



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

1º Simpósio  
do Trópico Úmido

1<sup>st</sup> Symposium  
on the Humid Tropics

1er Simposio  
del Trópico Húmedo

ANAIS  
PROCEEDINGS  
ANALES

Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELEM - PARÁ - BRASIL

1986



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU

## 1º Simpósio do Trópico Úmido

1<sup>st</sup> Symposium  
on the Humid Tropics

1<sup>er</sup> Simpósio  
del Trópico Húmedo

Belém, Pará, 12 a 17 de Novembro de 1984

Belém, November 12 through 17, 1984

Belém, 12 a 17 de novembre de 1984

# ANAIS PROCEEDINGS ANALES

## Volume I

CLIMA e SOLO

CLIMATE and SOIL

CLIMA y SUELO

BELÉM - PARÁ - BRASIL



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — EMBRAPA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisas do Tópico Úmido — CPATU

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à  
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex: (091) 1210

Caixa Postal, 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

### Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I, Belém, 1984.

Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.

6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

I. Agricultura — Congresso — Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA, II. Título. III. Série.

CDD: 630.601

## O ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS DE CLIMA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA COM FINALIDADE AGRÍCOLA

Therezinha Xavier Bastos<sup>1</sup>, Edson José Paulino  
da Rocha<sup>2</sup>, Pedro Alberto Moura Rolim<sup>3</sup>, Tatiana  
Deane de Abreu Sá Diniz<sup>1</sup>, Evandro Carlos Rabelo  
dos Santos<sup>3</sup>, Roberio Aleixo Anselmo  
Nobre<sup>4</sup>, Elen Maria Câmara Cutrim<sup>5</sup> e  
Rizio Luiz Dejard de Mendonça<sup>6</sup>

**RESUMO:** Este trabalho aborda de maneira resumida as pesquisas ligadas à climatologia e meteorologia que vêm sendo conduzidas na Amazônia brasileira, tendo como objetivo principal fornecer um quadro geral dos principais aspectos do clima da região para fins agrícolas. São discutidos aspectos ligados à praticabilidade da terminologia de Trópico Úmido para a Amazônia e características gerais da climatologia dinâmica e descritiva da região. É também apresentada uma relação de entidades que atuam no campo de climatologia e meteorologia regional.

**Termos para indexação:** Clima, Trópico Úmido, Amazônia legal, elementos meteorológicos, sistemas atmosféricos, potencial agroclimático.

## THE CLIMATE OF THE BRAZILIAN AMAZON REGION FOR AGRICULTURAL PURPOSES. A STATE-OF-THE-ART

**ABSTRACT:** This paper synthesizes the climatological and meteorological research being carried out in the Brazilian part of the Amazon region. The main objective is to provide an overview of the principal aspects of the climate of the region with respect to their impact on the agriculture of the area. The applicability of the terminology of Humid Tropics for Amazonia, as well as general characteristics of the dynamic and descriptive climatology of the region are also discussed. A list of the agencies that deal with regional climatology and meteorology is presented.

**Index terms:** Climate, Humid Tropics, Brazilian Amazon basin, meteorological elements, atmospheric systems, agroclimatic potentiality.

<sup>1</sup> Eng. Agr. M. Sc. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66000. Belém, PA.

<sup>2</sup> Meteorologista. SUDAM. Av. Almirante Barroso, 426. CEP 66000. Belém, PA.

<sup>3</sup> Analista de Sistema. SUDAM.

<sup>4</sup> Meteorologista. Bolsista. EMBRAPA-CPATU.

<sup>5</sup> Eng. Civil e Meteorologista Ph. D. UFPA. Campus Universitário do Guamá. CEP. 66000. Belém, PA.

<sup>6</sup> Eng. Civil e Meteorologista. 2.º Diaze — INEMET. Belém, PA.

## INTRODUÇÃO

Informações englobando o maior número possível de segmentos do clima são imprescindíveis para a pesquisa e sistemas agrícolas, principalmente na tentativa de compatibilizar a tecnologia gerada com a realidade local, uma vez que, o entendimento do clima não pode ser ignorado nas diversas etapas da agricultura.

Na Amazônia brasileira, os estudos climáticos vêm se ampliando e, a partir da década de 70 até a presente data, têm-se verificado certo avanço nas observações sistemáticas, estudos realizados e pesquisas em desenvolvimento, envolvendo diversas entidades, gerando considerável acervo de informações sobre aspectos ligados à climatologia e à meteorologia da região.

Paralelamente a essa ampliação de informações climáticas, motivada principalmente pelo interesse voltado aos estudos ligados a pesquisas ambientais ou atividades diretamente relacionadas ao clima, como é o caso da agricultura, a região passou também pelo processo de expansão de suas fronteiras geográficas, ocupando hoje uma área de aproximadamente 3.000.000 km<sup>2</sup> do território nacional, havendo assim necessidade de atualização do nível de informações disponíveis no momento.

Por outro lado, vem crescendo o interesse do público em geral, por informações climáticas da Amazônia, e um dos problemas atuais, nessa área de estudo, é a falta de um documento acessível que reúna de maneira clara e objetiva as informações climáticas disponíveis na região.

Este trabalho aborda de maneira resumida as pesquisas ligadas à climatologia e à meteorologia que vêm sendo conduzidas, na Amazônia brasileira. O objetivo principal é fornecer um quadro geral dos aspectos mais importantes do clima da região para fins agrícolas, a fim de que o usuário deste setor e a comunidade técnico-científica possam utilizar essas informações de forma objetiva, possibilitando assim novas fontes de pesquisa.

## A AMAZÔNIA LEGAL NO CONTEXTO DE TRÓPICO ÚMIDO

### O Conceito de Trópico Úmido e suas limitações

As regiões tropicais têm sido amplamente conhecidas como áreas situadas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, correspondentes, respectivamente, às latitudes aproximadamente de 23° Norte e Sul do Equador, limites do deslocamento do sol em relação ao planeta Terra, correspondentes aos pontos que culminam com o máximo de declinação solar nos respectivos hemisférios.

O termo trópico, em geral, dá a conotação de clima quente, em que a temperatura é elevada o ano inteiro, sem registro de estação fria e a precipitação é considerável, pelo menos durante uma parte ao ano (Gorou 1953, citado por Nieuwolt 1977). Em termos de total anual, a precipitação excede a perda de água por evapotranspiração e, biologicamente falando, admite-se que essas áreas devem possuir clima favorável para o cultivo de plantas que necessitam do ano completo para alcançar a maturidade sem necessidade de irrigação (Williams & Joseph 1974).

Samson (1980) estabelece ainda que as áreas tropicais apresentam pouca variação do comprimento do dia ao longo do ano, sendo o dia mais longo inferior a 13 horas.

Atualmente, as regiões rotuladas como tropicais situam-se na África, Américas Central e do Sul, Caribe, parte da Austrália, Ásia e muitas ilhas agrupadas nos oceanos Pacífico e Índico. Nieuwolt (1977) atribuiu que a abrangência geográfica das áreas tropicais corresponde a uma faixa variando de 40° a 60° de latitude, não havendo, entretanto, um critério genérico para definir as características climáticas que melhor identifiquem estas áreas, faltando, por conseguinte, um consenso na delimitação da área de abrangência tropical.

Nieuwolt (1977) e outros, analisando as áreas tropicais distribuídas no globo terrestre quanto às suas condições térmicas, abordam os seguintes aspectos: os paralelos 23° norte e sul não correspondem na prática, aos limites para definir ou englobar todas as áreas do globo terrestre que apresentam as características climáticas peculiares ao cultivo de espécies tropicais, uma vez que regiões com evidentes características de clima tropical são encontradas em latitudes maiores que 23°, enquanto que, por outro lado, regiões com características não tropicais (com presença de estação fria) podem ser encontradas nos limites tropicais, em áreas de elevadas altitudes, algumas até muito próximas do Equador. A utilização do critério de Köppen, que estabelece a média de temperatura de 18°C para definir estação fria, é impraticável, pois esse critério exclui as áreas tropicais muito elevadas, onde a temperatura frequentemente permanece abaixo deste limite, embora sendo caracteristicamente tropicais, por não ficarem submetidas à ocorrências de inverno estacional.

Em termos de pluviometria, pode-se dizer que a simples comparação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, bem como os critérios de classificação climática que utilizam apenas temperatura e precipitação, estabelecidos por alguns autores para indicação de climas tropicais úmidos, como a de Papadakis (1965), citado por Williams & Joseph (1974), e a de Nieuwolt (1977), não evidenciam os diferentes níveis de umidade que possam ocorrer nas regiões tropicais.

Para corrigir as limitações de caracterização das áreas tropicais úmidas relativas à temperatura, tem sido estabelecido novo critério, consistindo de comparações entre as amplitudes médias de temperatura anual e diária para detectar a ocorrência de estação fria (Nieuwolt 1977, Samson 1980 e Ayoade 1983). Tal critério considera ocorrência de estação "fria invernal", se a amplitude de temperatura média anual for superior à amplitude de temperatura

média diária, no caso inverso, não haverá presença de estação fria, sendo as condições térmicas peculiares às das regiões tropicais.

Para a precipitação pluviométrica, o critério de classificação climática de Thornthwaite, que utiliza o método de balanço hídrico contábil, possibilita identificar diferenças de disponibilidade hídrica, em tipos climáticos que apresentam idênticos índices de umidade, parece ser, no momento, o critério mais aceitável para evidenciar diferentes níveis de umidade e de aridez nas regiões tropicais e estabelecer nítida diferenciação entre as diversas categorias de clima que possam ocorrer nessas regiões.

### **Aplicabilidade do termo "Trópico Úmido Brasileiro" para a Amazônia Legal.**

A Amazônia Legal, ou Amazônia brasileira, também conhecida recentemente como trópico úmido brasileiro, Relatório ... (1983), abrange cerca de 60% do território nacional, é constituída pelos Estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso, Territórios Federais do Amapá e Roraima e parte dos Estados de Goiás a norte do paralelo 13° e Maranhão, à oeste do meridiano 44°. Está limitada praticamente pelos paralelos 5° norte e 16° sul e pelos meridianos 44° e 74° a oeste de Greenwich, apresenta em geral elevações pouco acentuadas, com altitudes predominando em torno de 150 m, verificando-se, entretanto, elevações consideráveis em alguns pontos da região, como Pico da Neblina, Monte Roraima e Serra do Cachimbo, com alturas em torno de 3.000 m, 2.700 m e 600 m, respectivamente.

Aplicando-se na Amazônia, o critério térmico de Nieuwolt (1977) e a classificação climática de Thornthwaite para o estabelecimento de índices térmicos, pode-se dizer que não se tem registrado características térmicas que indiquem a presença de estação fria na região.

Em termos hídricos, a análise espacial de índices efetivos de umidade, de acordo com o método de Thornthwaite, tem revelado que a região apresenta acentuadas variações mostrando, além da ocorrência de tipos climáticos super úmido e úmido, a presença de tipos climáticos semi-úmido e seco, o que evidencia que em relação às condições hídricas, a conotação "trópico úmido" não deve ser atribuída a toda a Amazônia Legal.

A Fig. 1 mostra resultados de balanços hídricos e respectivos tipos climáticos para algumas localidades da região, onde se pode verificar a ocorrência na Amazônia, de áreas em que predominam condições de clima semi-úmido e seco.

Por outro lado, a aplicação da terminologia "trópico úmido brasileiro" para a Amazônia Legal, subentende que toda área tropical úmida do Brasil está incluída nessa região, gerando a interpretação incorreta de que não existem outras áreas, no País, com características de clima tropical úmido, quando é evidente que, vários locais fora dos limites da Amazônia Legal, notadamente as áreas próximas do litoral sul baiano e da zona da mata de Pernambuco, apresentam características climáticas peculiares de áreas de clima quente e úmido, da Amazônia brasileira.

## **PESQUISAS CLIMATOLÓGICAS DESENVOLVIDAS NA AMAZÔNIA**

Até o final da década de 60, as informações sobre a climatologia da Amazônia brasileira se referiam a dados de pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar, precipitação pluviométrica e insolação, provenientes de 57 municípios contidos principalmente em Normais Climatológicas e Atlas Climatológicos do Brasil (Brasil 1968, 1969). Os aspectos descritivos e dinâmicos da climatologia da região foram abordados por vários autores, porém sob condições muito gerais, abrangendo todo o Brasil, sendo poucos os trabalhos específicos para a região. Brasil (1984) apresenta uma relação

de autores que escreveram artigos sobre o clima da região envolvendo período anterior a 1970.

A partir da década de 70, até a presente data, tem-se verificado acentuado progresso nas observações sistemáticas, estudos realizados e pesquisas em desenvolvimento. As observações sistemáticas provenientes de estações de superfície têm sido ampliadas em diversas Unidades Federativas da região, principalmente no campo da pluviometria que, de 1970 até 1984, se elevou de 57 para 900 estações. Certo progresso tem sido também verificado no tocante à expansão de observações de vento, insolação e evaporação. Em relação à radiação solar, pode-se dizer que o monitoramento preciso da radiação solar global data nesta região, da segunda metade da década de 70.

As informações obtidas a partir de 1970 abordam vários segmentos da climatologia descritiva e dinâmica e de micrometeorologia, atingindo mais de 100 trabalhos publicados, envolvendo principalmente os seguintes aspectos: caracterização geral do clima da região como um todo, ou por Unidades Federativas e Municipais, envolvendo conjuntamente temperatura e umidade do ar, insolação, precipitação pluviométrica, balanço hídrico e classificação climática (Nimer 1972, Vieira et al. 1971, Bastos 1972 e 1980, Ribeiro, 1976, Brasil 1974, Bastos & Diniz, 1982, Brasil ... 1984, Serra 1976); análises de elementos climáticos isolados provenientes de mensurações ou de estimativa relacionando principalmente vento e precipitação (Cutrim et al. 1980, Cutrim 1983, Nechet 1983, Bastos et al. 1984); estimativa e mensuração de radiação solar global e seus componentes, coeficiente de transmissão da radiação, distribuição espectral e luminosidade, bem como estimativas de evapotranspiração potencial e balanço hídrico (Brinkmann, 1971, Villa Nova et al. 1976 e 1978, Hancock et al. 1979, Almeida et al. 1979, Ribeiro & Villa Nova 1979, Diniz et al. 1983 e 1984); resultados de temperatura do ar e do solo,

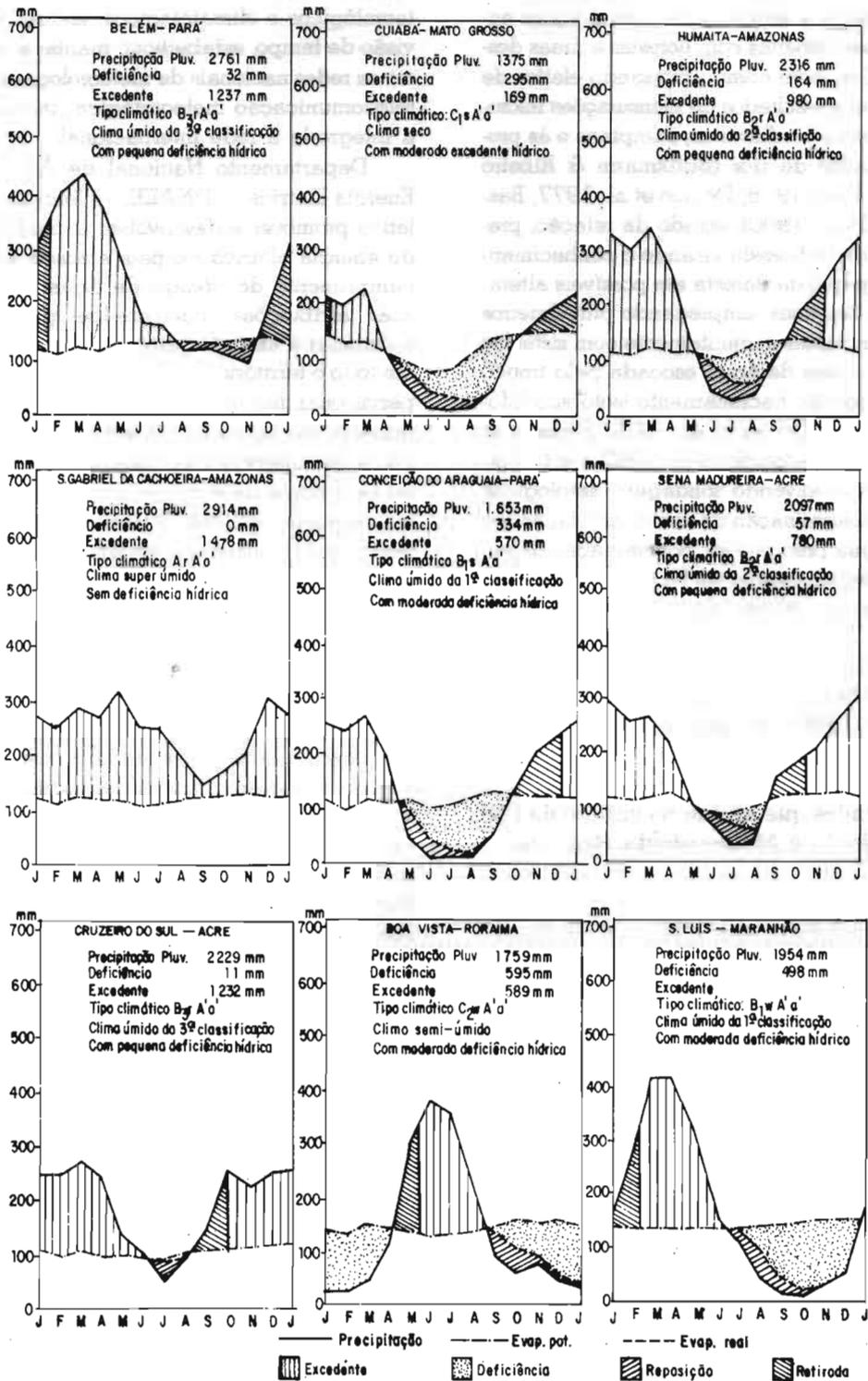


FIG. 1. Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather 1955, para retenção hídrica de 125 mm e respectivos tipos climáticos.

provenientes de postos meteorológicos convencionais e envolvendo comparações entre áreas cobertas com florestas e áreas desmatadas, bem como abordando efeitos de friagem e resultados de mensurações microclimáticas em florestas, campinas e às proximidades de rios (Brinkmann & Ribeiro 1972, Leite 1978, Decico et al. 1977, Bastos & Diniz 1980); estudo da relação, precipitação e floresta visando o conhecimento do papel da floresta em possíveis alterações climáticas, empregando pluviômetros convencionais conjuntamente com sistemas de coletores de água escoada pelo tronco e método de fracionamento isotópico (Molion 1975, Lettau et al. 1979, Franken et al. 1982, Leopoldo et al. 1982 a e b); trabalhos envolvendo sondagens aerológicas para determinação de vento, circulação geral, água precipitável, concentração de vapor d'água, campo de fluxo de vapor, evapotranspiração real e modelos de fracionamento isotópico em água da chuva (Reis et al. 1977, Dall'Olio et al. 1979, Marques et al. 1979 e 1980, Kagano 1979, Kousky & Kagano 1981, Kousky & Molion 1981).

### **Entidades que atuam no campo da Climatologia e Meteorologia Regional**

Neste tópico é apresentado um resumo de atividades desenvolvidas pelas instituições que mais diretamente vêm atuando nesses ramos de pesquisa na região. As informações apresentadas foram, em grande parte, obtidas em trabalhos publicados, sendo a maioria proveniente do Documento Nacional Brasileiro apresentado no Seminário Internacional de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, realizado em Manaus entre 23 e 27 de julho de 1984, Brasil (1984).

Instituto Nacional de Meteorologia — INEMET. — Órgão responsável oficialmente pela rede de estações meteorológicas do Brasil, atua na região através de quatro distritos sediados em Manaus, Belém, Cuiabá e Goiânia. O Instituto tem por finalidade

realizar estudos e efetuar levantamento meteorológicos e climatológicos, efetuar previsão de tempo, estabelecer, manter e operar as redes nacionais de meteorologia e de telecomunicação meteorológica, inclusive a integrada à rede internacional.

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica — DNAEE. — Tem por objetivo promover e desenvolver a produção de energia elétrica no país e assegurar o cumprimento do código de águas. Entre suas atribuições, compete-lhe planejar, coordenar e executar estudos hidrológicos em todo o território nacional, bem como supervisionar, fiscalizar e controlar o aproveitamento das águas que alteram o seu regime, e de supervisionar, fiscalizar e controlar os serviços de eletricidade. Na Amazônia brasileira, o DNAEE vem efetuando, a partir de 1976, planejamento, análise e operação de redes hidrometeorológicas, armazenamento e disseminação das informações e estudos de diagnósticos e planejamento da utilização de recursos hídricos.

Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia — SUDAM. — Tem por objetivo básico planejar, coordenar e controlar a ação do governo federal na região, tendo em vista o desenvolvimento do espaço físico sob sua jurisdição. Sua atuação se desenvolve nos Estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Territórios Federais do Amapá e Roraima, e ainda pelas áreas do Estado de Goiás ao norte do paralelo 13°S e do Estado do Maranhão à oeste do meridiano de 44°W, abrangendo uma área de quase 5.000.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente 60% do território brasileiro. A SUDAM atualmente realiza estudos na área de hidrometeorologia, através de três programas: Programa de Recursos Naturais, Programa de Desenvolvimento da bacia Araguaia Tocantins — PRODIAT e Projeto Hidrologia e Climatologia da Amazônia — PHCA, o qual foi criado com a finalidade de contribuir para o melhor conhecimento da hidrologia e climatologia da região, com assessoria do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento — PNUD.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA. — Tem por finalidade promover, estimular, coordenar e executar atividades de pesquisa agropecuária com o objetivo de produzir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento agrícola do País, bem como dar apoio técnico administrativo a órgãos do poder público, com atribuições de formulação, orientação e coordenação de políticas de ciência e tecnologia no setor agrícola. Na região amazônica, a EMBRAPA conta com uma rede de oito unidades de pesquisa, visando a realização de estudos e pesquisas para geração de tecnologia adequadas às peculiaridades da região, dentre as quais, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU, com sede em Belém, que é a unidade de pesquisa voltada também para avaliação e aproveitamento de recursos naturais. Apresenta em sua programação os projetos a seguir mencionados, voltados para climatologia e agrometeorologia na região: Avaliação do Clima do Trópico Úmido para fins Agrosilvopastoris, Fatores Meteorológicos e a Produtividade de Culturas no Trópico Úmido, Zoneamento Agrosilvopastoril do Trópico Úmido Brasileiro (Zoneamento climático), Desenvolvimento de Métodos de Armazenamento de Dados Agrometeorológicos como parte de Sistemas de Informações Geoambientais, Avaliação do Clima em Áreas Agrícolas Representativas dos Ecossistemas de Terra Firme na Amazônia Brasileira, Avaliação do Comportamento Edafo-Climático do Guaranaizeiro na Região de Belém e Utilização de Imagens de Satélites Meteorológicos para fins Agrícolas no Leste Paraense.

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia — INPA. Unidade subordinada ao Conselho Nacional Científico e Tecnológico — CNPq. — Na área de pesquisa, o INPA está voltado para estudos de Botânica, Ecologia, Biologia Aquática, Limnologia e Química de Produtos Naturais. Desde 1971, através da Divisão de Ciências do Ambiente, vem desenvolvendo estudos hidrometeorológicos na Amazônia, tendo si-

do desenvolvidos trabalhos voltados para o ciclo de elementos, concentração isotópica em águas dos rios Negro e Solimões, estudos climatológicos e medidas microclimáticas em áreas de campina e floresta. A partir de 1972, o INPA vem desenvolvendo trabalhos com o Centro de Energia Nuclear na Agricultura — CENA, na área de isótopos, e a partir de 1976, pesquisadores de outras instituições, interessados em desenvolver trabalhos científicos na Amazônia, através de projetos de colaboração com o INPA, intensificaram os estudos hidrometeorológicos na região.

Instituto de Pesquisas Espaciais — INPE. — Órgão vinculado ao CNPq, tem-se destacado pela sua atuação na área de desenvolvimento de tecnologia espacial e aplicações dessa tecnologia para a coleta de dados ambientais, principalmente dados hidrometeorológicos, e levantamento de recursos naturais. Os estudos e pesquisas hidrometeorológicos realizados e em realização na Amazônia pelo INPE abordam problemas hidrometeorológicos em níveis de macro, meso e microescalas.

Na macroescala estão incluídos estudos que relacionam a Amazônia com o clima do globo e a circulação geral da atmosfera. Na mesoescala estão incluídos os estudos relacionados às variações de parâmetros hidrometeorológicos e os mecanismos dinâmicos específicos à região, e na classe de microescala estão os estudos em micro-meteorologia que englobam interação vegetação atmosfera, camada limite superficial e o uso da terra.

Diretoria Eletrônica de Proteção ao Vôo — DEPV. — Tem por finalidade coordenar e controlar as atividades de proteção ao vôo e as telecomunicações do Ministério da Aeronáutica. Como nas demais regiões do país, na Amazônia a meteorologia aeronáutica, destina-se a apoiar a navegação aérea civil e militar, embora forneçam dados sinóticos, climatológicos e outros, para o Instituto Nacional de Meteorologia e entidades interessadas, quando solicitados. O Serviço de Meteorologia da Aeronáutica na

região está assim distribuído: Centros de previsão localizados em Manaus (Aeroporto Eduardo Gomes) e em Belém (Aeroporto de Val-de-Cans), estações meteorológicas de superfície em Manaus, Belém, Porto Velho, Boa Vista, Rio Branco e Santarém.

Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará — IDESP. — Desde 1968, o instituto vem efetuando estudos de hidrometeorologia e recursos florestais na ilha de Marajó, através da Divisão de Recursos Naturais. No campo de hidrometeorologia tem desenvolvido trabalhos relativos a coleta de dados hidrológicos, estudos climatológicos e hidrológicos daquela ilha, contribuindo para a instalação da rede de estações existentes, composta atualmente de 23 estações pluviométricas e quatro evapoclimatológicas.

Universidade Federal do Pará — UFPA. — Desde 1974 vem desenvolvendo trabalhos em climatologia, hidrometeorologia e hidrologia no Departamento de Meteorologia do atual Centro de Geociências. Os trabalhos em desenvolvimento estão contidos nos seguintes projetos: Levantamento e Utilização dos Recursos Hídricos da Ilha de Marajó, Programa de Especialização em Meteorologia Tropical; Implantação de um Centro Regional de Treinamento em Meteorologia Tropical e Estudos de Micrometeorologia de Barcarena, PA.

Universidade de São Paulo — Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — ESALQ, situada em Piracicaba, SP. — Tem participado ativamente em vários projetos de pesquisa orientados para elucidar aspectos hidrológicos e climatológicos da região amazônica brasileira resultando assim, teses e artigos científicos, bem como através de realizações de trabalhos em colaboração com o INPA.

Centro de Energia Nuclear da Agricultura — CENA. Instituto especializado da Universidade de São Paulo, localizado em Piracicaba, SP. — Em convênio com a Comissão Nacional de Energia Nuclear — CNEN, vem desenvolvendo desde 1970

pesquisas na região amazônica. A linha principal de pesquisa tem sido estudar possíveis modificações climáticas na Amazônia e regiões circunvizinhas, em função da mudança do uso da terra. As técnicas utilizadas incluem a utilização de métodos convencionais de técnicas isotópicas e especialmente a variação natural das composições de  $O^{18}$  e P no vapor d'água, nas águas das chuvas e dos rios. Os trabalhos têm sido desenvolvidos em colaboração com o INPA, IDESP e o Centro Técnico Aeroespacial — CIA. Envolvendo mais especialmente a área de climatologia, o CENA atualmente desenvolve os programas: Projeto POLONOROESTE/CENA/INPA/DNAEE — visa estudar as alterações ecológicas na região noroeste do Brasil, em função da colonização intensiva e Estudos do Efeito das Modificações do Uso da Terra na Ecologia e Clima da Amazônia Brasileira, Mediante Técnicas Isotópicas visa explorar ao máximo as técnicas de pesquisa isotópica, e complementares, na avaliação do ambiente regional.

Empresas de Energia Elétrica — As empresas de energia elétrica que atuam na região amazônica como ELETROBRÁS, ELETRONORTE E FURNAS desenvolvem, principalmente através de contratos com empresas de consultoria, estudos e pesquisas de hidrologia e climatologia, objetivando o aproveitamento dos recursos hidroelétricos da Amazônia. Esses estudos servem de base ao planejamento e à implantação de sistemas hidroelétricos.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais — CPRM. — Foi instituída para viabilizar uma política vigorosa por parte do governo no campo da pesquisa mineral e hídrica. Na área de hidrologia, executa serviços prioritariamente para o DNAEE, podendo também atender outros órgãos do governo ou entidades privadas. Os serviços executados estão voltados para manutenção e operação da rede hidrométrica do DNAEE referentes à: coleta de níveis de água, medição de descargas líquida e sólida, altura de chuva, evaporimetria, parâ-

metros de qualidade das águas, análises laboratoriais de granulometria e de concentração de sedimentos, instalação de estações hidrometeorológicas, implantação de redes telemétricas, análise de consistência de dados hidrológicos e instalação, operação e manutenção de bacias experimentais e representativas.

**RADAMBRASIL** — Vinculado atualmente ao Ministério das Minas e Energia, o RADAMBRASIL constitui um projeto multidisciplinar integrado de recursos naturais, abrangendo os campos da cartografia, da geologia, da geomorfologia, dos solos, de vegetação, do uso potencial da terra e da informática. Utiliza técnicas avançadas de percepção remota sobre imagens de radar, de satélites e fotos aéreas, com controle sistemático de campo. Os estudos realizados pelo RADAM, no campo de hidrologia e climatologia, se referem basicamente à rede de drenagem, estudos bioclimáticos e de climatologia descritiva.

Departamento Nacional de Obras de Saneamento — DNOS. — Vinculado ao Ministério do Interior, o DNOS tem competência de executar a política nacional de saneamento geral básico, atuando no saneamento rural e urbano, na defesa contra inundações, controle de enchentes, recuperação de áreas para aproveitamento agrícola ou instalação de indústrias e fábricas, combate à erosão, controle de poluição de águas, instalação de sistema de abastecimento de água e esgotos. Para esses trabalhos, o órgão tem efetuado estudos hidrológicos que atendem aos projetos das obras, geralmente a partir de dados hidrológicos obtidos em outras entidades e, quando necessário, o DNOS instala e opera redes hidrométricas para tal fim.

## **CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CLIMA DA AMAZÔNIA**

Este tópico é baseado em estudos meteorológicos e climatológicos já realizados

para a Amazônia brasileira, bem como em dados climatológicos atualmente disponíveis na região.

### **Característica do Sistema Atmosférico Dominante na Região**

As massas de ar que predominam na Amazônia são: a equatorial continental (Ec), a equatorial marítima (Em), a tropical marítima (Tm) e a polar marítima (Pm) (Ratisbona 1976, Tubelis & Nascimento s.d.).

A massa equatorial continental origina-se na região amazônica, onde calmarias e ventos fracos predominam, e os valores de evapotranspiração atingem uma faixa de 1.300 a 1.600 mm/ano, gerando assim uma massa de ar muito úmida e convectivamente instável (Ratisbona 1976, Tubelis & Nascimento s.d.). Em julho, essa massa de ar atua na região do alto Amazonas e o restante da bacia amazônica é dominado pela massa tropical marítima formada no Atlântico sul, a qual é menos úmida. Em janeiro, entretanto, com a volta do anticiclone para o oceano, e com a formação de um centro de baixa pressão causada pelo acúmulo de calor no continente, o ar da região amazônica é bombeado para todo o interior do país, e até mesmo para o sul (Ratisbona 1976). Esse fenômeno é considerado por Ratisbona análogo ao das monções.

A massa equatorial marítima é formada na zona de baixa pressão, onde as calmarias predominam sobre o oceano Atlântico. Nessa região, o efeito de "tampa" da camada de inversão dos ventos alísios desaparece. O vapor d'água penetra a grandes altitudes, a instabilidade é forte e qualquer convergência local pode produzir cúmulos de grande desenvolvimento vertical. Essa massa de ar domina a parte oriental da Amazônia de dezembro a abril. Tubelis & Nascimento (s.d) referem-se à massa equatorial marítima como CIT (zona de convergência intertropical). Em janeiro, a CIT atinge o norte do Amapá (4°N),

desloca-se para o hemisfério sul atingindo o Estado de Pernambuco (8°S) em março, retornando, em seguida, para atingir o extremo norte da Amazônia em junho. Serra (1974) menciona que a zona de convergência intertropical atinge a porção ocidental do Amazonas e Acre no período correspondente ao verão estacional (dezembro a fevereiro).

Ratisbona (1976) mostra a posição média do eixo da zona intertropical de convergência estendendo-se da Guiana Francesa à noroeste do Estado do Ceará, e penetrando no interior do Pará e Maranhão nos meses de janeiro a abril, e no Território do Amapá nos meses de junho a dezembro.

A massa polar é originária da Antártica, frequentemente atinge a parte sul e central do Brasil, podendo ocasionalmente atingir a região oeste da Amazônia, no inverno do hemisfério sul. É a parte oeste da massa polar que segue a trajetória continental na direção norte entre a Cordilheira dos Andes e o Planalto Central brasileiro. Com a passagem da frente fria existe uma acentuada queda de temperatura, atingindo abaixo de 10°C. Esse fenômeno é chamado de "friação" e ocorre na Amazônia de uma a três vezes por ano (Ratisbona 1976).

## Características dos Principais Elementos Climáticos

### Temperatura do Ar

De modo geral, a Amazônia brasileira é conhecida em termos de temperatura, como região de clima quente, onde não se percebe a presença de variações estacionais no decorrer do ano, sendo portanto a região caracterizada pela uniformidade térmica. Entretanto, trabalhos voltados para caracterização de regimes de temperatura na região têm evidenciado que a idéia generalizada de domínio das temperaturas

elevadas e uniformidade térmica não se aplica a todas as áreas da região, Bastos (1972), Ribeiro (1976), Molion (1980), Noé-Dobrea & Santos (1979), Bastos & Diniz (1982), Cutrim (1983), Brasil ... (1984).

Recentemente, Brasil ... (1984), tendo por base dados de temperatura de 92 estações da Amazônia brasileira e de estações de áreas circunvizinhas, evidencia através de isotermas, as seguintes condições para a região: temperaturas médias, máximas e mínimas anuais oscilando, respectivamente, entre 22°C e 27°C, 28°C e 33°C e 17°C e 23°C. Áreas de temperaturas mais elevadas (médias de máximas) ocorrendo principalmente na parte central da bacia do rio Branco, norte de Rondônia, sudoeste do Pará, norte de Goiás e Mato Grosso. Área de temperaturas mais baixas (médias de mínimas) ao sul dos Estados do Pará, Acre, Rondônia, norte de Goiás e parte central de Mato Grosso.

Os dados analisados, referentes a temperaturas médias, máximas e mínimas anuais, e temperaturas máximas e mínimas absolutas, para vários locais da região, mostram a ocorrência de acentuada flutuação térmica durante os dias, e inexpressiva flutuação anual.

### Insolação

Embora até recentemente os dados de insolação, ao lado dos de nebulosidade, se constituíssem nas únicas fontes de referência sobre a variabilidade espacial e temporal da energia solar na região, poucos são os trabalhos que abordam sua distribuição, nos limites da Amazônia Legal, podendo-se citar: Brasil (1968), Bastos (1972), Serra (1977), Noé-Dobrea & Santos (1979), Brasil... (1984).

A informação ora disponível sobre a distribuição em espaço e tempo de insolação, associada ao conhecimento atual dos processos de dinâmica atmosférica existentes na região, evidencia o seguinte:

os valores médios anuais de duração de brilho solar situam-se entre 1.400 h e 2.500 h, com distintas faixas de concentração, assim distribuídas:

— Faixa de valores mais reduzidos (1.400h a 1.800h), que corresponde principalmente à porção ocidental dos Estados do Amazonas e Acre, que durante todos os meses do ano exibe reduzidos valores médios de insolação, provavelmente devido à ocorrência da zona de convergência intertropical, no período de dezembro a fevereiro e, no período que engloba principalmente os meses de junho a setembro, pela ação da massa continental equatorial e em parte, pela penetração da massa polar.

— Faixa de totais anuais mais elevados (2.200 a 2.500h), que engloba as seguintes áreas:

- Litoral do Pará, Amapá e Maranhão, ilha de Marajó e nordeste do Pará, onde os totais reduzidos no verão se devem, provavelmente, à presença da zona de convergência intertropical (CIT), e os totais mais elevados de julho a setembro, devido à redução da nebulosidade.

- Porção central e setentrional do Território Federal de Roraima e parte do Território Federal do Amapá, áreas sujeitas à influência da zona de convergência intertropical e a sistemas do hemisfério norte, incluindo o anticiclone estacionário do Atlântico norte. São áreas onde, a velocidade do vento na superfície se mostra relativamente elevada, reduzindo o desenvolvimento de cúmulos à tarde, resultando em maior número de horas de insolação.

- Área compreendida pelo Estado do Mato Grosso, porção amazônica do Estado de Goiás, porção sul da Amazônia maranhense e sul, sudeste e centro oeste do Pará, e que, no período entre agosto e novembro, fica submetida à influência da alta subtropical do Atlântico, que ocasiona valores mais reduzidos de nebulosidade.

— Faixa intermediária ( 1.800 h a 2.200h), que engloba as áreas restantes

dos Estados do Acre, Amazonas, Pará, Maranhão e Território Federal de Roraima, e o Estado de Rondônia, e que se constituem em áreas de transição entre as faixas anteriormente descritas.

## Radiação Solar

Embora o conhecimento sobre a radiação solar na Amazônia Legal ainda se mostre incipiente, é notório o progresso alcançado nessa área de estudo nos últimos dez anos. Inicialmente, em razão da carência de informações confiáveis sobre radiação solar na Amazônia brasileira, diversos autores têm adotado modelos, na maioria dos casos gerados em outras regiões, para o cálculo da radiação solar global nesta região, como mostram os trabalhos de Löf et al. (1966), Mota et al. (1977), Nunes et al. (1978), Macedo et al. (1978), Hancock et al. (1979).

Recentemente, vêm sendo realizados trabalhos com vistas ao aprimoramento das análises e estimativas desse elemento na região, mediante utilização de séries de dados provenientes de sensores periodicamente calibrados e/ou de maior precisão. Dentre os voltados à análise de radiação solar global, destacam-se os trabalhos de Villa Nova et al. (1978), Ribeiro (1980) e Diniz et al. (1983), enquanto que dentre os dirigidos à estimativa deste parâmetro, pode-se mencionar os de Ribeiro et al. (1982), Carmo Filho (1981), Nirenberg (1981), Machado & Rocha (1983), Fisch et al. (1983), Diniz et al. (1984) e Rendeiro et al. (1984).

A análise da informação ora disponível sobre a distribuição da radiação solar sobre a área compreendida pela Amazônia Legal evidencia a ocorrência de valores médios anuais entre 350 ly/dia e 450 ly/dia, sendo que os valores mais elevados ( 420 ly/dia), são encontrados no Território Federal de Roraima, Estados do Mato Grosso e Goiás e porção norte dos Estados do Pará e Maranhão, enquanto que os menos elevados ( 400 ly/dia ) no Amazonas e Acre.

Em termos mensais, os valores médios mais elevados (entre 500 ly/dia e 525 ly/dia) se observam em Roraima, nos meses de setembro e outubro, e os menos elevados (entre 300 ly/dia e 325 ly/dia) são observados no Amazonas, em dezembro.

## Umidade do Ar

Os trabalhos relacionados com caracterização da umidade atmosférica na região, a nível de superfície, em geral abordam apenas o aspecto da umidade relativa. Bastos (1972), a partir de dados de 45 estações, atribui à região variação espacial das médias anuais entre 64% e 91% e mostra que a distribuição da umidade nos meses apresenta estreita relação com o regime pluviométrico, registrando-se valores mais elevados na época de maior pluviosidade. Noé-Dobrea & Santos (1979), estudando parte da região, compreendendo os Estados do Acre e Amazonas, estabelecem o limite entre 80% e 90% para as médias anuais. Brasil ... (1984), a partir de 90 estações, evidencia para a região variação espacial entre 65% e 90% da média anual, com as áreas de menor umidade (abaixo de 75%) concentradas principalmente no norte de Roraima e sudoeste do Maranhão e Mato Grosso.

Os dados mensais e anuais de umidade relativa analisados para várias localidades da região, mostram a ocorrência de valores mensais mais elevados entre dezembro e maio, que coincide, para a maioria das estações, com o período mais chuvoso do ano.

## Vento

As informações sobre direção e velocidade de vento na região são bastante reduzidas. A rede de observações do ar superior por meio de rádios sondas se restrin-

ge a poucos locais na Amazônia: Belém, Manaus e Vilhena, porém, de um modo geral, pode-se dizer que os ventos na superfície e próximos à superfície ao longo da costa amazônica sopram de nordeste, leste e sudeste, dependendo da altitude e da época do ano. A velocidade é baixa na superfície e atinge até 9 m/s numa altitude de 15m, e a brisa marinha prevalece, penetrando algumas centenas de quilômetros no interior da bacia amazônica.

Na região do médio e alto Amazonas, os ventos sopram em todas as direções, com ligeira predominância dos ventos de leste, e as calmarias são freqüentes, registrando-se 40% a 60% das vezes (Ratisbona 1976). Sobre o Território de Roraima, entretanto, os ventos dominantes são os de leste. Noé-Dobrea & Santos (1979), estudando os ventos e no Acre e no Amazonas, encontraram valores médios mensais entre 0,5 e 3 km/hora, não detectando variações ao longo do ano, somente agrupamento de valores menores entre abril e agosto, e valores mais elevados entre setembro e outubro. Os baixos valores de velocidade de vento comprovam uniformidade do regime eólico nos locais estudados.

Kousky & Kagano (1981), utilizando dados das rádios sondas de Belém, Manaus e Vilhena, concluíram que nos baixos níveis (850 mb), a componente zonal do vento permanece no sentido de leste durante o ano inteiro, enquanto a componente meridional é positiva (ventos do sul) durante o período de maio a agosto e negativa (ventos de norte) no resto do ano. A componente do vento soprando de norte é mais forte de janeiro a março.

## Precipitação Pluviométrica

A precipitação pluviométrica na Amazônia brasileira é conhecida como o elemento climático que apresenta maior variabilidade. Estudos voltados para a caracterização da variabilidade espacial da pre-

precipitação mostram que a região apresenta locais com total anual de chuva oscilando entre 1.000 mm e 3.600 mm, e que os regimes pluviométricos apresentam duas épocas de chuva bem definidas, a mais chuvosa iniciando entre dezembro e janeiro, podendo ter duração de cinco a seis meses, e a menos chuvosa, atingindo os demais meses do ano (Bastos 1972, Née-Dobrea & Santos 1979, Bastos & Diniz 1982, Cutrim 1983). Recentemente Brasil... (1984), baseando-se em dados pluviométricos de 354 estações da Amazônia e áreas circunvizinhas, evidencia, através de isoietas anuais, oscilando entre 1.500 mm e 3.500 mm, os seguintes regimes pluviométricos: áreas com totais pluviométricos acima de 3.000 mm, ocorrendo a noroeste (em torno da cidade de Iauaretê, AM) e a nordeste (litoral do Amapá e Pará) da região; áreas com totais anuais oscilando entre 3.000 mm e 2.500 mm, ocorrendo principalmente a nordeste (sem atingir o litoral) e a oeste da região; áreas com precipitação oscilando entre 2.500 mm e 2.000 mm, abrangendo a maior parte da região, concentrando-se principalmente na parte central; e áreas com precipitação total inferior a 2.000 mm, abrangendo o norte do Território de Roraima e o nordeste e o sul da região, abaixo do paralelo 14.

Até através da análise de dados de precipitação pluviométrica mensal para várias localidades na região, pode-se observar a ocorrência nítida de pelo menos dois períodos de chuva durante o ano, caracterizados pela frequência abundante de chuvas (período mais chuvoso) e pela ocorrência de chuvas pouco frequentes ou raras, podendo ocasionar, inclusive, período de expressiva estiagem (período menos chuvoso ou seco). Os dados mostram ainda que, com exceção de Boa Vista, RR, onde o período mais chuvoso se estende de abril a agosto, para as demais áreas da região, o período se inicia a partir de novembro ou dezembro, estendendo-se até maio ou junho havendo, porém, variabilidade bastante acentuada da época de ocorrência do tri-

mestre mais chuvoso. com relação ao período menos chuvoso, percebe-se que se estende de julho a novembro, observando-se variabilidade bastante acentuada no tocante à época de ocorrência do trimestre menos chuvoso ou seco, nas diferentes áreas da região.

### Balanço Hídrico

O balanço hídrico mencionado neste trabalho refere-se a propósitos agrícolas, como o de indicação de possibilidade de uma área para determinado cultivo, em relação ao seu potencial de água fornecido pela precipitação. O cálculo leva em consideração, a perda de água através da evapotranspiração e a retenção de água no solo. Entre os resultados que apresenta, destacam-se a dimensão e a época de ocorrência de excedentes e deficiências de água necessários para estimativa de irrigação.

Na Amazônia, o método que vem sendo utilizado para o cálculo de balanços hídricos tem sido principalmente o de Thornthwaite e Mather 1955, e os trabalhos realizados têm demonstrado que os excedentes e deficiências hídricas apresentam amplitudes bastante elevadas. Considerando o nível de 125 mm de retenção hídrica, Bastos (1972) constatou que, na região, os excedentes podem atingir valores reduzidos, em torno de 100 mm, como em Cáceres, MT, e de até 2.400 mm em Clevelândia, AP, e as deficiências podem ser nulas, como em vários locais do Estado do Amazonas, como em Benjamin Constant, Fonte Boa e Iauaretê e alcançar valores próximos de 600mm em Boa Vista, RR. Santos (1980), utilizando vários níveis de retenção hídrica, encontrou para a região, a nível de 100 mm de retenção de água no solo, excedentes oscilando entre 82 mm em Cuiabá, MT e 1.299 mm em Carauari, AM e deficiências nulas em Cruzeiro do Sul, AC e atingindo valores em torno de 600 mm em Coroatá, MA.

Na Fig. 1 são apresentados os resultados de balanços hídricos para algumas localidades da região, na qual pode-se verificar nítidas variações no caminhamento anual da disponibilidade de água, a nível de 125 mm de retenção hídrica.

## Tipos Climáticos

A classificação climática, qualquer que seja o sistema utilizado, tem por objetivo principal a organização e o ordenamento dos dados, de tal maneira que se possam inferir generalizações analíticas e descritivas sobre o clima de uma região. Na Amazônia brasileira, o sistema de classificação que tem sido mais utilizado é o de Köppen, seguido de Thornthwaite (Bastos, 1972 e 1982, Ribeiro 1976, Trewartha 1968). Bastos (1972), em primeira aproximação, atribui à região três tipos climáticos de Köppen (Afi, Ami e Awi) e quatorze combinações de tipos climáticos segundo Thornthwaite, utilizando retenção hídrica de 125 mm, assim distribuídos: dez variações do tipo úmido, duas variações do tipo semi-úmido e duas variações do tipo seco. Bastos (1982), posteriormente, reaplicando o sistema de Köppen para a região e utilizando maior número de dados, confirma para a região os tipos climáticos acima mencionados. Recentemente, Brasil ... (1984) efetuou novo esboço de distribuição climática para a região, aplicando os dois sistemas convencionais, identificando a presença dos tipos climáticos Afi, Ami e Awi para a região, segundo o sistema de Köppen, e oito combinações de tipos climáticos aplicando a classificação de Thornthwaite, utilizando retenção hídrica de 300 mm. O reduzido número de tipos climáticos detectados no trabalho mais recente aplicando o sistema de Thornthwaite, foi em função da utilização de 300 mm de reserva útil de água, para os cálculos de balanços hídricos. Tal nível de retenção subestima os valores de deficiência hídrica e, por

consequente, reduz a variabilidade existente em termos de ocorrências de aridez nos tipos de clima úmido.

## CONCLUSÃO

Embora se observe atualmente certo avanço nas pesquisas climatológicas em desenvolvimento na Amazônia brasileira, comparado ao obtido nos últimos 20 anos, as informações disponíveis na região ainda não atingem um nível desejado para torná-las mais efetivas na compatibilização da tecnologia gerada com a realidade climática local. Dessa forma, há necessidade de aumentar os esforços principalmente nos seguintes aspectos: ampliação da rede de observação de superfície e de altitude; estimular a verificação e o processamento de dados com vistas à obtenção de consistência, facilidade e manutenção de bancos de dados de modo a assegurar o atendimento aos usuários; proceder maior divulgação por parte das entidades envolvidas no tocante às metodologias geradas para agilizar o intercâmbio de informações; consolidar um centro regional de disseminação de sensores remotos capaz de permitir melhor exploração do potencial de informações contidas; incentivar a área de instrumentação eletrônica de modo a possibilitar a automatização das mensurações e otimização no processo eletrônico dos dados.

No que se concerne a estudos relacionados com a potencialidade do clima da região para a agricultura, somente a partir da década de 70, é que vêm sendo desenvolvidos trabalhos voltados para avaliar estes aspectos mediante informações geradas na região. Assim pode-se dizer que embora não se disponha ainda de sistemas de classificação capazes de identificar com elevado grau de precisão, zonas agroclimáticas homogêneas na Amazônia brasileira, as informações obtidas sobre a variabilidade espacial dos principais elementos meteorológicos associadas ao conhecimento sobre o comportamento de culturas e essên-

cias florestais de interesse regional, permitem diferenciar áreas com distintos níveis de potencialidade para os principais produtos agrícolas desta região. Entretanto, para que se alcance maior progresso na identificação de potencialidade agroclimática de áreas amazônicas para as culturas em geral, essências florestais e forrageiras, e na definição de sistemas de produção, há necessidade de se ampliar estudos, dentre outros, nos seguintes aspectos: avaliação estatística da distribuição espacial e temporal de variáveis meteorológicas; levantamento das características de retenção hídrica dos solos da região; ecofisiologia de culturas, essências florestais e forrageiras de interesse para a região; epidemiologia vegetal; avaliação do consumo de água pelas culturas; monitoramento micrometeorológico em "stands" de espécies de interesse agrosilvopastoril; definição da época de plantio de modo a melhor aproveitar os recursos hídricos e de energia solar; incrementação dos estudos de dinâmica populacional de pragas; desenvolvimento de modelos de produção para culturas, essências florestais e forrageiras e elaboração de classificação agroclimática adaptada à região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. de; SALATI, E. & VILLA NOVA, N.A. Distribuição espectral e coeficientes de transmissão da radiação solar para condições de céu limpo em Manaus. *Acta Amaz.*, 9(2): 279-85, 1979.
- AYOADE, J.O. **Introduction to climatology for the tropics**. Chichester, John Wiley, 1983. 258p.
- BASTOS, T.X. **O clima da Amazônia brasileira segundo Köppen**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 4p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 87).
- BASTOS, T.X. **O estudo atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira**. Belém, IPEAN, 1972. p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54)
- BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D. de A.S. *Microclima ribeirinho um controle de Microcyclus ulei em seringueiras*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 13).
- BASTOS, T.X. & DINIZ, T.D. de A.S. **Avaliação do clima do Estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 28p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 44)
- BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S.; CHAIB FILHO, & LOBATO, V.H.B. **Flutuação das chuvas na região de Belém em distintos intervalos de tempo**. Período 1967-1983. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984, 16p. Trabalho apresentado no 1.º Simpósio do Trópico Úmido, Belém, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia, Rio de Janeiro, RJ. **Normais climatológicas** (Pará - Amazonas - Acre - Maranhão). Rio de Janeiro, 1968. 39p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. ECEPLAN. Escritório de Meteorologia, **Atlas climatológico do Brasil**; (reedição de mapas selecionados). Rio de Janeiro, 1969.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA. 22 Belém**; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. 93p. (MME.DNPM. Levantamento de Recursos Naturais, 5).
- BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Hidrologia e climatologia na região amazônica brasileira**; informação disponível e atividades em desenvolvimento. Brasília, 1984. 323p. Documento nacional brasileiro apresentado no Seminário Internacional de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, Manaus, 1984.
- BRASIL. SUDAM, Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia., Belém, PA. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém, 1984. 125p. (SUDAM, Publicação, 39)
- BRINKMANN, W.L.F. Light environment in tropical rain forest of central amazonia. *Acta Amaz.* 1(2): 27-49, 1971.
- BRINKMANN, W.L.F. & RIBEIRO, de N.G. Air temperatures in central amazonia III - Vertical temperature distribution on a

- central area and in a secondary forest near Manaus (cold front conditions, July 10th 1969). *Acta Amaz.*, 2(3): 25-30, 1972.
- CARMO FILHO, F. do. A determinação da radiação solar global diária através de dados de insolação e transmissividade atmosférica estimada. Piracicaba, ESALQ, 1981, 86p. tese de Mestrado.
- CUTRIM, E.M.C. Estimating monthly rainfall from geostationary satellite imagery over amazonia, Brazil. Michigan, University of Michigan, 1983. Tese de Doutorado - Meteorologia.
- CUTRIM, E.M.C.; SAUCK, W.A. & SOUZA, A.M. Rainfall intensity and frequency at a coastal station on Marajó Island. s.n.t. (Relatório datilografado NCGG/UF-Pa 1980.
- DALL'OLIO MATSUI, E.; SALATI, E. & TATAGIH, G. Modelo de fracionamento isotópico da água na bacia amazônica (primeira aproximação). *Acta Amaz.*, 9(4): 675-87, 1979.
- DECICO, A.; SANTOS, H.M.; RIBEIRO, M. de N.G. & SALATI, E. Estudos climatológicos da reserva florestal Ducke, Manaus, AM. *Acta Amaz.*, 7(4): 485-94, 1977.
- DINIZ, T.D. de A.S.; BASTOS, T.X.; KOBAYASHI, L.T.; SILVA, M.M.M. da & ARAÚJO, J.A. Avaliação do potencial de energia solar no trópico úmido brasileiro - resultados parciais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 15p. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas, jul. 1983.
- DINIZ, T.D. de A.S.; CARDON, D.A.; BASTOS, T.X. & MALTEZ, M.G.L. Relação entre radiação solar global e insolação para a região de Belém, Pará. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. 22p. Trabalho apresentado no 1º Simpósio do Trópico Úmido, Belém, 1984.
- FISCH, G.; SILVA FILHO, V. & SANTOS, J.M. dos. Estimativa da distribuição de radiação solar para Tucuruí (Pará), utilizando-se dados convencionais. Manaus, INPA-1983. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas, jul. 1983.
- FRANKEN, W.; RIBEIRO, M.N.G.; LEOPOLDO, P.R. & MATSUI, E. Intercepção das precipitações em floresta amazônica de terra firme. *Acta Amaz.*, 12(3): 15-22, 1982.
- HANCOCK, J.K.; HILL, R.W. & HARGREAVES, G.H. Potential evapotranspiration and precipitation deficits for Tropical America. CALI, CIAT, 1979, 398p.
- KAGANO, M.T. Um estudo climatológico e sinótico utilizando dados de radiossonda, (1968-1976) de Belém e Manaus. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1979, 82p, Tese Mestrado.
- KOUSKY, V.E. & KAGANO, M.T. Agroclimatological study of the tropospheric circulation over the Amazon Region. *Acta Amaz.*, 11(4): 743-58, 1981.
- KOUSKY, V.E. & MOLION, L.C.B. Uma contribuição à climatologia da dinâmica da atmosfera sobre a Amazônia. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1981. (INPE-2030-RPE/O30).
- LEITE, A. de C. Normais de temperatura máxima, média, e mínima estimadas em função de latitude, longitude e altitude para o Estado do Maranhão. São Luiz, EMAPA, 1978. 17p (EMAPA, Boletim Técnico, 1).
- LEOPOLDO, P.R.; MATSUI, E.; SALATI, E.; FRANKEN, W. & RIBEIRO, M.N.G. Composição isotópica da água da chuva e da água do solo em floresta amazônica do tipo terra firme, região de Manaus. *Acta Amaz.*, 12(3):7-13, 1982a.
- LEOPOLDO, P.R.; FRANKEN, W.; MATSUI, E. & SALATI, E. Estimativa da evapotranspiração da floresta amazônica de terra firme, região de Manaus. *Acta Amaz.*, 12(3):23-8, 1982b.
- LETTAU, H.; LETTAU, K. & MOLION, L.C.B. Amazonia hydrologic cycle and the role of atmospheric recycling on assessing deforestation effects. *Mon. Weather Rev.*, 107(3): 227-38, 1979.
- LÖF, O.G.; DUFFIE, J.A. & SMITH, C.O. World distribution of solar radiation. Madison, University of Wisconsin, Solar Energy Laboratory, 1966. 59p. (University of Wisconsin, Engineerin, Experiment Station, Report, 21).
- MACEDO, I. de C.; PEREIRA, J.J.V. & MILANEZ, L. F.A. Aplicação de um método indireto de solarimetria para a energia incidente na região amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 1, Rio de Janeiro, 1978. *Amais ... Rio de Janeiro*, s.ed. p. 127-37.

- MACHADO, C.A.C. & ROCHA, E.A.A. da. **Modelo matemático para a radiação solar global na região metropolitana de Belém.** Belém, UFPa, 1983. 167p.
- MARQUES, J.; SANTOS, J.M. dos. & SALATI, E. O Armazenamento atmosférico de vapor d'água sobre a região amazônica. *Acta Amaz.*, 9(4): 715-21, 1979.
- MARQUES, J.; SALATI, E. & SANTOS, J.M. dos. A divergência do campo de fluxo de vapor d'água na região amazônica. *Acta Amaz.*, 10(1): 133-40, 1980.
- MOLION, L.C.B. **A climatologic study of the energy moisture fluxes of the Amazon Basin with considerations of deforestation effects.** Madison, University of Wisconsin, 1975. Tese de Doutorado.
- MOLION, L.C.B. & BETANCURT, J.J.V. O Clima e o uso da terra nos trópicos úmidos. *Roessléria*, Porto Alegre, 3(2):165-87, 1980.
- MOTA, F.S. da; BEIRSDORF, M.I.C. & ACOSTA, M.J. C. Estimativa preliminar da radiação solar no Brasil. *B. Téc. Dep. Nac. Meteorol.*, (14): 42-58, 197.
- NECHET, D. Variabilidade diurna da precipitação em Belém, Pará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 35, Belém, 1983. *Resumos ...*, Belém, SBPC, 1983. p.577.
- NIMER, E. Climatologia da Região Norte: Introdução à climatologia dinâmica. *R. Bras. de geog.* 34(3):124-53, 1972.
- NIEUWOLT, S. **Tropical climatology**, an introduction to the climates of the low latitude. Chichester, John Wiley, 1977. 207p.
- NIRENBERG, N. Atividades solarimétricas do Instituto Nacional de Meteorologia. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA SOLAR, 2., São Paulo, 1981. *Anais ...* São Paulo, Sec. Ind. Com. Ciência e Tecnologia. Acad. de Ciências de São Paulo, 1981. p.112-22.
- NOÉ-DOBREA, I. & SANTOS, O.C. de O. **Esboço para uma zonificação climática da bacia amazônica brasileira.** Belém, SUDAM/PHCA, 1979, 254p. (PHCA. Publicação, 33) mimeog.
- NUNES, G.S.S.; ANDRÉ, R.G.B.; VIANELLO, R.L. & MARQUES, V.S. **Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil.** São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais, 1978. 45p.
- RATISBONA, L.R. **The climate of Brazil.** s.l., Elsevier, 1976, p. 219-69. (World Survey of Climatology, 12).
- REIS, C.M. dos; TANCREDI, A.C.F.N.S.; MATSUI, E. & SALATI, E. Caracterização das águas da região de Marajó através da concentração de O<sub>18</sub> e P. *Acta Amaz.* 7(2):209-22, 1977.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL CPATU. Belém. 1983. 349p.
- RENDEIRO, G.; PONTE, M.X.; GOMES, A. & LIMA FILHO, S. da S. **Modelo de radiação para a região metropolitana de Belém.** Belém, s. ed. 1984. 10p Trabalho apresentado no 1º Simpósio do Trópico úmido, Belém, 1984.
- RIBEIRO, A.M. de A. **Estudo das relações entre radiação solar global (Q<sub>g</sub>) e razão insolação n/N em algumas regiões do Brasil.** Piracicaba, ESALQ. 1980. 88p. Tese de Mestrado.
- RIBEIRO, M. de N.G. Aspectos climáticos de Manaus. *Acta Amaz.* 6(2):229-33. 1976.
- RIBEIRO, M. de N.G. & VILLA NOVA, N.A. Estudos climatológicos da reserva florestal Ducke. Manaus, AM, III. Evapotranspiração. *Acta Amaz.*, 9(2):305-9, 1979.
- RIBEIRO, M. de N.G.; SALATI, E.; VILLA NOVA, N.A. & DEMETRIO, C.G.B. Radiação disponível em Manaus, AM, e sua relação com a duração do brilho solar. *Acta Amaz.*, 12(2): 339-46, 1982.
- SAMSON, J.A. **Tropical Fruits.** New York, Longman, 1980. 250p. (Tropical Agriculture).
- SANTOS, O.C. de O. **Balanço hídrico para a região amazônica segundo o método de Thornthwaite.** Belém, SUDAM/PNUD/WMO, 1980. 323p. (SUDAM/PNUD/WMO. Projeto de hidrologia e climatologia da Amazônia. Publicação, 36).
- SERRA, A. Climatologia do Brasil. *B. geogr.* 33 (243):53-119, 1974.
- SERRA, A. Climatologia - 7 Ventos. *B. geogr.* 34(249):89-133, 1976.
- SERRA, A. Climatologia do Brasil - 10 - Nebulosidade e insolação. *B. geogr.*, 35(252):77-151, 1977.

- TREWARTHA, G.T. **An introduction to climate.** 4. ed. New York, McGRAW-HILL, 1968, 408p.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J. **Meteorologia descritiva; fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo, NOBEL, s.d. 374 p.
- VIEIRA, L.S.; OLIVEIRA, N.V.C. & BASTOS, T.X. **Os solos do Estado do Pará.** Belém, IDESP, 1971.
- VILLA NOVA, N.A.; SALATI, E.; SANTOS, J.M. & RIBEIRO, M. de N.G. Coeficiente de transmissão de radiação solar em Manaus em junho. *Acta Amaz.*, 6:319-22, set. 1976.
- VILLA NOVA, N.A.; RIBEIRO, M. de N.G.; NOBRE, C. A. & SALATI, E. Radiação solar em Manaus. *Acta Amaz.*, 8(3):417-21, 1978.
- WILLIAMS, C.N. & JOSEPH, K.T. **Climate, soil and crop production in the humid Tropics.** London, Oxford, University, 1974. 177 p.