

# O Meio Ambiente Tropical

JOSE BUENO CONTI \*

Entre os dias 19 e 22 de fevereiro de 1988 a área urbana do Rio de Janeiro foi castigada por 384 mm de chuva, metade das quais (192 mm) precipitadas só na noite de 19 para 20. Em anos normais o mês de fevereiro não registra mais que 140 mm ao longo de seus 28 dias, o que dá uma idéia da força e torrencialmente do fenômeno de 1988. As consequências dessa catástrofe meteorológica foram trágicas: encostas desmatadas e de subsolo mal consolidado deslizaram com violência provocando destruições e mortes numa escala avassaladora. Casas e edifícios desabaram, logradouros públicos ficaram submersos por espessas camadas de lama e pedra, deixando um saldo de 277 mortos, 735 feridos e mais de 12.000 desabrigados.

Um desastre de tal magnitude recolocou, mais uma vez, a questão do uso inadequado do ambiente, especialmente o tropical, onde a falta de sintonia entre a ação antrópica e as leis da natureza têm sido a regra.

A civilização urbano-industrial, oriunda e desenvolvida longe dos trópicos, para cá se transferiu e se implantou sem a necessária adaptação às características específicas das baixas latitudes. A tarefa de ocupar e utilizar o espaço terrestre de forma adequada constitui um desafio que o homem nem sempre tem sabido enfrentar com acerto, particularmente nas áreas tropicais onde a grande concentração de energia solar torna os processos naturais mais agressivos e incontroláveis.

E não são apenas as grandes áreas urbanas que exibem essa desarmonia entre o homem e a natureza. Vastas extensões de territórios recém ocupados, porém submetidos a intensos processos de desmatamentos e queimadas para a prática da agricultura, somadas às atividades mineradoras em grande escala, acabam por se degradar de forma generalizada abrindo caminho para o empobrecimento biológico e a desertificação.

## A ESPECIFICIDADE DO AMBIENTE TROPICAL

As regiões situadas entre os trópicos têm, do ponto de vista astronômico, limites rígidos, estabelecidos pelas latitudes de 23°27'33", ao norte e ao sul

---

\* Departamento de Geografia — FFLCH-USP.

do Equador, compondo um anel ao redor do globo que corresponde a 46% de sua superfície total. O significado dessas linhas é, porém, bem relativo, uma vez que as características da tropicalidade manifestam-se além das mesmas ao mesmo tempo que podem estar ausentes em seu interior, acrescentando-se o fato de que as regiões tropicais estão longe de serem homogêneas.

O conceito geográfico de *região tropical* tem sido objeto de amplos debates por parte dos estudiosos, entre os quais citaríamos Martonne (1936) e Gourou (1948) defensores da exclusividade do termo *tropical* para as regiões quentes e úmidas, além de Demangeot (s/d), Planhol e Rognon (1970) e outros que estenderam esse conceito também para as regiões áridas. No Brasil foram pioneiros nesse domínio Silveira (1951, 1952) e Penteado (1965) que se alinharam com os dois primeiros autores franceses aplicando, portanto, o termo *tropical* como sinônimo de ambiente onde dominam o calor e a umidade. Sternberg (1971), Alvim (1977), Ab'Sáber (1988) além de vários outros também ofereceram importantes contribuições. O assunto é polêmico, não sendo nosso objetivo retomar a discussão já bem trabalhada pelos pesquisadores citados, nos quais o leitor encontrará bons subsídios a respeito. Tentaremos, neste estudo, abranger o domínio tropical no seu sentido mais amplo, compreendendo ambos os aspectos — o seco e o úmido.

A posição privilegiada da faixa intertropical em relação ao recebimento da radiação solar, faz concentrar o calor nessas latitudes, dotando-as de um excedente energético muito significativo sobre o restante do planeta. Estimativas feitas por Houghton (1954) indicam que esse superávit é, no mínimo, cinco vezes maior que o montante recebido pelas latitudes altas, consideradas como tais, aquelas situadas além de 60°. A diferença entre terras e águas quanto à capacidade de absorção e retenção da radiação solar, concorre para que o calor latente se concentre nos oceanos e, como a zona intertropical é predominantemente líquida (apenas 24% das terras emersas situam-se na região tropical) o fluxo de calor latente chega, aí, a ser três vezes superior ao dos mares de latitudes elevadas. Essa importante concentração energética é dado preliminar para o entendimento da natureza tropical.

As elevadas temperaturas médias constituem, uma das peculiaridades dessa faixa, porém o dado mais significativo é sua pequena variação anual. A *isotermia* (amplitude anual inferior a 5°C) é uma característica indissociável da tropicalidade e está presente mesmo em condições muito diferentes de latitude, distância do oceano ou de regime pluviométrico. Comparemos os dados climáticos de quatro localidades em latitudes equivalentes, a primeira em alta montanha (Quito, Equador), a segunda, em região sublitorânea (Belém, Brasil), a terceira, no interior do continente, a 1.500 Km da costa (Manaus, Brasil) e a quarta, em região desértica (Mogadíscio, Somália): (v. Quadro 1).

QUADRO 1

	Altit. (m)	Latit.	T. mês + Quente	T. mês + Frio	Amplit. Anual	Pluvios. Anual mm
Quito (Equador)	2.875	00°13'S	15,0°C	14,5°C	0,5°C	1.110
Belém (Brasil)	15	01°27'S	26,5°C	25,6°C	0,9°C	2.477
Manaus (Brasil)	44	03°08'S	29,0°C	27,0°C	2,0°C	1.800
Mogadíscio (Somália)	12	02°02'N	29,0°C	25,5°C	0,5°C	426

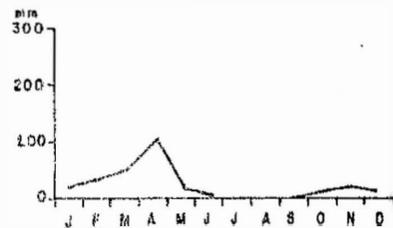
Não apenas a temperatura mas os demais elementos do clima e o conjunto do sistema natural são preponderantemente determinados por fatores zonais e as faixas de latitude apresentam em seu interior uma evidente semelhança de aspectos quando analisadas em macro-escala. Seria, portanto, procedente falar-se em uma *Geografia Zonal* a qual, nesse sentido, desempenharia o papel de ponte entre a Geografia Regional e a Geral e é, nessa escala, que se situaria a Geografia Tropical.

Se, do ponto de vista térmico, a variação anual é pouco expressiva, o oposto ocorre com a pluviosidade, registrando-se, entre os trópicos, valores muito contrastantes, não só quanto aos totais como quanto ao regime pluviométrico. Este é muito importante e constitui elemento determinante do mecanismo natural intertropical uma vez que as temperaturas oscilam pouco. É fundamental, por exemplo, para a vida vegetal e animal.

Em macro-escala o regime pluviométrico é controlado pelo movimento aparente do sol, de um trópico a outro, correspondendo a estação chuvosa, à passagem solar pelo zênite. Em latitudes muito baixas (inferiores a 8°), em climas úmidos, ocorrem dois máximos, coincidentes, aproximadamente, com os equinócios, e ausência de estação seca bem caracterizada. Nas regiões áridas, onde a variabilidade da precipitação é muito grande, a torrencialidade constitui a característica mais importante. A figura 1 apresenta exemplo de região superúmida (Akassa) e de semi-árida (Loanda), ambos situados na costa atlântica da África. O primeiro exemplo (Akassa) exhibe um total muito elevado, 3.655 mm (a média do globo está em torno de 900 mm), ausência de mês seco e dois máximos anuais determinados pela oscilação sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao passo que o segundo (Loanda), colocada ao sul do Equador, sofre a ação da corrente fria de Benguela, apresentando reduzida precipitação pluviométrica (268 mm).

A interação oceano x atmosfera concorre de forma importante para definir o mosaico pluviométrico das baixas latitudes e este, por sua vez, constitui o elemento determinante das variações ambientais nos trópicos.

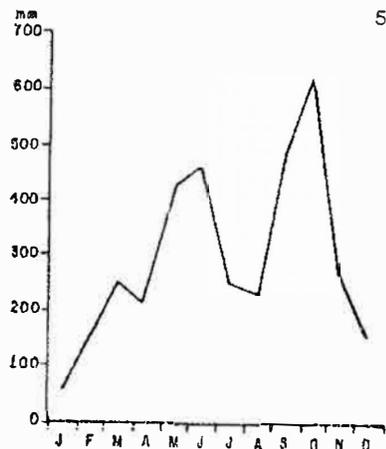
Fig. 1



LOANDA (Angola)

Latitude: 08° 49' S

Précip. anual: 278 mm



AKASSA (Nigéria)

Latitude: 04° 20' S

Précip. anual: 3 655 mm

O giro anticiclônico da massa oceânica conduz as águas frias, oriundas de latitudes mais elevadas, para as costas ocidentais dos continentes, produzindo dissimetrias muito significativas quanto à distribuição das chuvas. Tais diferenças podem ser acentuadas pelo relevo, quando efeitos orográficos de barlavento ativam a pluviosidade, como no litoral do Sudeste brasileiro e na costa de Malabar (sudeste da Índia), onde, em alguns trechos, precipitam-se, anualmente, mais de 3.000 mm, ou, ao contrário, criando bolsões secos em áreas situadas à sotavento. A região do Chaco boliviano, “à sombra” da Cordilheira dos Andes, recebe menos de 500 mm anuais de chuvas.

O padrão de circulação atmosférica também contribui para salientar os contrastes. A atuação da Convergência dos Alíseos (ou ZCIT) e das macrocélulas de Baixa Pressão (“doldrums”) em torno da latitude zero fazem aparecer extensos campos de instabilidade, exarcebando a chuva, sobretudo nas áreas oceânicas intensamente bombardeadas pela radiação solar. No sentido inverso agem os Anticiclones, semi-estacionados entre as latitudes de 20 e 35° que, por serem quase semipermanentes, geram extensas superfícies de estabilidade.

Naturalmente, o excedente de energia da faixa entre os trópicos acelera o processo de evaporação, de tal forma que, aproximadamente, até a latitude de 20°, o volume de água evaporada é quase dez vezes superior à verificada nas latitudes médias. Nas áreas continentais de atmosfera estável (anticiclônicas) onde a reposição de água é insuficiente para restabelecer o equilíbrio hídrico

(latitudes entre 20 e 35°), a consequência é o surgimento de aridez. O anel intertropical exhibe, portanto, uma enorme variedade de ambientes, desde o superúmido até o rigorosamente árido.

Por outro lado, essa faixa do globo apresenta, frequentemente, anomalias climáticas de grande amplitude, cujas consequências para a vida humana são muito significativas. Eis as principais:

1. Variações das monções no Oceano Índico, com reflexos principalmente no sul e Sudeste da Ásia;
2. Secas excepcionais na periferia dos grandes desertos;
3. Oscilação de “El Niño”, corrente oceânica quente que se manifesta ocasionalmente no Pacífico tropical, perturbando o regime pluviométrico de grande parte da América do Sul, sobretudo de sua fachada ocidental;
4. Furacões e tempestades tropicais, cuja principal área de incidência é o Caribe;

#### AS RELAÇÕES HOMEM X AMBIENTE

Pouco mais de 10% da população do mundo habita a faixa intertropical, distribuindo-se de forma muito desequilibrada, fato já suficientemente conhecido. A civilização urbano-industrial, originada e desenvolvida em médias latitudes, chegou tardiamente aos trópicos e aí se instalou, na maioria dos casos, de forma pouco adequada, provocando traumas ambientais.

O desmatamento, por exemplo, foi e continua sendo praticado, frequentemente, sem nenhum controle e, além de destruir a flora, desencadeia efeitos indesejáveis para a fauna, o solo e o microclima, o mesmo podendo ser afirmado para as queimadas. Com a eliminação da floresta, o volume de micropartículas de origem vegetal em suspensão na atmosfera (chamadas “núcleos biogênicos”) é drasticamente reduzida e o processo de formação de nuvens torna-se mais difícil, já que as gotículas necessitam desses núcleos para iniciar a coalescência. Por outro lado, a capacidade reflectora da superfície (ou *albedo*) aumenta cerca de três vezes, ocasionando maior perda de energia incidente e redução da temperatura de superfície. Como resultado, enfraquecem-se as correntes convectivas ascendentes desestimulando a formação de chuva.

O ciclo hidrológico, principalmente a reciclagem do vapor d’água, também é perturbado, em virtude da intervenção no processo da evapotranspiração, como demonstrou Salati para a Amazônia brasileira. Segundo o estudioso, naquela área do globo, aproximadamente 50% do vapor d’água presente na baixa atmosfera é proveniente da própria floresta, por um mecanismo de reciclagem, permitindo concluir que a eliminação da mata determinaria uma redução das chuvas pela metade (Salati, 1985).

Apesar desses estudos e de inúmeras outras contribuições relevantes, é discutível a afirmação de que o desmatamento das áreas tropicais desencadeará mudança climática de grande amplitude já que a radiação solar e os mecanismos atmosféricos de macro-escala (circulação geral), não são afetados pela ação antrópica.

Alterações climáticas significativas só se tornam perceptíveis em escalas menores, motivadas por fatores locais. Pesquisa efetuada por Vianello na região de Juiz de Fora (Minas Gerais) indicaram uma elevação de  $1,6^{\circ}\text{C}$  na temperatura média da região, em consequência de desmatamento, mas nenhum indício de alteração pluviométrica (Vianello, 1976). Em trabalho posterior, outro estudo comprovou aumento de  $1,04^{\circ}\text{C}$  na média térmica de Presidente Prudente (SP), após a remoção da cobertura florestal da região. (Fonzar, 1986).

As queimadas, ao fornecerem compostos de  $\text{CO}_2$  para a atmosfera, agravam o *efeito estufa*, fato bem conhecido da comunidade científica e freqüentemente veiculado pela imprensa. Por outro lado, contudo, concorrem para aumentar o volume de micro-partículas em suspensão (cinzas) as quais desempenham o papel de núcleos higroscópicos, causando precipitações locais.

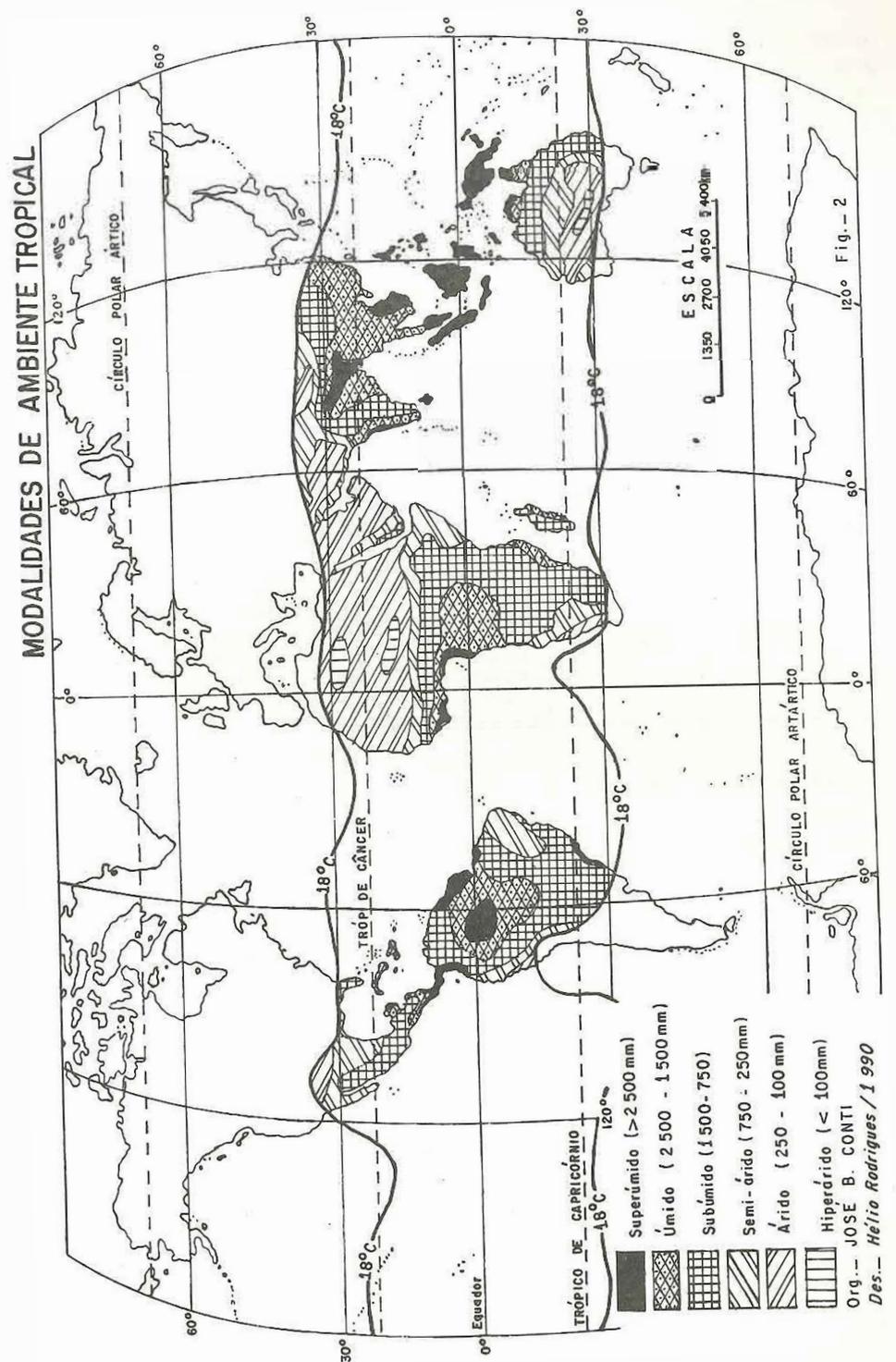
A eliminação da vegetação de grande porte, por sua vez, avoluma o escoamento superficial em proporções que variam de 10 a 30% (conforme a intensidade da chuva) tornando mais agressiva a erosão pluvial. Como resultado, ativam-se os processos de erosão acelerada e os voçorocamentos, sobretudo onde o manto superficial é frágil, como por exemplo nos arenitos. A mineralização do solo e a formação de carapaças lateríticas tende a se expandir.

As regiões periféricas dos desertos podem ficar expostas à invasão de areias e, portanto, se transformarem em *desertos ecológicos*, designação que adotamos para indicar áreas intensamente degradadas pela ação do homem, apresentando aspectos paisagísticos semelhantes aos dos desertos, porém totais pluviométricos muito acima dos limites da aridez.

### MODALIDADES DE AMBIENTE TROPICAL

Com o objetivo de esquematizar as idéias desenvolvidas neste trabalho, organizamos três quadros:

No primeiro, propomos seis modalidades de ambiente tropical, incluindo nessas categoria aquelas áreas cuja temperatura média anual seja superior a  $18^{\circ}\text{C}$  e situe-se numa faixa zonal sujeita à ação da ZCIT, "doldrums", alíseos e Altas Pressões subtropicais. Os limites são determinados pelos totais anuais de chuva. Em seguida indicamos a cobertura vegetal característica, as principais áreas de ocorrência e os problemas ambientais relevantes (v. Quadro 2). Na figura 2 apresentamos a distribuição geográfica das seis modalidades de ambiente tropical, definidos pela pluviosidade.



QUADRO 2 - MODALIDADES DE AMBIENTE TROPICAL

características modalidades	pluviosidade (mm)	vegetação característica	principais áreas de ocorrência	problemas ambientais relevantes
SUPERÚMIDO	2.500	floresta ombrófila	Amazônia Occidental, Golfo da Guiné, Sudeste Asiático, Indonésia	desmatamento
ÚMIDO	2.500-1.500	floresta, savana úmida	Amazônia Oriental e Meridional, África Equatorial, Ásia Meridional	desmatamentos queimadas
SUBÚMIDO	1.500-750	floresta savana decídua e semidecídua, cerrado.	Brasil Central, África Subequatorial e Oriental, América Central	queimadas, erosão (vocosamentos), mineralização do solo
SEMI-ÁRIDO	750-250	savana seca, caatinga	Nordeste Brasileiro, África Subsaariana, Chaco Sulamericano	desertificação climática e/ou ecológica
ÁRIDO	250-100	deserto	Austrália, Diagonais Áridas Sulamericana e Afro Asiática (*)	movimentos de areias, salinização
HIPERÁRIDO	100	deserto salgado	Áreas localizadas do Saara e da Austrália	formação de depósitos de sal

(\*) Continuidade de terras áridas que se entendem, no sentido NNW-SSE, da costa meridional do Peru à Patagônia e, no sentido WSW-ENE, do litoral da Mauritânia ao Casaquistão.

Considerando o papel importante da chuva nessa faixa do globo, organizamos dois outros quadros, procurando apresentar, em duas categorias escalares (macro e meso/micro) os processos estimuladores e inibidores do fenômeno da precipitação. Vide quadros 3 e 4 nos quais Macro-Escala corresponde a dimensões com ordem de grandeza significativa ao nível de um hemisfério, equivalentes, aproximadamente, às categorias I e II das escalas taxonômicas de Cailleux e Tricat (1965). Meso e Micro-Escalas dizem respeito a dimensões com ordem de grande inferior a de um continente até as menores expressões, equivalentes à categorias III a VI da mesma classificação.

QUADRO 3

PROCESSOS ESTIMULADORES DA CHUVA EM AMBIENTES SUPERÚMIDOS E SUBÚMIDOS	
MACRO-ESCALA *	MESO E MICRO-ESCALAS **
Oscilação da ZCIT	Ativa reciclagem do vapor d'água
Influências Oceânicas	Presença de Núcleos biogênicos
Efeitos orográficos de Barlavento	Albedo reduzido

\* Ação antrópica irrelevante

QUADRO 4

PROCESSOS INIBIDORES DA CHUVA EM AMBIENTES SEMI-ÁRIDOS, ÁRIDOS E HIPERÁRIDOS	
MACRO-ESCALA	MESO E MICRO-ESCALAS
Anticiclones semipermanentes	Destruição da biomassa
Correntes Oceânicas Frias	Escassez de Núcleos Biogênicos
Efeitos orográficos de Sotavento	Albedo elevado

\*\* Ação antrópica muito irrelevante

A comparação entre os dois quadros possibilita avaliar o significado da chuva nos vários ambientes e em diversas escalas.

### CONCLUSÃO

Finalmente, caberia acrescentar algumas considerações que apontam num sentido positivo.

A instabilidade que se instala no meio, como consequência da ação antrópica desordenada, embora possa resultar em grande degradação, não conduz, necessariamente a um processo sem retorno. A forte concentração energética da faixa intertropical, ao mesmo tempo que provoca desequilíbrios acentuados, concorre, também, para a reorganização do ambiente desde que seja detido o avanço da destruição.

Um exemplo expressivo da capacidade regeneradora da natureza encontra-se no próprio ambiente do Rio de Janeiro mencionado no início deste trabalho. A mata latifoliada que encobria os maciços granito-gnaissicos, removida no final do século XVIII e princípios do XIX para ceder lugar às lavouras de café, foi parcialmente recomposta, a partir de 1862, por decisão do poder público e readquiriu a maior parte de suas características.

O meio intertropical ainda é insuficientemente conhecido nos seus mecanismos mais complexos e as investigações nesse domínio devem ser incentivadas pois há muito subsídio a oferecer por parte da comunidade científica.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N., 1988. *Espaço Territorial e Proteção Ambiental*. São Paulo. Ed. Marco Zero/A.G.B. (3): 9-31.
- BUDYKO, M. L., 1974. *Climate and Life*. Academic Press.
- DEMANGEOT, J. (s/d). *Les milieux Naturels Désertiques*: Paris, Centre de Documentation Universitaire, 300 p.
- FONZAR, B. C., 1986. *O Processo de Ocupação Regional, o Modelo Urbano e o Conforto Térmico na Alta Sorocabana: um Teste Aplicado a Presidente Prudente (SP)*. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, IBGE, 48 (4): 399-501.
- GOUROU, P., 1948. *Les Pays Tropicaux: Principes d'une Géographie Humaine et Economique*. Paris, Presses Universitaires de France, 196 p.
- HOUGHTON, H. G., 1954. *On the Annual Heat Balance of Northern Hemisphere*. Journal of Meteorology.
- MARTONNE, E. de, 1935. *Problèmes des Régions Arides Sudaméricaines*, Annales de Géographie, Paris, Librairie Armand Colin, XLIV (247): 1-27.
- PENTEADO, A. R., 1965. *Uma Interpretação do Mundo Tropical Baseada nas Condições de sua Geografia Física*. Orientação, São Paulo, Instituto de Geografia da USP (1): 51-54.
- PLANHOL, X. de et ROGNON, P., 1970. *Les Zones Tropicales Arides et Subtropicales*. Paris, Librairie Armand Colin, 487 p.
- SALATI, E., 1985. *A Floresta e as Águas*. Ciência Hoje, São Paulo, SBPC, 3 (16): 58-64.
- SILVEIRA, J. D., 1951. *Consideração em torno da Geografia Tropical*. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, AGB, (8): 35-44.
- SILVEIRA, J. D., 1952. *Baixadas Litorâneas Quentes e Úmidas*. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 152 (8), 224 p.
- STERNBERG, H. O., 1965. *A Terra e o Homem nos Trópicos*, (Série "Euclides da Cunha, vol. I), Manaus. Ed. do Governo do Estado do Amazonas, vol. I: 11-42.
- TRICART, J., 1965. *Principes e Méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson e Cie. Editeurs, 496 p.
- VIANELLO, R. J., 1976. *Indícios de mudança climática causada por desmatamento — Município de Juiz de Fora, MG*. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE, 251 (34): 139-150.

#### RESUMO

A Zona Intertropical apresenta um excedente energético muito significativo em relação ao restante do planeta, com a ocorrência de médias térmicas uniformemente elevadas e fraca variação anual (isotermia). A pluviosidade, contudo, distribui-se de forma desigual apresentando extremos positivos e negativos, responsáveis pela incidência de domínios naturais muito contrastantes, desde a floresta ombrófila até os desertos hiperáridos. O trabalho propõe seis modalidades de ambiente tropical, definidos pelos totais anuais médios de chuva e indica os problemas ambientais mais relevantes determinados pela ação do homem em face dos mesmos. Acrescenta, ainda, dois quadros, nos quais esquematiza os processos estimuladores e inibidores da chuva em cada um dos meios naturais e em diferentes escalas.

*Palavras-chave:* Ambiente, deterioração, tropical.

#### RESUMÉ: *Le milieu tropical:*

La Zone Intertropicale présente un excédent énergétique très significatif par rapport à l'ensemble de la planète, avec l'incidence de moyennes thermiques élevées et une faible variation annuelle (isothermie). La distribution de la pluviosité, cependant, est assez irrégulière, avec des extrêmes positifs et négatifs, responsables par l'incidence de domaines naturels assez contrastants, allant de la forêt ombrophile aux déserts hyperarides. L'article propose six modalités de milieu tropical, caractérisés par les totaux annuels de précipitation, en même temps que signale par l'action de l'homme. Il ajoute, encore, deux tableaux ou sont figurés les procès que stimulent et ceux que inhibent la pluie, dans chaque milieu et en plusieurs échelles.

*Mots-clé:* Environnement, détérioration, tropical.

Recebido em 16-09-1989