

## Notas & Comunicações

### O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil

Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas  
da Amazônia

#### O QUE É DESERTIFICAÇÃO ?

O processo de desertificação refere-se às mudanças ecológicas e climatológicas que transformam áreas não desérticas em desertos. A palavra "deserto" tem vários significados, dependendo do uso, o que explica uma parte da confusão que, muitas vezes, acompanha discussões do problema de desertificação. "Desertos" podem referir-se a: 1.) áreas com precipitação anual média abaixo de uma determinada quantidade; 2.) um tipo de vegetação, e 3.) uma área estéril do ponto de vista dos seres humanos. Em muitos casos, áreas são facilmente classificadas como desertos pelos usuários de todos os três tipos de definição, como, por exemplo, as areias do deserto do Saára; em outros casos, uma área pode ser um "deserto" por uma definição e não por outra. Por exemplo, quando Goodland & Irwin (1975:47) escreveram que "a floresta pluvial tropical é ecologicamente um deserto coberto de árvores", estão claramente referindo-se à terceira classe de definições.

O homem tem provocado o processo de desertificação, em todos os três sentidos, em muitas partes do mundo. Vou limitar minha discussão aos dois sentidos mais restritos, os baseados em quantidade de chuva e em tipo de vegetação, e deixar de lado o problema mais amplo de degradação do ponto de vista humano. Existem grandes áreas que apresentam vegetação de tipo desértico, apesar de terem níveis de chuva acima do que seria considerado desértico ou semi-árido. O ecólogo egípcio Mohammed Kassas considera a diferença entre as áreas de superfície da terra assim classificadas pelo critério de chuva e pelo critério de vegetação como uma estimativa aproximada da extensão dos deser-

tos feitos pelo homem. Esta diferença chega a 6,7% da superfície da terra, uma área maior do que o Brasil (Kassas, 1975 *apud* Eckholm & Brown, 1977: 8-9). É bom lembrar que a regularidade das chuvas, e não só a média anual, é importante tanto para a vegetação como para as atividades agrícolas do homem. No nordeste brasileiro, a irregularidade extrema das chuvas agrava muito os problemas de aridez. Isto acontece em qualquer lugar que tenha índices pluviométricos marginais, mas o problema é mais grave em algumas áreas que em outras. No sul e no centro-sul brasileiros, também existe uma probabilidade de estiagem com importância agrícola (Menezes *et al.*, 1973; Azevedo, 1974). Qualquer mudança do clima, no sentido de seca, teria efeitos infelizes. Vale a pena considerar em mais pormenores alguns dos processos que contribuem para a formação de desertos, especialmente os que resultam das atividades predatórias do homem.

#### AS CAUSAS DE DESERTIFICAÇÃO

A formação de desertos pode resultar de várias causas, ou mesmo de combinações de causas, tanto controladas quanto não controladas pelo homem. Por exemplo, o relevo topográfico pode resultar em desertos na "sombra de chuva" de montanhas, como no caso do deserto de Gobi, na Ásia, ou do deserto de Atacama, no Chile. Mesmo na presença de causas naturais de formação de desertos, estas áreas áridas podem ser aumentadas pelos efeitos adicionais do homem, como aconteceu em ambos os casos citados. Também, há regiões do mundo mais predispostas ao aparecimento de condições desérticas por causa da circulação global do ar. O ar é aque-

cido na região equatorial, sobe e deixa cair grandes quantidades de chuva por causa do resfriamento resultante. Estas massas de ar passam rumo aos polos a uma grande altitude, descem a mais ou menos trinta graus de latitude por causa da rotação da terra. Quando este ar seco desce, a pressão atmosférica causa um novo aquecimento e a absorção de água. Uma grande parte dos desertos do mundo está localizada na faixa dessa latitude. No hemisfério norte, há os desertos do Saára, os desertos da Arábia, do Irã, do Afeganistão, do Paquistão, do noroeste da Índia, e as áreas secas do México e do sudoeste dos Estados Unidos. No hemisfério sul, na mesma latitude, há as áreas secas da Argentina, o deserto Kalahari, na África, e o deserto da Austrália. Deve lembrar-se que o Estado do Rio Grande do Sul também cai nesta faixa de latitude, sujeita a desertos. Neste caso, o efeito da descida do ar é moderado pela proximidade do mar e pela falta de correntes de água fria que agravam o efeito de absorção nas faixas ocidentais dos continentes. O efeito de correntes marinhas quentes não é suficiente para servir como garantia contra o processo de desertificação, como vou mostrar com um exemplo específico da Índia. A descida de ar seco e frio na latitude de trinta graus é uma condição geográfica que aumenta o perigo de desertificação. Tanto com a ajuda de fatores da localização geográfica quanto sem ela, no que diz respeito à circulação global do ar, cordilheiras de montanhas e correntes marinhas frias, as atividades humanas são capazes de provocar mudanças climatológicas no sentido de seca.

#### RAJASTHAN — UM EXEMPLO ESPECÍFICO

É aconselhável examinar um exemplo específico de desertificação um pouco mais pormenorizadamente, para entender como as atividades humanas podem concorrer para a desertificação. Para isto, apresento o deserto em Rajasthan, na parte noroeste da Índia, perto da divisa com o Paquistão, o chamado "grande deserto da Índia" ou deserto Thar. Tive a experiência de morar dois anos numa aldeia à margem desse deserto; assim tive a

oportunidade de ver, de perto, o processo de desertificação provocada pelo homem.

Apesar de o deserto de Rajasthan ser localizado na zona latitudinal de descida de ar devida aos "anticiclones", tal fato não é suficiente, em si, para explicar a formação do deserto. Não há problemas geográficos com correntes marinhas frias ou "sombras de chuva" de montanhas. Quantidades enormes de água passam no ar por cima do Rajasthan cada ano: por que não cai chuva lá? A pluviosidade no oeste do deserto tem uma média de 120 mm/ano (Kaul & Chakravarty, 1968), mas a variação é tão grande que, muitas vezes, passam vários anos sem cair nenhuma gota d'água. Andei de camelo, na área de Jaisalmer, durante uma destas estiagens prolongadas e vi as dunas de areia cobrindo as aldeias abandonadas. Dunas de areia tinham até entrado num dos palácios do Maharajá, dando testemunho mudo do poder de desertificação, de mudar a habitabilidade duma área.

A umidade relativa tem uma média de 10% durante os meses secos de abril e maio, porém chega até uma média de 93% em agosto (Kaul & Chakravarty, 1968). O ponto de condensação é considerado alto, e apresenta muitas nuvens (Bryson, 1972). Mesmo assim, a chuva não cai. O deserto em Rajasthan tem uma extensão de aproximadamente 214.039 km<sup>2</sup>, ou 60% da área total do Estado de Rajasthan (Jodha, 1968). Uma das explicações desse fenômeno vem dum fato importante: é o deserto com mais poeira no mundo (Bryson, 1972). O deserto produz uma nuvem enorme de poeira com densidade chegando a 600-800 microgramas/m<sup>3</sup> até alturas de 3.000 a 9.000 metros, o que indica que o ar tem duas a quatro vezes mais partículas do que o ar poluído sobre a cidade de Chicago (Bryson, 1972). A nuvem de poeira estende-se desde a Arábia até o Cambodja. Há várias indicações de que esta carga de poeira é uma razão de aridez da área (Bryson & Baerris, 1967; Wendland & Bryson, 1970; Bryson, 1972). A poeira, na atmosfera, explica observações anteriores de uma discrepância entre a taxa de esfriamento idiabática calculada sem levar em conta a poeira e a taxa necessária para manter o pa-

drão de descida do ar existente. É a baixada do ar que resulta nas condições desérticas estáveis. O efeito da poeira influencia um aumento da reflexibilidade ou albedo da terra. Medidas por Bryson *et al.* (1964) e Mani *et al.* (1965) confirmam a relação da poeira com a taxa de esfriamento estranho que explica a baixada do ar. O processo tem o aspecto de um "loop" de retroalimentação positiva: mais desertificação resulta em menos vegetação, que resulta em mais poeira, que resulta em ainda mais desertificação.

Existe muita evidência histórica de que a área que agora é deserto no Rajasthan anteriormente suportava uma alta civilização e tinha uma floresta exuberante característica de áreas com índices pluviométricos bastante altos. Isto inclui a existência de esculturas na região de Mathura de cerca de 500 a.C. até 640 A.D., trechos nos escritos de Herodoto, de 400-500 a.C., e trechos no Ramayana e no Mahabarata, escritos entre 200 e 500 a.C. (Randhawa, 1945). A vegetação era luxurriante, no tempo de Alexandre o Grande (Puri, 1960, 1: 261). Também, há testemunhos de pólen de que existia um clima mais pluvioso no tempo da Civilização do Indus, em aproximadamente 1.000 a.C. (Singh, 1969). O clima começou a mostrar evidências de seca em aproximadamente 1.000 A.D., mas a tendência à seca tem sido mais forte nos anos recentes (Bryson, 1972).

O conteúdo alto de micro-matérias na atmosfera é justamente colocado como resultado de utilização intensa da terra pelo homem: vegetação cobrindo a terra não pode ser sustentada com a pressão intensa do pastoreio de ovelhas e cabras. Observei pessoalmente exemplos inumeráveis disto durante a minha estada de dois anos no Rajasthan: os pastores de cabras chegam a subir às árvores e cortar todas as folhas, à faca, para alimentar os seus rebanhos famintos. Cada broto verde é logo descoberto e comido assim que aparece. Cada vez mais, a terra está sendo convertida em áreas cultivadas, muitas vezes em faixas extremamente marginais. A mudança da pecuária para a agricultura é uma consequência comum de pressões de popula-

ção (Boserup, 1965) e, quando isto acontece em terras marginais, muitas vezes se transformam em desertos (veja-se por exemplo Sears, 1947; Eckholm, 1975, 1976). O deserto de Rajasthan tem a peculiaridade de ser o deserto com densidade de população mais alto no mundo (Bryson, 1972).

A área da zona árida de Rajasthan usada somente para pastoreio diminuiu de 13,09 milhões de hectares em 1951 para 11,04 milhões de hectares em 1961 (Jodha, 1968). A produção anual estimada de forragem nestas pastagens é menor que 300 kg/a, enquanto a pressão de pastoreio é estimada em oito equivalentes de gado por hectare. Isto é baseado nas relações de efeitos relativos de gado de 1/6 para ovinos e caprinos, e 1/1 para outros tipos de animais, junto com dados do censo pecuário de Anônimo (1964 *apud* Kaul & Chakravarty, 1968). Estas cifras sobre lotação são de uma ordem de grandeza maiores das capacidades de pastoreio para gado adulto em um período dum ano, de 12,2 hectares/cabeça para pastagem "ruim", 8,0 hectares/cabeça para pastagem "regular", 4,9 hectares/cabeça para pastagem "boa", e 3,6 hectares/cabeça para pastagem "excelente", em áreas com chuva de 319 mm/ano (Ahuja, 1961 citado por Ahuja *et al.*, 1968). Outras capacidades de pastoreio publicadas incluem 2,5 ovelhas/hectare em pastagem ruim, em Pali (Dabadghao, 1959), e de 6,93 até 7,60 ovelhas/hectare em pastagem semeada, em Pali, dependendo da espécie de gramínea (Kaul & Chakravarty, 1968), e 2,47 ovelhas/hectare em pastagem natural em Pali quando usada apenas 324 dias/ano (Das *et al.*, 1963).

O deserto de Rajasthan está aparentemente avançando na terra arável em volta, mas as taxas de avanços publicadas variam entre autores. Talbot (1957), seguido por Bryson & Baeris (1967) e Ehrlich & Ehrlich (1970: p. 166) relatam 0,8 km/ano. Ehrlich & Ehrlich (1970) dão como taxa de crescimento da área 15.540 km<sup>2</sup>/ano, enquanto Talbot dá 1.813 km<sup>2</sup>/ano. Puri (1960: p. 259), referindo-se a Hora (1952), diz que "a estimativa da Comissão de Planejamento de 130 km<sup>2</sup>/ano

talvez não tenha muito validade científica", e salienta a falta de dados. Apesar do debate continuado sobre se o tamanho do deserto está aumentando, e com que velocidade, a questão não está resolvida (Roy & Pandey, 1970; India, National Commission on Agriculture, 1974; Mann *et al.*, 1974 *apud* Eckholm & Brown, 1977). Uma explicação se impõe para as divergências de opinião: as diferenças em definições de que constitua um avanço do deserto nesta paisagem desolada (Eckholm, 1976: p. 64).

A história de desertos criados pelo homem tem sido repetida muitas vezes em outras partes do mundo, com muitos aspectos similares ao do Rajasthan. A agora famosa área do "Sahel", na margem sul do deserto do Saára, na África, é muito parecida com o Rajasthan. Quando visitei estas áreas no Níger e no Alto Volta, um pouco antes do climax da seca desastrosa de 1973, muitas das mesmas características eram facilmente visíveis: grandes rebanhos de cabras e ovelhas para sustentar a população, destruição ostensiva da vegetação para forragem e lenha, e grandes quantidades de poeira saindo das terras nuas. A poeira é visível longe da área, nas costas de Camaroun e Nigéria. Esta poeira também concorre para a desertificação da área (Bryson, 1973; Macloed, 1974 *apud* Eckholm, 1976).

O problema de poeira em áreas secas também existe no Brasil. Todo mundo sabe deste aspecto do nordeste brasileiro, onde "a seca larga pó".

#### OS RISCOS DO BRASIL

O problema de desertificação é um perigo real no Brasil. No nordeste, a extensão de vegetação característica de zonas áridas em áreas cada vez maiores por causa de desflorestamento é bem conhecida (Vasconcelos Sobrinho, 1974 *apud* Eckholm & Brown, 1977: 14). As secas do nordeste brasileiro representam uma situação bem semelhante aos exemplos já mencionados de outras partes do mundo, e indicam assim o risco de desertifi-

cação. Vou concentrar-me mais nos problemas um tanto diferentes da área do trópico úmido brasileiro. Na Amazônia, também há vários processos atualmente em prática que tem efeitos climatológicos sempre no sentido de maior agravo da seca.

Os efeitos do desflorestamento na Amazônia constituem um assunto que sempre provoca debate emocional, e que merece consideração urgente, dada a rapidez com que a floresta amazônica está sendo transformada em outros ecossistemas. A Amazônia tem certas vantagens decorrentes da sua situação geográfica na zona equatorial, sem montanhas ou outros fatores físicos que contribuam para a tendência à seca. Mesmo assim, as atividades do homem, na área, concorrem, de várias maneiras, para a seca. O conteúdo de água do solo, que é condição indispensável para as plantas em seu dia a dia, realmente é mais importante do ponto de vista da vegetação (e do homem) do que os totais pluviométricos anuais. Sob a floresta pluvial, o conteúdo de água no solo é mantido em níveis bastante altos pela vegetação. Quando a floresta é derrubada e o solo exposto, como para cultivo ou pastagem, as suas reservas de água são rapidamente esgotadas durante as estiagens por causa da porosidade reduzida e do escoamento e evaporação rápidos. Por isto, o solo exposto passa muito tempo, durante o ano, em condições bastante secas, apesar de níveis pluviométricos anuais elevados.

A mudança do aspecto da vegetação para tipos mais esclerofílicos e adaptados a resistir a condições de secas é comum após o desmatamento. Em áreas que vêm sendo exploradas intensivamente pelo homem, durante muito tempo (por exemplo, nos arredores da cidade de Santarém, no Pará) a vegetação toma mais a aparência do cerrado do que de floresta pluvial. O atraso de sucessão secundária devido à drenagem excessiva no período da seca, "em combinação com condições de baixa fertilidade do solo", tem sido proposta como explicação da formação de campinas amazônicas provindas de roças antigas de populações indígenas (Prance & Schu-

bart, 1977, embora nem todos estejam de acordo com esta hipótese (G. Ranzani, com. pessoal).

A substituição da floresta pluvial por outros tipos de vegetação tem efeitos climáticos que contribuem para a seca. A floresta pluvial abastece uma grande parte da região amazônica de vapor d'água no ar. Marques *et al.* (1977) estimaram que 48% da precipitação na faixa entre Belém e Manaus é devida à evapotranspiração, e o restante vem do oceano Atlântico. Molion (1975: 51) estimou a porcentagem devida à evapotranspiração local em 56%. Claro que qualquer redução na taxa de evapotranspiração terá efeitos substanciais sobre a precipitação local. Villa Nova *et al.* (1976) calcularam um valor para evapotranspiração da floresta amazônica, e chamaram atenção para o fato de que a evapotranspiração poderia ser diminuída por causa de desmatamento, provocando mudanças no balanço de energia e na dinâmica do escoamento. O balanço hídrico na presença de floresta pluvial é positivo por causa da evapotranspiração elevada, ao passo que o balanço no cerrado é negativo. Outros métodos também indicam a importância de reciclagem de água na origem de chuvas na Amazônia (Salati *et al.*, 1978). A água lançada no ar através da evapotranspiração da floresta amazônica brasileira é uma fonte de chuvas não só no Brasil, mas também na Colômbia e Venezuela. Qualquer diminuição nela por causa de desmatamento atingiria também estes lugares (Portig, 1968). A diminuição de índices pluviométricos anuais em duas estações na Colômbia, entre 1952 e 1967, foi suposto ser relacionada com este efeito de desflorestamento (Feininger, 1968).

Além do seu papel mais conhecido no balanço hídrico, minimizando o escoamento e efetuando evapotranspiração, surge uma pergunta em aberto, se as árvores também podem ter efeitos locais na provocação de chuvas. Friedman (1977) salienta este papel das árvores amazônicas, usando como exemplo a ilha de Marajó, onde cai sensivelmente mais chuva na parte arborizada do que na parte onde não tem árvores. Molion (1975: 101), citando Geiger (1965), acha a literatura incon-

clusiva quanto ao efeito da arborização sobre precipitação local. Geiger, no entanto, acredita em tais efeitos locais, em vários casos, dando como exemplos um caso de desflorestamento em Hunsrück, Alemanha, onde a pluviosidade baixou 62-85% (Geiger, 1965: 365) e outro caso de reflorestamento na Ucrânia onde registros pluviométricos mostram um aumento da chuva (Geiger, 1965: 366). Geiger acentua que tais efeitos são estritamente locais e devidos, por exemplo, à diminuição da velocidade dos ventos sobre florestas. Estes "efeitos benéficos" de árvores são mais acentuados nos limites entre áreas florestadas e não florestadas (Geiger, 1965: 368).

Tudo isto indica a possibilidade da tendência à seca por força do desflorestamento na Amazônia. Um fator mais obscuro no contexto amazônico é a poeira. O efeito encontrado no Rajasthan e no Sahel depende do padrão de movimento de massas de ar naquelas latitudes, que é o inverso da situação na zona equatorial. O outro efeito da poeira, o de provocação de chuvas por causa do aumento dos núcleos disponíveis para condensação, também poderia ter influência climática profunda. A fumaça produzida pela queima de poços de petróleo na parte amazônica do Equador é uma ocorrência diária naquela área em anos recentes, e é considerada como causa de um aumento nas chuvas registradas na área (Emmel, 1974). A queima de áreas derrubadas na Amazônia, especialmente as áreas enormes desenvolvidas por empresas agropecuárias, lança grandes quantidades de partículas no ar. O fato de tirar-se a água do ar através de chuvas provocadas por tais atividades humanas é obviamente a causa de que esta chuva deixe de cair em qualquer outro lugar mais longe da fonte inicial da umidade.

O sul brasileiro também tem que encarar com seriedade a desertificação. Os mesmos processos que se aplicam nas outras partes do Brasil e do mundo podem atuar nesta região também. Além disso, a localização na latitude caracterizada por descidas de massas de ar na circulação atmosférica global indica que deve ter um cuidado especial nesta região.

## O QUE DEVE SER FEITO A RESPEITO DA DESERTIFICAÇÃO

Uma coisa que precisa ser feita com urgência é um aumento da coleta de dados meteorológicos, especialmente em áreas relativamente pouco conhecidas, como a Amazônia, para poderem identificar-se, com a máxima antecedência, quaisquer mudanças na quantidade ou padrão de chuvas, umidade, ou outros fatores que têm efeitos sobre a pluviosidade da região. Além disso, precisa-se de muito mais esforços no sentido de evitar tipos de exploração que contribuam para a desertificação, além de meios para a restauração de áreas já atingidas. Isto implica no esforço de campanhas governamentais de conservação de solo, para evitar erosão que resulta na falta de fixação de cobertura de vegetação, e no conseqüente processo de desertificação. São necessários programas para reabilitar terras deterioradas, como, por exemplo, o controle estrito da lotação de gado em pastagens, programas de reflorestamento, etc. Precisa-se de muito mais esforço de disciplina por leis relativas a desflorestamento, além de outras medidas, tais como a preservação de reservas grandes da floresta natural. Embora importantes, as reservas naturais, em regiões que ainda se encontram em floresta não podem ser conservadas em escala suficiente para a manutenção de condições climáticas, por causa da grande pressão para desenvolvimento econômico nestas áreas. Por isso, tais reservas têm que ser suplementadas por uma política para fomentar o desenvolvimento racional nas áreas designadas para exploração econômica. Deveriam ser encorajados tipos de desenvolvimento que minimizassem efeitos desertificantes: exploração renovável de produtos florestais em vez de pastagem na Amazônia, ou culturas arborescentes em vez de culturas anuais, por exemplo.

Os processos causadores de desertificação são muito ligados à intensidade e tipo de uso da terra praticada pela população humana. Intensidade e tipo de uso estão intimamente ligados com dois outros problemas: a superpopulação, e a lógica econômica seguida pelas pessoas que investem na área de

agropecuária. O papel de superpopulação na criação de problemas ecológicos foi reconhecido, pelo menos com relação ao nordeste do país, nas numerosas declarações oficiais ao tempo de lançamento do programa de colonização da Transamazônica, após a seca nordestina de 1970. Densidades altas de população obviamente resultam em pressão sobre a terra, com destruição da vegetação que protege o solo do sol e vento. Qualquer solução nestas áreas vai depender de uma diminuição da pressão populacional sobre a vegetação.

Além da intensificação do uso por motivo da pobreza, agropecuaristas, grandes e pequenos, podem intensificar o uso da terra até que conduza à desertificação puramente por motivos econômicos. A deterioração do clima é de uma prioridade tão inferior que ninguém modificaria o seu comportamento, por exemplo, em resolvendo não colocar mais um boi numa pastagem superlotada, por causa da preocupação com a possibilidade de mudanças climáticas. Mesmo que a ligação entre a ação e o efeito no clima fosse conhecida com certeza pelo pecuarista, o fato de que todos os benefícios da superexploração provém ao pecuarista enquanto os custos (em termos de clima) são repartidos entre muitos segundo a lógica da "Tragédia dos Comuns" (Hardin, 1968). Outro argumento econômico vem do fato de que processos biológicos, tais como a regeneração de pastagens degradadas, são muitas vezes relativamente lentos em face da taxa de desconto usada para calcular o retorno em dinheiro aplicado em outros tipos de investimentos alternativos. Isto também conduz à destruição consciente de recursos potencialmente renováveis pela lógica de Clark (1973, 1976). Nestes casos, ações de indivíduos que provocam o processo de desertificação não podem ser tratadas apenas como resultados de uma falta de conhecimento, pois uma lógica fria, com todos os fatos em mãos, conduz à mesma conclusão. O problema é muito mais fundamental do que uma falta de "conscientização" dos indivíduos. Precisa-se de uma reorientação do sistema de incentivos e desincentivos para tornar as ações preservadores do meio ambiente rentáveis, e para tornar as ações destrutivas anti-econômicas.

## SUMMARY

This paper presents a brief overview of the process of desertification on a world wide scale, and explains how individual factors contributing to this process apply to different regions of Brazil. Human activities have often been significant causes of climatic change in the direction of dryness, often in combination with geographical factors such as global air circulation patterns, mountain rainshadows, and cold ocean currents. The key role of human overexploitation is documented in a more detailed examination of the specific example of the Rajasthan Desert in north-western India. The role of atmospheric dustiness resulting from overgrazing and cultivation of marginal lands has been a particularly important factor in the case of this overpopulated man-made desert. The dangers of desertification are examined with respect to the different situations in the various regions of Brazil. Special emphasis is given to the rainfall-reducing effects of deforestation in the Amazon Basin. Underlying causes of the exploitation patterns which result in climatic deterioration are discussed, and suggestions are given for minimizing the danger of desertification in Brazil.

## BIBLIOGRAFIA

- AHUJA, L.D.  
1961 — Cattle industry and pasture development in Rajasthan. *Gosamvardhana*, 9(3): 13-16.
- AHUJA, L.D.; BHIMAYA, C.P. & SAMRAJ, P.  
1968 — Preliminary studies on the effect of different intensities of grazing on the growth of heifers in rangelands of W. Rajasthan. p. 612-619. In: Misra, R. & Gopal, P. (eds.) *Proceedings of the Symposium on Recent Advances in Tropical Ecology*, Part II. Today and Tomorrow Printers & Publishers, Faridabad, India.
- ANÔNIMO  
1964 — Rajasthan census report 1961. *Statistical Abstracts, Rajasthan State*, Jaipur, Índia.
- AZEVEDO, D.C.  
1974 — *Chuvos do Brasil: regime, variabilidade e probabilidade de alturas mensais e anuais*. Tese de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BOSERUP, E.  
1965 — *The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure*. Aldine, Chicago. 124 p.
- BRYSON, R.A.  
1972 — Climatic modification by air pollution. p. 133-177. In: Poluin, N. (ed.) *The environmental future*. Macmillan Press, N.Y.
- 1973 — The Sahelian effect. University of Wisconsin, Institute for Environmental Studies. *Working Paper*, 9, Madison, Wisconsin.
- BRYSON, P.A. & BAERREIS, D.A.  
1967 — Possibilities of major climatic modification and their implications: northwest India, a case for study. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 48: 136-142.
- BRYSON, R.A.; WILSON II, C.A. & KUHN, P.A.  
1964 — Some preliminary results of radiation sonde ascents over India. *Proceedings of the WMO-IUGG Symposium on Tropical Meteorology, Rotorua, New Zealand, November 1963*. New Zealand Meteorological Service, Wellington. 737 p.
- CLARK, C.W.  
1973 — The economics of overexploitation. *Science*, 181: 630-634.  
1976 — *Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources*. Wiley-Interscience, N.Y. 353 p.
- DABADGHAO, P.M.  
1959 — Studies on determination of carrying capacity of natural grassland at Pali. *Scientific Report of the Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur*, Government of India Press, Nilokheri, Punjab, India. p. 35.
- DAS, R.B.; DABADGHAO, R.M.; MARWAHA, S.P. & ROY, R.D.  
1963 — Grazing capacity studies in grasslands of Western Rajasthan. *Annals of Arid Zone*, 2: 14-25.
- ECKHOLM, E.P.  
1975 — Desertification: a world problem. *Ambio*, 4(4): 137-145.  
1976 — *Losing ground: environmental stress and world food prospects*. W.W. Norton & Co., N.Y. 223 p.
- ECKHOLM, E.P. & BROWN, L.  
1977 — Spreading deserts — the hand of man. *Worldwatch Papers*, (13): 5-40.
- EHRlich, P.R. & EHRlich, A.H.  
1970 — *Population, resources, environment: issues in human ecology*. W.H. Freeman & Co., San Francisco. 383 p.
- EMMEL, T.C.  
1974 — Rainfall in the Amazon Basin. *Science*, 183: 257-258.
- FEININGER, T.  
1968 — Less rain in Latin America. *Science*, 160: 13-14.
- FRIEDMAN, I.  
1977 — The Amazon Basin, another Sahel? *Science*, 197: 7.

- GEIGER, R.  
1965 — **The climate near the ground.** Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- GOODLAND, R.J.A. & IRWIN, H.S.  
1975 — **Amazon Jungle: green hell to red desert? an ecological discussion of the environmental impact of the highway construction program in the Amazon Basin.** Elsevier, N.Y. 155 p.
- HARDIN, G.  
1968 — The tragedy of the commons. **Science**, 162: 1243-1248.
- HORA, S.L.  
1952 — The Rajputana Desert: its value in India's national economy. Proceedings of the symposium on the Rajputana Desert. **Bulletin of the National Institute of Sciences of India**, 1: 4.
- INDIA, NATIONAL COMMISSION ON AGRICULTURE  
1974 — **Interim report on desert development.** New Delhi, India.
- JODHA, N.S.  
1968 — Cost-benefit analysis of pasture improvement in the arid region of Rajasthan. **Annals of Arid Zone**, 7(2): 250-257.
- KASSAS, M.  
1975 — Arid and semi-arid lands: an overview. In: United Nations Environment Programme, **Overviews in the priority subject area: land, water and desertification.** UNEP/PROG/2, Nairobi, Kenya.
- KAUL, R.N. & CHAKRAVARTY, A.K.  
1968 — Range development in Western Rajasthan. **Annals of Arid Zone**, 7(2): 258-264.
- MACLEOD, N.H.  
1974 — Dust in the Sahel: cause of draught? Draught Analysis Laboratory, American University, Washington. D.C. (mimeo.)
- MANI, A.; STREEDHARAN, C.R. & SRINIVASAN, V.  
1965 — Measurements of infra-red fluxes over India. **Journal of Geophysical Research**, 70: 4529-4536.
- MANN, H.S.; MALHOTRA, S.P. & KALLA, J.C.  
1974 — Desert spread: a quantitative analysis in the arid zone of Rajasthan. **Annals of Arid Zone**, 13(2).
- MARQUES, J.; DOS SANTOS, J.M.; VILLA NOVA, N.A. & SALATI, E.  
1977 — Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. **Acta Amazonica**, 7(3): 355-362.
- MENEZES, D.M. DE; ELLIS, S. & MUELLER, S.K.  
1973 — O ocorrência de estiagem e suas probabilidades na Baixada Fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agron.**, 8: 181-185.
- MOLION, L.C.B.  
1975 — **A climatonomic study of the energy and moisture fluxes of the Amazonas Basin with considerations of deforestation effects.** Tese de Ph. D., University of Wisconsin, Madison.
- PORTIG, W.H.  
1968 — Latin America: dangers to rainfall. **Science**, 159: 376.
- PRANCE, G.T. & SCHUBART, H.O.R.  
1977 — Nota preliminar sobre a origem das campinas abertas de areia branca do baixo rio Negro. **Acta Amazonica**, 7(4): 567-570.
- PURI, G.S.  
1960 — **Indian forest ecology: a comprehensive survey of vegetation and its environment in the Indian Subcontinent.** Oxford Book & Stationary Co., New Delhi, India.
- RANDHAWA, M.S.  
1945 — Progressive desiration of Northern India in historical times. **Journal of the Bombay Natural History Society**, 45: 558-565.
- ROY, B.B. & PANDEY, S.  
1970 — Expansion and contraction of the Great Indian Desert. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, 36(6).
- SALATI, E.; MARQUES, J. & MOLION, L.C.B.  
1978 — Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. **Interciência**, 3(4): 200-206.
- SEARS, P.B.  
1947 — **Deserts on the march**, second edition revised. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.
- SINGH, G.  
1969 — Paleobotanical features of the Thar Desert. **Annals of Arid Zone**, 8(2): 188-195.
- TALBOT, L.M.  
1957 — Wilderness overseas. **Sierra Club Bulletin**, 42: 28-32.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J.  
1974 — **O deserto brasileiro.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- VILLA NOVA, N.A.; SALATI, E. & MATSUI, E.  
1976 — Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. **Acta Amazonica**, 7(2): 215-228.
- WENDLAND, W.M. & BRYSON, R.S.  
1970 — Atmospheric dustiness, man and climatic change. **Biol. Conservation**, 2(2): 125-128.

(Aceito para publicação em 23/11/78)