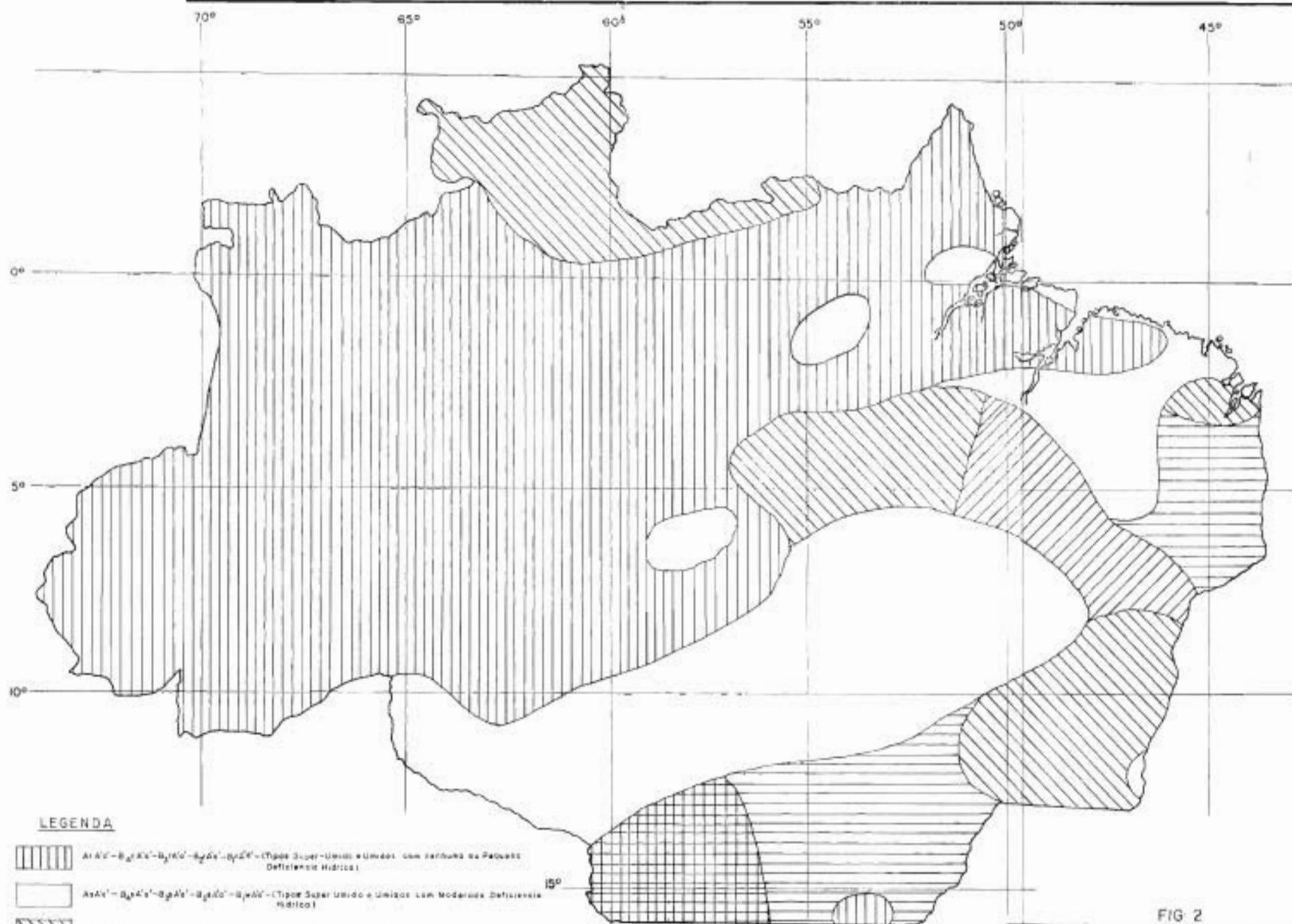
Quadro 8 — Tipos climáticos segundo Thornthwaite em função dos índices efetivos de umidade

Tipos climáticos		Índices Hídricos	
A	— Super úmido	> 100	
B ₄	— Úmido	80 a	100
B ₃	— Úmido	60 a	80
B ₂	— Úmido	40 a	60
B ₁	— Úmido	40 a	20
C ₂	— Semi-úmido	20 a	0
C ₁	— Sêco	0 a	- 20
D	— Semi-árido	- 20 a	- 40
E	— Árido	- 40 a	- 60

Os tipos climáticos que caracterizam a região apresentam distintas variações com relação ao grau de aridez a que ficam submetidos durante o ano e o período de sua ocorrência, (quadro 9), advindo assim os seguintes tipos na região: com déficits nulos ou pequenos — **r**, com déficits moderados — **S** ou **W**, ocorrendo respectivamente entre dezembro a maio ou entre junho a novembro, com grande déficits — **W₂** ou **S₂**, ocorrendo respectivamente entre junho a novembro e entre dezembro a maio. (ver quadro 9)

Os tipos climáticos segundo Thornthwaite para a região estão assim distribuídos: (fig 2)

— Tipos super úmidos e úmidos até a 4a. classificação, com nenhuma ou pequena deficiência de água ou seja: **ArA'a'**, **B_{4r}A'a'**, **B_{3r}A'a'**, **B_{2r}A'a'**, e **B_{1r}A'a'**, são encontrados principalmente no Estado do Amazonas, Acre, partes dos Estados do Pará, pequena parte de Mato Grosso, grande parte do Território do Amapá e parte de Rondônia e Roraima.



LEGENDA

-  $A_1A_2 - B_1K_1 - B_2K_2 - B_3K_3 - B_4K_4 - B_5K_5 - B_6K_6 - B_7K_7 - B_8K_8 - B_9K_9 - B_{10}K_{10}$ - (Tipo Super-Umido e Umido, com pequena ou Pequena Deficiência Hídrica)
-  $A_1A_2 - B_1K_1 - B_2K_2 - B_3K_3 - B_4K_4 - B_5K_5 - B_6K_6 - B_7K_7 - B_8K_8 - B_9K_9 - B_{10}K_{10}$ - (Tipo Super Umido e Umido, com Moderada Deficiência Hídrica)
-  $C_1A_1A_2$ - (Tipo semi Umido com Moderada Deficiência Hídrica)
-  $C_2A_1A_2 - C_2A_3A_4$ - (Tipos semi-úmido com Grande Deficiência Hídrica)
-  $C_3A_1A_2$ - (Tipo Seco com Moderada Excesso de água)
-  $C_4A_1A_2$ - (Tipo Seco, sem Excesso de água)

FIG. 2

MA - DNPEA
 INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUARIA DO NORTE

Zonamento Agrícola da Amazônia
 1ª Aproximação

Tipos climáticos segundo Thornthwaite

Ano: 1971

Escala: 1:10.000.000

Quadro 9 — Sub tipos climáticos, segundo Thornthwaite em função da variação estacional da umidade.

	Climas úmidos	Índice de aridez		Climas secos	Índice de umidade
r	Pequena ou nenhuma deficiência de água	0—16,7	d	Pequeno ou nenhum excesso de água	0 — 10
S	Moderada deficiência no verão	16,7—33,3	S	Moderado excesso no inverno	10 — 20
W	Moderada deficiência no inverno	16,7—33,3	W	Moderado excesso no verão	10 — 20
S ₂	Grande deficiência no verão	33,3	S ₂	Largo excesso no inverno	20
W ₂	Grande deficiência no inverno	33,3	W ₂	Largo excesso no verão	20

- Tipos super úmidos e úmidos com moderadas deficiências de água: ASA'a', B₄SA'a', B₃SA'a', B₂SA'a' e B₁WA'a', são encontrados em partes dos Estados do Pará, Maranhão, Goiás e Territórios do Amapá e Rondônia.
- Tipo semi úmido, com moderada deficiência de água: C₂WA'a', é encontrado no Pará, Maranhão, Goiás e Território de Roraima.
- Tipos semi úmidos com grande deficiência de água: C₂W₂A'a', C₂S₂A'a', são encontrados no sul do Pará o Maranhão.
- Tipos secos, sem excedentes de água; C₁dA'a' em Mato Grosso e com moderado excedente de água C₁WA'a', encontra-se nos Estados de Mato Grosso e Maranhão.

1.6 BALANÇO HÍDRICO

No estabelecimento das possibilidades e limitações climáticas, para o uso do solo em qualquer região nos diversos ramos de exploração, o conhecimento da disponibilidade de água no solo, constitui um dos mais importantes elementos do clima a considerar.

Todavia, para a sua estimativa, não bastam apenas os dados de precipitação pluviométrica, ou seja, a quantidade de água que o solo recebe normalmente da atmosfera. Torna-se necessário levar em consideração, as perdas de água no solo através da evaporação e transpiração vegetal, processo denominado evapotranspiração * (2).

O sistema de balanço hídrico de Thornthwaite (quadro 11 a 30), que em síntese, é o cotejo desses dois fenômenos meteorológicos opostos, a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração, permite estimar com aceitável exatidão os

* — Podendo ser potencial ou real:

- | | |
|-----------|---|
| Potencial | — Ocorre em uma superfície natural totalmente vegetada e em fase de crescimento ativo, com o teor de umidade do solo próximo a capacidade de campo. |
| Real | — Quando não se observa uma das condições mencionadas para a evapotranspiração potencial. F' sempre inferior ou não no máximo igual a potencial. |

dados sobre a disponibilidade hídrica, necessários aos trabalhos climatológicos, hidrológicos e outros ligados à economia de água na natureza.

1.7 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

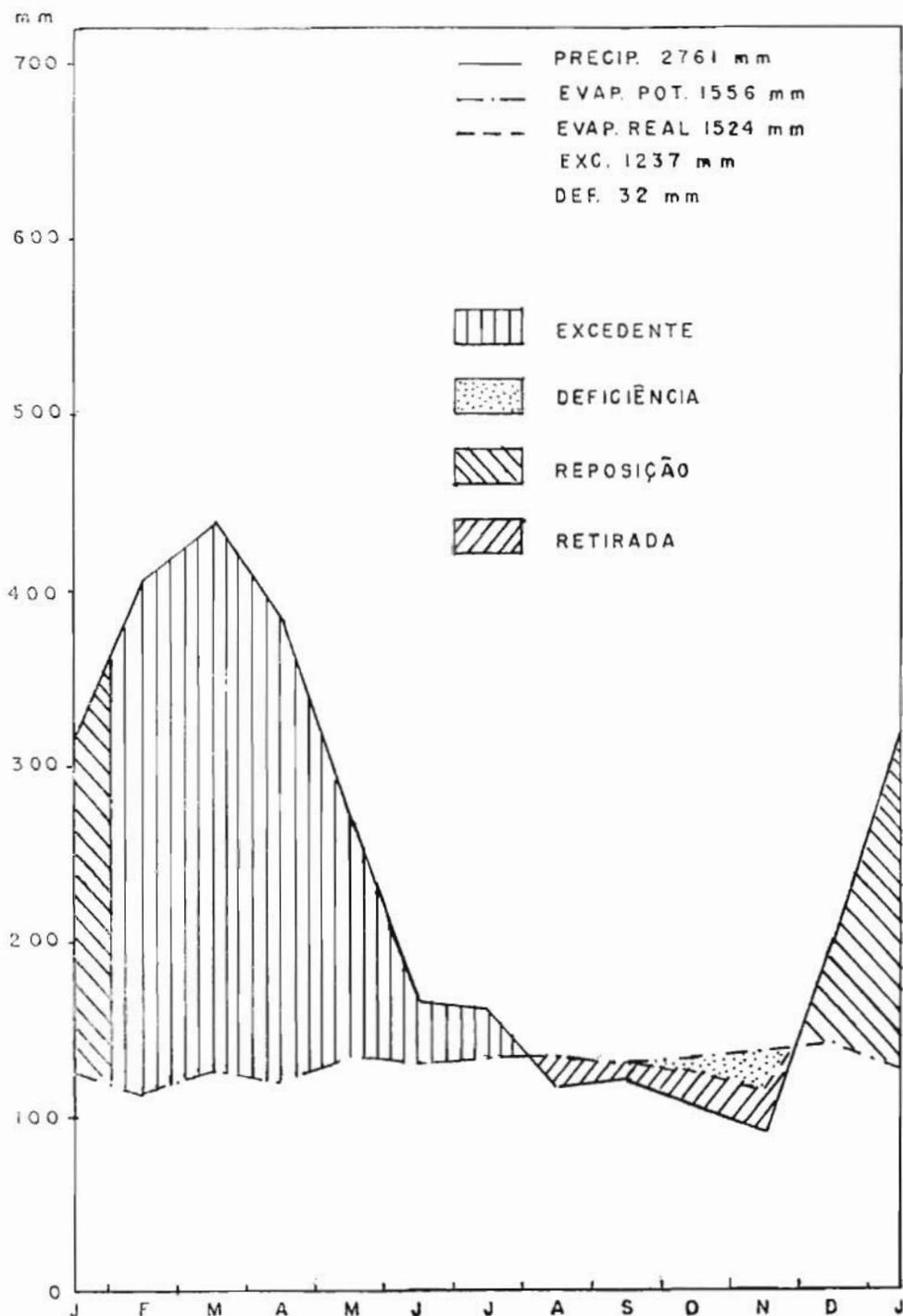
Foram efetuados para a região em estudo, balanços hídricos segundo o sistema de Thornthwaite 1955. Através deles foram verificados que os excedentes de água sujeitos a percolação vão de zero em Cuiabá-MT, a dois mil trezentos e vinte e nove milímetros em Clevelândia-AP e os déficits hídricos entre zero em Benjamim Constan, Fonte Boa, Iauaretê, S. Paulo de Olivença, S. Gabriel da Cachoeira, Taracua e Tapuruquara no Amazonas, a quinhentos e noventa e cinco milímetros em Boa Vista — Roraima, observando-se assim que nem sempre uma elevada precipitação anual indica que uma localidade seja permanentemente úmida e portanto, livre dos efeitos prejudiciais da ausência de chuvas.

Para se ter uma idéia das informações obtidas através dos balanços hídricos, foram resumidos no quadro 10 e gráficos de 1 a 20, os resultados encontrados para vinte localidades da região (quadro de 11 a 30) os quais permitem avaliar em milímetros pluviométricos, as condições de umidade no solo em todos os meses do ano, tais como: umidade armazenada nas zonas das raízes ou água disponível, deficiência de água, e excedente de água sujeitos a percolação.

Analisando-se os resultados dos balanços hídricos expostos no quadro 10 e gráficos de 1 a 20, foram observados que em geral os excedentes hídricos ocorrem no período de janeiro a julho e o período de deficiência de água no solo verifica-se principalmente de agosto a dezembro.

BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955

BELEM — PARÁ



FONTE: EM-MA

QUADRO 10 — *Curso anual das disponibilidades de água no solo, determinado para diversas localidades da Amazônia Legal pelo método de Thornthwaite 1955, considerando o solo como reservatório capaz de armazenar 125 mm de umidade para o uso das plantas. Os números com sinal positivo indicam os excedentes de água no mês. Os com sinal negativo as deficiências e os sem sinal, a quantidade de água existente no solo em forma disponível. Os valores são dados em milímetros pluviométricos.*

MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Jan	+179	49	+135	+127	+222	+150	+134	+178	+402	74	+229	-112	11	30	-5	+143	+110	125	+8	+200
Fev	+294	-86	+141	+155	+193	+137	+144	+143	+326	+50	+201	-109	+18	+43	+8	+113	+121	+73	+64	+170
Mar	+311	+233	+153	+167	+222	+160	+159	+148	+304	+158	+198	-109	+276	+193	+312	+146	+80	+36	+97	+154
Abr	+261	+241	+79	+158	+146	+146	+142	+87	+366	+104	+104	-34	+281	+224	+295	+22	-1	-4	123	+29
Mai	+130	+170	-15	+54	+13	+199	+38	+6	+433	+284	118	+28	+179	+154	+189	-26	-36	-17	-8	-3
Jun	+35	+54	-55	-4	-11	+144	+11	106	+260	+52	-21	+249	+20	+3	+92	-72	-59	-28	-36	-16
Jul	+27	113	-81	-37	-48	+137	-5	-18	+122	+5	-62	+220	-1	-7	+48	-93	-75	-43	-51	-27
Ago	107	-28	-104	-81	-78	+77	-6	-39	-3	-3	-96	+92	-45	-67	-16	-123	-96	-79	-86	-46
Set	-2	-66	-79	-75	-27	+27	119	79	-38	-48	-31	-10	-102	-107	-78	-112	-96	-86	-97	-36
Out	-9	-84	13	-35	56	+48	+134	+10	-60	-90	75	-58	-128	-126	-122	-4	-19	-50	-17	67
Nov	-21	-51	85	25	+19	+72	+107	+82	-2	-79	+54	-60	-123	-110	-119	98	122	16	27	+83
Dez	111	-17	+62	111	+165	+181	+128	+126	+116	-26	+188	-103	-99	-66	-92	+125	+152	61	68	+160

1 — Belém-Pa.

2 — Santarém-Pa.

3 — Conceição do Araguaia-Pa.

4 — Manaus-Am.

5 — Humaitá-Am.

6 — S. G. da Cachoeira-Am.

7 — Cruzeiro do Sul-Acre

8 — Sena Madureira-Acre

9 — Clevelândia-Ap.

10 — Pôrto Platon-Ap.

11 — Pôrto Velho-Rondônia

12 — Boa Vista-Roraima

13 — São Luís-Ma.

14 — São Bento-Ma.

15 — Turiaçu-Ma.

16 — Pôrto Nacional-Goiás

17 — Paranã-Goiás

18 — Cáceres-MT

19 — Cuiabá-MT

20 — Presidente Murtinho-MT

GRÁFICO 2
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 SANTARÉM — PARÁ

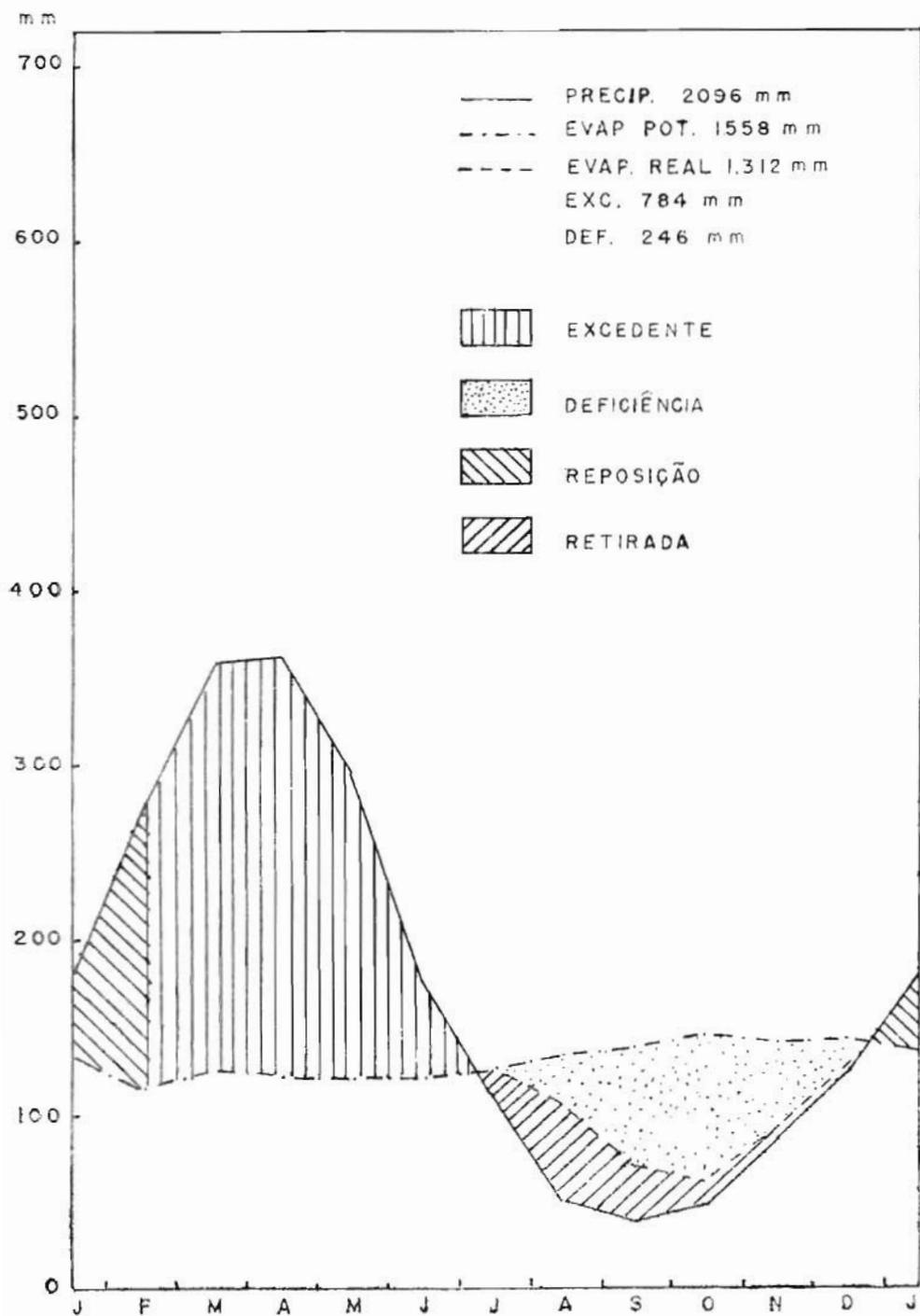
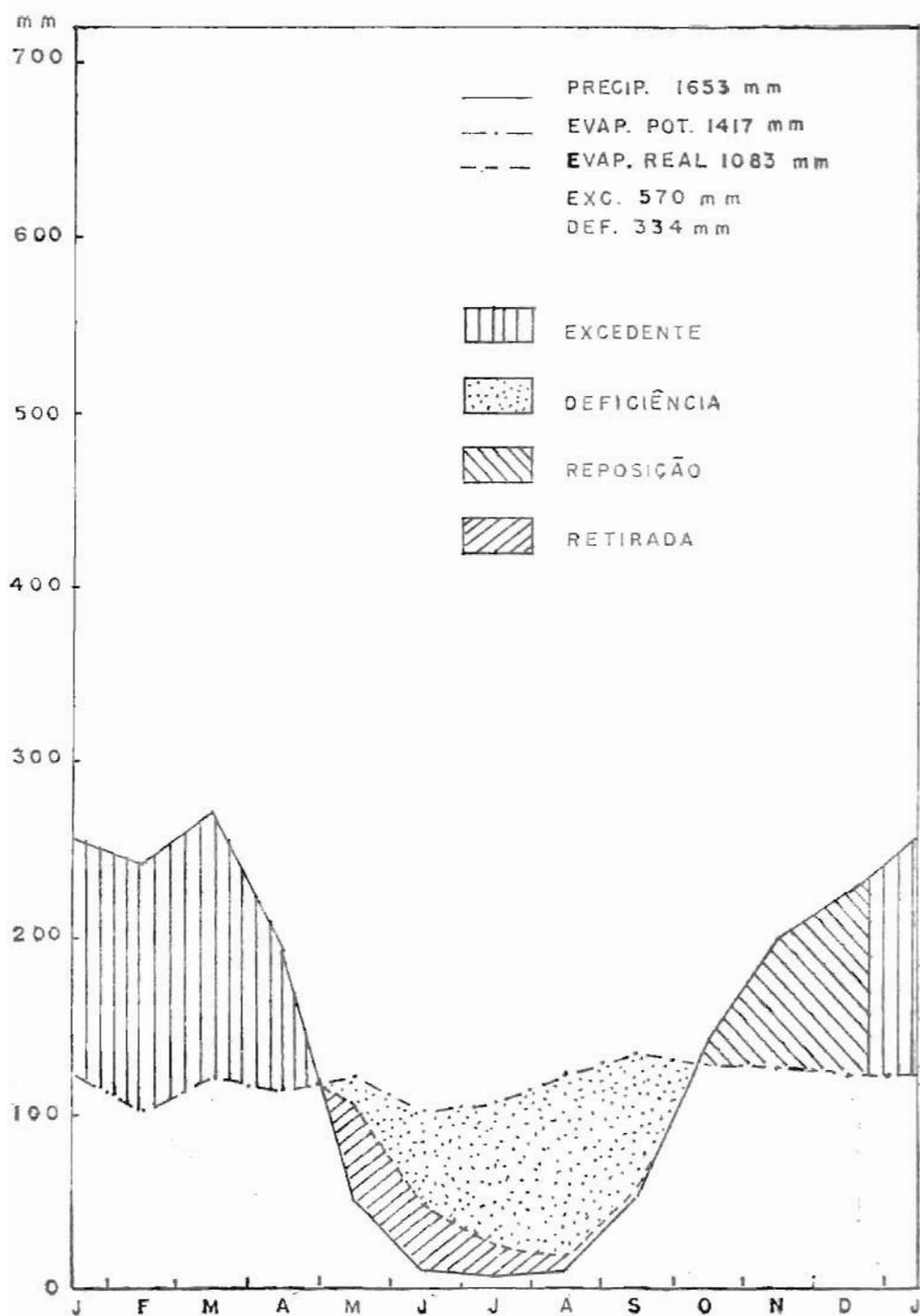
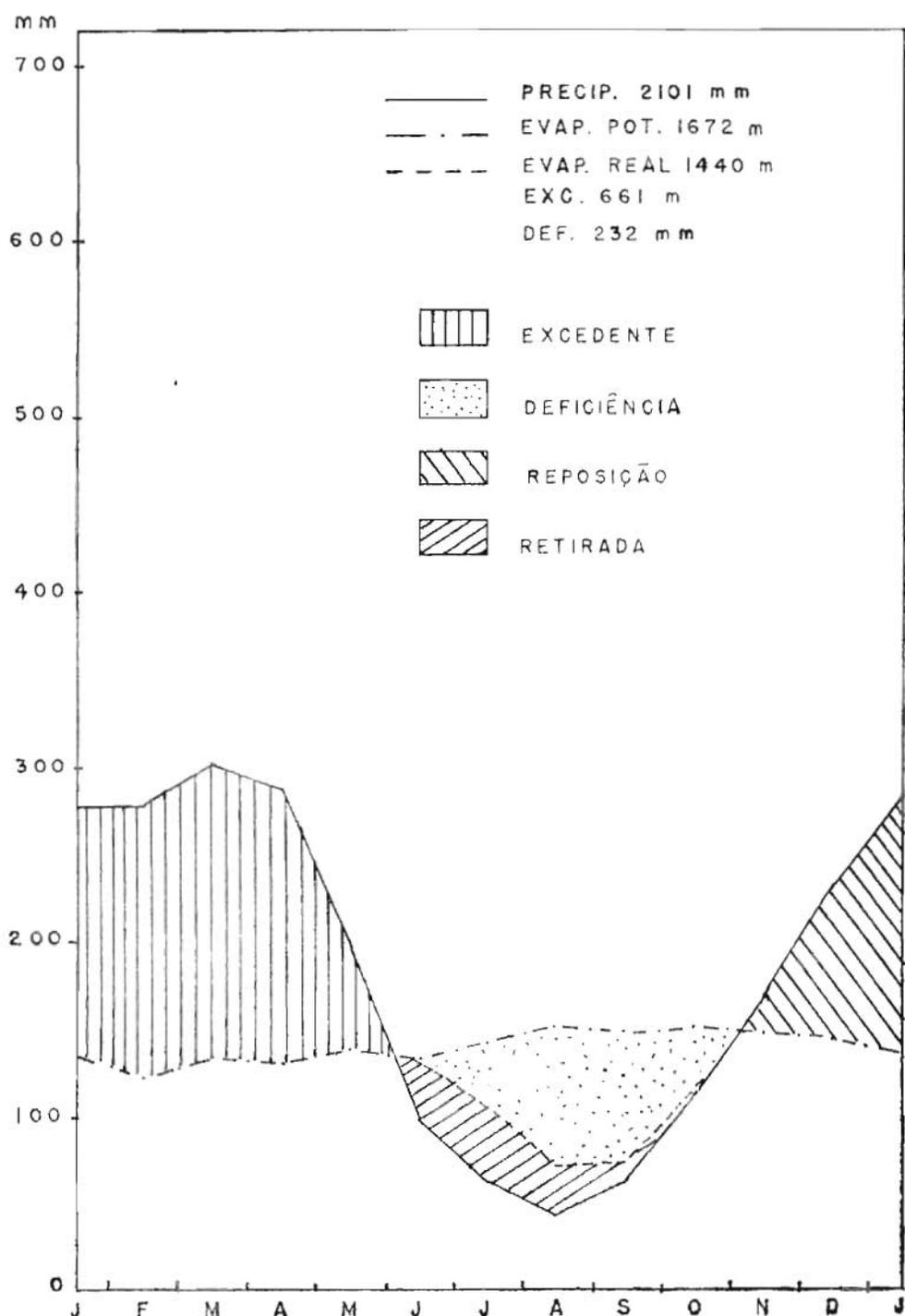


GRÁFICO 3
BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA — PARÁ



FORNTE: EM-MA

GRÁFICO 4
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 MANAUS — AMAZONAS



FONTE: EM-MA

GRÁFICO 5
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 HUMAITÁ — AMAZONAS

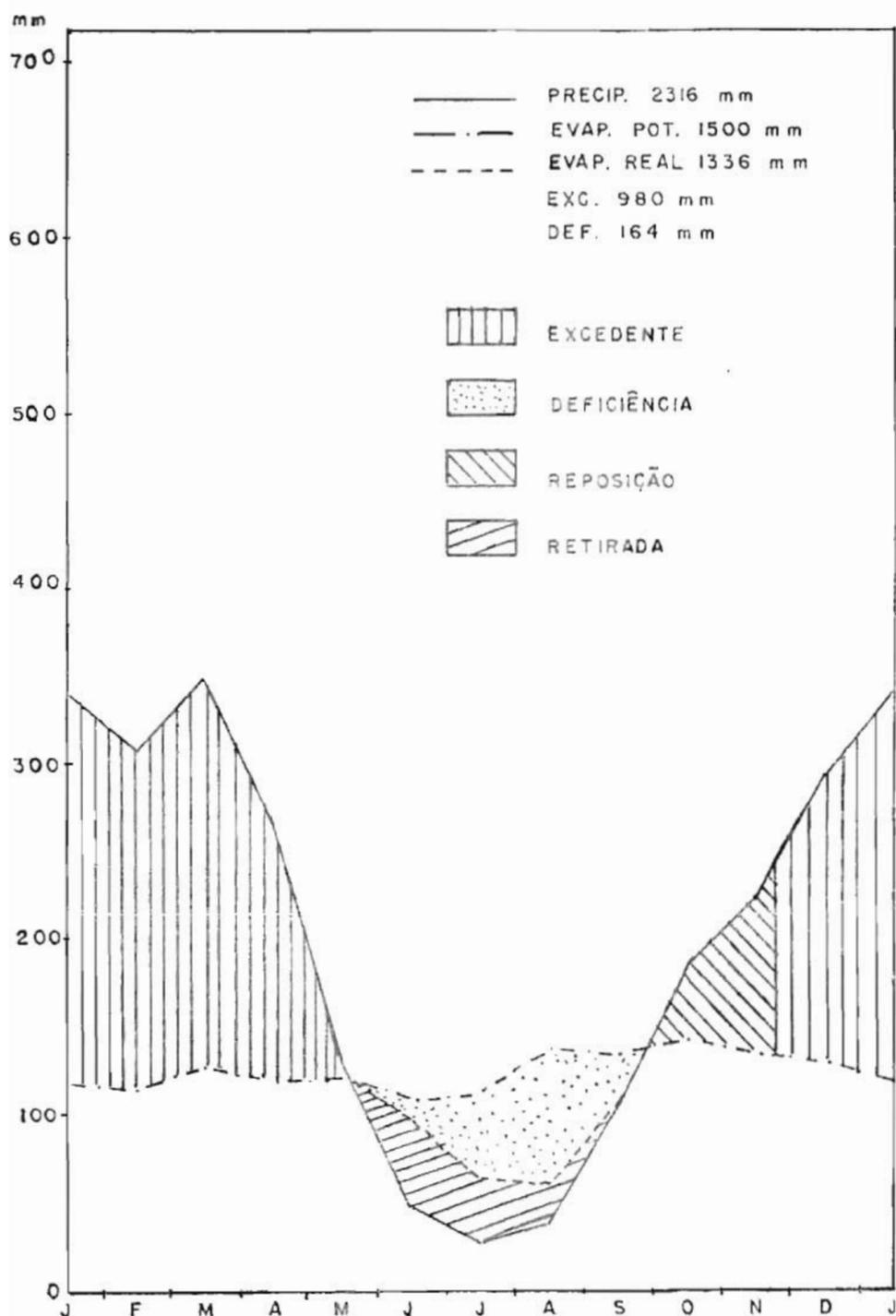
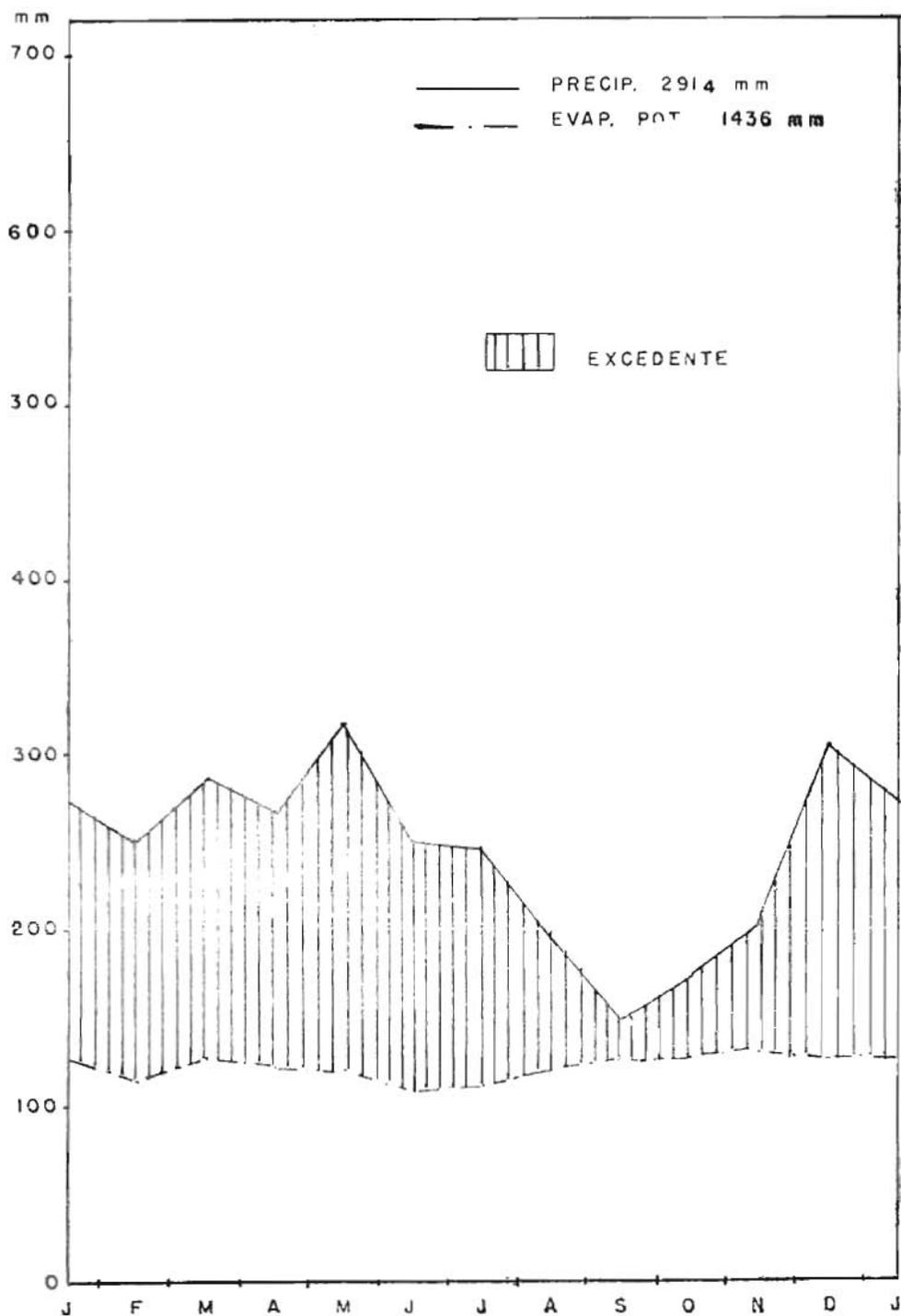
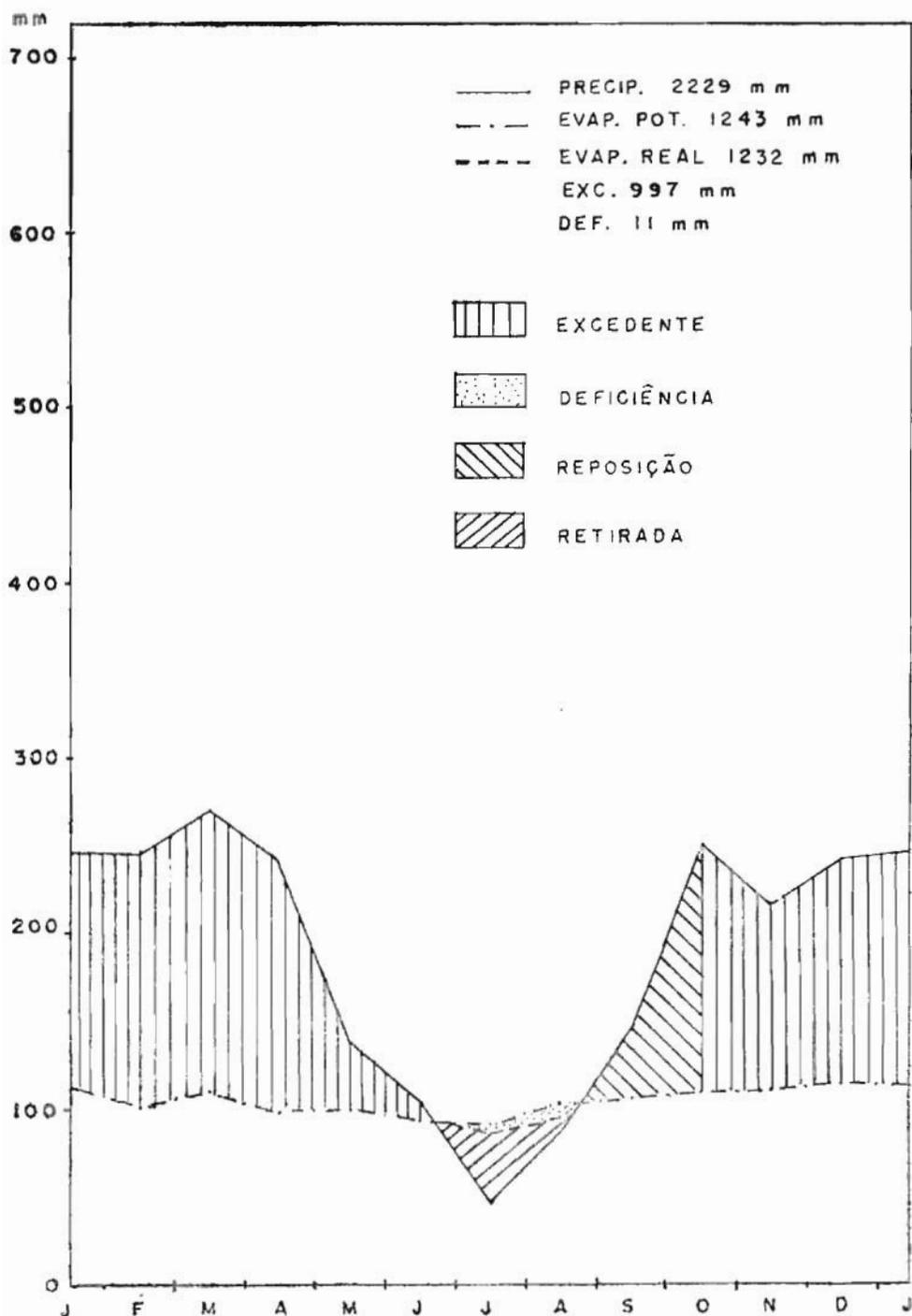


GRÁFICO 6
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955
 S. GABRIEL DA CACHOEIRA — AMAZONAS



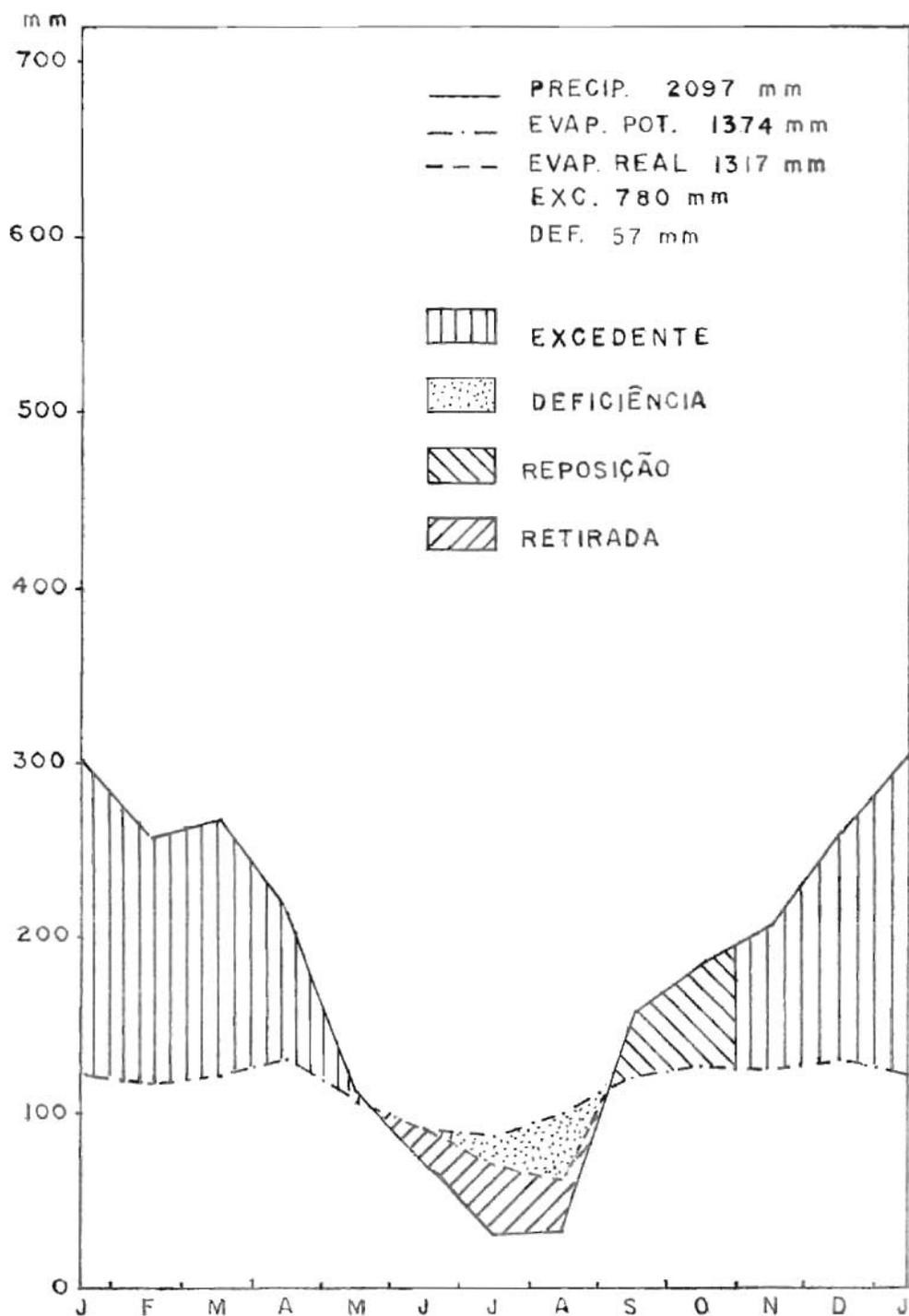
FONTE: EM-MA

GRÁFICO 7
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955
 CRUZEIRO DO SUL — ACRE



FORNTE: EM-MA

GRÁFICO 8
BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
SENA MADUREIRA — ACRE



FONTE: EM-MA

GRÁFICO 9
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 CLEVELÂNDIA — AMAPÁ

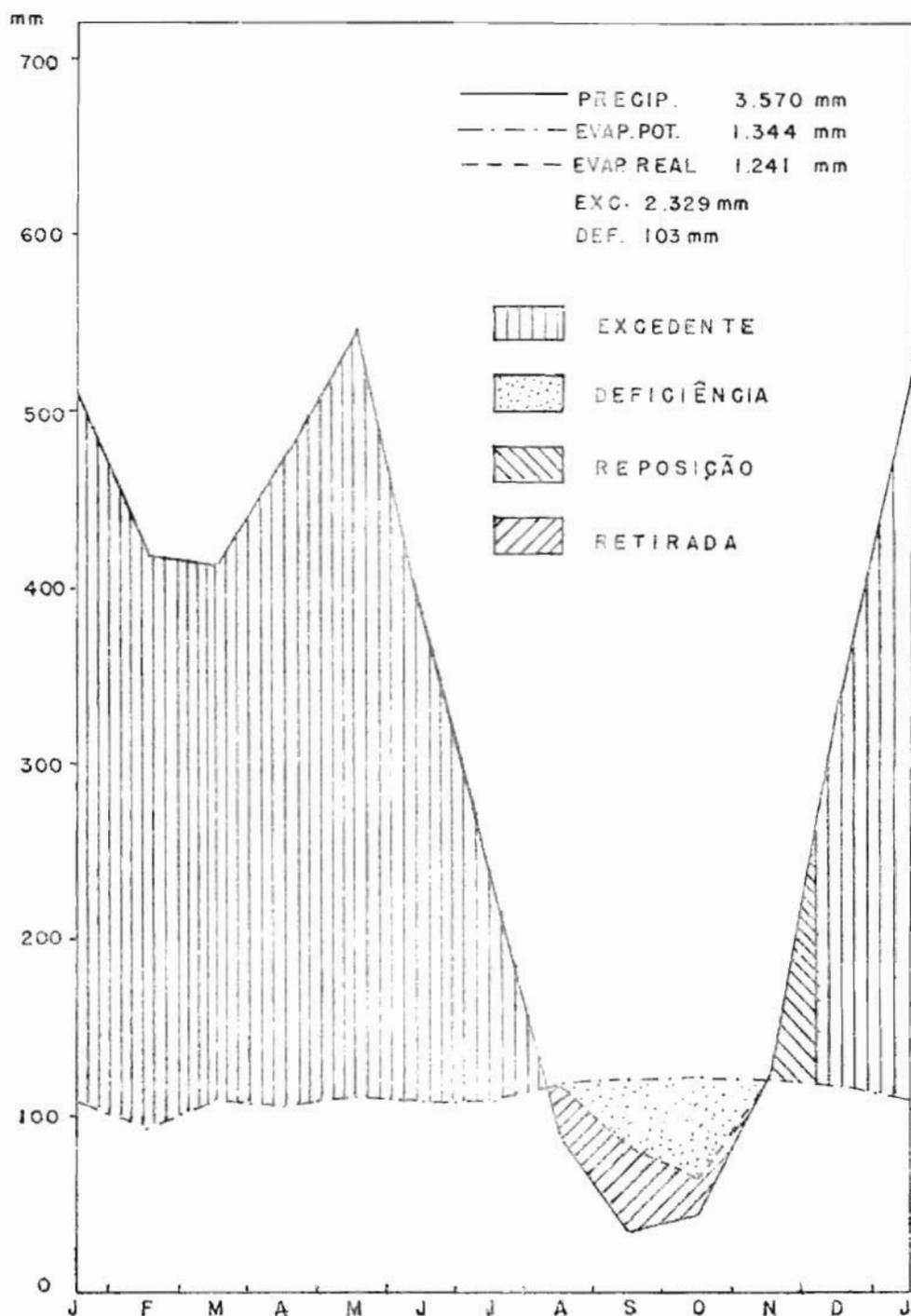
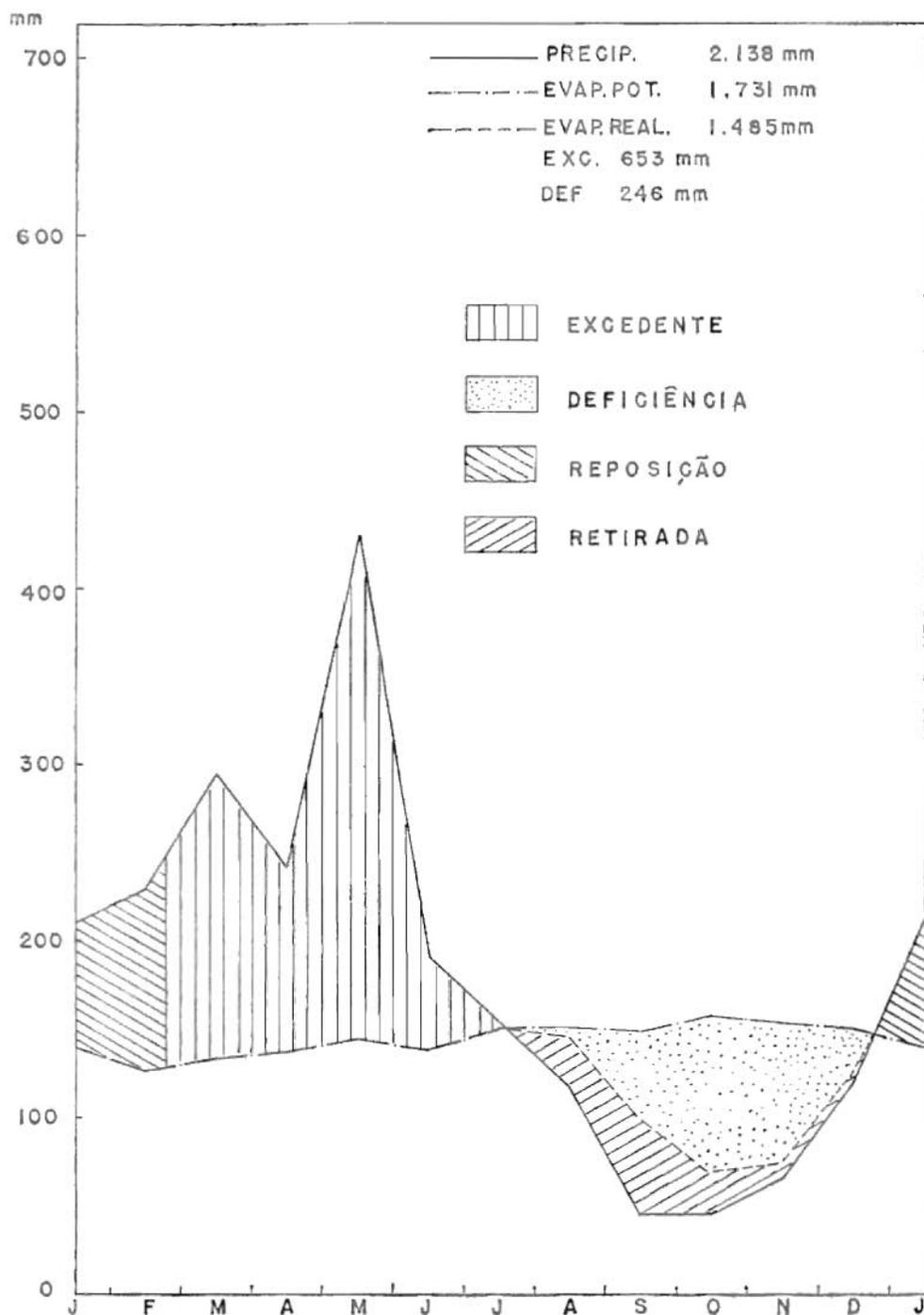
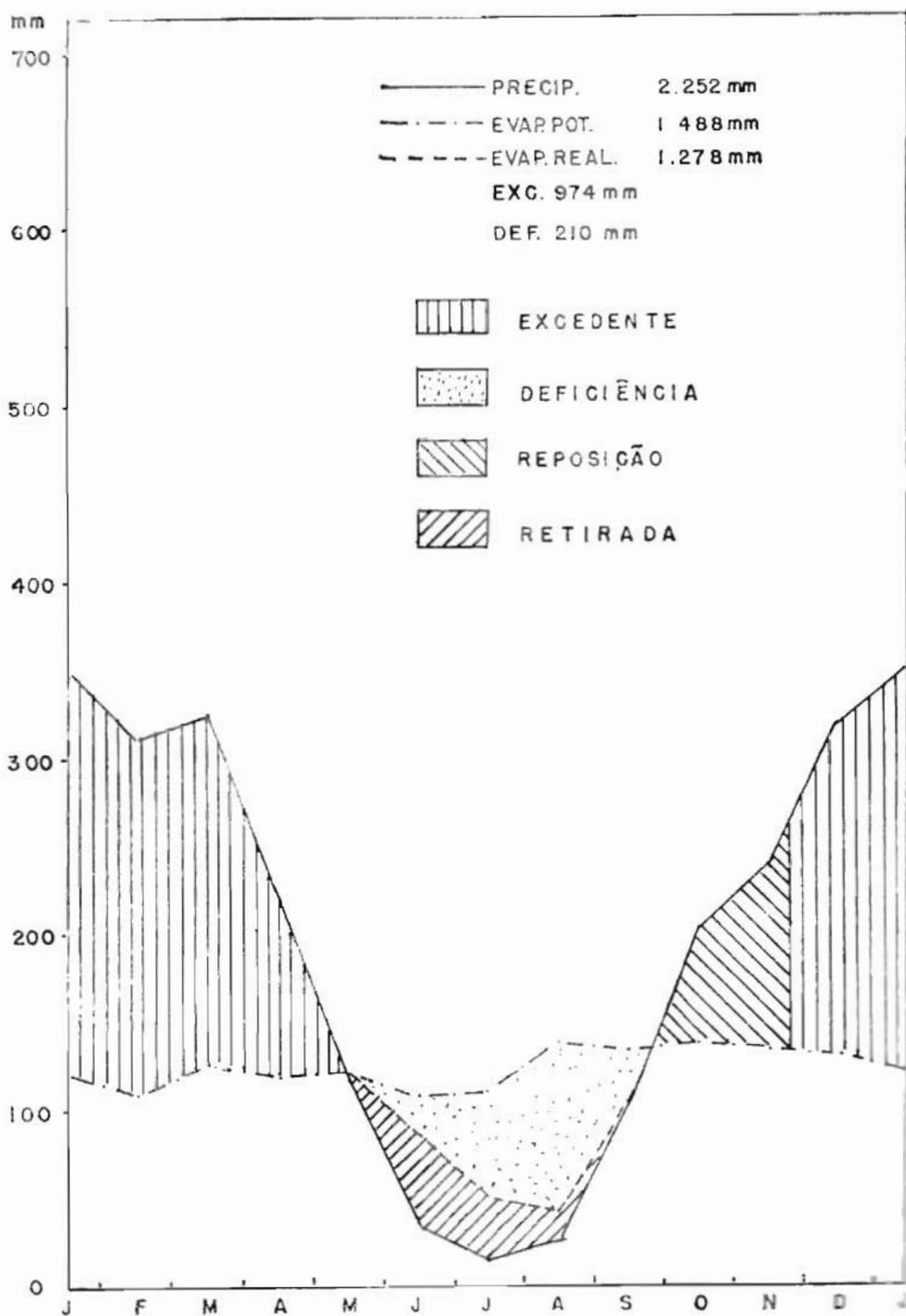


GRÁFICO 10
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 PÔRTO PLATON — AMAPÁ



FONTE: EM-MA

GRÁFICO 11
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 PÔRTO VELHO — RONDÔNIA



FORTE: EM-MA

BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
BÔA VISTA — RORAIMA

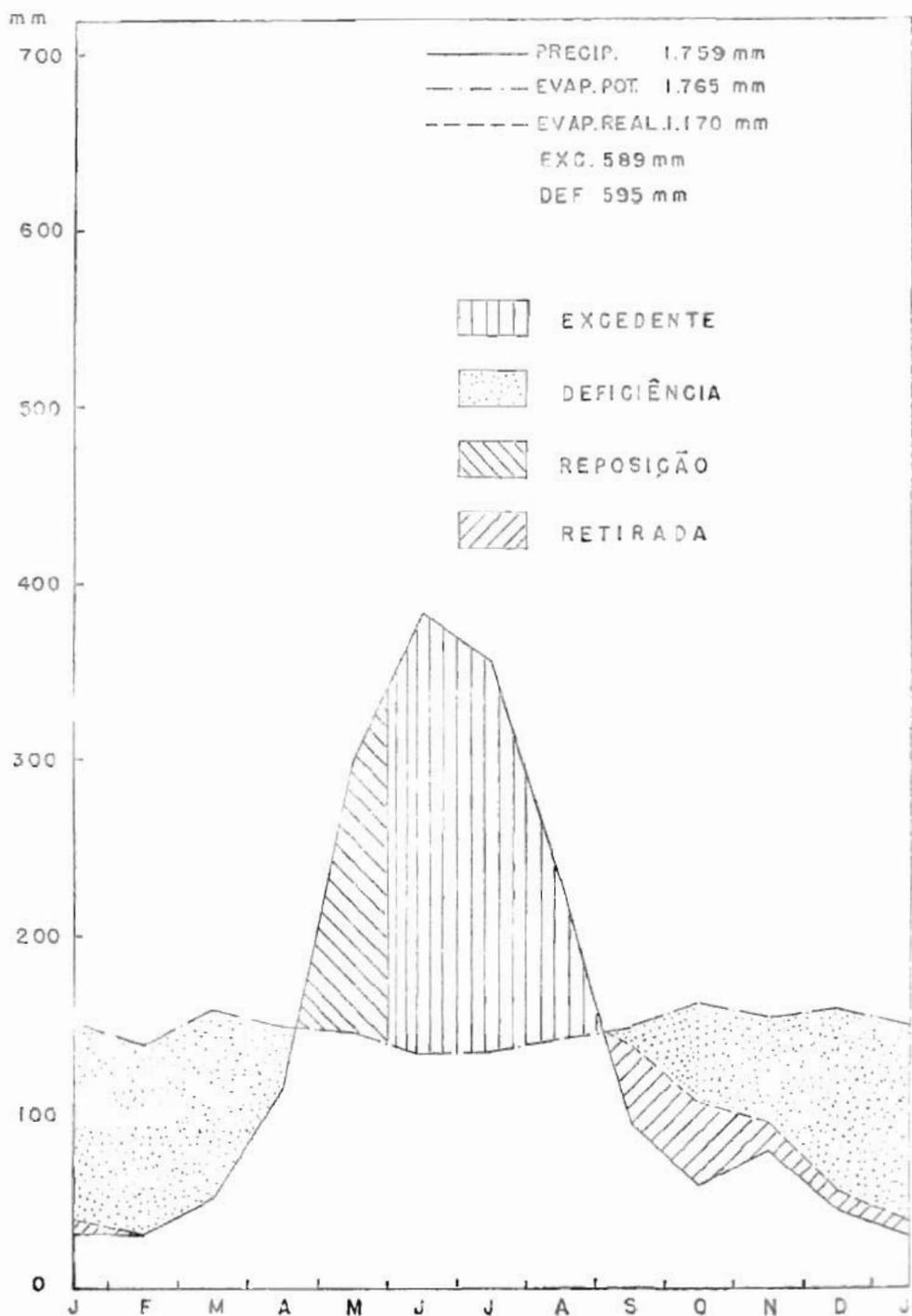


GRÁFICO 13
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 S. LUÍS — MARANHÃO

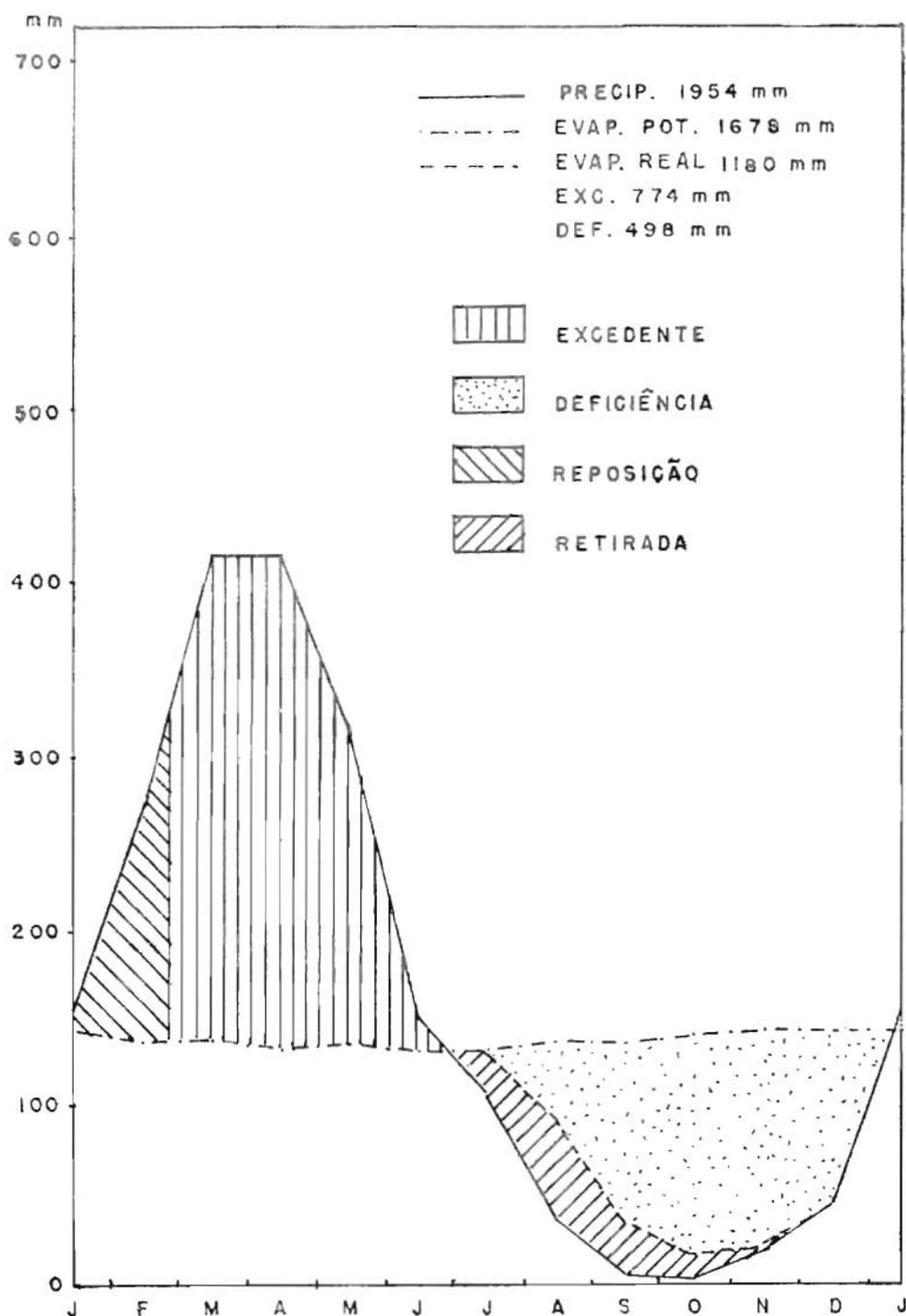


GRÁFICO 14
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 SÃO BENTO — MARANHÃO

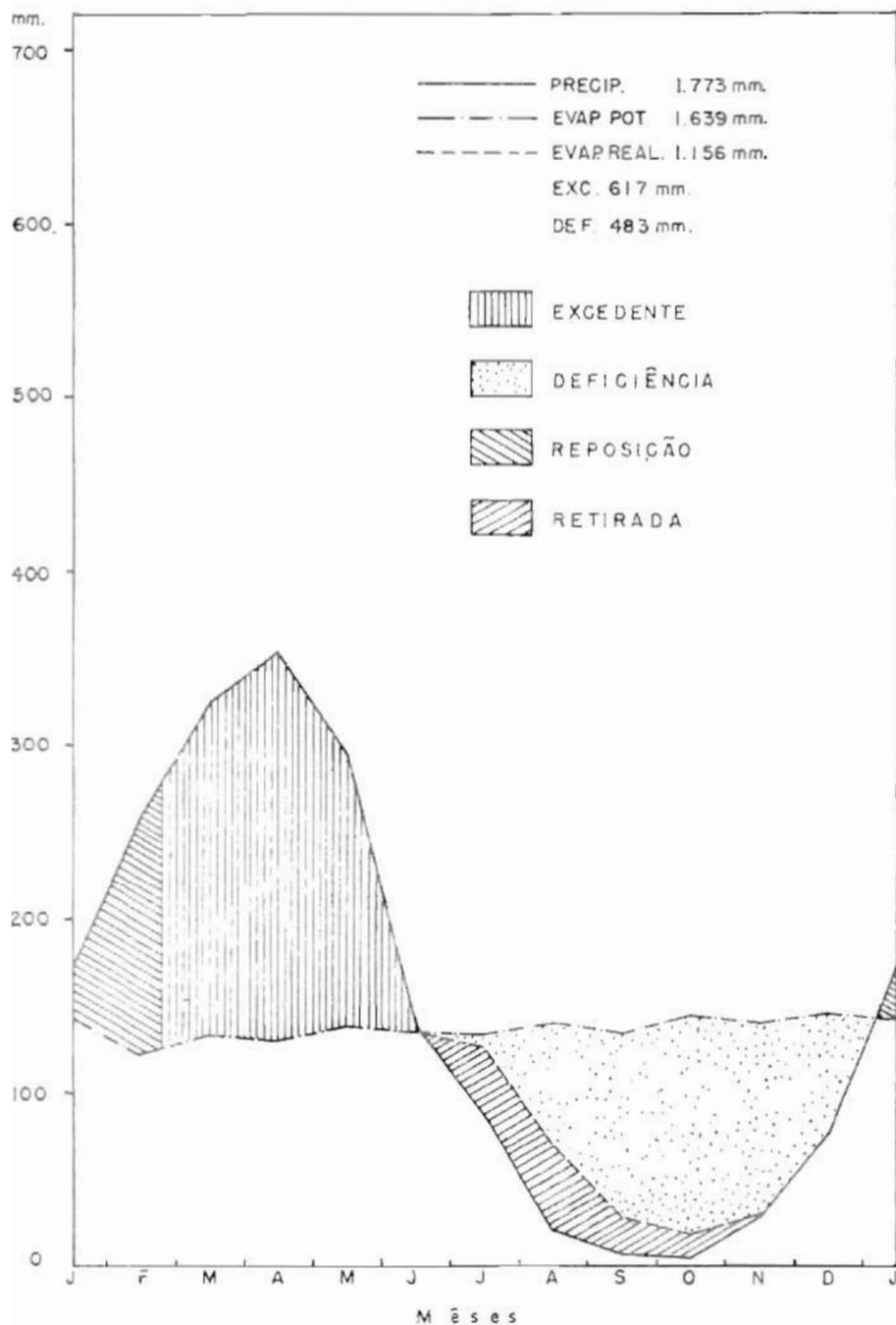
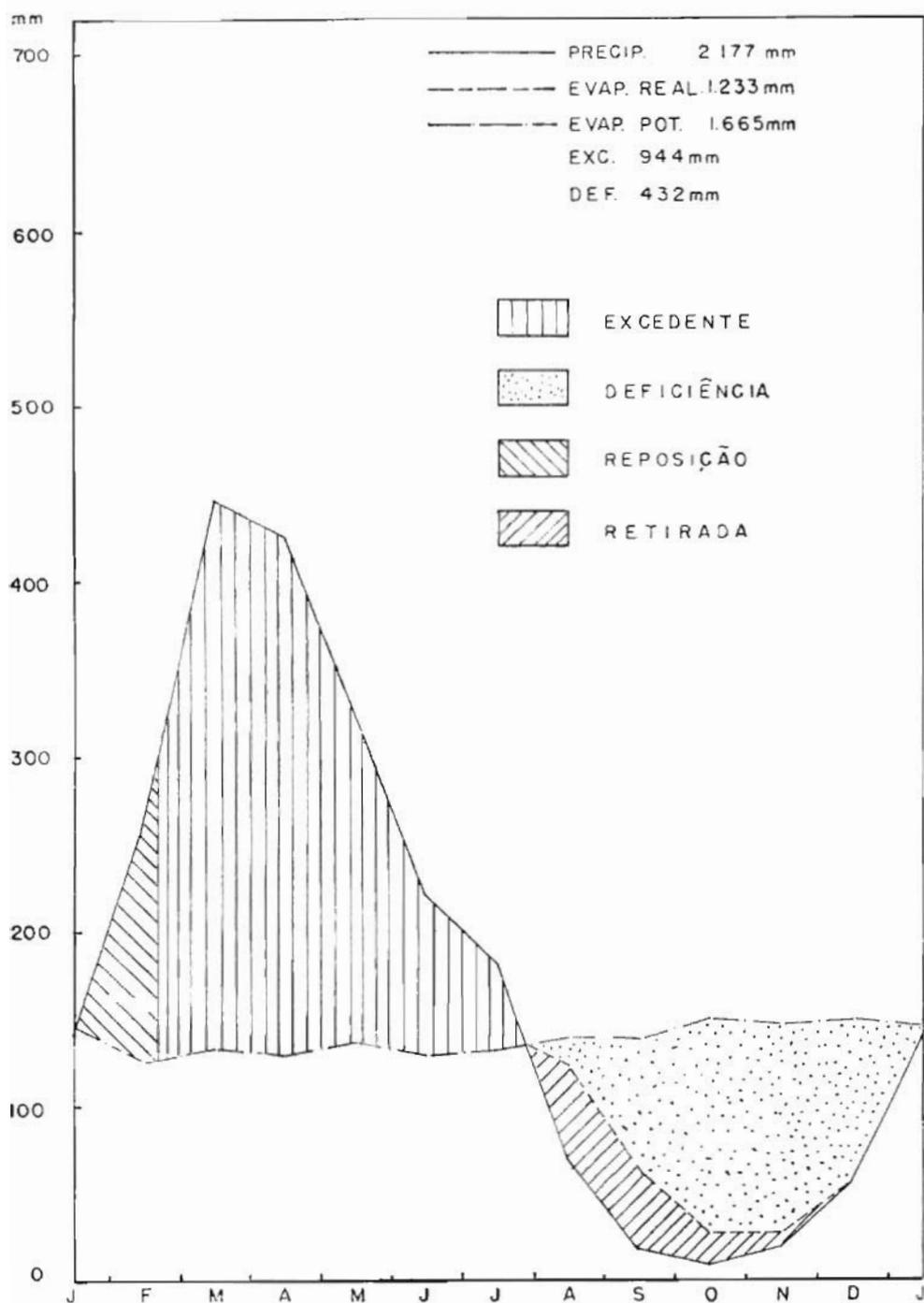


GRÁFICO 15
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 TURIAÇU — MARANHÃO



Fonte: EM-MA

GRÁFICO 16
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 PÔRTO NACIONAL — GOIÁS

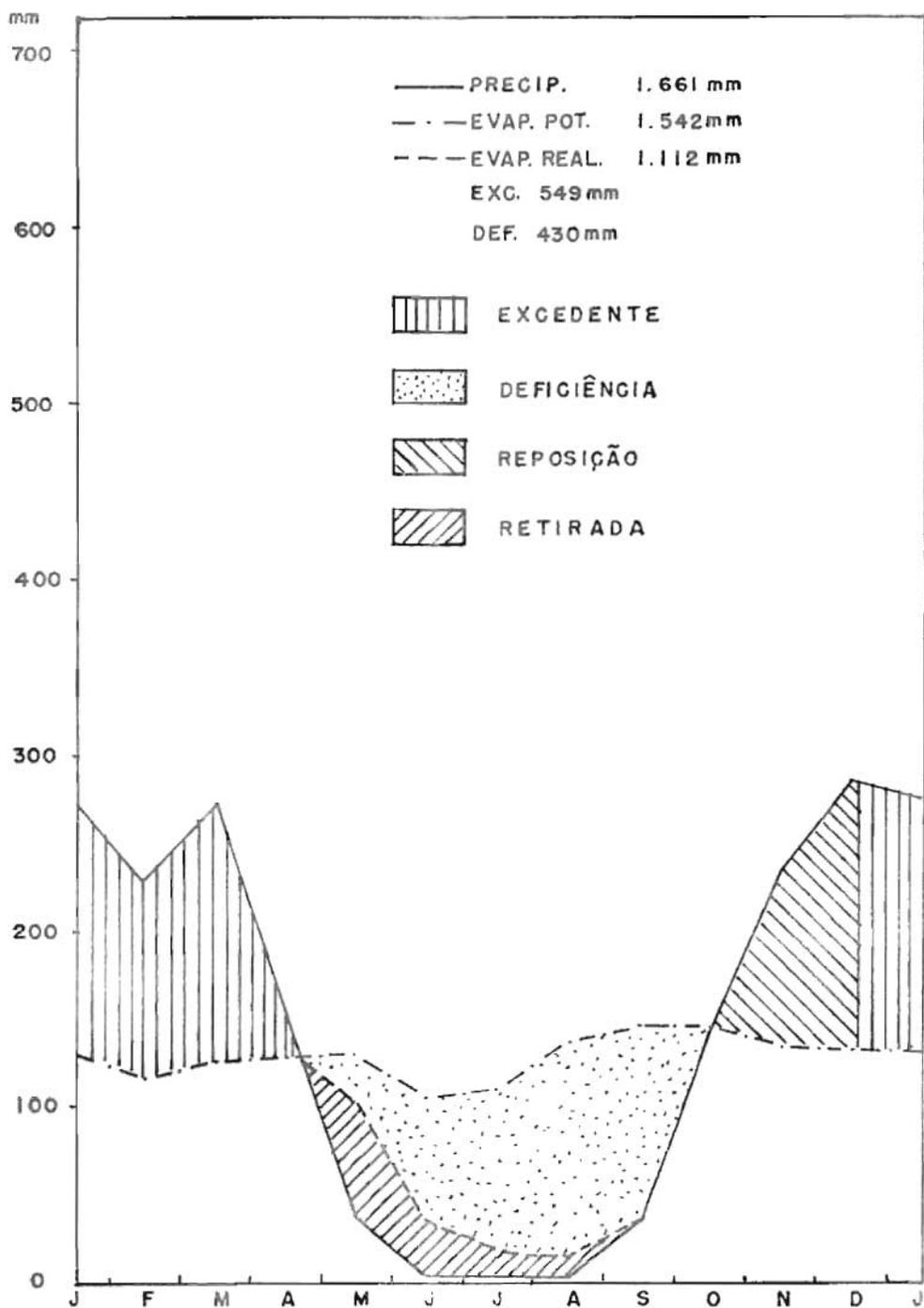
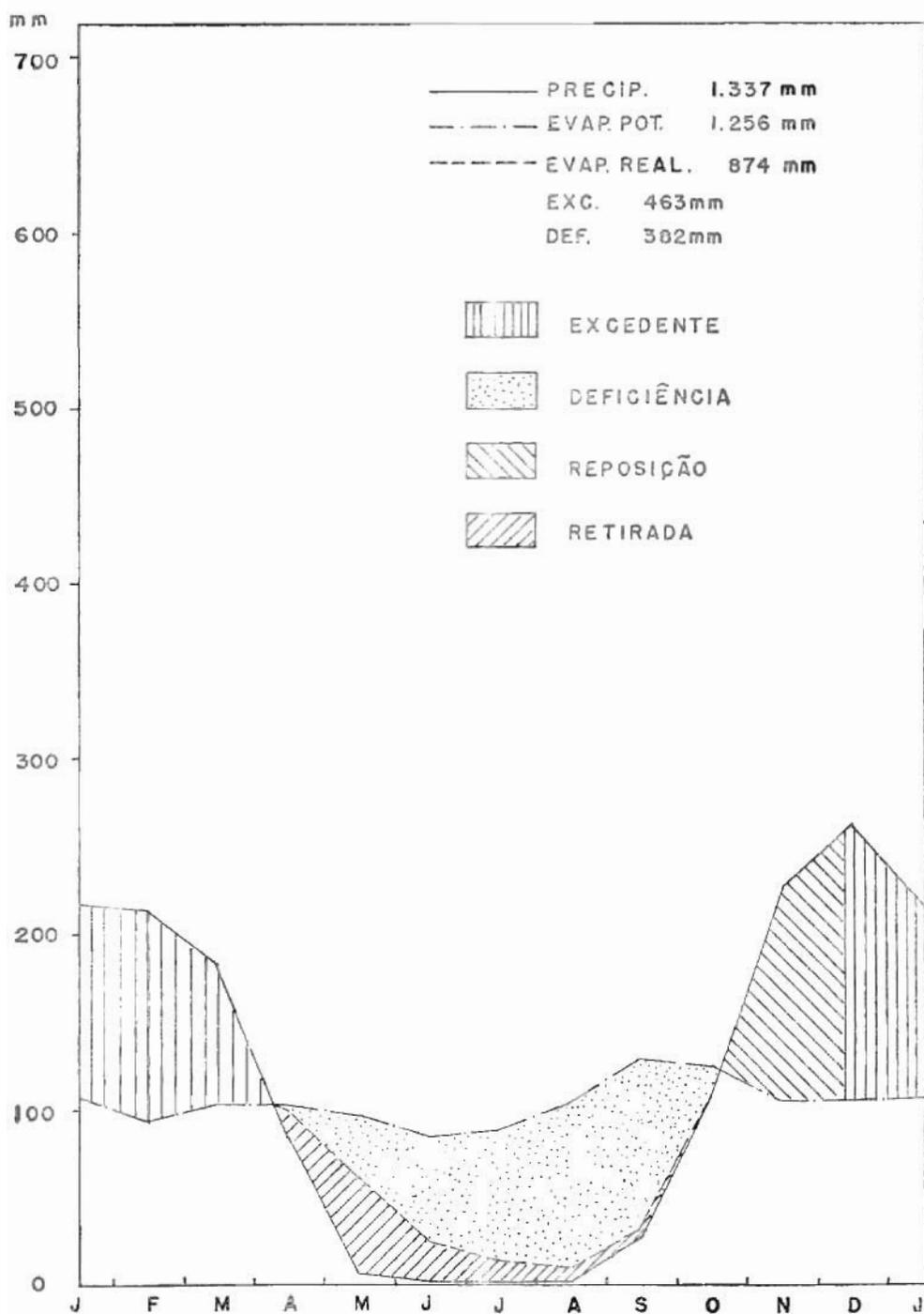


GRÁFICO 17
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 PARANÃ — GOIÁS



Fonte: EM-MA

GRÁFICO 18
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 CÁCERES — MATO GROSSO

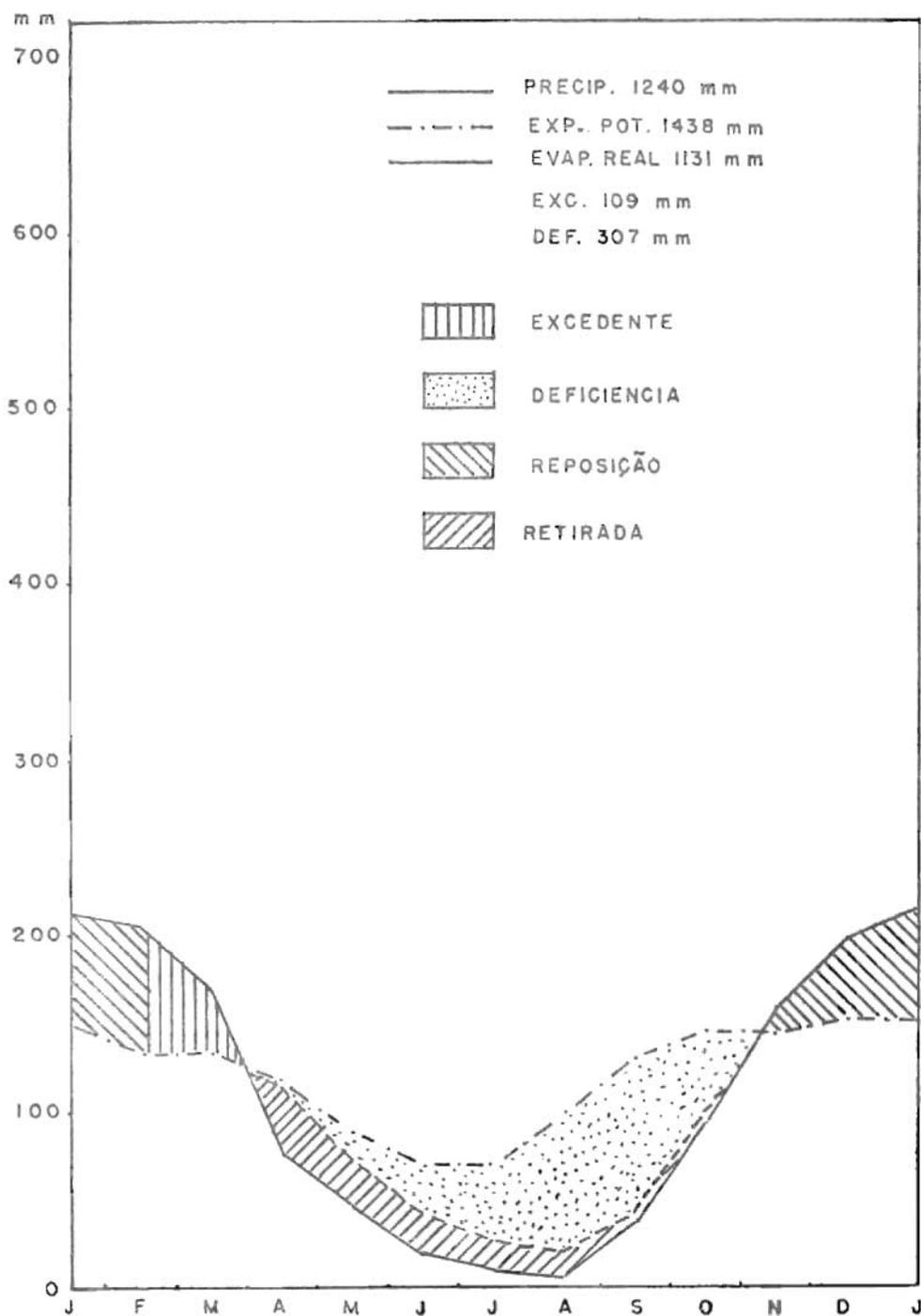


GRÁFICO 19
 BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 CUIABÁ — MATO GROSSO

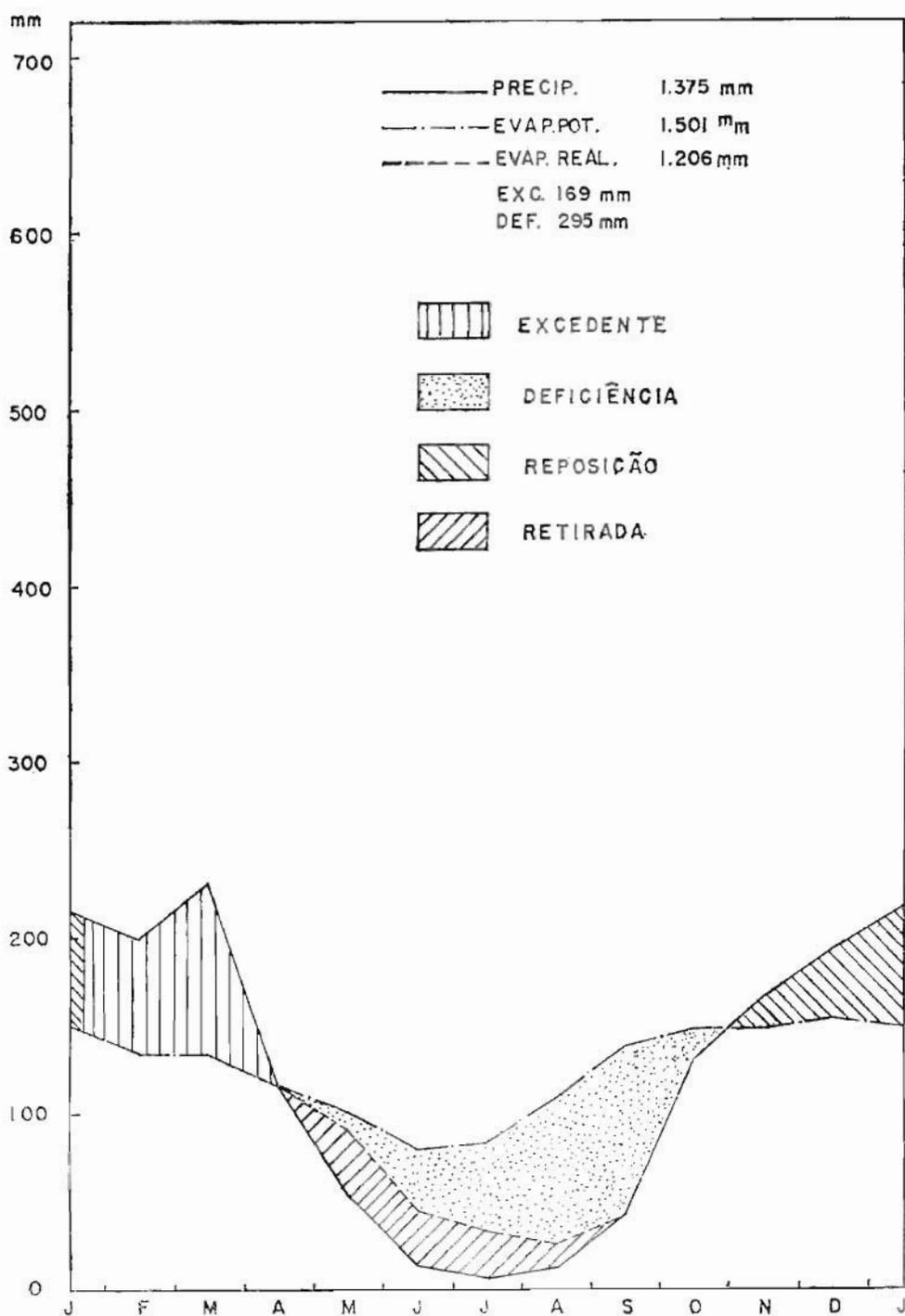
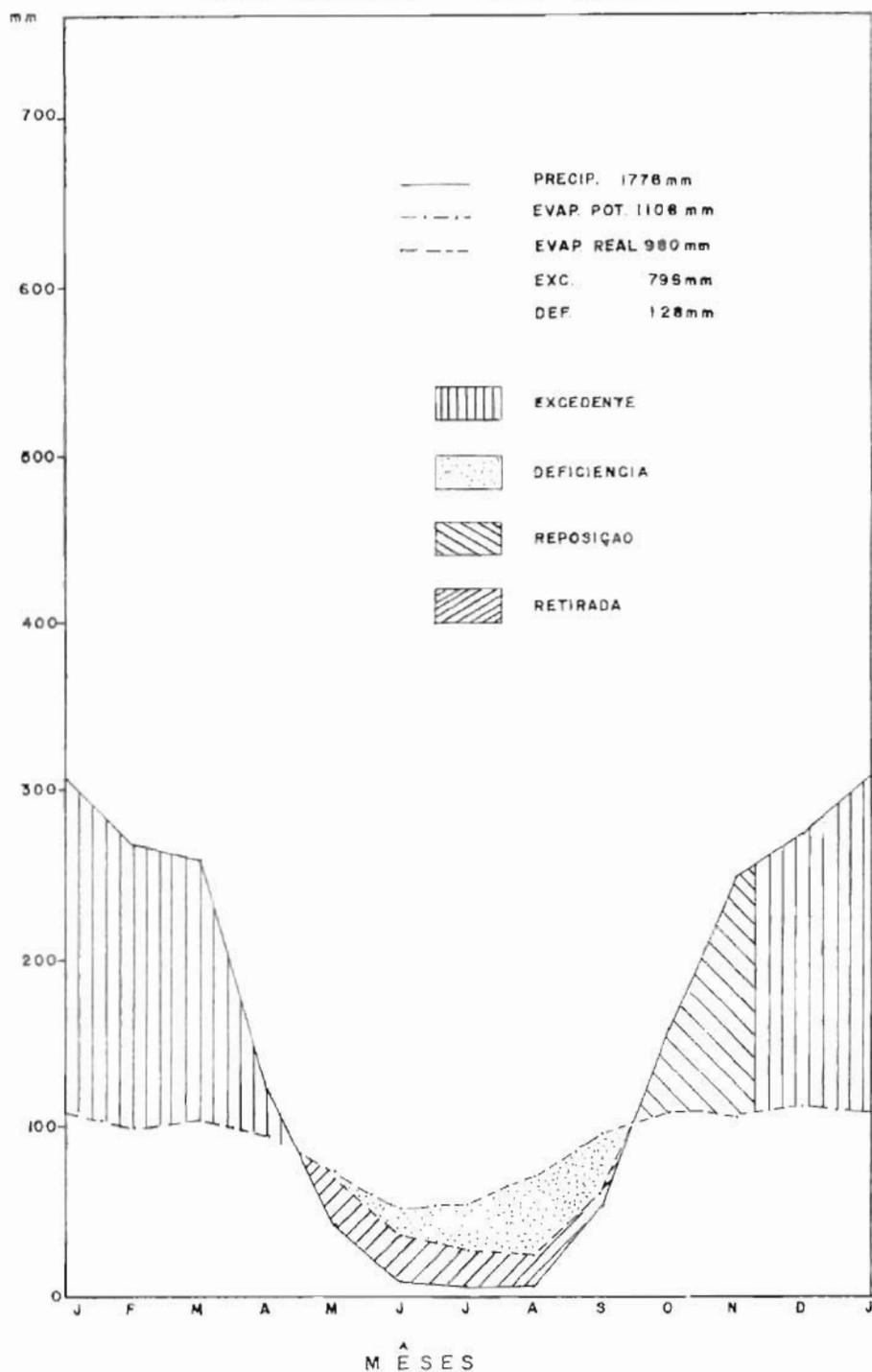


GRÁFICO 20
BALANÇO HÍDRICO SEG. THORNTHWAITTE 1955
 PRES. MURTINHO — MATO GROSSO



QUADRO 11 — Balanço Hídrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Belém-Pa., baseado em dados termopluviométricos no período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude : 1° 28' S. Longitude : 48° 27' WGr. Altitudes : 24 m. Capacidade de campo : 125 mm.

Meses	Temp. ° C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,6	4,0	31,2	125	318	+ 193	0	125	+ 14	125	0	179
Fev	25,5	4,0	28,2	113	318	+ 294	0	125	0	113	0	294
Mar	25,4	4,0	31,2	125	436	+ 311	0	125	0	125	0	311
Abr	25,7	4,0	30,3	121	382	+ 261	0	125	0	121	0	261
Mai	26,0	4,3	31,2	134	264	+ 130	0	125	0	134	0	130
Jun	26,0	4,3	30,3	130	175	+ 35	0	125	0	130	0	35
Jul	25,9	4,3	31,2	134	161	+ 27	0	125	0	134	0	27
Ago	26,0	4,3	31,2	134	116	- 18	18	107	- 18	134	0	0
Set	26,0	4,3	30,3	130	120	- 10	28	99	- 8	128	2	0
Out	26,2	4,3	31,2	134	105	- 29	57	79	- 20	125	9	0
Nov	26,5	4,5	30,3	136	90	- 46	103	54	- 25	115	21	0
Dez	26,3	4,5	31,2	140	197	+ 57	14	111	+ 57	140	0	0
Ano	25,9			1556	2761	+ 1205			0	1524	32	1237

QUADRO 12 — *Balanço Hídrico mensal segundo "Thornthwaite" — 1955, para a localidade de Santarém-Pa., baseado em dados termopluviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 2° 25' S. Longitude: 54° 42' WGr. Altitude: 20 m. Capacidade de campo: 125 mm.*

Mezes	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,8	4,3	31,5	135	179	+ 44	0	49	+ 44	135	0	0
Fev	25,5	4,0	28,2	113	275	+ 162	0	125	+ 76	113	0	86
Mar	25,5	4,0	31,2	125	358	+ 233	0	125	0	125	0	233
Abr	25,6	4,0	30,3	121	362	+ 241	0	125	0	121	0	241
Mai	25,8	4,0	30,9	123	293	+ 170	0	125	0	123	0	170
Jun	25,4	4,0	30,0	120	174	+ 54	0	125	0	120	0	54
Jul	25,4	4,0	31,2	124	112	- 12	12	113	- 12	124	0	0
Ago	26,2	4,3	31,2	134	50	- 84	96	57	- 56	106	28	0
Set	26,7	4,5	30,3	136	39	- 97	193	26	- 31	70	66	0
Out	27,0	4,6	31,2	144	46	- 98	291	12	- 14	60	84	0
Nov	26,9	4,6	30,6	141	85	- 56	347	7	- 5	90	51	0
Dez	26,5	4,5	31,5	142	123	- 19	366	5	- 2	125	17	0
Ano	26,0			1558	2096	+ 538			0	1312	246	784

QUADRO 13 — *Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Conceição do Araguaia-Pa, baseado em dados termopluviométricos do período de 1915-1967. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 8° 15' S. Longitude: 49° 12' WGr. Altitude: 160 m. Capacidade de campo: 125 mm.*

<i>Meses</i>	<i>°C Temp.</i>	<i>Tabela</i>	<i>Cor.</i>	<i>EP mm</i>	<i>P mm</i>	<i>P-EP mm.</i>	<i>Neg. acum.</i>	<i>ARM mm</i>	<i>ALT. mm</i>	<i>ER mm</i>	<i>DEF mm</i>	<i>EXC mm</i>
Jan	24,8	3,8	32,1	122	257	+ 135	0	125	0	122	0	135
Fev	24,5	3,5	28,8	101	242	+ 141	0	125	0	101	0	141
Mar	24,8	3,8	31,5	120	273	+ 153	0	125	0	120	0	155
Abr	25,2	3,8	29,7	113	192	+ 79	0	125	0	113	0	79
Mai	25,3	4,0	30,3	121	51	- 70	70	70	- 55	106	15	0
Jun	24,7	3,5	29,1	102	11	- 91	161	34	- 36	47	55	0
Jul	24,4	3,5	30,3	106	6	- 100	261	15	- 19	25	81	0
Ago	25,5	4,0	30,6	122	9	- 113	374	6	- 9	18	104	0
Set	26,3	4,5	30,0	135	50	- 85	459	0	- 6	56	79	0
Out	25,6	4,0	31,8	127	140	+ 13	275	13	+ 13	127	0	0
Nov	25,3	4,0	31,2	125	197	+ 72	46	85	+ 72	125	0	0
Dez	24,9	3,8	32,4	123	225	+ 102	0	125	+ 40	123	0	62
Ano	25,1			1417	1653	+ 236			0	1083	334	570

QUADRO 14 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Manaus-Am, baseado em dados termopluviométricos no período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 3° 08' S. Longitude: 60° 01' WGr. Altitude: 48 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,9	4,3	31,5	135	276	+ 141	0	125	+ 14	135	0	127
Fev	25,8	4,3	28,5	122	277	+ 155	0	125	0	122	0	155
Mar	25,8	4,3	31,2	134	301	+ 167	0	125	0	134	0	167
Abr	25,8	4,3	30,0	129	287	+ 158	0	125	0	129	0	158
Mai	26,4	4,5	30,9	139	193	+ 54	0	125	0	139	0	54
Jun	26,6	4,5	30,0	135	98	- 37	37	92	- 33	131	4	0
Jul	26,9	4,6	30,9	142	61	- 81	118	48	- 44	105	37	0
Ago	27,5	4,8	31,2	150	41	- 109	227	20	- 28	69	81	0
Set	27,9	4,9	30,0	147	62	- 85	312	10	- 10	72	75	0
Out	27,7	4,8	31,2	150	112	- 38	350	7	- 3	115	35	0
Nov	27,3	4,8	30,6	147	165	+ 18	195	25	+ 18	147	0	0
Dez	26,7	4,5	31,5	142	228	+ 86	14	111	+ 86	142	0	0
Ano	26,7			1672	2101	+ 429			0	1440	232	661

QUADRO 15 — *Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Humaitá-Am, baseado em dados termopluviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 7° 31' S. Longitude: 63° 00' WGr. Altitude: 50 m. Capacidade de campo: 125 mm.*

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	mm. P-EP	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,2	3,7	32,1	119	341	+ 222	0	125	0	119	0	222
Fev	25,3	4,0	28,8	115	308	+ 193	0	125	0	115	0	193
Mar	25,4	4,0	31,5	126	348	+ 222	0	125	0	126	0	222
Abr	25,4	4,0	29,7	119	265	+ 146	0	125	0	119	0	146
Mai	25,5	4,0	30,3	121	134	+ 13	0	125	0	121	0	13
Jun	25,2	3,7	29,1	108	48	- 60	60	76	- 49	97	11	0
Jul	25,2	3,7	30,3	112	26	- 86	146	38	- 38	64	48	0
Ago	26,4	4,5	30,6	138	39	- 99	245	17	- 21	60	78	0
Set	26,3	4,5	30,0	135	104	- 31	276	13	- 4	108	27	0
Out	26,3	4,5	31,8	143	186	+ 43	97	56	+ 43	143	0	0
Nov	26,0	4,3	31,2	134	222	+ 88	0	125	+ 69	134	0	19
Dez	25,7	4,0	32,4	130	295	+ 165	0	125	0	130	0	165
Ano	25,7			1500	2316	+ 816			0	1336	164	980

QUADRO 16 — Balanço Hídrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de S. Gabriel da Cachoeira (ex-Waupés)-Am, baseado em dados termopluiométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 0° 08' S Longitude: 67° 05' WGr. Altitudes: 140 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,4	4,0	31,2	125	275	+ 150	0	125	0	125	0	150
Fev	25,5	4,0	28,2	113	250	+ 137	0	125	0	113	0	137
Mar	25,6	4,0	31,2	125	285	+ 160	0	125	0	125	0	160
Abr	25,3	4,0	30,3	121	267	+ 146	0	125	0	121	0	146
Mai	25,0	3,8	31,2	118	317	+ 199	0	125	0	118	0	199
Jun	24,5	3,5	30,3	106	250	+ 144	0	125	0	106	0	144
Jul	24,3	3,5	31,2	109	246	+ 137	0	125	0	109	0	137
Ago	24,8	3,8	31,2	118	195	+ 77	0	125	0	118	0	77
Set	25,4	4,0	30,3	125	148	+ 27	0	125	0	121	0	27
Out	25,6	4,0	31,2	130	173	+ 48	0	125	0	125	0	48
Nov	25,9	4,3	30,3	125	202	+ 72	0	125	0	130	0	72
Dez	25,5	4,0	31,2	125	306	+ 181	0	125	0	125	0	181
Ano	25,2			1436	2914	+ 1478			0	1436	0	1478

QUADRO 17 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorn:hwaiite — 1955", para a localidade de Cruzeiro do Sul-Acre, baseado em dados termopluiométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 7° 38' S. Longitude: 72° 40' WGr. Altitude: 170 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	24,4	3,5	32,1	112	246	+ 134	0	125	0	112	0	134
Fev	24,6	3,5	28,8	100	244	+ 144	0	125	0	100	0	144
Mar	24,4	3,5	31,5	110	269	+ 159	0	125	0	110	0	159
Abr	24,2	3,3	29,7	98	240	+ 142	0	125	0	98	0	142
Mai	24,1	3,3	30,3	100	138	+ 38	0	125	0	100	0	38
Jun	23,4	3,2	29,1	93	104	+ 11	0	125	0	93	0	11
Jul	22,9	3,0	30,3	91	47	- 44	44	86	- 39	86	5	0
Ago	23,8	3,3	30,6	101	86	- 15	59	77	- 9	95	6	0
Set	24,5	3,5	30,0	105	147	+ 42	6	113	+ 42	105	0	0
Out	24,6	3,5	31,8	111	251	+ 140	0	125	+ 6	111	0	134
Nov	24,7	3,5	31,2	109	216	+ 107	0	125	0	109	0	107
Dez	24,6	3,5	32,4	113	241	+ 128	0	125	0	113	0	120
Ano	24,2			1243	2229	+ 986			0	1232	11	997

QUADRO 18 — *Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Sena Madureira-Acre, baseado em dados termopluviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude : 9° 08' S. Longitude : 68° 40' WGr. Altitude : 135 m. Capacidade de campo : 125 mm.*

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,2	3,8	32,4	123	301	+ 178	0	125	0	123	0	178
Fev	25,3	4,0	29,1	116	259	+ 143	0	125	0	116	0	143
Mar	25,2	3,8	31,5	120	268	+ 148	0	125	0	120	0	148
Abr	25,0	3,8	29,7	129	216	+ 87	0	125	0	129	0	87
Mai	24,3	3,5	30,3	106	112	+ 6	0	125	0	106	0	6
Jun	23,5	3,1	29,1	90	71	- 19	19	106	- 19	90	0	0
Jul	23,0	2,9	30,0	87	31	- 56	75	68	- 38	69	18	0
Ago	24,1	3,5	30,6	100	52	- 68	143	39	- 29	61	39	0
Set	25,3	4,0	30,0	120	157	+ 37	60	76	+ 37	120	0	0
Out	25,3	4,0	31,8	127	186	+ 59	0	125	+ 49	127	0	10
Nov	25,5	4,0	31,2	125	207	+ 82	0	125	0	125	0	82
Dez	25,5	4,0	32,7	131	237	+ 126	0	125	0	131	0	126
Ano	24,8			1374	2097	+ 723			0	1317	57	780

QUADRO 19 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thornthwaite — 1955", para a localidade de Clevelândia (antigo Oiapoque)-Ap, baseado em dados termopluviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 3° 49' N. Longitude: 51° 50' WGr. Altitude: 100 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	24,3	3,5	30,9	108	510	+ 402	0	125	0	108	0	402
Fev	24,2	3,3	27,9	92	418	+ 326	0	125	0	92	0	326
Mar	24,4	3,5	30,9	108	412	+ 304	0	125	0	108	0	304
Abr	24,5	3,5	30,6	107	473	+ 366	0	125	0	107	0	366
Mai	24,5	3,5	31,8	111	544	+ 433	0	125	0	111	0	433
Jun	24,6	3,5	30,5	108	368	+ 260	0	125	0	108	0	260
Jul	24,6	3,5	31,5	110	232	+ 122	0	125	0	110	0	122
Ago	25,0	3,8	31,5	120	88	- 32	32	96	- 29	117	3	0
Set	25,0	4,0	30,3	121	34	- 87	119	47	- 49	83	38	0
Out	25,6	4,0	30,9	123	40	- 83	202	24	- 25	63	60	0
Nov	25,4	4,0	30,0	120	117	- 3	205	23	- 1	118	2	0
Dez	24,8	3,8	30,6	116	334	+ 218	0	125	+ 102	116	0	116
Ano	24,8			1344	3570	+ 2226			0	1241	103	2329

QUADRO 20 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Pôrto Platon-Ap, baseado em dados termopluviométricos do período de 1957-1967. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 1° N. Longitude: 52° WGr. Altitude: 10 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	26,6	4,5	31,2	140	209	+ 69	63	74	+ 69	140	0	0
Fev	26,4	4,5	28,2	127	228	+ 101	0	125	+ 51	127	0	50
Mar	26,2	4,3	31,2	134	292	+ 158	0	125	0	134	0	158
Abr	26,7	4,5	30,3	136	240	+ 104	0	125	0	136	0	104
Mai	26,8	4,6	31,2	144	428	+ 284	0	125	0	144	0	284
Jun	27,0	4,6	30,3	139	191	+ 52	0	125	0	139	0	52
Jul	27,3	4,8	31,2	150	155	+ 5	0	125	0	150	0	5
Ago	27,6	4,8	31,2	150	118	- 32	32	96	- 29	147	3	0
Set	28,1	4,9	30,3	148	45	- 103	135	41	- 55	100	48	0
Out	28,7	5,1	31,2	159	45	- 114	249	17	- 24	69	90	0
Nov	28,6	5,1	30,3	154	66	- 88	337	8	- 9	75	79	0
Dez	27,7	4,8	31,2	150	121	- 29	366	5	- 3	124	26	0
Ano	27,3			1731	2138	+ 407			0	1485	246	653

QUADRO 21 — *Balanço Hídrico mensal segundo "Thornthwaite — 1955", para a localidade de Pôrto Velho-Rondônia, baseado em dados termopluiométricos do período de 1941-1967. Temperaturas médias compensadas. Latitude : 8° 46' S. Longitude : 65° 46' WGr. Altitude : 106 m. Capacidade de campo : 125 mm.*

<i>Meses</i>	<i>Temp. °C</i>	<i>Tabela</i>	<i>Cor.</i>	<i>EP mm</i>	<i>P mm</i>	<i>P-EP mm.</i>	<i>Neg. acum.</i>	<i>ARM mm</i>	<i>ALT. mm</i>	<i>ER mm</i>	<i>DEF mm</i>	<i>EXC mm</i>
Jan	25,1	3,7	32,4	120	349	+ 229	0	125	0	120	0	229
Fev	25,2	3,7	29,1	108	309	+ 201	0	125	0	108	0	201
Mar	25,3	4,0	31,5	126	324	+ 198	0	125	0	126	0	198
Abr	25,3	4,0	29,7	119	223	+ 104	0	125	0	119	0	104
Mai	25,3	4,0	30,3	121	114	- 7	7	118	- 7	121	0	0
Jun	25,1	3,7	29,1	108	32	- 76	83	63	- 55	87	21	0
Jul	25,0	3,7	30,0	111	15	- 96	179	29	- 34	49	62	0
Ago	26,4	4,5	30,6	138	25	- 113	292	12	- 17	42	96	0
Set	26,6	4,5	30,0	135	101	- 34	326	9	- 3	104	31	0
Out	26,1	4,3	31,8	137	203	+ 66	62	75	+ 66	137	0	0
Nov	25,8	4,3	31,2	134	238	+ 104	0	125	+ 50	134	0	54
Dez	25,4	4,0	32,7	131	319	+ 188	0	125	0	131	0	188
Ano	25,6			1488	2252	+ 764			0	1278	210	974

QUADRO 22 — Balanço Hídrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Boa Vista-Roraima, baseado em dados termopluiométricos do período de 1939-1968. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 2° 48' N. Longitude: 60° 42' WGr. Altitude: 90 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acun.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	27,7	4,8	30,9	148	29	- 119	468	0	- 7	36	112	0
Fev	28,0	4,9	28,2	138	29	- 109	577	0	0	29	109	0
Mar	28,3	5,1	30,9	158	49	- 109	686	0	0	49	109	0
Abr	28,2	4,9	30,3	148	114	- 34	720	0	0	114	34	0
Mai	27,0	4,6	31,5	145	298	+ 155	0	125	+ 125	145	0	28
Jun	26,2	4,3	30,6	132	381	+ 249	0	125	0	132	0	249
Jul	26,1	4,3	31,5	135	355	+ 220	0	125	0	135	0	220
Ago	26,6	4,5	31,2	140	232	+ 92	0	125	0	140	0	92
Set	28,1	4,9	30,3	148	93	- 55	55	80	- 45	138	10	0
Out	26,8	5,2	31,2	162	58	- 104	159	34	- 46	104	58	0
Nov	28,6	5,1	30,0	153	78	- 75	234	19	- 15	93	60	0
Dez	28,3	5,1	30,9	158	43	- 115	349	7	- 12	55	103	0
Ano	27,6			1765	1759	- 6			0	1170	595	589

QUADRO 23 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de S. Luis-Ma, baseado em dados termopluviométricos. Temperaturas médias compensadas. Período de 1931-1960. Latitude: 2° 32' S. Longitude: 44° 17' WGr. Altitude: 32 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	26,8	4,6	31,5	145	156	+ 11	295	11	+ 11	145	0	0
Fev	26,4	4,8	28,5	137	269	+ 132	0	125	+114	137	0	18
Mar	26,3	4,5	31,2	140	416	+ 276	0	125	0	140	0	276
Abr	26,3	4,5	30,0	135	416	+ 281	0	125	0	135	0	281
Mai	26,3	4,5	30,9	139	318	+ 179	0	125	0	139	0	179
Jun	26,4	4,5	30,0	135	155	+ 20	0	125	0	135	0	20
Jul	26,2	4,3	30,9	133	111	- 22	22	104	- 21	132	1	0
Ago	26,6	4,5	31,2	140	36	- 104	126	45	- 59	95	45	0
Set	27,0	4,6	30,0	138	7	- 131	257	16	- 29	36	102	0
Out	27,2	4,6	31,2	144	4	- 140	397	4	- 12	16	128	0
Nov	27,3	4,8	30,6	147	20	- 127	524	0	- 4	24	123	0
Dez	27,2	4,6	31,5	145	46	- 99	623	0	0	36	99	0
Ano	26,7			1578	1954	+ 276			0	1180	498	774

QUADRO 24 — *Balanço Hídrico mensal segundo "Thornthwaite — 1955", para a localidade de Turiaçú-Ma, baseado em dados termopluviométricos no período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 1° 43' S. Longitude: 45° 24' WGr. Altitude: 18 m. Capacidade de campo: 125 mm.*

<i>Meses</i>	<i>Temp.</i> °C	<i>Tabela</i>	<i>Cor.</i>	<i>EP</i> mm	<i>P</i> mm	<i>P-EP</i> mm.	<i>Neg.</i> <i>acum.</i>	<i>ARM</i> mm	<i>ALT.</i> mm	<i>ER</i> mm	<i>DEF</i> mm	<i>EXC</i> mm
Jan	27,0	4,6	31,5	145	140	- 5	557	0	0	140	5	0
Fev	26,4	4,5	28,2	127	260	+ 133	0	125	+ 125	127	0	8
Mar	26,1	4,3	31,2	134	446	+ 312	0	125	0	134	0	312
Abr	26,1	4,3	30,3	130	425	+ 295	0	125	0	130	0	295
Mai	26,3	4,5	30,9	139	328	+ 189	0	125	0	139	0	189
Jun	26,2	4,3	30,0	129	221	+ 92	0	125	0	129	0	92
Jul	26,1	4,3	31,2	134	182	+ 48	0	125	0	134	0	48
Ago	26,6	4,5	31,2	140	69	- 71	71	70	- 55	124	16	0
Set	27,0	4,6	30,3	139	17	- 122	193	26	- 44	61	78	0
Out	27,3	4,8	31,2	150	10	- 140	333	8	- 18	28	122	0
Nov	27,5	4,8	30,6	147	20	- 127	460	0	- 8	28	119	0
Dez	27,5	4,8	31,5	151	59	- 92	552	0	0	59	92	0
Ano	26,7			1665	2177	+ 512			0	1233	432	944

QUADRO 25 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thornthwaite — 1955", para a localidade de S. Bento- Ma, baseado em dados termopluiométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 2° 41' S. Longitude: 44° 43' WGr. Altitude: 11 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp.	Tabela °C	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	26,4	4,5	31,5	142	172	+ 30	173	30	+ 30	142	0	0
Fev	26,1	4,3	28,5	122	260	+ 138	0	125	+ 95	122	0	43
Mar	26,1	4,3	31,2	134	327	+ 193	0	125	0	134	0	193
Abr	26,2	4,3	30,0	129	353	+ 224	0	125	0	129	0	224
Mai	26,4	4,5	30,9	139	293	+ 154	0	125	0	139	0	154
Jun	26,3	4,5	30,0	135	138	+ 3	0	125	0	135	0	3
Jul	26,1	4,3	30,9	133	85	- 48	48	34	- 41	126	7	0
Ago	26,4	4,5	31,2	140	21	- 119	167	32	- 52	73	67	0
Set	26,6	4,5	30,0	135	8	- 127	294	12	- 20	28	107	0
Out	26,9	4,6	31,2	144	6	- 138	432	0	- 12	18	126	0
Nov	27,0	4,6	30,6	141	31	- 110	542	0	0	31	110	0
Dez	26,9	4,6	31,5	145	79	- 66	608	0	0	79	66	0
Ano	25,4			1639	1773	+ 134			0	1156	483	617

QUADRO 26 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Pôrto Nacional-Goiás, baseado em dados termopluviométricos. Do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude : 10° 31' S. Longitude : 48° 43' WGr. Altitude : 237 m. Capacidade de campo : 125 mm.

Meses	°C Temp.	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	25,3	4,0	32,7	131	274	+ 143	0	125	0	131	0	143
Fev	25,3	4,0	29,1	116	229	+ 113	0	125	0	116	0	113
Mar	25,4	4,0	31,5	126	272	+ 146	0	125	0	126	0	146
Abr	26,0	4,3	29,7	128	150	+ 22	0	125	0	128	0	22
Mai	25,8	4,3	30,0	129	36	- 93	93	58	- 67	103	26	0
Jun	24,8	3,7	28,8	106	1	- 105	198	25	- 33	34	72	0
Jul	24,8	3,7	29,7	110	2	- 108	306	10	- 15	17	93	0
Ago	26,4	4,5	30,3	136	3	- 133	439	0	- 10	13	123	0
Set	27,9	4,9	30,0	147	35	- 112	551	0	0	35	112	0
Out	27,0	4,6	31,8	146	142	- 4	555	0	0	142	4	0
Nov	25,9	4,3	31,5	135	233	+ 98	30	98	+ 98	135	0	0
Dez	25,5	4,0	33,0	132	284	+ 152	0	125	+ 27	132	0	125
Ano	25,8			1542	1661	- 119			0	1112	430	549

QUADRO 27 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Paranã-Go, baseado em dados termopluviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 12° 16' S. Longitude: 47° 47' WGr. Altitude: 275 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	23,8	3,3	32,7	108	218	+ 110	0	125	0	108	0	110
Fev	23,7	3,2	29,1	93	214	+ 121	0	125	0	93	0	121
Mar	23,8	3,3	31,5	104	184	+ 80	0	125	0	104	0	80
Abr	24,3	3,5	29,7	104	84	- 20	20	106	- 19	103	1	0
Mai	23,9	3,3	30,0	99	8	- 91	111	51	- 55	63	36	0
Jun	23,2	3,0	28,5	86	1	- 85	196	25	- 26	27	59	0
Jul	22,9	3,0	29,7	89	2	- 87	283	13	- 12	14	75	0
Ago	24,4	3,5	30,3	106	2	- 104	387	5	- 8	10	96	0
Set	26,1	4,3	30,0	129	28	- 101	488	0	- 5	33	96	0
Out	25,7	4,0	31,8	127	108	- 19	507	0	0	108	19	0
Nov	24,2	3,3	31,8	105	227	+ 122	42	122	+ 122	105	0	0
Dez	23,5	3,2	33,3	106	261	+ 155	0	125	+ 3	106	0	152
Ano	24,1			1256	1337	+ 81			0	874	382	463

QUADRO 28 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite --- 1955", para a localidade de Cáceres-MT, baseado em dados termopluiométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 16° 03' S. Longitude: 57° 41' WGr. Altitude: 117 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	26,4	4,5	33,6	151	215	+ 64	0	125	+ 64	151	0	0
Fev	26,4	4,5	29,7	133	206	+ 73	0	125	0	133	0	73
Mar	26,2	4,3	31,5	135	171	+ 36	0	125	0	135	0	36
Abr	25,3	4,0	29,4	117	78	- 39	39	90	- 35	113	4	0
Mai	23,5	3,1	29,4	91	48	- 43	82	64	- 26	74	17	0
Jun	22,1	2,5	27,9	70	20	- 50	132	42	- 22	42	28	0
Jul	21,5	2,3	29,1	70	11	- 59	191	26	- 16	27	43	0
Ago	23,9	3,3	30,0	99	7	- 92	283	13	- 13	20	79	0
Set	26,1	4,3	30,0	129	36	- 93	376	6	- 7	43	86	0
Out	26,8	4,6	32,1	147	94	- 53	429	3	- 3	97	50	0
Nov	26,6	4,5	32,1	144	157	+ 13	365	16	+ 13	144	0	0
Dez	26,6	4,5	33,9	152	197	+ 45	138	61	+ 45	152	0	0
Ano	25,1			1438	1240	- 198			0	1131	307	109

QUADRO 29 — *Balanço Hidrico mensal segundo "Thornthwaite — 1955", para a localidade de Presidente Murtinho-MT, baseado em dados termopluiométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 15° 38' S. Longitude: 53° 55' WGr. Latitude: 552 m. Capacidade de campo: 125 mm.*

<i>Temp.</i>	<i>Temp.</i>	<i>Tabela °C</i>	<i>Cor.</i>	<i>EP mm</i>	<i>P mm</i>	<i>P-EP mm.</i>	<i>Neg. acum.</i>	<i>ARM mm</i>	<i>ALT. mm</i>	<i>ER mm</i>	<i>DEF mm</i>	<i>EXC mm</i>
Jan	23,2	3,3	33,6	111	311	+ 200	0	125	0	111	0	200
Fev	23,3	3,4	29,7	101	271	+ 170	0	125	0	101	0	170
Mar	23,4	3,4	31,5	107	261	+ 154	0	125	0	107	0	154
Abr	22,8	3,3	29,4	97	126	+ 29	0	125	0	97	0	29
Mai	20,8	2,6	29,4	76	43	- 33	33	95	- 30	73	3	0
Jun	18,8	1,9	27,9	53	9	- 44	77	67	- 28	37	16	0
Jul	18,4	1,9	29,1	55	6	- 49	126	45	- 22	28	27	0
Ago	20,6	2,4	30,0	72	7	- 65	191	26	- 19	26	46	0
Set	22,9	3,3	30,0	99	55	- 44	235	18	- 8	63	36	0
Out	23,8	3,5	32,1	112	161	+ 49	76	67	+ 49	112	0	0
Nov	23,4	3,4	32,1	109	250	+ 141	0	125	+ 58	109	0	83
Dez	23,3	3,4	33,9	116	276	+ 160	0	125	0	116	0	160
Ano	22,1			1108	1776	+ 668			0	980	128	796

QUADRO 30 — Balanço Hidrico mensal segundo "Thorntwaite — 1955", para a localidade de Cuiabá-MT, baseado em dados termoplviométricos do período de 1931-1960. Temperaturas médias compensadas. Latitude: 15° 36'S. Longitude: 56° 06' WGr. Altitude: 172 m. Capacidade de campo: 125 mm.

Meses	Temp. °C	Tabela	Cor.	EP mm	P mm	P-EP mm.	Neg. acum.	ARM mm	ALT. mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Jan	26,5	4,5	33,6	151	216	+ 65	0	125	+ 57	151	0	8
Fev	26,5	4,5	29,7	134	198	+ 64	0	125	0	134	0	64
Mar	26,2	4,3	31,5	135	232	+ 97	0	125	0	135	0	97
Abr	25,5	4,0	29,4	118	116	- 2	2	123	- 2	118	0	0
Mai	24,3	3,4	29,4	100	52	- 48	50	83	- 40	92	8	0
Jun	23,2	2,9	27,9	81	41	- 97	117	52	- 31	45	36	0
Jul	22,8	2,9	29,1	84	6	- 78	95	25	- 27	33	51	0
Ago	25,0	3,7	30,0	111	12	- 99	294	12	- 13	25	86	0
Set	27,0	4,6	30,0	138	40	- 98	392	11	- 1	41	97	0
Out	27,2	4,6	32,1	148	130	- 18	410	10	- 1	131	17	0
Nov	26,8	4,6	32,1	148	165	+ 17	100	27	+ 17	148	0	0
Dez	26,6	4,5	33,9	153	194	+ 41	72	68	+ 41	153	0	0
Ano	25,6			1501	1375	-126			0	1206	295	169

SUMMARY

The climatic conditions were analysed on the bases of the following meteorological phenomena: air temperature, insolation, relative humidity and rainfall. The climatic types Af, Am and Aw were determined according to Koppen and Very Humid, Humid, Semi-Humid and Dry according to Thornthwaite. The climatic estimate of the region's actual termo-hydric possibilities was made by calculating its evapotranspiration potential and by using the Thornthwaite and Mather Hydric Balance (1955).

1.8 BIBLIOGRAFIA

- 1 — CAMARGO, A. Paes de — Balanço Hídrico no Estado de São Paulo, Instituto Agrônômico de Campinas nº 116-1960
- 2 — ————— — Contribuição para determinação da Evapotranspiração potencial no Estado de S. Paulo — Instituto Agrônômico de Campinas nº 161 — 1966.
- 3 — ————— — & ORTOLANI, A. A. — Clima das zonas Canaveiras do Brasil, Campinas — Instituto Agrônômico nº 152 — 1966.
- 4 — GEOGRAFIA DO BRASIL — Grande Região Norte — vol. 1 Série A. IBGE CNG — Rio de Janeiro — 1959.
- 5 — LORENTE, J. M. — Meteorologia. Labor Editorial. Rio de Janeiro — 1966.
- 6 — MANUAL DE INSTRUÇÕES — Cadeira de Física e Meteorologia — E. S. L. A. Q. Piracicaba informação datilografada)
- 7 — SCHMIDT, J. C. T. 1947 — O Clima da Amazônia. Revista Brasileira de Geografia 4 (3) (separata).
- 8 — SEREBRENICK, Salomão — Aspecto Geográfico do Brasil — Rio de Janeiro. M.A. — 1942.
- 9 — ————— — Notas sobre o clima do Brasil — Rio de Janeiro, M. A. — 1945.
- 10 — SERVIÇO DE METEOROLOGIA — 1969 — Normais Climatológicas M.A. — Rio de Janeiro
- 11 — TERRITÓRIO FEDERAL DO AMAPÁ — Atlas do Amapá 1966..
- 12 — THORNTHWAITTE, C. W & MATHER, J. R. — The water Balance. Publications in Climatology. Vol VIII. nº 1 Certenton N. J. — 1955.
- 13 — VILA NOVA E OUTROS — Principais métodos climáticos de Estimativa e de medida de Perda de Água de superfícies naturais — Piracicaba Universidade de S. Paulo — 1968.
- 14 — ————— — Classificação climática de Thornthwaite (informação datilografada)

PARTE III

1. VIABILIDADE E LIMITAÇÕES CLIMÁTICAS PARA AS CULTURAS PERMANENTES, SEMI PERMANENTES E ANUAIS, COM POSSIBILIDADES DE EXPANSÃO NA AMAZÔNIA.

VICENTE HAROLD FIGUEIREDO MORAES
THEREZINHA XAVIER BASTOS

S I N Ó P S E

Foi estudada a possibilidade climática na Amazônia brasileira das culturas: cacau, café, dendê, cana de açúcar, seringueira, mandioca, pimenta do reino, amendoim, arroz, milho, feijão, algodão e as frutícolas: abacaxi, banana e laranja. De conformidade com as exigências técnicas e hídricas, de tais culturas, são indicadas as áreas climaticamente favoráveis aos cultivos. São apresentados esboços de zonagem climática de várias culturas.

1.1 INTRODUÇÃO

As diferentes culturas com possibilidades de expansão na Região Amazônica, abordadas neste trabalho, apresentam-se agrupadas segundo a influência que recebem do clima no curso do ano. Nesse aspecto, têm-se o grupo das plantas perenes e semi perenes englobando: Cacau, Café, Cana de Açúcar, Seringueira, Mandioca, Pimenta do Reino e as frutícolas (abacaxi, banana, e laranja) em que as condições climáticas durante o ano afetam o desenvolvimento das plantas e o sucesso das culturas; e o grupo das plantas de ciclo anual, onde figuram: Amendoim, Arroz, Feijão, Milho e Algodão, que por apresentarem o ciclo curto, são influenciadas pelas características climáticas de limitados períodos do ano.

Para indicação das áreas favoráveis às culturas com limitações climáticas na Região, foi adotado o método de comparação dos resultados dos balanços hídricos, segundo o sistema de Thornthwaite 1955, das zonas de cultivos das espécies do mundo com a Amazônia Brasileira.

A exiguidade dos dados meteorológicos disponíveis na região, dificultou a realização do presente trabalho, permitindo apenas indicações preliminares das áreas mais favoráveis sob ponto de vista climático à exploração destas culturas.

Reafirma-se assim a necessidade de abertura de mais postos meteorológicos na região para novos estudos mais detalhados que se queiram realizar.

1.2 PLANTAS PERMANENTES E SEMI PERMANENTES

1.2.1 CULTURA DO CACAU

Condições Térmicas:

A temperatura média anual de 21,0°C representa o limite mínimo para o cacauzeiro. Nessas condições têm-se verificado que a sua produção é antieconômica.

O estudo das principais zonas de produção indica a temperatura média acima de 23,0°C como exigência mínima do cacauzeiro para produzir economicamente. A média mensal inferior a 22,0°C ou 23,0°C inibe a formação de gemas florais, com reflexos negativos na produção, 5 a 6 meses após (3). O crescimento vegetativo também se reduz nessas condições.

A mínima absoluta nunca deve ser inferior a 10,0°C e a média das mínimas do mês mais frio deve ser superior a 15,5°C (21).

Como a ação inibidora das temperaturas age diretamente no processo de diferenciação das gemas florais e há um período de 4 semanas entre a diferenciação e a antese, no primeiro mês em que se verificarem médias inferiores a 23,0°C, não serão notados efeitos muito severos sobre a produção. O efeito inibitório sobre a floração será, porém, tanto mais intenso quanto maior o número de meses com temperaturas médias inferiores a 23,0°C (3).

Outro aspecto que também deve ser levado em conta diz respeito à amplitude diária de oscilação da temperatura. Embora não se trate de assunto já firmemente estabelecido, tem-se constatado correlações positivas entre as amplitudes superiores a 9,0°C e o excesso de brotações de gemas vegetativas, em detrimento da produção.

Assim no que se refere a temperatura, a região Amazônica pode ser considerada favorável à exploração do cacau, encontrando-se algumas restrições no Estado do Mato Grosso nas zonas de altitudes acima da média da região.

Condições Hídricas:

A perda de 5% do conteúdo d'água foliar provoca o completo fechamento dos estômatos do cacauzeiro (4), iniciando-se o processo do fechamento dos estômatos, com a redução da água do solo para 60% do intervalo disponível (5). Com a perda de 16% do conteúdo d'água foliar, aparecem áreas necróticas marginais nas fôlhas (6).

Esses fatos refletem claramente a pequena tolerância do cacauzeiro à falta d'água.

Em linhas gerais, portanto, a ausência de estação seca marcada, ou seja, 2 a 3 meses consecutivos, com menos de 60 mm de chuvas, durante o ano, é aceito como um índice de exigência mínima para o cacauzeiro (21). A precipitação pluviométrica satisfatória está situada entre 1.500 mm a 2.500 mm anuais.

Entretanto, algumas regiões da Costa Rica, Colômbia e Equador apresentam mais de 3 meses com baixa precipitação pluviométrica, sem que este fato constitua um fator limitante para o seu cultivo econômico, uma vez que a evapotranspiração nesses meses é baixa, em função das temperaturas mais amenas (3).

Nas regiões em que se verificam períodos relativamente prolongados, o ciclo da produção depende do ciclo das chuvas, havendo redução das colheitas, 5 a 6 meses após o período

do sêco (3,4). Nas regiões de chuvas bem distribuídas e onde a temperatura média anual ultrapassar 23,0º, o cacaeiro produzirá durante todo o ano.

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Através de balanços hídricos calculados para regiões de grande produção cacaeira no Brasil como Ilhéus e S. Francisco do Conde na Bahia, Vitória no Espírito Santo e Itacoatiara no Amazonas, apresentados na figura 1, foi verificado a ocorrência de excedentes de água entre 100 a 800 mm e de déficits acima de 200 mm anuais.

Considerando que, deficiência hídrica de tal ordem foi encontrada em zona produtora da região em estudo, onde é pequena a variação da evapotranspiração potencial durante o ano, preliminarmente pode-se considerar como limitação climática apta para o cacaeiro, teor de deficiência em torno de 200 mm anuais, visto que os excedentes parecem não constituir limitação para a cultura.

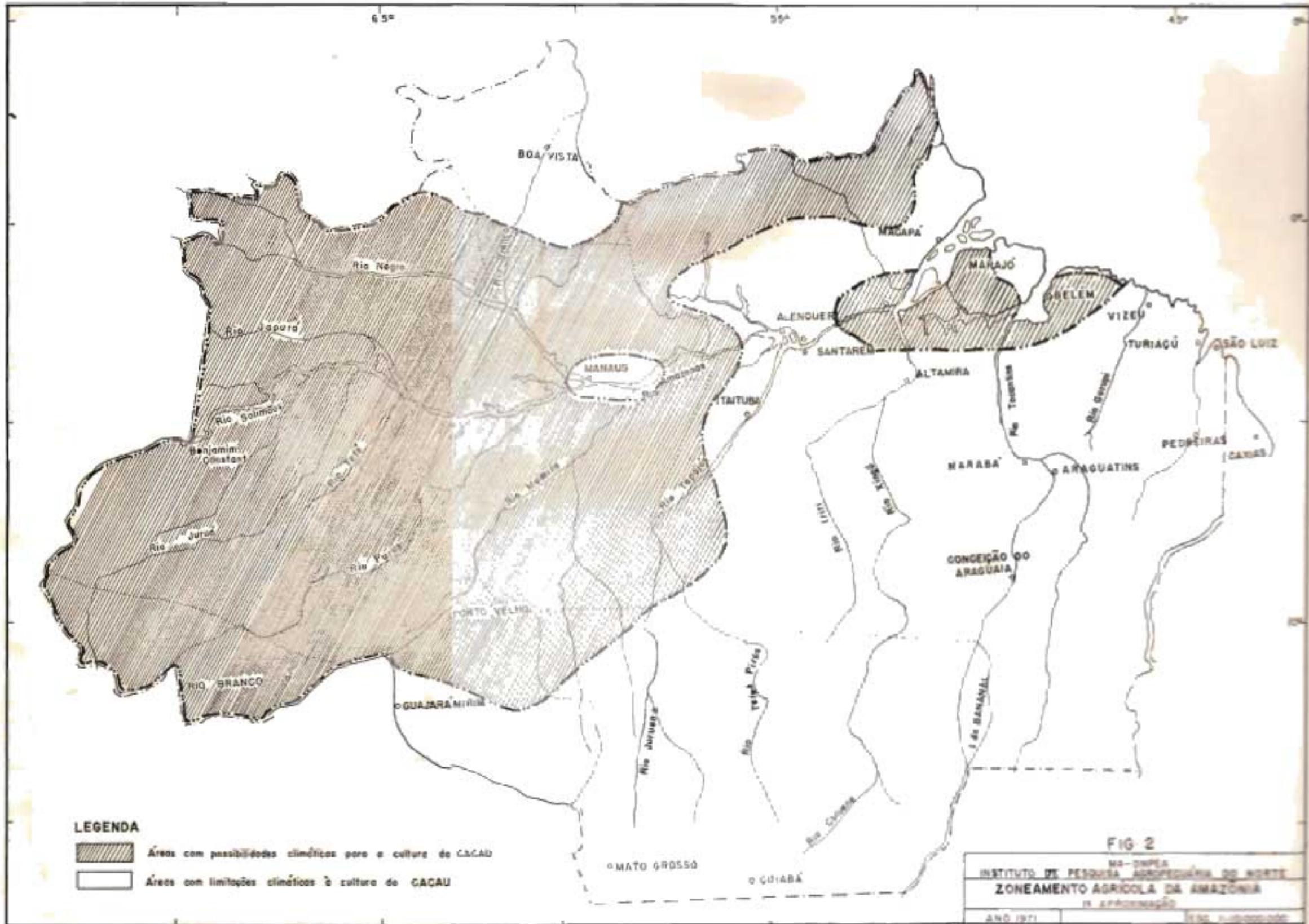
Assim sendo, deduz-se que o cacau encontra na Amazônia, áreas favoráveis, sob ponto de vista climático, à sua produção econômica, com maior extensão nos Estados do Amazonas e Acre. (figura 2).

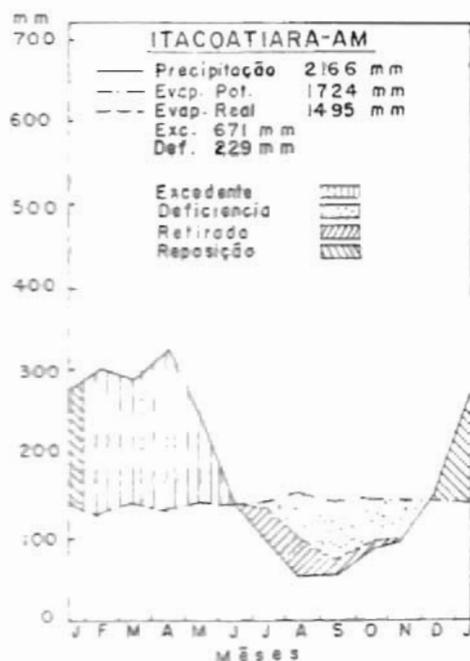
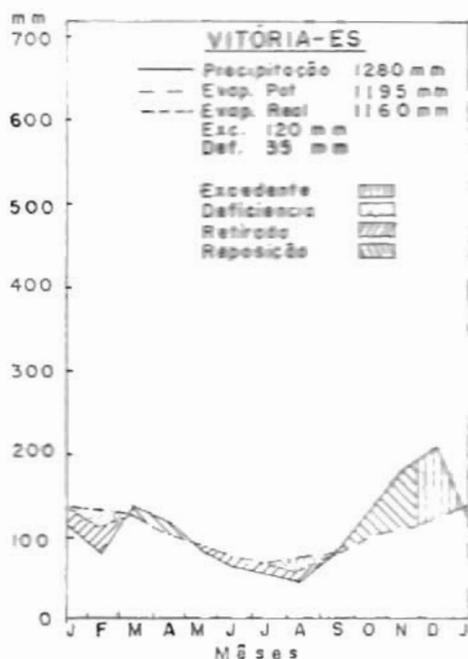
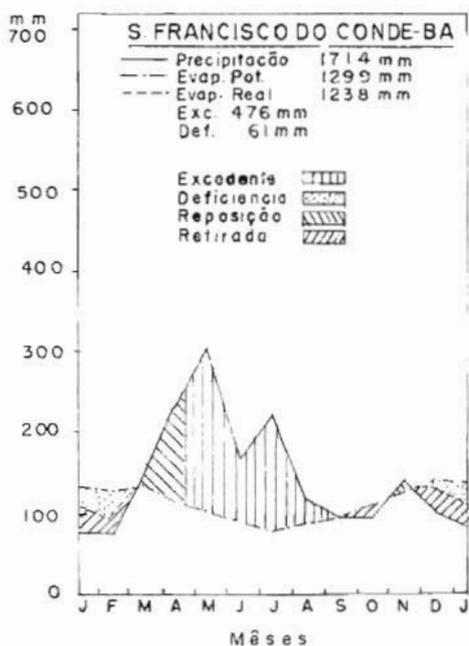
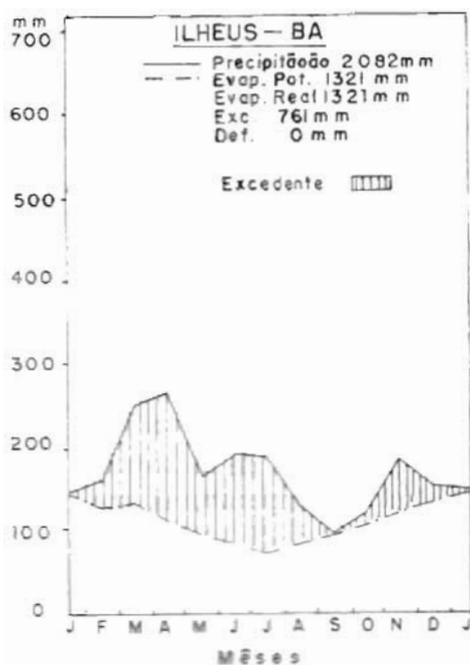
1.2.2 CULTURA DO CAFÉ

Condições Térmicas:

Cotejando-se as exigências térmicas das 3 espécies, mais cultivadas do café, *Coffea arabica*, *Coffea canephora* var. **robusta** e de *Coffea liberica*, com as condições térmicas predominantes na Amazônia, foi verificado que essas condições são satisfatórias às exigências das espécies **Canephora** e **liberica**.

Para **C. arabica** em geral, as condições de temperatura ultrapassam os limites tolerados por essa espécie, principalmente no que diz respeito a qualidade do produto. Com efeito, nas regiões tropicais, **C. arabica** só é cultivado com suces-





FORNE: EM - MA.

FIG. 1 — Balanços Hídricos, segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para distintas regiões caqueiras do Brasil.

so econômico, quando em altitudes que condicionam temperaturas médias oscilando entre 18,0°C e 24,0°C (30).

Esta é uma das razões de predominância do cultivo de *C. canephora* var. *robusta* na África, onde 75% da produção de café é proveniente dessa espécie (27). O cultivo de *C. arabica* é também restringido pela ocorrência de ferrugem causada por *Hemileia vasta trix*.

Para *C. liberica* foi estabelecida a média anual de 26,0°C como a mais apropriada, não suportando condições em que a média das mínimas seja inferior a 15,0°C (30).

As exigências de *C. canephora* quanto as condições térmicas são intermediárias entre *C. arabica* e *C. liberica* (27).

O estudo das condições térmicas das áreas de cultivo do café robusta indicam como satisfatórias, temperaturas médias entre 22,0°C e 27,0°C.

Condições Hídricas:

A periodicidade do cafeeiro nas condições tropicais é controlada pela disponibilidade hídrica. Em áreas onde há um período seco e definida a floração se verifica durante todo o ano, com fases mais ou menos intensas (30). Locais com estação seca definida determinam floração condensada em *Canephora* (22), sendo o mecanismo semelhante ao descrito para *C. arabica* (7,33) em que a diferenciação das gemas florais se dá até o final da época chuvosa, mas há necessidade de um período seco, seguido de uma fase de ampla disponibilidade hídrica para a abertura das flores.

Há portanto necessidade de uma estação seca bem definida para regular a produção.

Por outro lado, não estão bem definidos os limites de seca que *C. canephora* pode suportar, sem efeitos negativos sobre o desenvolvimento ou produção.

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Como pode ser verificado não estão bem definidas as exigências hídricas da cultura, sabe-se que há apenas necessidade de um período seco para regular a produção e que defi-

ciências hídricas acima de duzentos milímetros anuais foram consideradas inaptas à produção de café (28).

Levando-se, porém, em consideração os resultados dos balanços hídricos calculados para diversas localidades da África onde o café robusta tem alcançado grande expansão (figura 3), foi verificado que a cultura em tais regiões apresenta tolerância hídrica que vai de 0 (zero) mm a mais de 2.000 mm de excesso de água, e de deficiências entre 0 (zero) mm a quase 600 mm.

No traçado da carta climática para o café robusta, o critério baseou-se na faixa de déficits hídricos entre 50 mm a 400 mm, valores estes contidos nos limites de deficiências das áreas estudadas, encontrando-se dêsse modo, grande parte da região favorável à exploração da cultura. (figura 4).

1.2.3 CULTURA DO DENDÊ

Condições Térmicas:

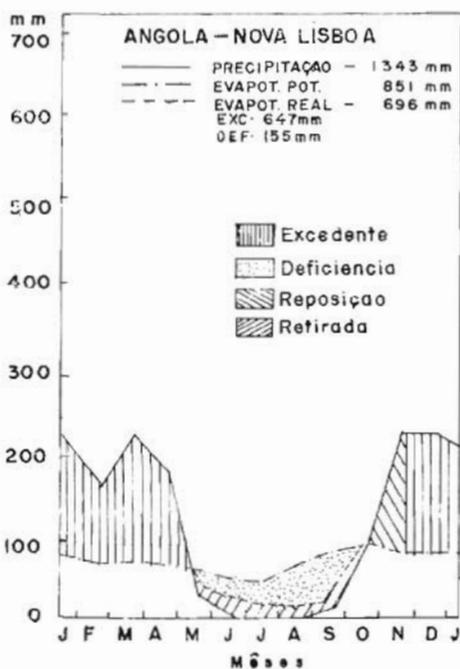
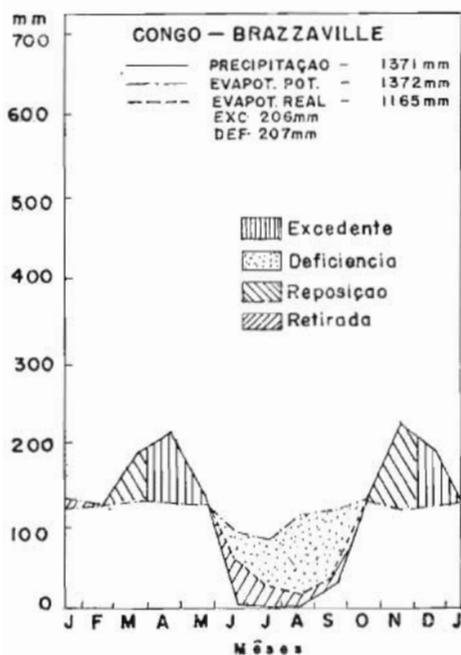
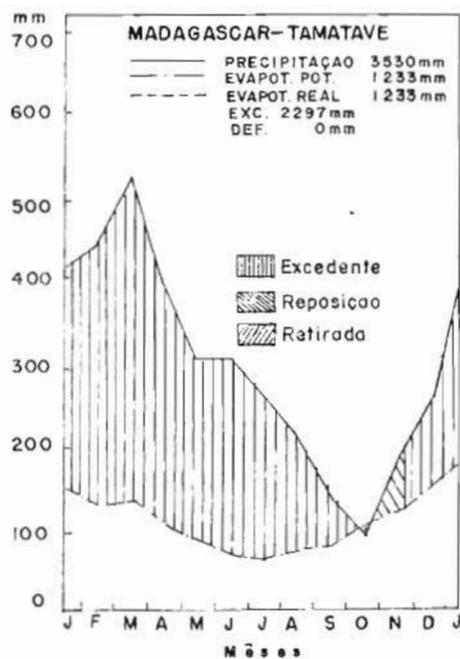
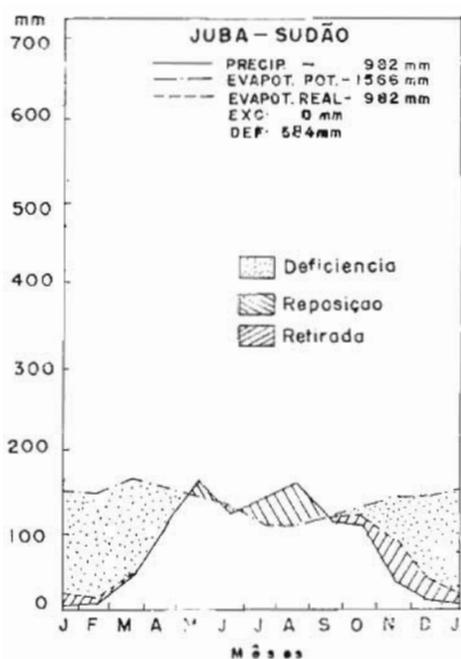
Temperaturas médias mensais de 25,0°C a 28,0°C são muito favoráveis desde que as médias das mínimas não seja inferior a 18,0°C. Temperaturas de 15,0°C durante vários dias provocam a paralização do crescimento, e com a associação de baixas temperaturas e baixa insolação têm-se verificado distúrbios fisiológicos, como o apodrecimento dos meristemas (34).

A duração da insolação, agindo através do total de radiação solar incidente, é um fator extremamente importante para a produção, tendo-se estabelecido o mínimo de 1.500 h anuais de insolação (34).

Assim sendo, pode-se dizer que em geral a área que abrange a Amazônia Política não apresenta limitações térmicas para a cultura com algumas restrições apenas na parte sul do Pará e sudoeste do Acre, onde se observa a ocorrência de temperaturas mínimas relativamente baixas.

Condições Hídricas:

Certas características morfológicas do sistema radicular e da fenologia do dendezeiro estão intimamente associadas às suas exigências hídricas.



FORTE: O.M.M.

FIG. 3 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para típicas regiões cafeiras da África.

O sistema radicular do dendezeiro é extremamente superficial, com raízes realmente ativas na absorção da água e nutrientes ocupando os primeiros 10 cm do solo. As raízes mais profundas até 4 m têm função precípua de ancoragem, sendo ativas apenas nas zonas meristemáticas, não suberizadas. Uma boa parte do sistema radicular é constituída de raízes mortas que, devido à sua natureza esponjosa, servem de reservatório d'água pelo menos no início da estação sêca (34).

Por outro lado, a disponibilidade de água tem grande influência no tamanho das fôlhas e nas variações estacionais de surgimento de novas fôlhas, uma vez que a fase de alongamento rápido das fôlhas exige grande quantidade d'água (9).

Essas variações têm reflexos também na produção já que o ritmo de formação de novas inflorescências acompanha o ritmo de emissão de novas fôlhas (9).

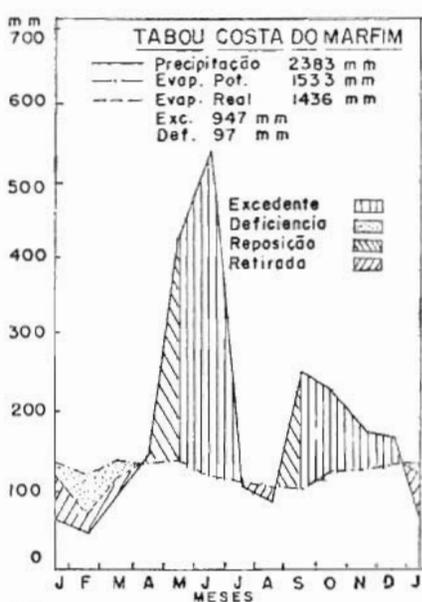
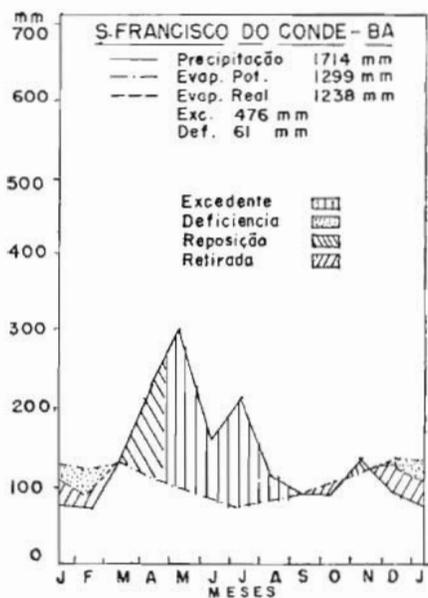
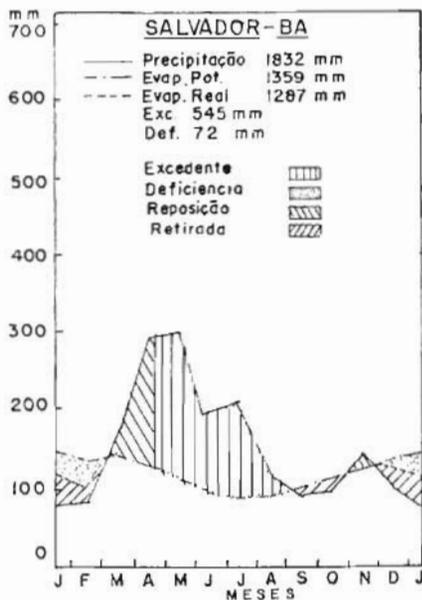
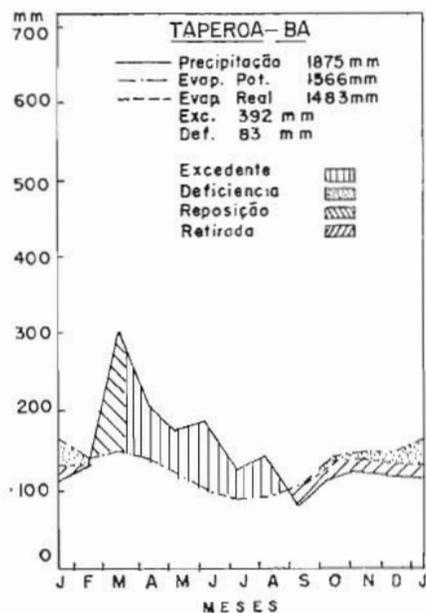
Dêsse modo, estabeleceu-se que uma estação sêca com 3 meses de precipitação inferior a 100 mm é o limite das condições favoráveis para a produção econômica (34).

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Como pode ser observado o dendê é muito exigente em boas condições de umidade no solo, tendo sido atribuído, para um bom desenvolvimento da cultura, quantidade de água necessária superior a 1.300 mm e déficit hídrico inferior a 150 mm (28).

Analisando-se as condições de disponibilidade hídrica das regiões produtoras de dendê na Bahia e Costa do Marfim (35) (figura 5), foi verificado que a cultura fica submetida a uma faixa de excedente de água no solo de 300 mm a 1.000 mm e de deficiências entre 60 mm a 100 mm.

É interessante observar que apesar dos balanços hídricos terem acusado diferenciação bastante acentuada nos totais anuais de excedentes entre as regiões produtoras de dendê, no que tange a faixa de deficiência, os balanços mostram se-



FONTE: EM - MA.

FIG. 5 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para típicas regiões produtoras de dendê na Bahia e da Costa do Marfim.

melhantes condições de pequenos déficits, deduzindo-se assim que esta é a condição que parece favorável ao desenvolvimento econômico do dendê.

Comparando-se as exigências climáticas do dendê com as condições a que fica submetida a Região Amazônica, foi verificada a ocorrência de áreas que possuem condições climáticas favoráveis à implantação da cultura na região, nos Estados do Pará, Amazonas e Acre. (figura 6).

1.2.4 CULTURA DA CANA DE AÇUCAR

Condições Térmicas:

O repouso vegetativo para o enriquecimento em sacarose, poderá ser atingido, também, por uma restrição térmica. O crescimento da cana de açúcar é insignificante à temperaturas médias diárias inferiores a 15,5°C, e crescimentos apreciáveis são verificados apenas quando a temperatura média diária ultrapassa 21,0°C (14). Na ausência de estação seca para que a maturação se dê em boas condições, é necessário um período de temperaturas inferiores a 21,0°C (11). Em termos de unidades de desenvolvimento, propostos por THORNTHWAITE & MATHER (37) correspondentes à acumulação dos valores diários de evapotranspiração potencial, dados em milímetros, foram considerados 850 mm anuais, como limite mínimo para as exigências térmicas anuais de cana de açúcar, o que corresponde a isoterma de 19,0°C (29).

Do exposto pode-se dizer que na região não há restrições térmicas à exploração econômica da cultura.

Condições Hídricas:

Um regime pluviométrico em que não ocorrem déficits hídricos é contraindicado para a cultura da cana para produção de açúcar. Por outro lado, quando a deficiência hídrica ultrapassa determinados limites, o desenvolvimento poderá

ser seriamente reduzido. O limite mínimo, no entanto, é função de vários fatores independentes, tendo porém, sido estabelecido o limite de 150 mm de déficit hídrico anual para indicar áreas que exigiriam irrigação complementar (11).

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Analisando-se os resultados dos balanços hídricos de regiões de grande produtividade canavieira no Brasil, como: Sena Madureira (Acre), Campos (RJ), Lavras (MG), Goiânia (GO) (11) (Figura 7) verificaram-se que nestas regiões, as deficiências de água no solo estão entre 50 mm a 150 mm e os excedentes entre 10 mm a 800 mm.

Comparando-se essa faixa hídrica tolerada pela cultura nas regiões mencionadas, com as condições de disponibilidade de água no solo da Região Amazônica, foram verificadas ocorrências de áreas climaticamente favoráveis à produção da cultura, nos Estados do Pará, Amazonas, Acre e Território do Amapá (figura 8).

1.2.5 CULTURA DA SERINGUEIRA

Condições Térmicas:

A seringueira é exigente em temperatura elevada daí a sua preferência pela Zona Equatorial, porém a sua cultura é possível nas proximidades dos trópicos em regiões de muito calor, como acontece por exemplo nas terras do Litoral Paulista.

Como limite de exigência térmica para o desenvolvimento da cultura, foi atribuído o mínimo de 900 mm de evapotranspiração anual acumulada, correspondente à temperatura média anual de 20,0°C (17).

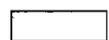
Considerando-se as condições térmicas da região Amazônica, com a exigência atribuída à cultura, pode-se dizer que não há restrições de tal ordem à expansão da cultura na região.



LEGENDA



Áreas com possibilidades climáticas para a cultura do DENDÊ



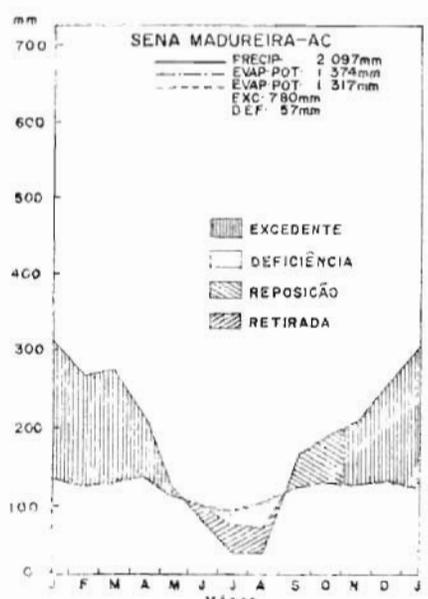
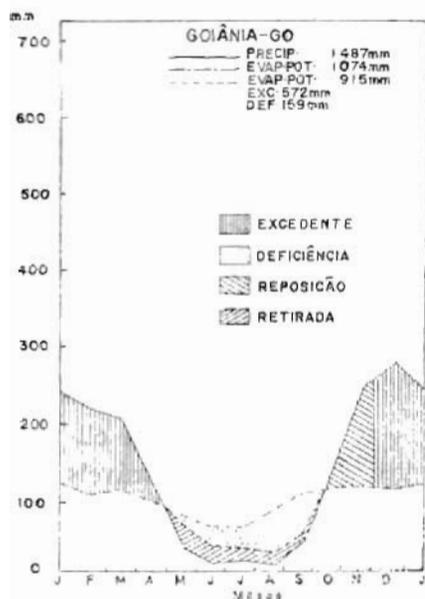
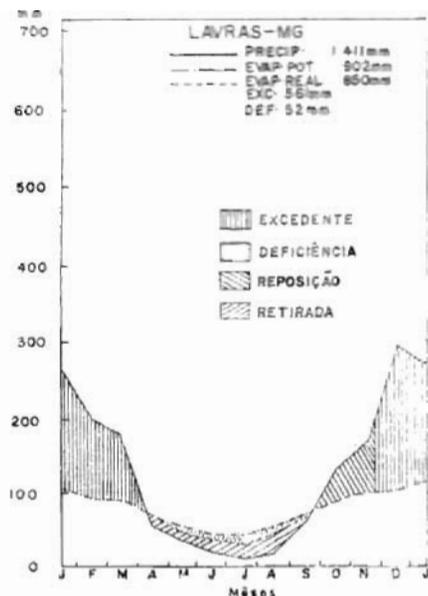
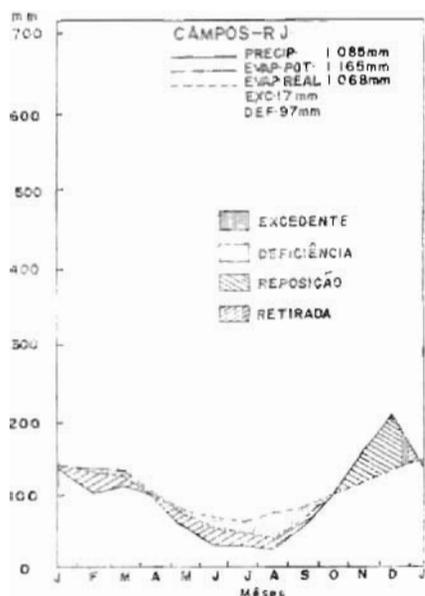
Área com limitações climáticas à cultura do DENDÊ

FIG-6

INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
 ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA AMAZÔNIA
 II APROXIMAÇÃO

ANO 1971

ESC. 1:10.000.000



FONTE: EM - MA.

FIG. 7 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para regiões de grande produtividade canieira no Brasil.

Condições Hídricas:

Vista apenas sob o aspecto das exigências hídricas para a fisiologia do crescimento e produção de latex, a seringueira deveria se comportar melhor em áreas sem estação seca definida.

Há no entanto, estreita relação entre as doenças que atacam as folhas com a periodicidade de abscisão foliar e brotação de nova folhagem. Quando a estação seca não é bem definida, o período de mudança de folhagem é mais demorado e se as novas folhas surgirem em condições de muita chuva, com a alta umidade relativa do ar, mesmo os clones mais resistentes são seriamente afetados, principalmente pelo "mal das folhas".

O conceito original de que a seringueira exige chuvas bem distribuídas durante o ano deve portanto ser alterado, passando-se a considerar as áreas com estação seca definida como mais apropriadas à seringueira, já que o "mal das folhas" causado pelo *Microcyclus ulei* ainda se constitui um sério obstáculo para a expansão da heveicultura na Amazônia.

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Camargo (10), atribui, como limite para a *Hevea brasiliensis* prosperar e produzir bem, déficit de 150 mm. Entretanto, balanços hídricos das áreas de distribuição natural da espécie (16) (figura 9), apresentam deficiências bem mais elevadas, podendo-se assim dizer que déficits até 240 mm anuais são perfeitamente tolerados pela cultura sem detrimento de produção (32).

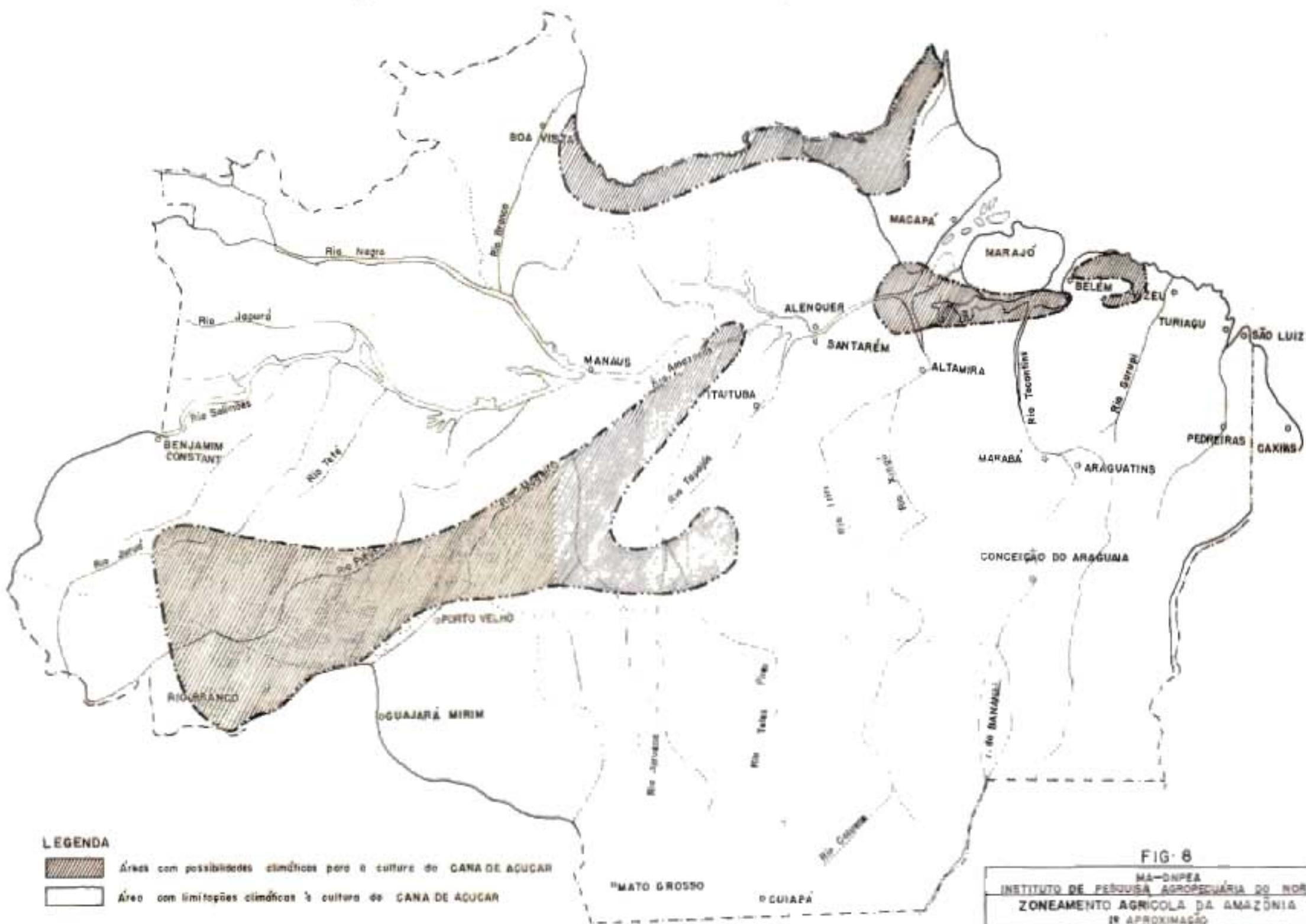
Assim sendo, pode-se dizer que sob ponto de vista climático, a Amazônia apresenta condições bastantes favoráveis à expansão da cultura, notadamente nos Estados do Amazonas, Acre, parte do Pará, Mato Grosso e Territórios Federais do Amapá e Rondônia (figura 10).

No esboço do zoneamento da seringueira, as áreas localizadas na parte ocidental do Estado do Amazonas, no Acre e

53°

54°

45°

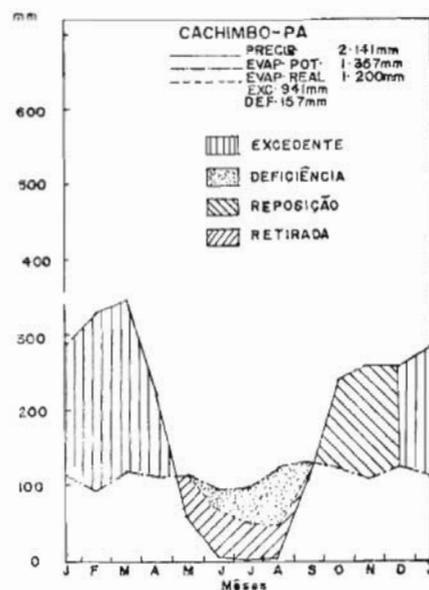
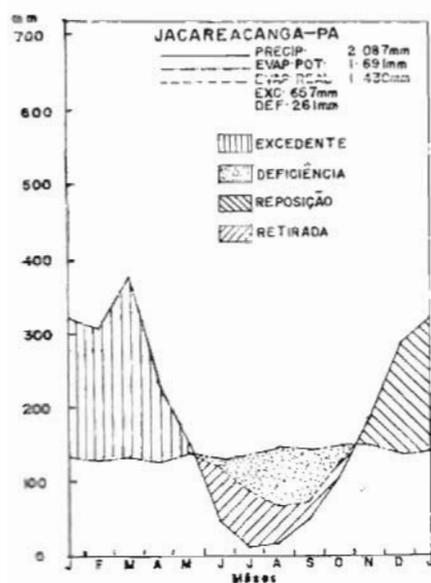
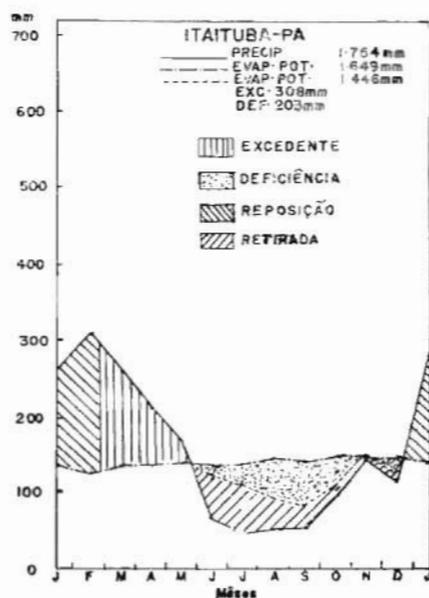
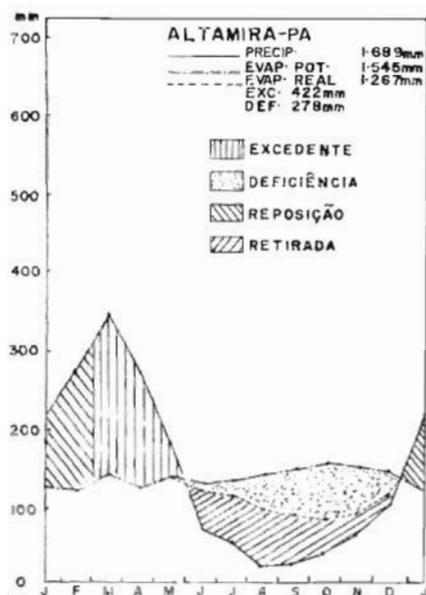


LEGENDA

-  Áreas com possibilidades climáticas para a cultura do CANA DE AÇÚCAR
-  Área com limitações climáticas à cultura do CANA DE AÇÚCAR

FIG. 8

MA-OINPEA
 INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE
 ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA AMAZÔNIA
 1ª APROXIMAÇÃO
 ANO 1971 | ESC. 1:10.000.000



FONTE: S. ROTAS, M. Aer.

FIG. 9 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (300 mm) para zonas de distribuição natural da "hévea" na Amazônia.

em torno da cidade de Belém, são mais favoráveis à incidência do mai das fôlhas, dada a ausência da estação sêca definida.

1.2.6 CULTURA DA MANDIOCA

Condições Térmicas:

Sendo a mandioca planta originária de região tropical, encontra condições favoráveis ao seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e sub tropicais, podendo ser plantada com possibilidades econômicas, no nível do mar até 1.000m e sob temperatura média anual de 20,0°C a 27,0°C (1).

Sob a linha equatorial até a altitude de 2.000 m ela é encontrada, bem como sob temperaturas médias inferiores e superiores a faixa térmica anteriormente citada (1).

Condições Hídricas:

Segundo Albuquerque (1) a mandioca é dotada de grande rusticidade o que lhe permite sobreviver em ambientes altamente desfavoráveis com relação aos fatores climáticos e edáficos. Assim é que nas regiões de pluviosidade elevada e baixa pressão osmótica, dá impressão de planta gelícola, passando entretanto à condição de planta halícola em regiões de condições climáticas opostas.

Entretanto friza êste autor a necessidade de se convir que a capacidade de adaptação apresentada pela cultura, foge à expressão de forma padronizada, ficando a mesma condicionada em grande parte à capacidade do cultivar.

Com relação às condições ótimas para a cultura, foi atribuído o total pluviométrico anual de 1.000 mm a 2.000 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano. (1).

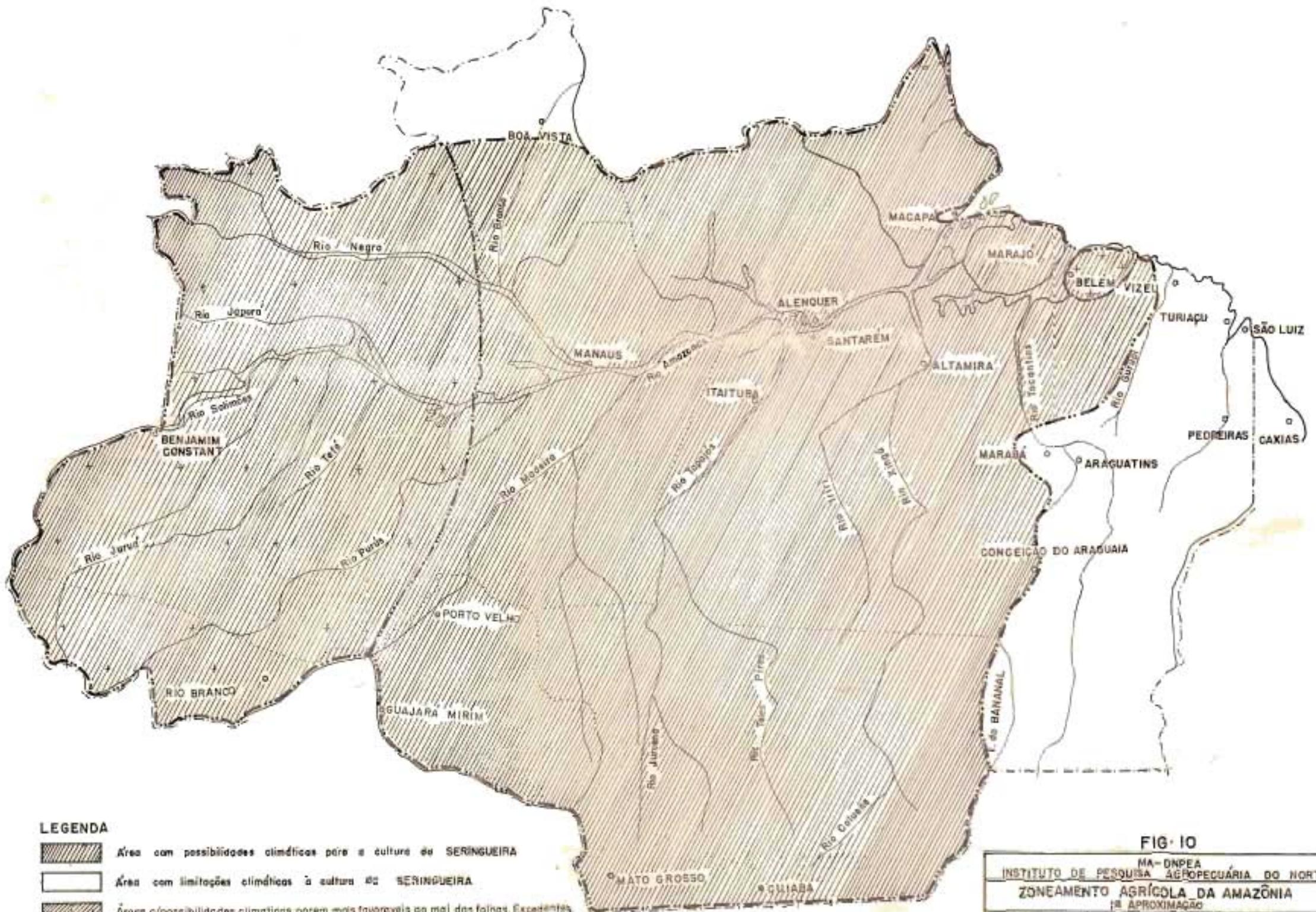
Posibilidades Climáticas na Amazônia:

Do exposto, pode-se dizer que em geral, as condições climáticas da região Amazônica são favoráveis para a cultura da mandioca, permitindo ainda perfeitamente a instalação de vastos campos com a finalidade industrial.

65°

55°

45°



LEGENDA

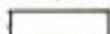
-  Área com possibilidades climáticas para a cultura de SERINGUEIRA
-  Área com limitações climáticas à cultura de SERINGUEIRA
-  Áreas com possibilidades climáticas, porém mais favoráveis ao mal das folhas. Excedentes hídricos bastantes elevados.

FIG. 10

MA-DNPEA INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO NORTE	
ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA AMAZÔNIA (em APROXIMAÇÃO)	
ANO 1971	ESC. 1:10.000.000

1.2.7 CULTURA DA PIMENTA DO REINO

Condições Térmicas:

Sendo a pimenta do reino, originária de regiões tropicais (23), requer para seu desenvolvimento clima quente. Desenvolve-se bem na faixa térmica compreendida entre 12,0°C a 40°C (19) desconhecendo-se porém o valor de temperatura ótima exigida pela cultura.

Entretanto estudos das condições térmicas de áreas de grande produção pimenteira no país, (Estado do Pará), notadamente nas zonas Guajarina e Bragantina e no exterior: Djakarta na Indonésia, Bombaím, Bangalore e Mangalore na Índia e Hambatota no Ceilão, revelam médias de temperaturas anuais, oscilando entre 23,0°C a 28,0°C podendo-se assim considerar que temperaturas situadas entre tais valores apresentam condições térmicas bastante favoráveis ao cultivo da pimenta.

Condições Hídricas:

Até o presente, ainda não foi estabelecido, limites de disponibilidades de água no solo, de excesso ou de deficiência, tolerados pela cultura. Sabe-se apenas que a pimenta do reino requer para produzir economicamente, regime pluviométrico que defina dois períodos: um bastante chuvoso e outro de estiagem (19) e que as chuvas muito intensas e prolongadas são prejudiciais à cultura (20).

O estudo das condições hídricas das áreas mencionadas, com base no critério dos balanços hídricos de Thornthwaite (figura 11) apresentaram os seguintes resultados: No Pará, nas duas regiões consideradas tipicamente produtoras de pimenta: Tomé Açú e Belém, foram encontrados déficits de umidade de 360 mm e de 32 mm respectivamente.

Em Djakarta na Indonésia, verificou-se déficit hídrico bem acentuado, com cerca de 245 mm anual, para um mon-

tante pluviométrico de 1.755 mm. Em Hambatota no Ceilão, a precipitação anual de 1.074 mm mostrou-se muito inferior a evapotranspiração potencial que é de 1.710 mm, resultando em consequência uma deficiência bastante elevada, com cêrca de 636 mm anual. Já em Colombo, os déficits hídricos foram bem reduzidos encontrando-se 30 mm, em consequência do menor poder evaporativo e total pluviométrico mais elevado e inexistência de período sêco definido.

Na Índia, nas regiões estudadas verificaram-se também variação de disponibilidade hídrica bastante acentuada. Os totais pluviométricos variam de pouco mais de 900 mm a quase 3.500 mm e os déficits hídricos anuais atingem de 300 mm a 840 mm.

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

Embora os cálculos dos balanços hídricos efetuados para as zonas pimenteiras estrangeiras estudadas, tenham revelado em geral déficits hídricos bastante elevados sabe-se que a maior parte dos cultivos de pimenta do reino no mundo, são feitos utilizando sombreamento e tutores vivos. E' entretanto, nas condições de cultivo da Amazônia (com tutoramento de estações e sem sombreamento), que a pimenta cresce mais rápido e produz mais cêdo.

Atentando para tal fator, deduz-se que a faixa de déficits hídricos anuais entre 30 mm a 400 mm, é a mais indicada ao cultivo da pimenta, podendo-se assim dizer que a região apresenta áreas bastante favoráveis sob ponto de vista climático à exploração da cultura, particularmente no Estado do Pará e Território Federal do Amapá (figura 12).

1.2.8 CULTURA DO ABACAXÍ

Condições Térmicas:

Temperaturas médias anuais entre 24,0°C e 29,0°C, são tidas como adequadas para o desenvolvimento da cultura.

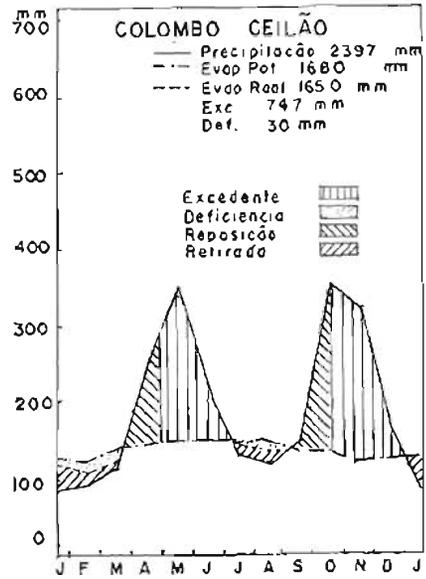
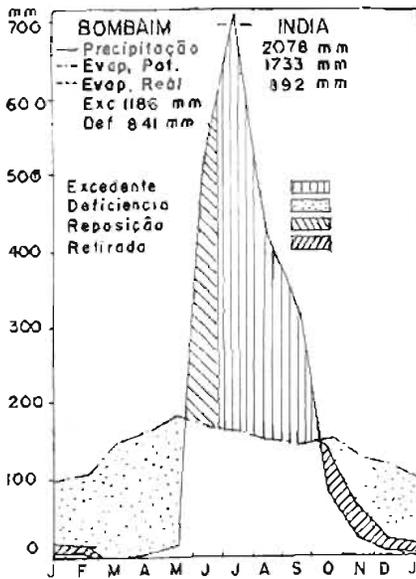
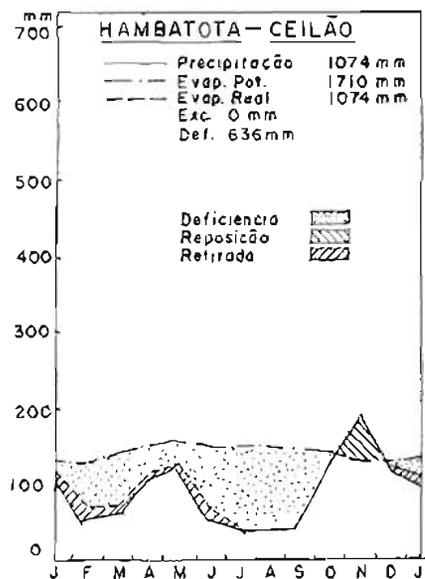
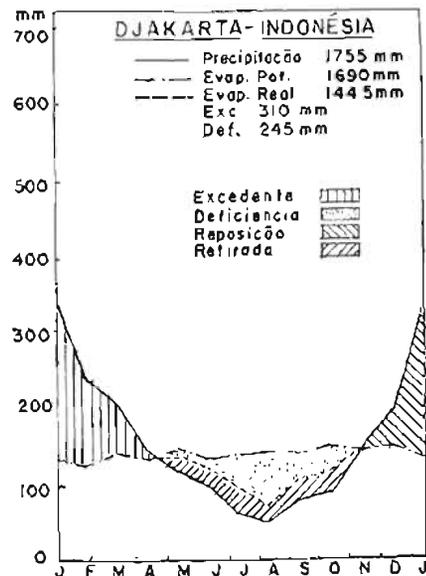
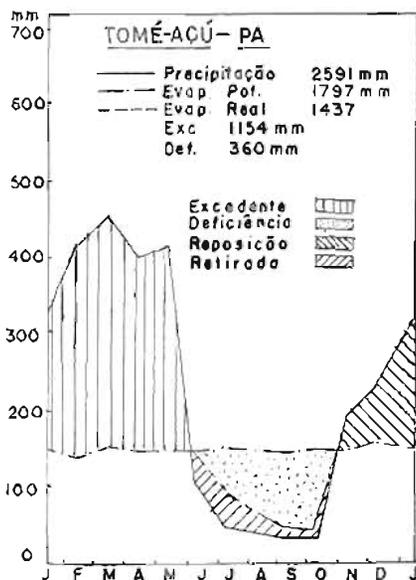
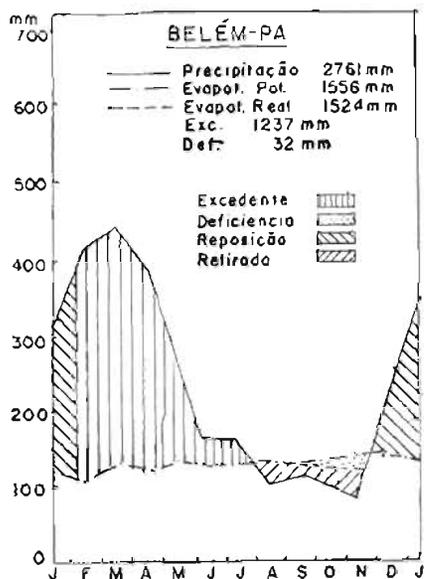
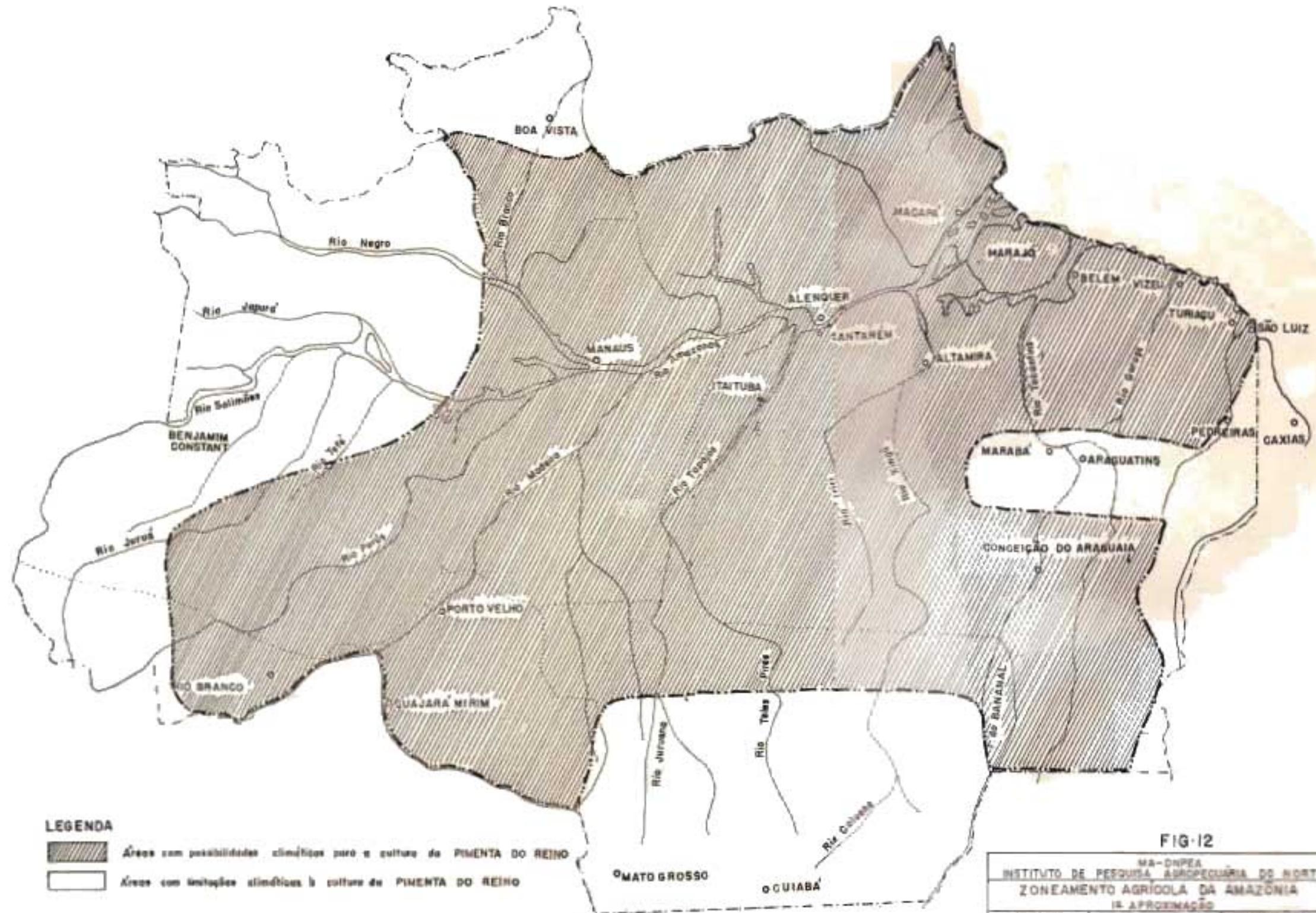


FIG. 11 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para típicas regiões de Pimenta do Reino do Brasil, Indonésia, Ceilão e Índia.

65°

55°

45°



LEGENDA

-  Áreas com possibilidades climáticas para a cultura de PIMENTA DO REINO
-  Áreas com limitações climáticas à cultura de PIMENTA DO REINO

FIG. 12

MA-DNPEA
 INSTITUTO DE PESQUISA AGRÍCOLA DO NORTE
 ZONEAMENTO AGRÍCOLA DA AMAZÔNIA
 II. APROXIMAÇÃO
 ANO 1971 ESCALA 1:10.000.000

Temperaturas acima de 35,0°C, especialmente em regiões com umidade relativa baixa, são prejudiciais ao abacaxi, ocasionando queimaduras no fruto pelo sol, embora não afetem a planta em si (24).

Com relação às baixas temperaturas, o abacaxi pode suportar temperatura até 1°C sem grandes prejuízos, desde que o período de duração seja curto. (24).

Condições Hídricas:

O abacaxi é bastante resistente à seca, as células aquíferas permitem seu cultivo em regiões onde as chuvas estão condicionadas apenas a determinadas épocas do ano.

O ótimo pluviométrico anual atribuído ao abacaxi segundo Collins, está compreendido entre 1.00mm a 1.500mm Peixoto atribui entre 1500mm a 2000mm (24).

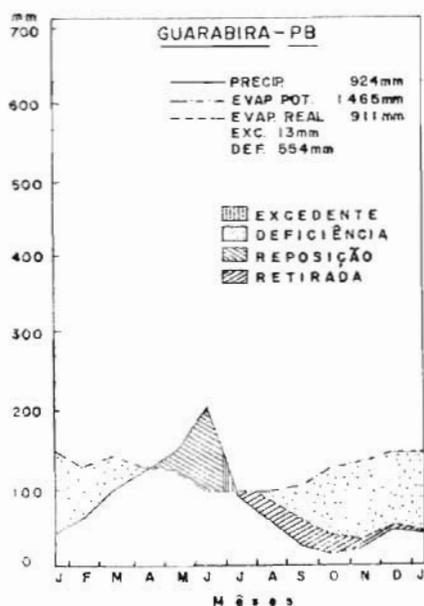
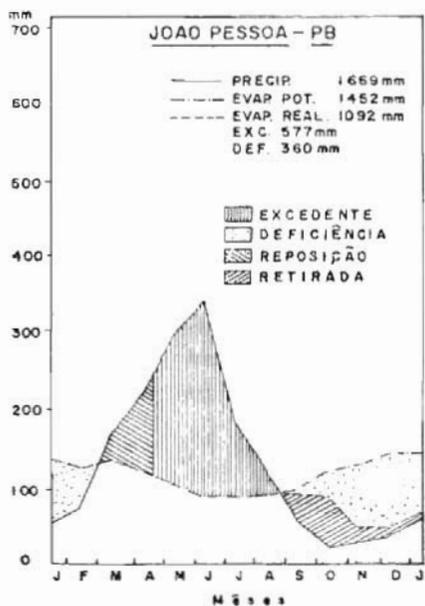
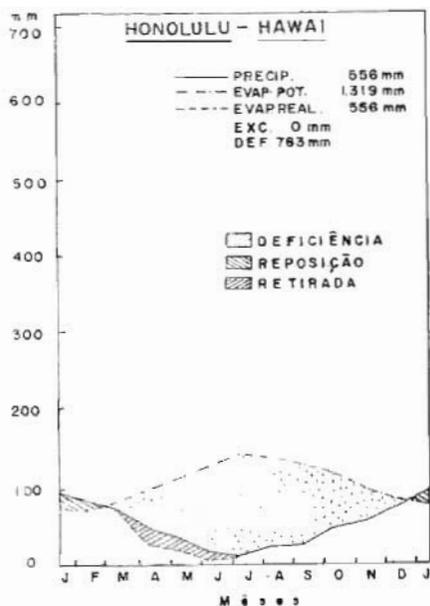
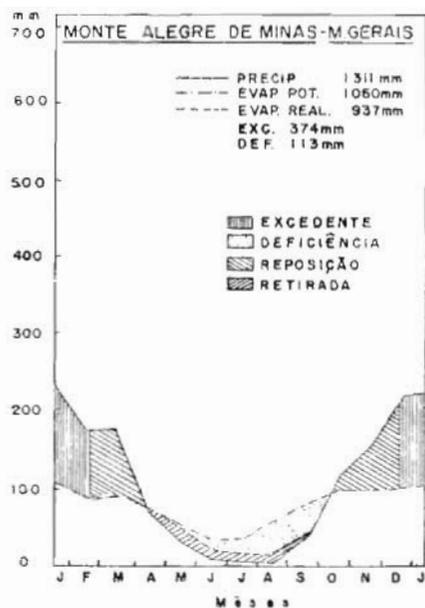
A umidade atmosférica elevada tem grande importância no desenvolvimento da cultura, principalmente nas áreas de reduzida precipitação pluviométrica. Essa importância, advém de formação do orvalho através das baixas temperaturas noturnas e por reduzir as perdas de água pela evapotranspiração potencial (24).

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

No tocante à temperatura pode-se dizer que a região é bastante favorável ao abacaxi, apresentando ótimas condições para a expansão da cultura.

Com relação às condições hídricas, vista apenas a tolerância do abacaxi em relação à seca, pode-se dizer que na região não há limitações para a cultura; todavia, resta saber com relação aos excedentes hídricos.

Estudos de várias regiões de cultivo do abacaxi (figura 13) revelaram que a cultura fica submetida a uma faixa de excedentes entre 0 mm a 600 mm, deduzindo-se assim que excedentes hídricos muito acima destes valores, poderão constituir limitações para o cultivo do abacaxi.



FONTE: EM - MA

FIG. 13 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para distintas regiões produtoras de abacaxi.

Assim sendo, preliminarmente pode-se dizer que as áreas com excedentes hídricos até 1.000 mm deverão ser as mais indicadas para o cultivo da cultura (figura 14).

1.2.9 CULTURA DA BANANA

Condições Térmicas:

Segundo Tôrres (24) o cultivo da bananeira processa-se em ótimas condições entre limites bastante extensos do globo abrangendo desde 35° de latitude Norte à 40° de latitude Sul, contendo como é evidente, as mais diversificadas condições de clima, tornando-se assim, difícil estabelecer as exigências climáticas reais para a cultura.

A temperatura média mensal de 26,7°C (24) parece ser mais indicada para a cultura; temperaturas mínimas mensais inferiores a 15,0°C, implicam numa diminuição relativamente sensível no crescimento da bananeira.

O frio, geadas e ventos, são fatores climáticos de grande importância a considerar na cultura da bananeira. O frio, reduz o crescimento vegetativo e retarda o aparecimento dos rebentos, e as geadas causam danos bastante prejudiciais à planta e ventos muito fortes, podem quebrar as plantas ou provocar o desenraizamento.

Condições Hídricas:

Inúmeros autores referem-se às exigências hídricas da cultura, apresentando valores bastante discordantes entre si resultando principalmente do fato dessas necessidades estarem associadas a outros fatores, notadamente da temperatura ambiente, umidade do ar, vento, variedades cultivadas, tratamentos culturais etc.

Segundo Simmonds (24), 51 mm de chuva por mês representam um nível abaixo do qual as bananeiras sofrem sensivelmente a falta de chuvas, enquanto que 102 mm por mês, podem ser considerados como satisfatórios a todos os solos, com exceção dos mais porosos.

Fossibilidades Climáticas na Amazônia:

Considerando que as adversidades climáticas que limitam a expansão da cultura, como geadas e ventos muito fortes, ocorrem fora dos limites da região e que para uma exploração intensiva, os elementos que mais carecem são os tratamentos culturais convenientemente aplicados nas épocas adequadas, no que tange ao clima da região, pode-se dizer em primeira aproximação, que não há limitação de tal ordem à expansão de cultura.

1.2.10 CULTURA DA LARANJA

Condições Térmicas:

As plantas cítricas vegetam e produzem satisfatoriamente em condições térmicas bem variadas, suportando temperaturas elevadas dos climas tropicais e as baixas temperaturas, até 0°C. A temperatura média anual de 24,0°C, é considerada como satisfatória para a cultura dos citrus (25).

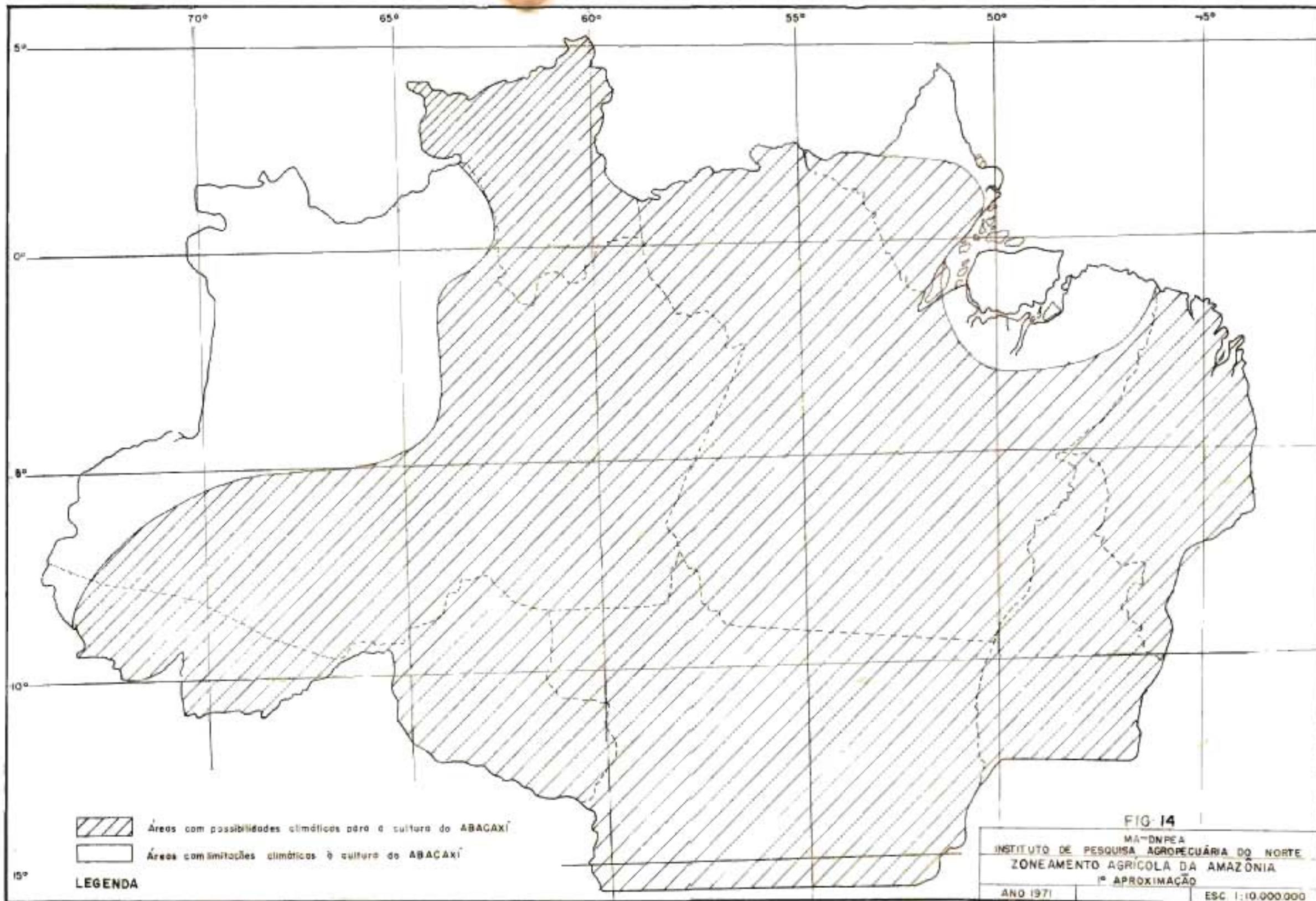
Temperaturas elevadas não afetam a produção da laranja, todavia a coloração da casca fica prejudicada quando a fruta amadurece sob excesso de calor (28).

A temperatura mínima anual superior a 16,0°C limita a produção de laranja tipo exportação (28).

Condições Hídricas:

As exigências hídricas da cultura são bem pouco conhecidas, atribuindo-se o índice pluviométrico de 1.200 mm como satisfatório para os citrus (25).

A cultura parece ser pouco tolerante às deficiências hídricas, visto que nas regiões de grande produção, prevalece em geral a irrigação complementar. Nas condições do planalto paulista, déficits hídricos superiores a 200 mm afetam a produção (28).



Possibilidades Climáticas na Amazônia:

A temperatura, parece ser o elemento climático que mais limita a exploração da cultura, embora suporte uma faixa térmica bastante ampla.

Regime pluviométrico bem distribuído, deverá ser mais indicado para a laranjeira, embora não constitua fator limitante, visto que nas regiões essencialmente produtoras prevalece a prática de irrigação complementar, e que parece ser mais indicado para a cultura.

Assim sendo, em primeira aproximação, pode-se dizer que na Amazônia não há limitação de ordem climática para a expansão da cultura.

1.3 PLANTAS DE CICLO ANUAL

As plantas que integram este grupo pertencem a categoria de plantas anuais ou de ciclo curto e embora apresentem tipos bastante diferenciados e adaptados às condições climáticas muito variadas, foi verificado que para a região, em geral, o problema reside na escolha dos tipos adaptados às variações climáticas mais adequadas aos plantios.

Assim sendo, com excessão do algodão anual, foi efetuada análise sucinta das condições climáticas que mais afetam o desenvolvimento de tais culturas, e omitido, o item "Possibilidades Climáticas na Amazônia" uma vez que preliminarmente pode-se dizer que não há restrições de ordem climática a expansão destas culturas.

1.3.1 CULTURA DO AMENDOIM

Exigências climáticas:

O amendoim é cultura de regiões tropicais e sub tropicais, não tendo exigências especiais com relação ao clima dentro dessa faixa. Vem sendo cultivada inclusive em regiões temperadas, com verão suficiente para cobrir o ciclo (2).

Como exigências térmicas e hídricas, foi atribuído o mínimo de 15,0°C de temperatura e 600 mm de precipitação anual. Entretanto é cultivado em áreas do Senegal com precipitação da ordem de 250 mm a 300 mm, concentradas em período equivalente ao ciclo da planta (2).

1.3.2 CULTURA DO ARROZ

Exigências Climáticas:

A cultura do arroz, em face o grande número de variedades com exigências ecológicas distintas, torna-se difícil definir qual o tipo de condições climáticas favoráveis ao seu cultivo dentro de faixas restritas. Embora seja uma planta muito exigente em calor e umidade, é cultivada tanto nas regiões tropicais como em regiões temperadas.

As condições ideais de calor e umidade, correspondem a uma temperatura constante de 32,0°C durante todo o ciclo em solo permanentemente em estado de saturação. Entretanto diz-se que a temperatura mínima tolerada pela cultura é de 20,0°C para o seu desenvolvimento vegetativo, e que a floração e frutificação encontram melhores condições térmicas com temperaturas em torno de 30,0°C. Com relação às condições hídricas, a cultura de sequeiro, exige de 900 mm a 1.100 mm de chuva durante todo o ciclo (26).

1.3.3. CULTURA DO FEIJÃO

Exigências Climáticas:

A cultura do feijão comum, devido ao seu ciclo relativamente curto, pode se desenvolver bem tanto no clima tropical como temperado. Entretanto, trata-se de uma planta muito sensível às temperaturas extremas (18).

Temperaturas inferior a 16,0°C são prejudiciais aos feijoeiros e certas variedades de *Phaseolus* são prejudicadas por temperaturas inferiores a 30,0°C. Quanto as condições hí-

dricas, diz-se que o feijão é pouco exigente em umidade e considera-se como ideal, precipitação de 100 mm por mês (38).

1.3.4 CULTURA DO MILHO

Exigências Climáticas:

Sendo de origem tropical, é muito natural que o milho dê preferência às regiões quentes intertropicais. Todavia, o grande número de formas que apresenta torna possível a sua cultura também nas regiões subtropicais, com sucesso. Não é muito exigente em umidade, sua necessidade se torna crescente a partir da germinação, para atingir um máximo durante a fase de fertilização. Assim uma região de clima relativamente quente, com aproximadamente três meses a três meses e meio de chuvas regulares, está em condições de poder cultivar milho (18).

Com relação às exigências térmicas e hídricas do milho, têm-se que a temperatura média de 19,5°C é o limite mínimo para o desenvolvimento da cultura, além da qual o milho praticamente não se desenvolverá. Segundo SHAW (12), o milho é cultivado desde regiões com precipitação anual de 250 mm até acima de 5.000 mm, considerando este mesmo autor que 200 mm durante o verão, é indispensável para a produção da cultura sem irrigação.

1.3.5 CULTURA DO ALGODÃO

Condições Térmicas:

Temperaturas do solo em torno de 20,0°C a 30,0°C são favoráveis à germinação, tendo sido estabelecidos os limites máximos e mínimos para a germinação, de 40,0°C e 14,0°C respectivamente (13).

Para o crescimento, temperaturas acima de 30,0°C são prejudiciais, e o ótimo desenvolvimento situa-se em torno de 25,0°C (8).

Embora não tenham sido estabelecidos os limites críticos sabe-se que o algodoeiro é planta exigente de luz. A queda acentuada de capulhos em desenvolvimento é provocada por insolação reduzida (15)..

Assim sendo em geral as condições térmicas da região são favoráveis à implantação da cultura do algodão anual, encontrando-se algumas restrições no que tange as temperaturas extremas em Goiás e Mato Grosso.

Condições Hídricas:

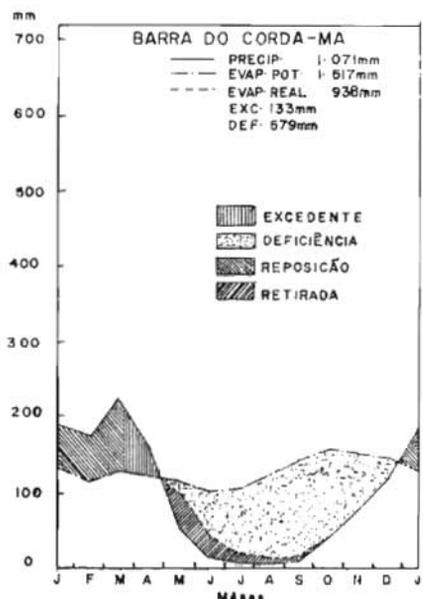
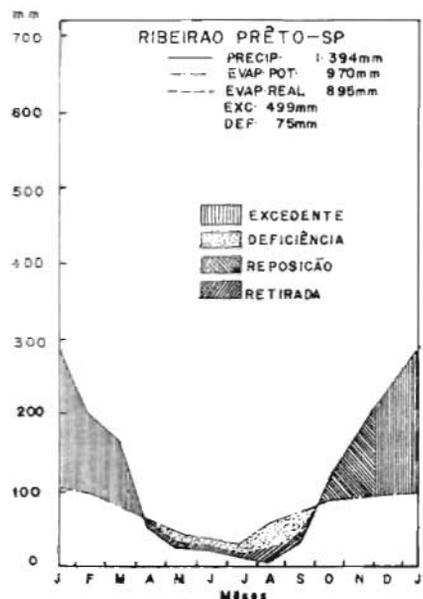
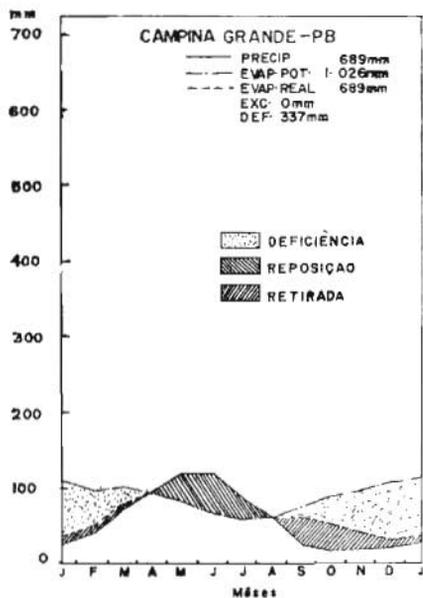
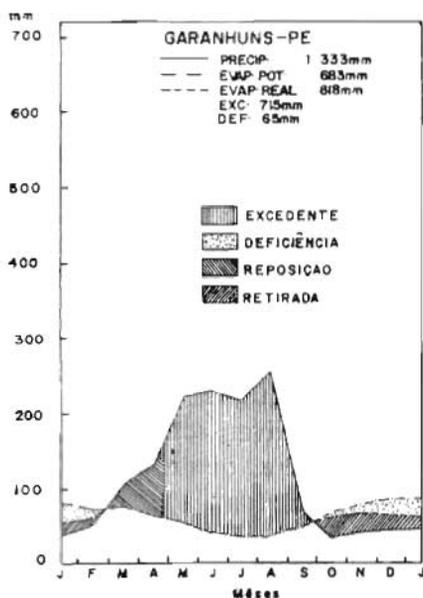
O algodoeiro é bastante resistente a sêca, e pouco tolerante ao excesso de umidade no solo.

Regimes pluviométricos sem estação sêca definida, prejudicam o algodoeiro em várias fases de seu desenvolvimento. Durante a floração, o excesso de crescimento vegetativo tem efeitos deprimentes sôbre a produção, por ocasião da frutificação, verifica-se acentuada abscisão de capulhos, as chuvas prejudicam a qualidade do produto.

Os estudos sôbre balanços hídricos nas regiões algodoeiras do Brasil tem revelado uma grande amplitude de variação de déficits e excessos hídricos (31). No Nordeste, os déficits elevados da zona do Sertão, só permitem o cultivo do algodão perene, adaptados às condições climáticas semiáridas. Por outro lado, os balanços hídricos de localidades algodoeiras do Planalto Paulista, revelaram pequenos períodos de consumo e umedecimento do solo, sem ocorrência de déficits hídricos (31). A redução da precipitação nas últimas fases de desenvolvimento do algodoeiro, permitem no entanto, sua cultura em níveis econômicos.

Possibilidades Climáticas na Amazônia:

O algodão herbáceo é planta pouco tolerante com relação aos excedentes de água no solo, tendo sido atribuído como altura máxima de precipitação tolerada pela cultura índices pluviométricos anuais, desde que bem distribuídos de 500 mm a 1.500 mm.



FORNTE: EM - MA

FIG. 15 — Balanços Hídricos segundo Thornthwaite 1955 (125 mm) para regiões algodoeiras do Brasil.

Através de balanços hídricos calculados para algumas zonas produtoras do algodão anual no Brasil como: Garannuns (Pe), Campina Grande (Pb), Ribeirão Preto (SP) e Barra do Corda (Ma) (figura 15), foram verificadas variações nas condições de umidade do solo de excedentes e deficiências anuais de 0 (zero) mm a 700 mm e de 60 mm a 500 mm respectivamente.

Comparando-se tais condições hídricas com as da região em estudo, verificaram-se semelhantes condições de deficiências de água no solo em várias localidades da região, abrangendo os Estados do Pará, Maranhão, Mato Grosso e Goiás e Territórios do Amapá, Rondônia e Roraima (figura 16), podendo-se dêsse modo considerá-las como favoráveis sob o ponto de vista climático à exploração da cultura, desde que a época do semeio seja convenientemente escolhida.

1.4 PASTAGENS

No uso e formação de pastagens para a Amazônia, entre as espécies adaptadas às condições climáticas da região, encontram-se principalmente as pertencentes à família das gramineas.

As espécies mais indicadas segundo Granner (18) estão reunidas no grupo dos capins, destacando-se: colômbio (*Panicum maximum* Jacq) elefante (*Pennisetum purpureum*), gordura (*Melinis minutiflora*) e jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Nees).

A canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis* Lam Hitchc et chase), surge como forrageira bastante promissôra para a região, com enorme possibilidades na formação de pastagens em solo de várzea (36).

De um modo geral, pode-se afirmar que não há restrições climáticas para a formação de pastagens artificiais. O único fator desfavorável, relaciona-se ao excesso de umidade na época de floração com maior ocorrência nas áreas de clima Af, o que acarreta o ataque de fungos às sementes, reduzindo sensivelmente o poder germinativo.

S U M M A R Y

A study made of the climatic possibilities of the following crops in the Brazilian Amazon Region: cocoa, coffee, African oil palm (dendê), sugar cane, rubber trees, manioc, black pepper, peanuts, rice, corn, beans, cotton and fruits crops: pineapple, banana and orange. The climatic areas which favor these crops are indicated according to their thermic and hydric needs. Climatic zoning diagrams are presented for the various crops.

1.5 BIBLIOGRAFIA

- 1 -- ALBUQUERQUE, M. — A Mandioca na Amazônia, SUDAM, Belém-Pará-Brasil. 277 P. 1969.
- 2 -- ALMEIDA, F. S. — Cultura do Amendoim. Gazeta do Agricultor, Lourenço Marques (ed) série B — Divulgação — 1969.
- 3 -- ALVIM, P. de T. — Correlação entre chuvas, temperaturas e produção do cacauero. In Conferência Interamericana do Cacao. Salvador-Bahia, Brasil. Instituto do Cacao: 133-136. 1960.
- 4 -- ——— — Las necesidades de água del cacao Turrialba, (Costa Rica) 10 (1), 1960.
- 5 -- Stomatal opening as a practical indicator of moisture deficiency in cacao. *Phyton* 15 (1): 79-89, 1960.
- 6 -- ——— — Some physiological studies at the Inter American Cacao Center. Conferência del Comitê Técnico Interamericano do Cacao. 4a. Guaiquil Equador Comunicaciones de Turrialba, nº 19-13 p. 1952.
- 7 -- ——— — Physiology of growth and flowering in coffee. *Coffee* 2 (6) 57 — 62. 1960.
- 8 -- BALLS, W. L. — The development and properties of raw cotton. A & Black Ltda. — London: citado em (29). 1915.
- 9 -- BREDAS, J. & SCUVIE, L. — Aperçu des influences climatiques sur les cycles de production du palmier à huile. *Oleagineux* 16: 523-538. 1960.
- 10 -- CAMARGO, A. Paes de — Possibilidades climáticas da cultura da Seringueira em S. Paulo, Bol. do Instituto Agrônomo de Campinas nº 110, 20 p. 1959.
- 11 -- ——— — & RTOLANI, A. — Clima das zonas cafeeiras do Brasil. In Cultura e Adubação da Cana de Açúcar Instituto Brasileiro de Potassa (ed): 121-138. 1966.

- 12 — ————— — Viabilidade e limitações climáticas para a cultura do milho no Brasil. In Cultura e Adubação do Milho São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa (ed): 225-247. 1969.
- 13 — CAMP, A. F. & WALKER, M. N — Soil temperature studies with cotton Technical Bull. Agric. Exp. Sta. University of Flórida, 1927-
- 14 — DILLEWINJ, C. VAN. — Botany of Sugar Cane. Waltham, Mass the Chronica Botânica. 371 p 1952.
- 15 — DUNLAP, A. A. — Fruiting and shedding of cotton in relation to light and others limiting factors. Technical Bull. Agric. Exp. Sta. College Station Texas, citado em (20) 1945.
- 16 — DUCKE, A. — Novas contribuições para o conhecimento das seringueiras da Amazônia Brasileira — II. Bol. Técnico do Instituto Agronômico do Norte n.º. 10, 24 p. 1946.
- 17 — FERNAND, M — Phytotechnie de l'Hevea brasiliensis — Jules Duculot, (ed) 435 p. 1944.
- 18 — GRANNER, E. A. & GODOY Júnior, E. C — Culturas da Fazenda Brasileira — São Paulo. 2a. edição. Ed. Melhoramentos. 461 p. s/d.
- 19 — GANANATHAU, U. S. — Índia the land and people. Economic geography of India. National Book Trust. Índia.
- 20 — GORINDA, K. M e VENTRATESWORAM, P. A — Agr, Lepeti Madras Bull n.º 98, 1929.
- 21 — HARDY, F. — Manual de Cacao. Inst. Interamericano de Ciências Agrícolas ed, Turrialba, Costa Rica. 439 p. 1961.
- 22 — HAEQUART, A. — Periodicité de la florasion et de frutification du café robusta e l'Equateur. Bull Agric. Congo Belge v. 32 496-538, 1941.
- 23 — LENON JORGE — Fundamentos Botânicos dos Cultivos tropicais — Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas OEA 1ª edição, 1968.
- 24 — INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA DE ANGOLA — Zonas Naturais de Angola mais favoráveis para algumas culturas de interesse. Angola. série Técnica — n.º 14, 89 p. 1969.
- 25 — INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIAS DO LESTE — Citricultura, Cruz das Almas, Bahia, 24 p, 1967.
- 26 — INSTITUT INTERNACIONAL DE LE POTASSE — Le riz et sa fertilizantion Berne. 58 p. 1955.
- 27 — KRUG, C. & POERK, E. A. de — World coffee survey. F. A. O. Agricultural Studies n.º 76: 476 p. 1953.

- 28 — MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL.
— Programa estratégico de Desenvolvimento, 1968 — 1970. Zoneamento Agrícola e Pecuário do Brasil. 257 pg. 1969.
- 29 — MELO, M.L. de — O Fator Geográfico na Economia Açucareira Bol. geogr. 6 (67): 678 — 715, 1948.
- 30 — NOSTI, J. — Cacao, café y té. Salvat ed. S.A.: 686 p. 1953
- 31 — ORTOLANI, A & SILVA, M. N. da — Clima das zonas algodoeiras do Brasil. In Cultura e Adubação do Algodoeiro. Instituto Brasileiro de Potassa (ed): 235-253. 1965.
- 32 — PEREIRA, F. B. & RODRIGUES, J. S. — Possibilidades Agroclimáticas do Município de Altamira (Pará) E. A. A. Belém (no Prelo).
- 33 — POSTERS, R. -- Action de l' eau après une periode séche sur le deuclechement de la florasion chez *Coffea arabica* L. L'Agro-nomie Tropicale (3,4) 148-158, 1946.
- 34 — SURRE, C & ZILLER, R. — Le Palmier e huile G.P. Maisonneuve & Larose. Paris (ed): 285 pg 1963.
- 35 — SAVIM, G. — O Dendzeiro no Estado da Bahia MA.DPEA Instituto de Óleos, 10 p. 1965.
- 36 — SERRÃO, E. A. S. & OUTROS — Canarana Erecta Lisa. IPEA² — Série: Estudo Sobre Forrageiras na Amazônia. Vol. 1 n. 1 1970.
- 37 — THORTHWAITE W. C. & MATHER, J. R. — Climate in relation to crops meteorological monographs. v. 2 nº 8, p. 1954.
- 38 — VIEIRA, C. — O Feijoeiro comum Cultura, Doença e Melhora-mento. Univers, Rural do Estado de Minas Gerais, Vicosa: 20