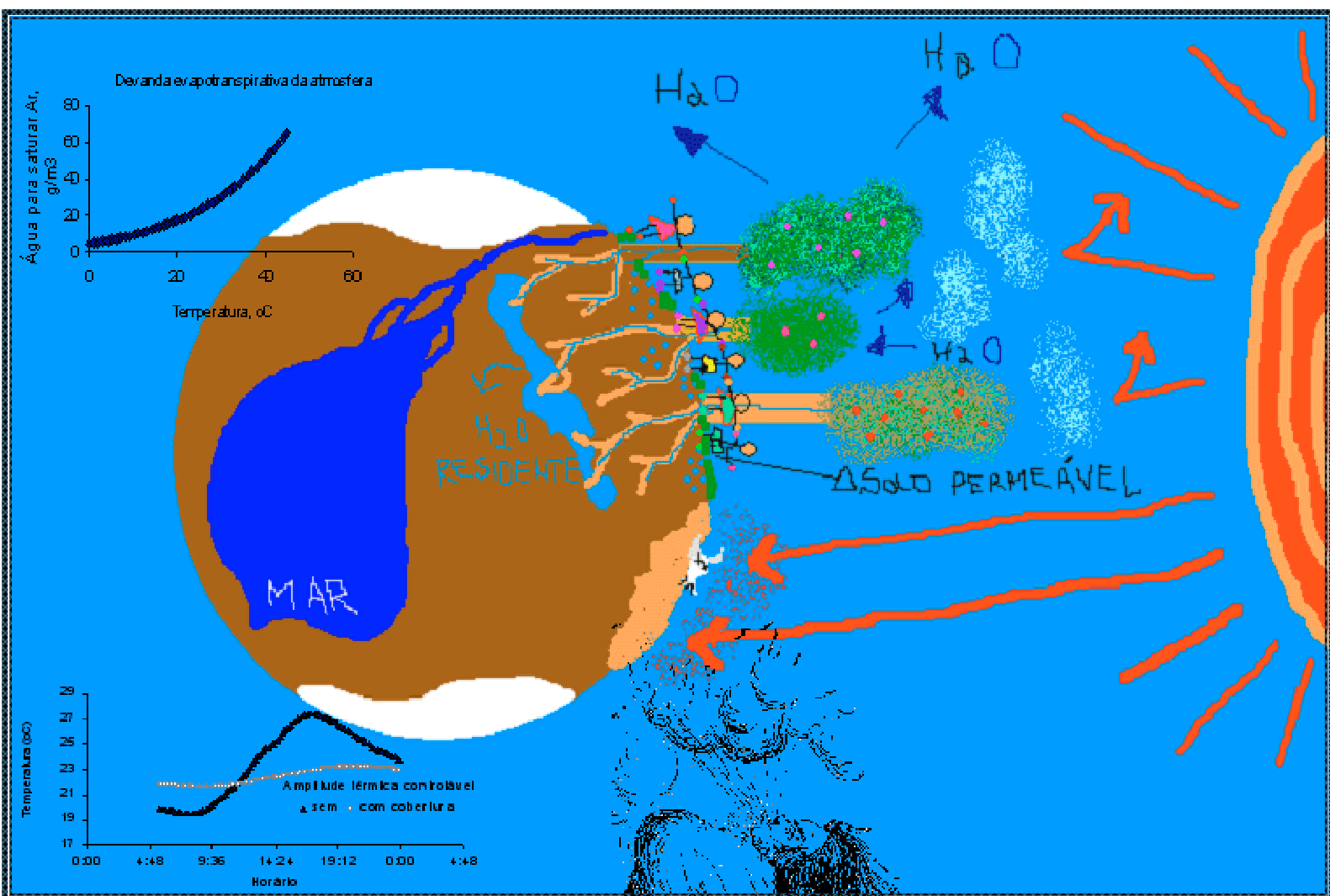


Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos



ISSN 1980-6841

Agosto, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 70

Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos

Odo Primavesi

Cristina Arzabe

Márcio dos Santos Pedreira

São Carlos, SP
2007

Embrapa Pecuária Sudeste

Rodovia Washington Luiz, km 234

Caixa Postal 339

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Home page: <http://www.cppse.embrapa.br>

Endereço eletrônico: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alberto C. de Campos Bernardi

Secretário-Executivo: Edison Beno Pott

Membros: Carlos Eduardo Silva Santos, Maria Cristina Campanelli Brito,
Odo Primavesi, Sônia Borges de Alencar

Revisor de texto: Edison Beno Pott

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar

Foto de capa: Gabriela Arzabe Lehmkuhl (12 anos), Parnaíba, PI
e Odo Primavesi

Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

1ª edição on-line 2007

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP
Embrapa Pecuária Sudeste**

Primavesi, Odo

Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos
impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos
/ Odo Primavesi, Cristina Arzabe, Márcio dos Santos Pedreira. —
São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. — (Embrapa
Pecuária Sudeste. Documentos, 70).

Modo de Acesso: <[http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacao
gratuita/documentos/Documentos70pdf/view](http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacao/gratuita/documentos/Documentos70pdf/view)>.

Publicações gratuitas (acesso em 20/08/2007)

1. Mudança climática - Ambiente - Curvas de crescimentos 3.
I. Arzabe, Cristina. II. Pedreira, Márcio Pedreira. III. Título. IV. Série.

CDD: 551.6

© Embrapa 2007

Autores

Odo Primavesi

Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.

Endereço eletrônico: odo@cppse.embrapa.br

Cristina Arzabe

Bióloga, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, UEP Parnaíba - BR 343, km 35, Caixa Postal 341, CEP 64200-970 – Parnaíba, PI.

Endereço eletrônico: arzabe@cpamn.embrapa.br

Márcio dos Santos Pedreira

Zootecnista, Doutor, Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Praça Primavera, 40, CEP 45.700-000 – Itapetinga, BA.

Endereço Eletrônico: pedreira@uesb.br

Sumário

Resumo	6
Abstract	8
Resumo executivo	9
Executive summary	11
1. Introdução	13
2. Causas das mudanças	14
2.1. <i>Aumento na concentração de gases de efeito estufa</i>	17
2.1.1 – <i>Aumento nas emissões de CO₂</i>	17
2.1.2 – <i>Aumento nas emissões de metano</i>	20
2.1.3 – <i>Aumento nas emissões de óxido nítrico</i>	21
2.2. <i>Aumento das superfícies irradiadoras e produtoras de calor em excesso</i>	22
2.3. <i>Redução das áreas verdes, cobertas por vegetação permanente</i>	34
2.4. <i>Redução de água doce residente</i>	38
3. A infra-estrutura ambiental e seus serviços essenciais: rumo ao biomimetismo	47
4. Efeitos	54
4.1. <i>Efeitos climáticos</i>	54
4.2. <i>Ambientes naturais</i>	58
4.3. <i>Ambientes agrícolas</i>	62
4.4. <i>Ambientes urbanos</i>	72
5. Soluções	76
Agradecimentos	125
Referências bibliográficas	126
Apêndice (Figuras)	164

Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos

Odo Primavesi

Cristina Arzabe

Márcio dos Santos Pedreira

Resumo

Atualmente, existe grande conflito de dúvidas entre o setor econômico e o ambientalista, quanto ao modo de continuar o desenvolvimento econômico e a vida dos cidadãos e das empresas. As políticas públicas continuam sendo orientadas pela pressão de grupos organizados de segmentos da sociedade. Porém, grande parte da sociedade perdeu a percepção de sua dependência do ambiente natural, da natureza, das normas e dos princípios ecológicos que regem a vida, a capacidade de suporte de vida, a capacidade produtiva e o potencial de ganho das atividades. Perdeu a percepção de que a produção e o lucro dependem de pessoas capacitadas, saudáveis e conscientes, que vivam em ambiente que apresente as características essenciais mínimas para permitir a vida diversificada e a produtividade. Com essa falta de percepção, está se estabelecendo o caos nos relacionamentos e nos entendimentos. Os tomadores de decisão econômica e política, tanto locais como globais, acreditam que nos ambientes urbanos, as cidades, e nos mundos virtuais em franco desenvolvimento estejam imunes a estes conflitos socioambientais. Não percebem que precisam mudar os paradigmas, que necessitam priorizar os aspectos socioambientais e que estamos mergulhados em uma crise socioambiental sem precedentes e globalizada, a qual está atingindo o ponto sem retorno, tanto que alguns prevêem o colapso global em menos de dez anos. Vivencia-se a regressão ecológica acelerada dos ambientes terrestres, lamentavelmente produzida por atividades e por tecnologias mineradoras que visam ao desenvolvimento econômico à custa da qualidade de vida da sociedade humana, bem como vivencia-se a evolução inversa ou a regressão da vida dos oceanos. Isso significa condições de sobrevivência ainda por certo tempo para as espécies mais resistentes e destruição do meio de vida e de produção e de lucro da espécie humana. A causa está na destruição frenética da infra-estrutura natural e dos serviços ambientais essenciais à vida, por falta de referenciais estáveis, com utilização de um acelerador desses processos dilapidadores, representado pela emissão desenfreada de gases de efeito estufa e pelo aquecimento global daí resultante. O ciclo econômico atual destrói o patrimônio natural de alto valor econômico, científico e ambiental e não gera bem-estar proporcional às perdas que acarreta. No presente texto, pretende-se apresentar as causas integradas e as possíveis soluções para se evitar o desastre global iminente, fundamentado nos princípios e nas normas ecológicas imutáveis que regem os

processos naturais de vida e de produção de biomassa. Espera-se que este trabalho sirva de reflexão para os tomadores de decisão e para os cidadãos em geral, e de subsídio para atividades realmente sustentáveis, principalmente em vista da grande demanda por energia renovável, que exige a manutenção ou mesmo a recuperação da capacidade de suporte dos ambientes naturais, para que a essa busca por energia renovável seja sustentável. Isso se torna necessário em vista da contínua redução da pegada ecológica permissível para cada cidadão global.

Climate change: an integrated tropical view of causes, impacts and possible solutions for rural and urban environments

Abstract

Currently occurs a great conflict between the economical and the environmentalist sectors, about the way to forward development and productive activities and life of citizens and corporations. Public policies remain oriented by organized pressure groups of society. However, a large part of society lost the awareness of its dependence from natural environment, from nature, from ecological rules and principles that rule life processes, life carrying capacity, production capacity and gain potential of activities. People lost the perception that production and profit depend upon capable, health and conscious persons, living in environments with the minimal essential characteristics to allow a diverse life and productivity. This results in a chaos of relationships and understandings. Local and global economical policy makers believe that they are safe from these socioenvironmental conflicts, living in urban environments, the cities, and in the fast developing virtual worlds. They do not realize that the paradigms need to be changed, prioritizing socioenvironmental features, and that we are diving in a global unknown socioenvironmental crisis, which is reaching a point of no return, perhaps with a global socioenvironmental collapse in less than ten years. We are living a fast ecological regression of terrestrial environments, as a result of activities and of technologies that aimed the economical development at expenses of life quality of human society, as well as we are also living the evolution at reverse or life regression in the seas. This means certain survival conditions during some time for the more resistant species, and destruction of life conditions, of production and of profits for human species. The main cause is that the essential natural life infra-structure and its services is being destroyed in a frantic way, due to a lack of stable references, and by speeding up this process, as by a wild emission of greenhouse gases and the global warming. This text tries to describe the clear essential and integrated causes, and workable solutions to avoid the imminent global crash, based on the unchangeable ecological principles and rules. These principles and rules may be used for reflection by decision makers and citizens in general, and as subsidy to run sustainable activities, mainly in view of the need for renewable energy sources, that require the conservation or even the restoration of the biological carrying capacity of degraded landscapes, for sustainability. This turns out very important, due to the continuous decrease of the allowable ecological footprint for each global citizen.

Resumo executivo

A radiação solar incide sobre a superfície terrestre prioritariamente na forma de radiação de ondas curtas. Conforme o albedo (Figura 1) dessa superfície, de nenhuma (em corpos negros) a 90% (em neve) dessa radiação pode ser refletida de volta ao espaço, passando pelo cobertor de gases de efeito estufa e de vapor de água que envolve a Terra. A energia não refletida é absorvida pela superfície e, após estimular as moléculas presentes nessa superfície, é transformada em trabalho, é utilizada na vaporização de água e é convertida em movimentação de moléculas de ar (nas térmicas geradoras de brisas e de ventos; Figuras 2 e 3) e em radiação de calor, isto é, em ondas longas, infravermelhas (Figura 4). Essa radiação não consegue passar ao espaço sideral pela camada de gases de efeito estufa e de vapor de água (Figura 5), que redirecionam, “socializam”, esse calor em escala global. Corpos de água e plantas (que contêm água) constituem estabilizadores de temperatura, em vista da característica que as moléculas de água possuem de aquecer e de esfriar vagarosamente. Superfícies secas, independentemente de seu albedo, apresentam grande amplitude térmica e geram pulsos de calor e de frio. Superfícies secas, quando sombreadas, não esquentam. O aquecimento global é alimentado pelo calor em excesso gerado por áreas degradadas ou aridizadas ou desertificadas. Essas áreas são secas e não são sombreadas. Imagens de satélite mostram as áreas do planeta que geram calor em excesso no solo ($>52^{\circ}\text{C}$) ou na atmosfera ($>300\text{ W/m}^2$), como na África (Figura 6), na América do Sul (Figura 7), na América do Norte (Figura 8), na Austrália (Figura 9), nas zonas desérticas, áridas e semi-áridas (Figura 10) e degradadas em processo de aridização, por exemplo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Figura 11). Essas áreas se caracterizam pela restrição de água (Figura 12) e se sobrepõem aos lugares cuja cobertura arbórea ou florestal está em degradação ou degradada (Figura 13). Verifica-se ainda na Figura 12 que, no hemisfério norte, nas regiões tropical e subtropical, ocorrem mais áreas que geram calor em excesso, levado pela células de Hadley e de Ferrel para a região polar Ártica, do que no hemisfério sul, assim explicando porque ali as geleiras fundem duas vezes mais rapidamente do que na Antártida. Atividades agrícolas, pastoris e florestais dependem de água disponível no solo e no ar para gerarem lucro. Falta de água disponível, causada por falta de chuva (Figura 14), por solo encrustado e impermeável (Figura 15), por solo degradado, compactado e sem matéria orgânica (Figuras 16 e 17), por falta de estruturas vaporizadoras ou por brisas e ventos constantes, afeta a produção (Figura 18), ainda que sejam utilizados insumos “garantidos” (corretivos, adubos e defensivos) e sementes de elevada qualidade, sob as mesmas condições climáticas. A irrigação não será solução, pois, ao eliminar o pouco ar de solos compactados e sem macroporos, pode reduzir ainda mais a produção. Apesar disso, as ações de degradação continuam a ocorrer no nível global com as queimadas (Figura 19), ampliando as áreas aridizadas (Figura 20). Quando se comparam ambientes naturais primários, representados por afloramento de rocha, e ambientes-clímax naturais, desenvolvidos a partir dessas rochas (Figura 21), verifica-se a necessidade da existência de infra-estrutura natural (água residente,

em solo permeável, mantido assim por cobertura vegetal diversificada e permanente e seus resíduos) para permitir a ocorrência de serviços ambientais essenciais primários (água disponível, estabilização da temperatura e manutenção da umidade relativa do ar adequada) para viabilizar os sistemas produtivos lucrativos. Em regiões tropicais e em regiões subtropicais, a eliminação da cobertura vegetal permanente, a queima dos restos vegetais e a exposição do solo às chuvas intensas resultam em regressão ecológica, rumo a condições inóspitas para a vida: condições sem água residente, de grandes amplitudes de temperatura e de umidade relativa do ar, de ventos fortes, de chuvas fortes e de chuva com raios ou de tempestades elétricas, sem capacidade de suporte, sem elo inicial da cadeia alimentar (plantas) e com ciclo da água curtíssimo. Necessita-se recuperar, conservar e potencializar a capacidade de suporte e de produção das áreas já desmatadas, a fim de se evitar a diminuição de áreas de produção, principalmente de água e de alimentos, e a fim de reduzir áreas produtoras de calor em excesso, o qual os gases de efeito estufa em maiores concentrações retêm e redistribuem globalmente, em parceria com os ventos. Nas regiões tropicais e nas regiões subtropicais, as boas práticas de produção necessitam seguir o caminho do meio, entre as características de ambientes naturais primários e de ambientes-clímax, integrando o manejo racional de insumos e de tecnologias naturais, como o sombreamento do solo, a manutenção de teor adequado de matéria orgânica, a rotação de culturas, a conservação da biodiversidade e o manejo estratégico do componente florestal, de modo que haja sombra, quebra-ventos, vaporizador de água, estabilizador térmico, facilitador de precipitações pluviais convectivas (Figura 22) e ausência de escoamento de águas pluviais (Figura 23). Os resultados dessas boas práticas logo aparecem, tanto na pecuária (Figuras 24 e 25) como na agricultura (Figuras 26 a 31), e o componente arbóreo sempre está presente nas áreas de maior produtividade. A natureza tem normas, segue normas rígidas, que, quando não obedecidas, levam à morte imediata ou à morte lenta do ser humano, peça-chave no sistema capitalista, já que atua como produtor e consumidor. O mais inteligente não é subjugar a natureza às nossas tecnologias, mas aliar nossas tecnologias às normas ambientais, como os princípios ecológicos, garantindo e reforçando seus processos naturais, o que vai resultar em elevada eficácia dos insumos utilizados. Há necessidade de se conhecer esses princípios naturais, de estabelecer sistemas eficientes de transferência de conhecimento e de tecnologias, de capacitar o produtor rural e de articular legislação pertinente com políticas públicas e com atividades de organizações privadas esclarecidas, local e globalmente, a fim de promover as mudanças necessárias ao desenvolvimento rural para a conservação de água e para a produção de alimentos, de fibras e de energia, e à redução do aquecimento global e das mudanças climáticas, e assim garantir o futuro de nosso sistema de produção e das gerações vindouras. Somente uma visão global clara da situação socioambiental permitirá realizar planos regionais de ações locais integradas eficazes. Em vista do atual grau de desmonte da infra-estrutura natural essencial para a manutenção da vida e da produção, ações pontuais em geral não terão sucesso, por causa do grande efeito de borda global negativo. Estão todos convidados a participar do desafio de sugerir caminhos e a participar do mutirão global de reconstrução do mundo sustentável!

Executive summary

The incidence of solar radiation on Earth surface occurs mainly as short waves. Depending on the albedo (Figure 1) of this surface, from none (black bodies) to 90% (snow) of this radiation can be reflected back to space, through the blanket of greenhouse gases and water vapor that covers Earth. Energy not reflected is absorbed by the surface and after stimulating molecules present at this surface it is converted into work, it is used to vaporize water, it stimulates air molecules movement (thermals, that generate breezes and winds; Figures 2 and 3) and it is converted into radiated heat, long waves, infrared radiation (Figure 4). This radiation does not return to space through the layer of greenhouse gases and water vapor (Figure 5), which readdresses, “socializes”, this heat in a global scale. Waterbodies and plants (which contain water) constitute temperature stabilizers, due to the characteristic of water molecules to warm up and to cool down slowly. Dry surfaces, independently of the albedo, possess great temperature amplitude and generate pulses of heat and cold. Dry surfaces, when shaded, will not heat up. Global warming is fed by the heat in excess generated by degraded or aridized or desertic landscapes. These areas are dry and not shaded. Satellite images show planet areas which generate heat in excess at the soil surface ($>52^{\circ}\text{C}$) or in atmosphere ($>300\text{ W/m}^2$), like in Africa (Figure 6), South America (Figure 7), North America (Figure 8) or Australia (Figure 9), in regions that are desertic, arid or semiarid (Figure 10) and degraded, running up an aridization process, e.g., in Southeastern and Central-Western Brazil (Figure 11). These areas are characterized by water shortage (Figure 12), and will match with areas without trees or forest cover (Figure 13). Figure 12 shows that in the subtropics and tropics of the northern hemisphere occur greater areas generating heat in excess, redistributed by the Hadley and Ferrel cells to the Arctic region, than in the southern hemisphere. This may explain the two-times faster smelting of glaciers in the Arctic region. Agricultural, forestal and cattle farming depend on available water in soil and air to generate income. Shortage of available water, as a consequence of low rainfall (Figure 14), crusted and not permeable soil (Figure 15), degraded and compacted soil, without organic matter (Figures 16 and 17), absence of vaporizing structures or constant breezes and winds, may drop production (Figure 18), even using guaranteed inputs (limestone, fertilizers and pesticides) and high quality seeds, under the same climate conditions. Irrigation may not be the solution, since, by eliminating the scarce air in compacted soils, without macropores, yield may be reduced further. Notwithstanding all these problems, degradation processes run fast and faster worldwide, such as burnings (Figure 19) and increasing aridized areas (Figure 20). When comparing primary natural environments, represented by emerging rocks, with climax natural environments, developed from these rocks (Figure 21), it is possible to notice the need for a natural infrastructure (resident water, in permeable soil, maintained by permanent diversified plant cover and their residues and rooting activities), in order to allow the primary essential environmental services (available water, temperature stabilization, maintenance of adequate air humidity) necessary to run profitable and sustainable production systems. In the tropics and subtropics, the elimination of permanent

plant cover, the burning of plant residues and the exposure of bare soil to intense rain will result in an ecological regression, going backwards to unsuitable life conditions: without resident water, with great temperature and air humidity amplitudes, strong winds, dust and sand storms, strong rains and rains with lightnings or electrical storms, without biological carrying capacity, without the first link of the food chain (plants) and with a very short water cycle. It is necessary to restore, to conserve and to improve the carrying and yielding capacity of deforested landscapes, in order to avoid the reduction of productive areas, mainly of water and food, and also to decrease heat-in-excess-producing areas, entrapped by the greenhouse gases and redistributed globally by winds. In the tropics and subtropics, good production practices need to step the golden middle way, between primary and climax natural environments, integrating rational use of inputs and natural technologies, such as soil shading, maintenance of adequate levels of organic matter, crop rotation, conservation of biodiversity and strategic management of the tree component, in order to provide shade, windbreaks, water vaporizing, temperature stabilization, better conditions to allow convective rainfalls (Figure 22) and absence of runoff of rainwater (Figure 23). The results will appear fast, both in cattle farming (Figures 24 and 25) and in crop farming (Figures 26 to 31). The tree component will be present in areas with great production. Nature has strong rules and it follows these strong rules, which when disregarded, will leave to immediate or delayed dead of mankind, keystone of the capitalistic system, since acting as producer and as consumer. Wise is not to submit nature to our technologies, but to ally our technologies to environmental rules, such as the ecological principles, warranting and reinforcing the natural processes, so that greater efficacy of used input results. It is necessary to know the natural principles, to establish efficient systems of knowledge and technologies transfer, to train farmers and to articulate running rules with public policies and activities of enlightened private organizations, at local and global level. This ensures the needed changes for rural development to conserve water and to produce food, fiber and energy, and also to reduce global warming and climate changes, and to guarantee the future of our production systems and generations. Only a clear global view of the socioenvironmental situation will allow us to run regional plans of efficient integrated local actions. Considering the up to date great dismantling of the essential natural infrastructure necessary to maintain life and yields, local acting will not succeed, due to the great negative border effect. Therefore, everybody is invited to participate in the fight against this global challenge, suggesting ways and integrating the local to global process of rebuilding a life sustainable world.

1. Introdução

Os impactos das mudanças climáticas no cotidiano das pessoas do campo e da cidade têm levado alguns indivíduos a repensar sua estreita ligação com o mundo natural. Essas mudanças climáticas, que ocorrem de forma mais intensa na baixa troposfera, a camada de 2 a 15 km de altitude da superfície terrestre, geralmente são creditadas ao aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente de gás carbônico, e, portanto, são atribuídas, prioritariamente, à queima de combustíveis fósseis (IPCC, 1995, 2007; Lima et al., 2001) e à queima de estoques de carbono na forma de florestas tropicais. Embora nos países de clima temperado esse aspecto tenha se mostrado o mais importante, há na verdade um conjunto de fatores envolvidos, que antecipam eventos locais e regionais, os quais, segundo diversos pesquisadores, deveriam ocorrer daqui a 50 ou 100 anos. Verifica-se que ações de depredação ambiental realizadas pelos seres humanos influenciam essas mudanças, as quais por sua vez intensificam a degradação ambiental, criando um círculo vicioso. A degradação da matéria orgânica em ambientes naturais de regiões de clima temperado, por exemplo, está ocorrendo de forma mais rápida, comumente só observada sob condições de clima tropical. Não estão surgindo novas ocorrências, mas há intensificação e aumento da frequência de fenômenos naturais corriqueiros. Para uma análise mais segura, é preciso que se considere, além das características próprias das regiões de clima temperado, também os aspectos próprios das regiões tropicais do planeta, em especial a temperatura, uma vez que há um impacto interativo entre essas regiões, por causa da modificação de suas características. Assim, os dados referentes a uma ou a outra são complementares (inibidores, depressivos, estimulantes, sinérgicos) e devem ser analisados em conjunto.

Informações obtidas de 1) enquête realizada com pequenos produtores rurais no oeste paulista, sobre percepção quanto a possíveis mudanças do clima e quanto a efeitos sobre as atividades agrícolas, considerando os últimos 20 anos (projeto da Universidade de Yale e do Banco Mundial, com execução do projeto no Brasil pela Embrapa, em 2005, cabendo à Embrapa Pecuária Sudeste o levantamento no oeste paulista), 2) coleta, armazenamento e avaliação primária dos dados climáticos do posto meteorológico da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, e 3) observações sobre efeitos dos eventos climáticos nas atividades agrícolas da Fazenda Canchim, na região de São Carlos, SP, no Brasil, e em outras regiões no exterior, e a releitura dos fundamentos de ecologia (Odum, 1959; Begon et al., 1988) e dos fundamentos dos fenômenos meteorológicos (Ometto, 1981; Daniels et al., 1995) permitiram formar a base lógica e integrada (Arzabe, 2002), inclusive em um modelo

pictórico composto por três figuras que representam a situação, a reflexão e as soluções (Primavesi & Primavesi, 2003), sobre as causas, os impactos e as possíveis soluções amenizadoras para o ambiente rural e também o urbano, e que já foram parcialmente identificados e descritos para ocorrências locais e regionais de desaparecimento de civilizações na antiguidade (Liebmann, 1976; Diamond, 2005).

2. Causas das mudanças

Sabe-se que nas regiões tropicais, onde a temperatura em geral é mais elevada (Daniels et al., 1995), os processos biológicos, entre eles a decomposição aeróbia de matéria orgânica no solo, que resulta em liberação de gás carbônico, ocorrem em velocidade de cinco a dez vezes superior (Lal & Logan, 1995), em condições normais, e até mesmo 50 vezes mais rapidamente, em condições extremas, do que nas regiões de clima temperado (reduções estatisticamente significativas no teor de matéria orgânica de solos agrícolas sob manejo convencional ocorrem no período de 50 anos, na Áustria, por exemplo, e em até um ano somente, no Brasil). Portanto, solo desprovido de vegetação permanente, cuja matéria orgânica é diminuída drasticamente, deixa de exercer sua função principal, isto é, deixa de ser solo, assumindo características de rocha, e assim encurta o ciclo da água. Outro aspecto característico dos trópicos e em períodos quentes nos climas temperados relaciona-se à intensa função vaporizadora das áreas verdes, especificamente das árvores (Lima, 1987; Galvão, 2000; Modna, 2004), quando houver água no solo, a qual permite a retirada de calor do ar ambiente, de uma forma que não ocorre nas regiões mais frias do planeta. Em períodos frios e em regiões frias, ou mesmo em regiões quentes mas sem água disponível, as áreas verdes, com menor ou sem atividade transpiratória, podem atuar como elementos de aquecimento, em consequência da absorção de energia solar pelas folhas de coloração escura, ou seja, em função do menor albedo. Porém, a vaporização intensa de água geralmente resulta em esfriamento do ar próximo à superfície foliar (Grace, 1977; Lima, 1987; Foley et al., 2003).

Assim, do ponto de vista das regiões tropicais e das regiões subtropicais, que constituem o dínamo do clima e da dinâmica atmosférica terrestre (Daniels et al., 1995), as mudanças climáticas são mais complexas (Asner et al., 2004) do que tão-somente alterações na química da atmosfera, e incluem também alterações predadoras biofísicas da estrutura de *Gaia* – hipótese científica ecológica que propõe considerar a Terra como ser vivo, um superorganismo; ciência do sistema Terra – (Lovelock, 2000; Lovelock & Margulis, 2007). Essas alterações geram o calor em excesso retido pela camada de gases de efeito estufa, gases esses que trouxeram à

tona e agravaram o problema causado pelas áreas degradadas. A interação solo-atmosfera é tão intensa quanto na formação dos raios ou das descargas elétricas naturais. Essas alterações já não são mais difíceis de perceber e podem ser tratadas sob quatro causas principais:

- 1) Redução das áreas verdes, cobertas por vegetação permanente.
- 2) Aumento das superfícies irradiantes e produtoras de calor em excesso ($>52^{\circ}\text{C}$ ou $>300\text{ W/m}^2$).
- 3) Redução de água residente, iniciando processo de aridização e de desertificação.
- 4) Aumento, na atmosfera, da concentração de gases de efeito estufa (Stern, 2007; IPCC, 2007; Gore, 2006), que acentuam os problemas.

Aqui deve ser aberto um parêntesis. Estudos geológicos e astrofísicos têm demonstrado que a atividade solar cíclica gera períodos de aquecimento, os quais parecem ser acompanhados de maior concentração de gás carbônico, por causa da decomposição mais rápida e mais intensa de materiais orgânicos. Atualmente, estamos vivendo um desses períodos de atividade solar mais intensa, que leva ao aquecimento global e às mudanças climáticas (Hieb & Hieb, 2006). Porém, essas mudanças são agravadas pela ação do homem, tanto na liberação de gases fósseis ou de gases armazenados em florestas como também na degradação ambiental, que leva à maior produção de calor irradiado na forma de ondas longas. Esse fato, entre outras coisas, sugere que devemos tomar mais cuidado quando expostos ao sol e explica em parte o porque de muitos agricultores terem a percepção de que o sol ultimamente “pinica” mais.

Também deve ser lembrado que na Terra existem 4,387 bilhões de hectares de solos nas regiões tropicais (paralelo $<23,5^{\circ}$) e 9,133 bilhões de hectares (total de 13,52 bilhões de hectares) nas regiões não tropicais (paralelo $>23,5^{\circ}$), dos quais 1,97 e 3,77 bilhões de hectares são férteis e localizam-se em regiões com disponibilidade adequada de chuvas, e 2,42 e 5,36 bilhões possuem baixa fertilidade, são áridos ou desérticos ou estão sob gelo eterno (*permafrost*), respectivamente, nos trópicos e nos não-trópicos. Dos solos das regiões tropicais, 60% sofrem de estresse hídrico (>3 meses de seca), 36% têm baixa reserva de nutrientes ($<10\%$ de minerais intemperizáveis), 36% estão sujeitos a alto risco de erosão, 32% possuem toxidez de alumínio ($>60\%$ saturação com Al), 26% são ácidos sem toxidez de alumínio, 23% têm elevada capacidade de fixar fósforo (por ferro), 19% são submetidos a encharcamento, 5% possuem elevado potencial de lixiviação de nutrientes, 3% são calcários (deficientes em micronutrientes), 3% são salinos ou alcalinos, 3% contêm argila expansiva (*cracking*) e 1% possui elevado teor orgânico ($>30\%$). Os tipos de solos das

áreas tropicais e das não tropicais podem ser distribuídos, respectivamente, em 36% e 7% de *Oxisols* e *Ultisols* (vermelhos ou amarelos, ácidos, de baixa fertilidade), 16% e 24% de *Aridisols* (solos desérticos), 13% e 24% de *Entisols* (solos jovens, muitos aluviais, de alta fertilidade), 13% e 12% de *Alfisols* (com elevada saturação por bases, solos férteis), 12% e 11% de *Inceptisols* (solos jovens, de fertilidade variável), 4% e 2% de *Vertisols* (férteis, com elevado teor de argila), 2% e 11% de *Mollisols* (marrom-escuros, muito férteis), 2% e 5% de *Histosols* (solos orgânicos, de baixa fertilidade), 1% e 1% de *Andisols* (solos vulcânicos, com elevada fertilidade), e 1% e 2% de *Spodosols* (podzólicos, arenosos, de baixa fertilidade). A distribuição das características dos solos tropicais por continente, respectivamente, na América, na África e na Ásia, é a seguinte: 1,879, 1,555 e 1,205 bilhões de hectares, dos quais 43%, 26% e 24% apresentam toxidez de alumínio (>60% com saturação por alumínio); 18%, 31% e 31% são ácidos sem limitação por alumínio; 32%, 11% e 20% possuem elevado poder de fixação de fósforo; 47%, 31% e 27% têm baixas reservas de nutrientes; 4%, 10% e 1% têm elevado potencial de lixiviação; 1%, 2% e 8% são calcários (deficientes em micronutrientes); 45%, 67% e 72% sofrem com estresse de água (>3 meses de seca) 35%, 24% e 53% possuem alto risco de erosão; 20%, 22% e 16% apresentam problemas com encharcamento; 1%, 3% e 4% contêm elevado teor de argila expansiva (*cracking*; Sanchez, 2001). O grande problema de estresse hídrico e de facilidade de aquecimento ocorre em toda a região tropical, mas é menor na América do Sul, que ainda possui a maior cobertura florestal (Greenpeace, 2006). A pecuária mundial (monogástricos e ruminantes) ocupa 26% da superfície terrestre livre de gelo na forma de pastagens e utiliza 33% das áreas cultivadas para a produção de grãos destinados ao preparo de rações, ou seja ocupa 70% de toda a área agropecuária (aproximadamente 5,6 bilhões de hectares) e 30% da superfície terrestre (3,9 bilhões de hectares, sendo 0,5 bilhão para grãos, 1,4 bilhão de pastagens produtivas e 2 bilhões de hectares de pastagens sob manejo extensivo, de baixa produtividade). Além disso, 20% das pastagens cultivadas ou nativas, das quais 73% localizam-se em áreas semi-áridas, estão com algum grau de degradação causada por mau manejo – superpastejo, compactação e/ou erosão (Steinfeld et al., 2006).

Com base no pressuposto de que ações locais afetam o estado global e de que ações padronizadas globais afetam os diversos locais, as quatro causas relacionadas anteriormente serão analisadas para se entender mais facilmente em que e como cada cidadão global está contribuindo para as mudanças climáticas e o que poderá realizar para reduzir esse problema, em prol da qualidade de vida da comunidade em que vive, buscando garantir o ciclo da água e a produção agrícola local. Evidentemente, as causas e os efeitos são agravados pela produção exagerada de

resíduos sólidos, líquidos, gasosos ou radiativos, pela concentração de substâncias em níveis nocivos (salinização, eutroficação; nitratos, fosfatos, hormônios) e tóxicos (metais pesados), pela introdução maciça de substâncias tóxicas (venenos) e pela exclusão social, além do consumismo exagerado, irresponsável e perdulário de água, de solos, de biodiversidade e, principalmente, de energia. Algumas consequências complementares são a chuva ácida, as ilhas de calor e a maior incidência de radiação ultravioleta, entre outras.

2.1. Aumento na concentração de gases de efeito estufa

A emissão de gases de efeito estufa é resultado tanto de processos naturais como de atividades humanas (emissões de origem antrópica ou antropogênica). Dentre os gases de efeito estufa estão o gás carbônico (CO_2), o metano (CH_4), também conhecido como gás dos pântanos, e o óxido nitroso (N_2O), estes últimos 25 e 250 vezes mais potentes em reter calor do que o CO_2 , respectivamente (Cotton & Pielke, 1995). Esses gases tiveram sua concentração aumentada na atmosfera, desde 1790 para os dias atuais, respectivamente, de 280 ppm para 360 ppm (CO_2), de 0,7 ppm para 1,7 ppm (CH_4) e de 280 ppb para 360 ppb (N_2O ; University of Oregon, 2006; WRI, 2006a). As emissões de CO_2 representam 55% dos gases; CH_4 , em torno de 17%; N_2O , em torno de 5%; ozônio (O_3) troposférico, 14%; o restante, 9%, é formado por CFC, HFC, PFC e SF_6 (IPCC, 1995). A agricultura é responsável por aproximadamente 15% das emissões antropogênicas de CO_2 , por 49% de CH_4 e por 66% de N_2O (Bruinsma, 2003).

2.1.1 – Aumento nas emissões de CO_2

As emissões de CO_2 de origem antrópica ocorrem a partir da queima proposital ou acidental de diferentes produtos orgânicos pelo ser humano: carvão, madeira e combustíveis fósseis (óleo *diesel*, gasolina e outros derivados de petróleo), principalmente. Assim, a geração de CO_2 ocorre em atividades corriqueiras, domésticas, comerciais e industriais (produção de aço, de cimento, de alumínio, de papel), tais como queima de carvão ou de lenha para churrasco, de folhas secas, de pastagens, de florestas e de carvão ou de madeira em padarias, em cerâmicas e em outras indústrias. Também gera CO_2 o uso de veículos motorizados, como motocicletas, caminhões, automóveis, aviões, tratores e até mesmo aqueles movidos com biocombustíveis.

Enquanto nos países de clima temperado a maior fonte do CO_2 é a oxidação de combustíveis fósseis (veículos, sistemas de aquecimento e de refrigeração, indústrias), que geram os maiores volumes globais anuais de CO_2 , nas regiões

tropicais a maior fonte de CO₂ são as queimadas. No Brasil, a queimada em desmatamentos emite de 180 a 200 milhões de toneladas de carbono por ano (MtC/ano), duas vezes mais do que o produzido pela queima de combustível fóssil no País inteiro (70 a 90 MtC/ano; Santilli et al., 2003). O teor de CO₂ na atmosfera terrestre estava em torno de 280 ppm, antes da era industrial (Daniels et al., 1995); subiu para 320 ppm nos meados do século 20; e atualmente está entre 360 ppm (sem queimadas; University of Oregon, 2006) e 380 ppm (em condições de queimadas ou de grandes emissões durante combustão de energia fóssil). Medições realizadas em São Carlos, SP, pelo Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos, durante determinação sistemática de atividade fotossintética em vegetação de cerrado, indicaram aumento de 20 ppm na concentração basal de CO₂ entre os anos de 1980 (340 ppm) e 2003 (360 ppm; comunicação pessoal, Prof. Carlos Henrique Prado, UFSCar).

Este CO₂ se acumula na camada de gases de efeito estufa. Esta camada se comporta como um “cobertor” que envolve a Terra, e retém o calor irradiado em ondas longas (radiação infravermelha) pela superfície. Esse cobertor de gases de efeito estufa é necessário para evitar o esfriamento drástico da superfície da Terra durante a noite. Seu espessamento, no entanto, reduz o escape de calor para o espaço sideral, aumenta a retenção de energia radiante e a contra-irradiação, aumenta a temperatura e acelera o processo de evapotranspiração, causando a diminuição na disponibilidade de água no solo e a conseqüente redução da umidade relativa do ar (Figura 32). Isso gera um ciclo vicioso: mais calor, maior demanda evapotranspirativa da atmosfera, menos água disponível (Ometto, 1981).

Existem dois tipos de CO₂, o fóssil e o recente. O primeiro é encontrado nos depósitos de plantas fossilizadas (carvão mineral, petróleo, etc.), estimado em quatro trilhões de toneladas, e nos depósitos de carbonatos, estimado em 66 quatrilhões de toneladas (Physical Geography, 2006), tais como os calcários (CSC, 1995), utilizados na construção civil (cal e cimento) e na agricultura. O segundo, denominado CO₂ recente, encontra-se incorporado nas plantas vivas (também nos animais e nos materiais orgânicos derivados) ou em seus resíduos recentes sobre e dentro do solo ou da água. Este CO₂ deriva do processo de fotossíntese, quando a planta retira o CO₂ atmosférico e o utiliza para acumular energia solar na forma de glicose, matéria-prima para a produção de todos os materiais orgânicos da base da cadeia alimentar, e que, por sua vez, fornece energia para herbívoros, carnívoros, onívoros (inclusive humanos) e organismos decompositores (Odum, 1959).

Assim, para efeito de comparação, a acumulação anual e por hectare de CO₂ de uma pastagem conduzida de forma extensiva pode ser de 4 a 10⁽¹⁾ t na parte aérea; de um eucaliptal (de desenvolvimento rápido), em torno de 33 t; de uma pastagem de forrageiras tropicais bem nutridas, entre 30 e 50 t; e de um canavial, entre 70 e 150 t ou mais, quando em solo fértil e irrigado. Em florestas tropicais semidecíduas (em regiões com inverno seco), pode-se encontrar de 240 a 300 t de CO₂/ha (acima do solo) e em matas tropicais úmidas, em torno de 650 t de CO₂/ha, acumulados ao longo de vários anos, a taxas anuais de 2 a 10 t de CO₂/ha. A cana-de-açúcar, seguida de outras gramíneas tropicais, como o capim-elefante (*Penisetum purpureum*), constitui a cultura isolada mais eficiente na acumulação de carbono por unidade de tempo e de área. Porém, para fins de seqüestro de carbono por unidade de área, verifica-se que ao substituir uma floresta, que libera em torno de 580 t/ha de CO₂ para a atmosfera, por uma pastagem, que fixa 10 t/ha de CO₂, ou por um canavial, que fixa 150 t/ha de CO₂, realmente há geração de um passivo ambiental tremendo, em termo de gases de efeito estufa liberados. E em termos de áreas que geram calor? E em áreas que não armazenam água?

Na atividade agrícola, a liberação do CO₂ incorporado no material vegetal ocorre durante as queimadas e durante o revolvimento do solo, com entrada de oxigênio, que permitem a mineralização ou a oxidação da matéria orgânica. Em área de pastagem, podem ser liberadas 85 t⁽²⁾ de CO₂ por hectare quando se revolve o solo, considerando que este contenha 3,5% de matéria orgânica, para transformá-la em lavoura manejada de forma convencional, remanescendo então 1,5% de matéria orgânica. Além disso, há emissão de CO₂ resultante da combustão de restos vegetais na superfície do solo. É conveniente lembrar que quando se utiliza calcário (carbonato de cálcio) também é liberado CO₂ fóssil, na proporção de 440 kg/t de carbonato ou de calcário ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$). A uréia, fonte nitrogenada, também libera CO₂ recente, na proporção de 733 kg/t de uréia [$(\text{NH}_2)_2\text{CO} = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$], independentemente da origem, se fonte orgânica natural (resultante, por exemplo, de churrasco + chope) ou sintética. Isso sugere uso racional, controlado e preciso desses insumos.

⁽¹⁾ Nota de rodapé: $t/\text{ha de matéria seca (MS)} \times 0,95 = t/\text{ha de matéria orgânica (MO)} / 1,724 = t/\text{ha de carbono} \times 3,67 = t/\text{ha de CO}_2$; ou $2 \text{ kg CO}_2 / \text{kg de MS}$.

⁽²⁾ Nota de rodapé: considerando camada de terra de 20 cm, tem-se $2.000 t/\text{ha de terra} \times 2\% \text{ de MO ou } 20 \text{ g/kg de terra com densidade } 1 = 40.000 \text{ kg/ha de MO} / 1,724 = 23.202 \text{ kg/ha de carbono} \times 3,67 = 85.151 \text{ kg/ha de CO}_2$.

2.1.2 – Aumento nas emissões de metano

O metano, por sua vez, é liberado durante a decomposição de celulose em condições anaeróbias, tais como de áreas inundadas, nas quais existam vegetação, restos vegetais ou resíduos orgânicos, e quando a água fica represada sobre esse material (como em barragens e em arrozais) ou de material orgânico acumulado em lagoas de decantação e em aterros sanitários. A degradação anaeróbia da celulose desse material orgânico libera metano (em lugar de CO_2), formando bolhas na água.

Esse gás também é liberado quando materiais orgânicos são digeridos por ruminantes, tais como bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos, e sua intensidade de produção depende do substrato ingerido (plantas forrageiras ou grãos de cereais). Bovinos podem produzir anualmente de 45 a 147 kg de CH_4 por animal (valores para uma novilha ou uma vaca leiteira, respectivamente, com 350 e 600 kg de peso vivo). Essas emissões de metano equivalem a emissões anuais de carbono de 1.125 e de 3.675 kg de CO_2 por animal, para uma novilha ou uma vaca leiteira, respectivamente (Primavesi et al., 2004a). Estima-se a emissão aproximada de oito milhões de toneladas de metano por ano pelo rebanho bovino brasileiro. Porém, esse valor é pequeno, quando se considera que representa em torno de 2% do metano antrópico global ou 10% do metano ruminal global (Lima et al., 2001; ESA, 2005). Em geral, a emissão é mínima durante o período seco, quando a maior parte do rebanho não dispõe de alimentação suficiente e perde peso, mas a emissão torna-se maior quando há oferta adequada de alimentos. A perda de energia na forma de metano desse sistema “sanfona” de desenvolvimento animal (“boi sanfona”) necessita ser contabilizada no cálculo da perda total da energia ingerida por unidade de produto final gerado (leite e/ou carne). Dessa forma, animais que não perdem peso produzem menos metano por quilograma de produto final, embora diariamente emitam mais.

Pesquisas recentes também mostram que há produção de quantidades muito pequenas de metano durante a respiração de plantas e essa produção cresce com o aumento da temperatura ambiente (Keppler et al., 2006), embora em estudos na floresta amazônica, com solo permeável e rico em material orgânico, tenha se verificado efeito de retirada de CH_4 do ar (Fernandes et al., 2002), quando havia intensa atividade biológica no solo (Nicholson et al., 2001). Informações recentes indicam que a floresta amazônica nativa produz 20% do metano mundial (Girardi, 2007c), especialmente dos ambientes inundados, em que ocorre fenômeno similar aos arrozais inundados. Mas isso não deve constituir pretexto para derrubar a mata. Esse metano não é recente e não afetava ninguém, pois ocorria ciclagem natural desse metano. Agora, com queimadas e com a eliminação da atividade biológica ativa do solo, pela eliminação da serapilheira e pela compactação do solo, esse metano

começa a se acumular e a prejudicar o ambiente. Faltam boas práticas de manejo, de manejo adequado para condições tropicais, e que não podem ser aquelas práticas agrícolas e florestais copiadas de países desenvolvidos e localizados em regiões de clima temperado.

A conversão de florestas e a queima de biomassa contribuem diretamente para emissão de gases de efeito estufa, bem como reduzem a capacidade de absorção de metano atmosférico pelo solo (Nicholson et al., 2001). As queimadas também produzem monóxido de nitrogênio, precursor do ozônio na troposfera, elemento que reduz a disponibilidade de radicais hidroxila (OH^-), um dos responsáveis pela retirada de metano da atmosfera (Crutzen & Zimmerman, 1991; Chatfield, 1996). Assim, as queimadas, além de prolongar a vida útil do gás de efeito estufa, isto é, do metano, ainda produzem fuligem e aerossóis, lançados na atmosfera, bem como compostos halogenados, por exemplo, o metilcloro (CH_3Cl) e o metilbromo (CH_3Br), ambos responsáveis pela destruição da camada de ozônio estratosférico, vital para barrar a entrada da radiação ultravioleta do tipo B (UVB), que é biocida.

2.1.3 – Aumento nas emissões de óxido nitroso

O óxido nitroso tem sua origem no processo de nitrificação (formação de nitrato – NO_3 – a partir de amônio – NH_4) ou de desnitrificação (geração de dióxido de N – NO_2 , de monóxido de N – NO , de óxido nitroso – N_2O e de nitrogênio elementar – N_2). O N_2 é a forma natural de nitrogênio na atmosfera, que certas bactérias simbióticas ou assimbióticas podem fixar. A indústria química o fixa para fabricar adubos nitrogenados sintéticos.

Todos os tecidos vegetais, em especial de leguminosas (adubos verdes), os adubos nitrogenados minerais, os adubos orgânicos e a urina de animais podem liberar óxido nitroso, se forem enterrados e submetidos a condições de encharcamento do solo ou utilizados como substrato, no qual mais de 80% dos poros de aeração estejam preenchidos com água durante pelo menos uma semana (comunicado pessoal, Dr. Bruno Alves, Embrapa Agrobiologia). Em oxissolos com baixo pH, bem drenados e bem arejados, sua produção é insignificante, e parece que o processo é muito rápido, por causa da temperatura, resultando geralmente N_2 (Perez et al., 2000; Pinto et al., 2002; Carmo et al., 2005). Porém, as perdas de N_2O podem ser significativas, dependendo do grau de compactação dos solos, da drenagem, da intensidade de chuvas, do teor de nitrato no solo e da espécie vegetal (Dick et al., 2000; Dick et al., 2003). Florestas com menor fluxo de óxidos de N apresentam maior taxa de mineralização de carbono, e o fluxo de N é maior quando a disponibilidade de N inorgânico for maior do que a demanda da biota do solo (Erickson et al., 2004;

Girardi, 2007c). Existem práticas para reduzir emissões de N_2O , tais como o uso de inibidores e de cobertura morta com resíduos de gramíneas (Seneviratne, 2001), o uso de gramíneas tropicais que são eficientes cicladores de nitrato (Primavesi et al., 2006) ou mesmo o plantio de milho (Chikowo et al., 2004), considerando o efeito complementar da biodiversidade de um local.

ESA (2004) apresenta imagem global com as regiões que mais emitem NO_2 ; ESA (2005), as que emitem CH_4 ; e WRI (2006a), as que emitem CO_2 .

Agora, de onde vem o calor que esse cobertor de gases de efeito estufa acumula? Como se explica que antes mesmo de existir o monitoramento do aquecimento global, já se havia constatado que a média da temperatura anual em Campos de Jordão, SP, e em Viçosa, MG, aumentou em $1^\circ C$ com o desmatamento nos arredores dessas cidades? Como se explica que antes do efeito estufa global, com a mesma radiação solar incidente, o centro da cidade de São Paulo pode ser $10^\circ C$ mais quente do que a periferia florestada? Ou que o centro urbano arborizado de Belém, PA, pode ser $9^\circ C$ mais fresco do que a periferia desmatada, degradada? Essa temperatura mais fresca na cidade permite que ocorram garoas diárias! Por que, com a mesma intensidade de insolação, a areia seca da praia queima mais a sola dos pés do que a areia úmida, e por que um solo coberto por calçamento é mais quente do que um gramado? Por que no sistema de plantio direto na palha a variação da temperatura do solo é drasticamente reduzida, em relação ao sistema tradicional, sob a mesma radiação solar? Por que, antes de se constatar o efeito estufa, a temperatura no Saara já variava de 0 a $50^\circ C$ durante o dia, em região subtropical, e a Amazônia tinha variação entre 28 e $39^\circ C$, no equador. Por que na cidade de Cuiabá, MT, atualmente a temperatura pode chegar a $47^\circ C$ na sombra? O que está acontecendo? Qual é a verdadeira história, a verdadeira causa, do aquecimento global?

2.2. Aumento das superfícies irradiadoras e produtoras de calor em excesso

Em condições normais, a radiação solar, de ondas curtas, atravessa facilmente a atmosfera; isso acontece de forma mais intensa quando ela está livre de nuvens, de matéria sólida particulada (poeira, fumaça, fuligem) e de aerossóis. Quando estes materiais particulados estão presentes, eles interceptam parte da radiação incidente.

A radiação solar restante atinge toda a superfície terrestre; p. ex., as rochas, as areias, os solos, os corpos de água, a vegetação, os animais, as edificações, enfim qualquer corpo orgânico ou mineral presente na Terra.

Segundo Daniels et al. (1995), UCAR (2001), CIRA (2005), LSC (2006) e University of Oregon (2006), cerca de 7% da radiação solar é desviada pela atmosfera para o espaço; 25%, refletida pelas nuvens para o espaço, constituindo elas um tipo

de escudo protetor contra o excesso de radiação solar; e cerca de 21%, absorvida e posteriormente irradiada pela atmosfera e pelas nuvens, da qual 2% é desviada para a superfície terrestre e 19% retorna ao espaço. Além disso, em torno de 27% da energia dispersada pela atmosfera e refletida pelas nuvens chega ao solo; dessa energia, de 2% a 5% é refletida pela superfície da Terra para o espaço e em torno de 20% da radiação solar incidente é absorvida pela superfície terrestre na forma de radiação direta, totalizando 47% do total da radiação solar incidente. Da radiação solar incidente sobre o topo da atmosfera, aproximadamente 44% é de radiação na faixa do visível (ondas curtas); 48%, de radiação na faixa do infravermelho (ondas longas); 7%, de radiação ultravioleta (ondas curtas); e menos de 1%, de raios X, raios gama e ondas de rádio. A camada de ozônio absorve grande parte da radiação ultravioleta; o vapor de água, as nuvens e o gás carbônico retêm grande parte da radiação infravermelha; e parte da energia refrata na atmosfera, de modo que em torno de 60% da energia atinge a superfície terrestre, a maior parte na faixa da radiação visível, de ondas curtas (ARS, 2007). A radiação solar que atinge a superfície terrestre pode ser refletida de superfícies claras, transferida por meio de superfícies transparentes e absorvida especialmente por superfícies escuras. A energia absorvida estimula a movimentação molecular do substrato atingido. Essa movimentação gera calor, que pode ser irradiado na forma de ondas longas (e interceptado por gases de efeito estufa e por vapor de água) e pode ser dissipado por convecção de massas de ar ou por evapotranspiração de água (AZSC, 2007; Sentelhas & Angelocci, 2005).

Dessa quantidade total absorvida pela superfície da Terra, 1) entre 23% e 46% é transferida na forma de calor pela água (calor latente) evaporada ou transpirada, que vai ao espaço; 2) ao redor de 10%, transferida como calor por condução e por convecção, gerando correntes térmicas, brisas, ventos, redemoinhos, tempestades de poeira ou de areia e tornados; e 3) ao redor de 14%, irradiada diretamente pela superfície terrestre na forma de ondas longas ou infravermelhas, dos quais 6% segue diretamente ao espaço e 8% é absorvida pela atmosfera e pelas nuvens e posteriormente perdida ao espaço. Por causa das nuvens formadas a partir da evaporação de água de superfícies líquidas e da transpiração de vegetais, que formam um escudo protetor, somente de 47% a 51% da radiação solar atinge a superfície terrestre, o que evita que os materiais orgânicos entrem em combustão ou a superfície da Terra esfrie em excesso (Daniels et al., 1995).

Com a eliminação da cobertura vegetal permanente da Amazônia, por exemplo, muitas nuvens interceptadoras da radiação solar poderão deixar de existir local e regionalmente; isso também pode resultar em maior atividade do *el niño*. Por exemplo, a substituição da mata por pastagem chega a reduzir as chuvas em 3,9% e

por campos de soja, em 15,7% (Castro, 2007; Costa et al., 2007), desde que haja matriz florestal no entorno; deve ser muito mais grave quando a matriz agrícola for convencional. Isso deverá aumentar o aquecimento em excesso do solo (Prata, 2000) e do ar, à semelhança do que ocorre sobre o Saara, o que se depreende quando se comparam imagens diárias de satélite de aquecimento do topo da atmosfera por ondas longas (INPE, 2006a; NOAA, 2005), ou como sugerido quando se compara a cobertura de nuvens em imagens de satélite individuais (INPE, 2006b) ou seqüenciais dinâmicas (University of Wisconsin, 2006) ao longo do ano. Superfícies brancas ou prateadas (elevado albedo) e secas refletem mais energia solar de ondas curtas e superfícies escuras (baixo albedo), como as folhas verdes, absorvem mais energia solar. Superfícies com elevado albedo (Gordeau, 2004; Wolfram Research, 2006) não esquentam a paisagem, enquanto superfícies com baixo albedo contribuem para esse aquecimento. A neve pode refletir 90% dos raios solares, a vegetação em torno de 20% e a água (neve fundida) em torno de 10%. Assim, o manejo do uso da terra pode alterar significativamente as características superficiais quanto à influência do albedo no clima (PCGCC, 2006; Wikipedia, 2006; LSC, 2006). Porém, superfícies úmidas ou superfícies secas e sombreadas irradiam menos calor, independentemente do albedo. Assim, quando as folhas de baixo albedo tiverem água disponível para transpirar, refrescam a superfície foliar, porque retiram calor (calor latente para mudança de estado; 540 cal/g de água), e a água do conteúdo celular, por causa de seu grande calor específico (1 cal/g.°C), absorve parte desse calor, estabilizando a temperatura. As coníferas e os pinheiros, ou outras plantas que possuem estrutura foliar para economizar água e que não transpiram muito, podem constituir estruturas irradiadoras de calor na forma de ondas longas, porém continuam sendo estabilizadores térmicos em vista de seu conteúdo de água. As superfícies brilhantes, mesmo quando escuras, podem refletir parte da radiação solar. Quando folhas secam, o albedo aumenta e elas refletem mais radiação solar; mas, quando são queimadas, atuam como corpos negros com albedo nulo, absorvendo toda a radiação solar e irradiando muito calor. As informações de que árvores deveriam ser eliminadas porque aquecem o ambiente constitui uma meia verdade enganosa. Corpos de água também o fazem. Corpos de água e árvores (que contêm água) são estabilizadores térmicos: esfriam o ar durante o dia tropical e esfriam menos à noite (aquecem à noite), comparados com superfícies secas. Aos que argumentam a questão do albedo das árvores, deve-se lembrar que estas refletem mais luz (20%) do que a água (10%) e o contraste de ambos com gelo ou neve (90%) é muito grande. Árvores e água são uma necessidade e constituem a chave do sucesso para o manejo da temperatura do solo e do ar. Superfícies secas e expostas ao sol (não sombreadas) são um desastre! O mesmo vale para aqueles que

questionam os resíduos vegetais na superfície do solo em sistemas de plantio direto, dizendo que ali também ocorre irradiação de calor. Isso de fato acontece, mas nunca em excesso, como em solo descoberto!

Em torno de 2% da radiação total ou 1% da radiação líquida é utilizada no processo de fotossíntese (Ometto, 1981).

Entre 50% e 90% da energia irradiada pela superfície da Terra (radiação infravermelha) é retida pelo vapor de água, pelos sólidos particulados e pelos gases de efeito estufa. Essa energia retida é parcialmente contra-irradiada pela atmosfera, para manter aquecida a camada de ar acima da superfície terrestre (Daniels et al., 1995), e pode ser redistribuída pelos ventos.

Quanto mais energia infravermelha for irradiada pela superfície terrestre, e quanto mais espessa for essa camada de gases de efeito estufa, tanto maior será a quantidade contra-irradiada para a superfície terrestre, o que aumenta a temperatura ambiente. Assim, o problema não se resume ao espessamento da camada de gases de efeito estufa, mas também ao aumento das superfícies com grande capacidade de irradiação de calor em excesso e à diminuição das superfícies com grande capacidade de absorção de calor ou de estabilização térmica (áreas verdes vaporizadoras e corpos de água; retiram calor durante o dia e liberam calor à noite, evitando grandes amplitudes térmicas) ou ao aumento das superfícies secas e não sombreadas. Isso ocorre em consequência da manutenção de solo limpo e sem vegetação e da urbanização de grandes áreas anteriormente verdes, mediante construção de superfícies irradiadoras de calor, como paredes, telhados e ruas calçadas ou asfaltadas. A degradação de áreas verdes aumenta celeremente no mundo inteiro, gerando mais pontos de calor. Isso sugere que realmente está “esquentando o mármore do inferno” e que grande parte da humanidade deseja se converter em “peru de natal”, assado no “bafo”.

Aqui se deve considerar não somente as áreas degradadas ou em degradação na região de nossa atuação, mas da mesma forma as áreas degradadas em outras regiões e que distribuem esse calor para nossa região, com efeito de borda muito prejudicial. Assim, analisando as vastas áreas com irradiação de calor em excesso, no hemisfério norte (Saara, Península Árábica, Oriente Médio, regiões desérticas do oeste norte-americano), que agravam o efeito de maior continentalidade nesse hemisfério, entende-se porque o aquecimento global é duas vezes mais intenso na região norte da Terra e porque as águas oceânicas na Ásia (mar da Arábia, oceano Índico e arredores), também bastante rasas, esquentam mais e provocam precipitações mais intensas, já que ficam rodeadas de regiões com produção de calor em excesso, reforçado pelo deserto australiano e pelo africano. Curiosamente, há

8.000 anos, os únicos desertos verdadeiros da Terra ocorriam na Ásia Central, no sudoeste africano e no sudoeste sul-americano. Assim, por exemplo, um dos desertos norte-americanos, no Novo México, foi criado pelos povos anasazis, entre 800 e 1.200 d.C, o que inviabilizou sua civilização (Milano, 2004). O deserto australiano começou com a queimada das savanas pelos primeiros humanos, reduzindo as chuvas de monção que penetravam de norte para o sul do continente (Leite, 2005). William Bond e colaboradores, citados por Leite (2005), realizando simulações para estudar as condições ambientais que viabilizam florestas, constataram que, quando retiravam o fator fogo, geralmente de origem antrópica, as matas fechadas deveriam cobrir 56% da superfície terrestre, e que quase todo nosso cerrado seria do tipo floresta amazônica. O fogo é um dos problemas maiores. Segundo Escobar (2006), atualmente, 9% do planeta é coberto por florestas intactas: 38% na América do Norte (com 84% no Canadá; a maior parte taiga), 31% na América do Sul (com 55% no Brasil; floresta tropical), 30% na Ásia do norte (com 90% na Rússia), 12% na África, 11% no sul da Ásia (com 57% na Indonésia e em Papua Nova Guiné) e na Oceania, e 6,4% na Europa (com 90% na Rússia; taiga). Na região tropical da América do Sul ficam 34% de todas as florestas intactas do mundo.

Quanto mais altos forem os prédios em um quarteirão e quanto mais superfícies escuras houver, tanto maior será o potencial de calor irradiado, formando as chamadas ilhas de calor. Também podem ocorrer ilhas de calor em áreas rurais, se estiverem degradadas, secas, mas elas podem não ocorrer em áreas urbanas, se estiverem adequadamente arborizadas e com água disponível no solo para a evapotranspiração.

A emissão (irradiação) de calor pelos corpos pode ser verificada na prática quando se compara o que emite (irradia) mais calor quando exposto ao sol: uma superfície branca ou negra? Um muro descoberto ou um muro coberto por vegetação? Um local gramado ou a terra nua? Um gramado ou uma área cimentada? Na praia, a areia seca ou a areia úmida? Uma superfície líquida ou uma superfície sólida (terra ou rochas)? Um bosque ou uma área asfaltada? Uma rodovia asfaltada sem árvores ou uma ladeada por fileiras de árvores, lançando sombra sobre o pavimento? Superfícies líquidas ou vegetadas (quando contêm água) apresentam pequena amplitude na temperatura entre o dia e a noite. Corpos de água e vegetação (que não esteja seca) atuam como estabilizadores térmicos.

A retirada de vegetação na área rural de regiões tropicais, que deixa o solo exposto ao impacto da radiação do sol, aumenta as condições de irradiação de calor. Quando essa vegetação é queimada, a liberação de calor adicional agrava o problema (ESA, 2006), também porque reduz o albedo da superfície em virtude da cor negra.

Necessita-se considerar práticas para reduzir a incidência da radiação solar sobre superfícies com elevada capacidade de conduzir calor, como o uso de cobertura com resíduos vegetais (Ross et al., 1985; Chung & Horton, 1987; Horton et al., 1996) ou a cobertura com árvores (Gash & Shuttleworth, 1991; Mungai et al., 2000; Foley et al., 2003), para amenizar as mudanças no clima local (Osborne et al., 2004), especialmente a temperatura do ar (Chang & Root, 1975).

Redemoinhos de vento formados no verão são sinal de que existe aquecimento do ar acima do solo. O ar sobe por convecção, formando as chamadas correntes térmicas (ar ascendente), muito apreciadas pelas aves planadoras, pelos praticantes de asa delta e pelos pilotos de planadores, mas não pelos pilotos de balão, pois estes necessitam diferencial de temperatura externa e interna ao balão em no mínimo 70°C, o que só é possível antes das 10 h e depois das 16 h. O espaço deixado pela subida de massas de ar quente (que ocasiona baixa pressão no nível do solo), é ocupado por massas de ar mais frias, com alta pressão no nível do solo, acionadas por uma força de gradiente barométrico, que gera os ventos superficiais, as brisas e os ventos no nível do solo ou de superfície (Daniels et al., 1995).

Já em camadas superiores da atmosfera, o ar quente ascendente esfria, geralmente carreando a umidade evaporada ou transpirada na superfície terrestre (podendo formar nuvens), o que gera alta pressão atmosférica e dá início a ventos que se dirigem a um ponto de baixa pressão. Essa corrente de ar, descendente, se direciona a um ponto de alta pressão de superfície, fechando o ciclo (Daniels et al., 1995). Se as gotas de chuva ou os flocos de neve ou as pedras de granizo, condensadas ou formadas nas camadas frias, tiverem massa suficiente para vencer a força da massa ascendente de ar, eles podem cair ao lado da coluna de ar ascendente ou ser levados pela corrente de ar (ventos altos) e precipitar quando reduzir a pressão das correntes térmicas, muitas vezes em locais fora da bacia hidrográfica ou do local de evapotranspiração. Isso pode coincidir com as correntes de ar descendente, sobre áreas verdes ou sobre corpos de água, durante o dia, ou sobre áreas urbanizadas durante a noite. São fenômenos locais ou regionais, que ocorrem na baixa troposfera, de um a cinco quilômetros da superfície terrestre, e que podem ser alterados por manejo térmico da paisagem. Assim, superfícies aquecidas geram térmicas, que acionam as brisas e os ventos superficiais bem como os ventos de altitude, fechando uma célula de circulação de massas de ar.

Nas aulas de geografia aprende-se que as brisas vêm do mar, ao entardecer, e que retornam da terra para o mar, ao raiar do dia (Universitaet Muenchen, 2006), e muitas vezes levantam as ondas do mar, para deleite dos surfistas. Este é um

processo fundamental, que deve ser entendido para compreender as mudanças climáticas e a questão das brisas e dos ventos e o seu controle.

Assim, isso ocorre por causa da grande amplitude térmica de um corpo sólido e seco sob ação direta do sol, ou seja, aquece muito quando exposto ao sol, com eventos de convecção de ar quente sobre o solo, e esfria muito durante a noite, com eventos de convecção sobre o mar, que esfria mais lentamente do que o corpo sólido. Já os corpos de água e a vegetação (hidratada, comporta-se como corpo de água) são mais estáveis, pois demoram a aquecer ao sol e depois demoram a perder as calorias à noite. Observa-se que, enquanto no Saara as temperaturas do ar acima da areia variam de 0 a 50 °C da noite para o dia, na Amazônia a temperatura do ar varia de 28 a 38 °C ao longo do ano. A média da temperatura na Amazônia é mais elevada (33 °C) do que a do Saara (25 °C), que não tem vegetação estabilizadora, mas a amplitude térmica da Amazônia é muito menor (10 °C) do que a do Saara (50 °C). Essa amplitude térmica (Figura 33) é muito mais nociva, pois gera variações na umidade relativa do ar (Figura 32), que causam muitas vezes níveis de água no ar muito abaixo do limite crítico para a vida (20%). Além disso, os picos de temperatura geram térmicas, brisas e ventos mais intensos. O problema do aquecimento global não é tanto o aumento na média da temperatura, mas a intensificação das temperaturas extremas, por falta de estruturas-tampão, que foram destruídas ou estão em fase acelerada de destruição. Verifica-se em escala global que a superfície de áreas degradadas e irradiadoras de ondas longas supera em muito as áreas vaporizadoras e umidificadoras ambientais (cobertas por florestas), cujos remanescentes estão sendo celeremente destruídos, porque lamentavelmente são considerados como empecilho ao desenvolvimento local e regional, ou simplesmente reserva ou “banco” de solos agrícolas. Isso resulta em aumento da intensidade e da frequência de alternância desses extremos térmicos, ampliadas pelo espessamento dramático da camada de gases de efeito estufa, apesar de os oceanos estarem absorvendo em torno de 80% dos gases produzidos pelo homem.

Assim, durante o dia, a terra, as areias secas e as pedras, e até mesmo os veículos, acumulam mais calor em tempo mais curto (a temperatura nessas superfícies pode chegar a 70 °C) do que a água do mar (em geral menos de 26 °C; acima disso há risco de furacão). Isso faz com que o ar quente da terra suba, carregado de água evapotranspirada, quando houver, o qual é substituído por ar mais fresco localizado sobre a água do mar. À noite, a terra esfria mais rapidamente do que a água do mar e, de manhã, a água do mar, mais quente, resulta em massas de ar quente ascendentes, substituídas por massas de ar mais frias localizadas sobre a terra e que vão para o mar, gerando as brisas reversas. Trata-se do fenômeno de que se

diz que as brisas vão “buscar” nuvens de chuva, desde que tenha ocorrido evapotranspiração e formação de nuvens, elevadas pelas massas de ar convectivas ou térmicas. Porém, essas térmicas, quando forem muito intensas, tais como aquelas formadas em ilhas de calor, podem “seqüestrar” em excesso a umidade vinda, por exemplo, do mar, e provocar chuvas intensas na ou ao lado da ilha de calor e impedir que caiam sobre áreas verdes ou sobre corpos de água, tais como reservatórios de água (Viveiros, 2004). Isto leva ao paradoxo de ocorrência de enchentes, por causa de precipitações mais intensas, com reservatórios vazios, sugerindo-se combater essas ilhas de calor com o plantio estratégico de árvores, áreas verdes, e aumentar a refletividade de prédios e de superfícies pavimentadas (Reportagem Local, 2004). As áreas verdes hidratadas se comportam como os corpos de água, mas com menor amplitude térmica. INPE (2006b) apresenta imagens de satélite atuais, a cada três horas, que mostram o aquecimento muito mais intenso do ar da alta atmosfera sobre as áreas degradadas do mundo (WRI, 2006b; USDA, 2006a, 2006b; IES, 2006; UNEP, 2006; Embrapa, 2006), como o Saara, a Arábia e o Paquistão, e sobre os desertos do Chile, da Argentina, da Austrália e da Califórnia, formando verdadeiros fornos e fornalhas de calor, do que sobre áreas vegetadas (Greenpeace, 2006), das quais a floresta amazônica constitui a última grande coluna mestra remanescente essencial para a sustentação do clima global favorável à vida e à produção e da civilização atual. Essas massas de ar quente podem ser levadas para fora (sentido contrário à rotação da Terra) das áreas de irradiação de calor, afetando também áreas preservadas (INPE, 2006b). Essas imagens parecem indicar também, nas áreas onde o fundo do leito oceânico é mais superficial (NGDC, 2006a) ou onde as correntes marinhas são mais fracas, que ali o aquecimento das águas e a irradiação de ondas infravermelhas é mais intenso (NGDC, 2006b), o que pode ser agravado por aquecimento da água causado por atividades vulcânicas (USGS, 2006) ou por fontes submarinas de água quente (PBS, 2006).

Na realidade, segundo Daniels et al. (1995), de maneira simplificada, formam-se células locais e células regionais de circulação de ar, da qual percebemos só o fluxo horizontal rente à superfície ou ventos de superfície (Figuras 2, 3 e 34). Elas constituem células de circulação reversas de ar ou de ventos de altitude, cujo sentido de fluxo depende da fonte predominante de calor. Quando a água do mar atinge temperatura em torno de 26°C ou mais, a ascensão de massas de ar quente e úmido pode provocar a formação de ciclones e de furacões, entrando aí também o efeito da rotação da Terra e da circulação regional e da circulação global de massas de ar em altitude.

Assim, dá para entender por que as folhas das árvores (que contém água e sombreiam o chão), quando secam, caem e são arrastadas para a calçada sem árvores? E a origem dos ventos que trazem essas folhas para o lado mais quente da rua? Ou que levantam lixo da rua e o levam para terraços de apartamentos em altos edifícios? Quem já não percebeu o aparecimento ou a intensificação de brisas e de ventos de superfície em um campo agrícola arado, a partir das 9h30min ou 10h? Conforme o solo aquece, vai se intensificando essa corrente de movimentação de massas de ar: o ar quente sobe e seu lugar é ocupado por ar mais frio na horizontal. Esse fenômeno pode ser alterado pelo relevo continental (NGDC, 2006c).

Esse padrão se repete em escala global até a alta troposfera, formando ciclos ou arcos de circulação atmosférica, que ocorrem entre o equador e os trópicos, a zona de convergência intertropical – ZCIT, de baixa pressão, na superfície, e de divergência em altitude. A ZCIT é mais intensa no hemisfério norte, por causa do maior efeito de continentalidade, isto é, há maior relação entre área terrestre e área marítima, que gera maior amplitude térmica, esquenta mais durante o dia, ou seja, é maior no hemisfério norte onde existe menor superfície oceânica reguladora térmica (NASA, 2002; RAM, 2002; Camargo, 2004). A ZCIT gera os ventos de superfície chamados ventos alísios de baixas latitudes, que se dirigem dos trópicos (30 graus de latitude) ao equador (zero grau de latitude). Aqui se estabelecem as correntes térmicas ou as convecções de ar mais intensas, que formam verdadeiros paredões de ar quente ascendente, carregados de água; ao esfriar, elas perdem a água por condensação e precipitação. Essas correntes retornam pelo alto da atmosfera, agora chamadas de contra-alísios, e descem nos trópicos, na zona dos cinturões anticiclônicos. Grande parte dos ventos contra-alísios retorna ao equador como ventos alísios, após se aquecer. Essa é a chamada célula de Hadley-Walker (Daniels et al., 1995; Camargo, 2004). Essas convecções intertropicais são a principal fonte de nuvens que atingem o topo da troposfera e de precipitações pluviais intensas nos trópicos, em especial no Nordeste e no Norte brasileiro, exceto em anos de maior intensidade do efeito *el niño*, que inibe a convecção e a entrada de ventos úmidos do oceano sobre o continente, como na Amazônia central (diagonal de menos precipitações, que vai do “Lavrado” em Roraima, passa pelas terras firmes da fronteira do Pará com o Amazonas e segue até o médio Araguaia – Ab’Saber, 2007), que conseqüentemente sofre de seca. Em continuação, na superfície, pequena parte dos contra-alísios, os ventos oestes de médias latitudes, segue para os pólos, onde, colidindo com ar polar frio, se eleva e volta para o trópico, formando a célula de Ferrel. Esse tipo de “esquema de Hadley” também ocorre na circulação polar (ventos polares de leste), com ventos superficiais

que partem dos 90 graus de latitude e fluem para 60 graus, onde se elevam quando encontram as massas de ar aquecida da célula de Ferrel (Daniels et al., 1995).

Se a Terra não girasse, poderia haver uma célula comprida de Hadley dos pólos ao equador, diminuindo o calor nos trópicos e evitando a redução muito forte da temperatura nos pólos, equilibrando a temperatura terrestre. Mas, como a Terra gira, formam-se as células de Ferrel, com ventos superficiais dos subtrópicos (30 graus) para a latitude de 60 graus, voltando pelo alto da atmosfera, talvez porque nessa faixa de médias latitudes não haja contrastes térmicos tão intensos como na região polar e na tropical (Daniels et al., 1995).

Ferreira (1996), citado por Camargo (2004), menciona a relação inversa existente entre 1) as áreas de radiação de onda longa – ROL (infravermelha, especialmente o *far infrared* – FIR – ou infravermelho distante, o qual gera o aquecimento global), que parte da superfície terrestre e dos oceanos, em direção ao espaço, e 2) a quantidade de nuvens, em escala global. Florestas tropicais e corpos de água possuem valores baixos de radiação de onda longa, embora o albedo seja baixo, mas que são compensados pela água disponível para a evapotranspiração. A linha de máxima atividade da ZCIT varia com a estação do ano ou com a incidência da radiação solar. As áreas com radiação de onda longa mais elevada e com maior temperatura na superfície do mar interferem na posição da linha máxima sazonal da ZCIT, a qual é mais intensa sobre áreas que irradiam mais calor, muitas vezes sobre os continentes e em regiões desérticas, havendo interferência da cobertura vegetal e das nuvens. Quando a temperatura da superfície da água do Atlântico sul está mais quente e os alísios do nordeste (do hemisfério norte) estão mais fortes, a ZCIT se posiciona mais ao sul, e assim gera convecção mais intensa e ano mais chuvoso no Nordeste brasileiro (Camargo, 2004). Além da influência da ZCIT no tempo e no clima das áreas tropicais, ela também está envolvida na manutenção do balanço térmico global. Na escala planetária, a ZCIT está localizada no ramo ascendente da célula de Hadley, atuando na transferência de calor e de umidade dos níveis inferiores da atmosfera das regiões tropicais para os níveis superiores da troposfera e para as médias e as altas latitudes (Ferreira, 1996, citado por Camargo, 2004).

Também existem as zonas de convergência subtropical (ZCST), da qual faz parte a zona de convergência do Atlântico sul (ZCAS), que especificamente ocorre no verão da América do Sul, com episódios de estiagem prolongada e enchentes nas regiões Sul e Sudeste. Elas se estendem para o leste, nos subtrópicos, a partir de regiões tropicais de intensa atividade convectiva. São zonas de convergência em uma camada inferior úmida e espessa, que inicia com eventos de convecção na região tropical, como na Amazônia e no Brasil Central, grandemente influenciados pelo relevo

(Rocha & Gandu, 1994; NGDC, 2006c), predominantemente na calha dos rios Paraná, Paraguai e Guaporé.

Brisas e ventos são, portanto, resultantes de gradientes térmicos e de pressão entre dois pontos (Daniels et al., 1995), e estes são tanto mais intensos quanto maior for esse gradiente, podendo gerar células locais ou células regionais de circulação de ar mais curtas, como as ilhas de calor.

Existem gradientes crescentes de temperatura (ou decrescentes de pressão) entre ambientes cobertos por árvores que transpiram, campos agrícolas cobertos por vegetação, campos agrícolas recém-preparados com solo ainda descoberto e ambientes urbanizados com alta densidade de superfícies irradiadoras de calor durante o dia; à noite acontece o inverso. A diferença de temperatura na superfície entre uma área altamente urbanizada e uma floresta na periferia pode ser de até 10 °C na região tropical. Essa grande diferença em superfícies geográficas extensas, com intensificação das correntes convectivas que procuram redistribuir o calor pela atmosfera, pode afetar não somente o clima local e o clima regional (INPE, 2006b), mas pode alterar também os mecanismos climáticos globais. Nas imagens de satélite disponibilizadas pelo INPE, com relação às ondas longas que alteram a temperatura da atmosfera, pode ser vista a grande emissão de radiação pelas regiões continentais desérticas no globo, quando não há cobertura de nuvens, cuja presença é muito rara sobre esses locais. Essa amplitude térmica e esse gradiente sobre a superfície terrestre podem ser manejados, agravados ou amenizados, no âmbito local, no nível regional e no nível global, ao se manejar o uso da terra.

Para estimular o raciocínio, pode-se considerar alguns fatos conhecidos: sabe-se que pilotos de pequenos aviões monomotores, que voam em baixa altitude sobre superfícies florestadas ou líquidas, evitam voar após as 10h e antes das 16h, por causa dos vácuos, ou “buracos no ar”, ou turbulências, ou instabilidades (Daniels et al., 1995). Sobre áreas urbanizadas e sobre áreas agrícolas existem correntes térmicas cuja velocidade de ascensão pode chegar a 80 km/h, que dão sustentação de voo. Em tornados, que já estão aumentando no Estado de São Paulo (Parajara, 2006), esta velocidade pode ser superior a 200 km/h, e pode chegar a 800 km/h em ciclones. Sobre áreas florestadas ou sobre áreas de vegetação nativa permanente, ou sobre superfícies líquidas, praticamente não existem essas correntes térmicas intensas durante o dia, criando-se os “vácuos” nas horas mais quentes do dia, quando comparadas com áreas não vegetadas. Isso ocorre porque a velocidade de ascensão das massas de ar aquecido nessas áreas pode ser de apenas 5 km/h, com algumas exceções (florestas equatoriais e úmidas, por exemplo). Nesses vácuos, os objetos em suspensão (inclusive sólidos particulados, fumaça e cinzas) não encontram

sustentação e caem como se fosse em um buraco. Esse vácuo pode ser representado por uma corrente de ar descendente, como descrito anteriormente.

Durante o dia, fumaça e sólidos particulados de queimadas e gases como o ozônio descem mais facilmente sobre áreas verdes, como florestas e parques, entre 10 e 16h, em dia de sol. Durante a noite, o ambiente na mata pode ser mais quente do que o do solo agrícola ou do quintal de uma casa urbana adjacente e todos os objetos suspensos no ar (sujeira atmosférica e balões, por exemplo) caem mais facilmente sobre áreas urbanizadas, sobre cimentados ou áreas asfaltadas. O “vácuo” constitui a corrente descendente, oposta à corrente térmica, para fechar a célula local ou a célula regional de circulação de ar.

Que interesse isso tem para o ambiente agrícola? Ora, nuvens são “objetos voadores”, e elas precipitam com mais facilidade sobre áreas vegetadas, na forma de chuviscos ou de garoas, quando as gotas são pequenas e leves e quando as nuvens estão pouco carregadas. Isso acontece porque nas áreas vegetadas ocorrem os “vácuos” durante o dia, e sobre as cidades, sem áreas verdes, à noite.

Para que caiam sobre áreas com intensas correntes térmicas, também sobre ilhas de calor, as nuvens necessitam ser pesadas, carregadas, com gotas grandes, e por isso geram maior intensidade dos raios (tempestade elétrica, maior em região tropical), em razão da energia estática acumulada pela movimentação de gotas de água ou de partículas de gelo que tentam cair, mas que são empurradas de volta para cima, até atingirem massa suficiente para vencer a barreira de ar quente ascendente e precipitar. Estas são as chuvas de verão muito intensas ou as chuvas de granizo, que ocorrem quando a força ascendente das massas de ar quente lança as gotas de água diversas vezes para camadas de ar mais frias em altitude ou na atmosfera superior, ou quando houver camada fria mais próxima à superfície.

O aquecimento mais intenso da superfície nos trópicos também pode provocar a evapotranspiração mais intensa de água, e formar nuvens mais carregadas, que precipitam de forma torrencial, quando as gotas formadas forem grandes, nucleadas por compostos orgânicos voláteis emitidos pela vegetação (Luizão, 2004; Dias, 2004). Quando ocorrerem muitos núcleos de condensação no ar, como partículas de fuligem de queimadas ou de poeira, as gotas podem ser pequenas e leves e não precipitar (Artaxo et al., 2005), por falta de massa suficiente para vencer a resistência de ar quente convectivo. Isso pode ser crítico na região amazônica, se as nuvens forem levadas pelos ventos para outras regiões, fora da bacia hidrográfica em que a água foi evapotranspirada, e essa bacia então sofre processo de secamento.

E sobre a produção de calor? No momento em que se oxidam materiais orgânicos combustíveis, como durante as queimadas e, principalmente, no caso de

uso de motores a combustão, libera-se a energia solar armazenada durante a fotossíntese que gerou a matéria-prima desses combustíveis. O fogo e o calor produzidos constituem a réplica tímida do fogo e do calor que existem na superfície do sol. Cada quilograma de matéria seca pode liberar em torno de 4.400 kcal. Os óleos combustíveis, a gasolina e o álcool podem gerar o dobro ou mais do que isso, por unidade de massa, pois são energeticamente mais concentrados.

Será que, se conseguisse reduzir a emissão de calor para a atmosfera, a camada de gases de efeito estufa teria tanto calor para reter e devolver (ou redistribuir) em torno da Terra? Os gases de efeito estufa não geram o calor, mas “socializam” o calor produzido por áreas degradadas e em degradação em escala global, com ajuda dos ventos, especialmente para aqueles que geram pouco ou que não geram calor, como as regiões de clima temperado e as regiões polares. Os gases de efeito estufa em realidade vieram trazer à tona, de maneira global, o grave problema representado pela degradação ambiental e das áreas degradadas: elas são secas e geram calor em excesso e grandes amplitudes térmicas. É mais um sinal da natureza para que o ser humano faça alguma coisa, e não se adapte simplesmente! É um último e desesperado aviso da natureza para que algo seja feito a fim de poder manter a vida humana! Do contrário ela terá de se livrar da espécie humana, assim como nosso sistema imunológico se livra de invasores patogênicos com febre alta. A globalização do calor exige que se iniciem boas práticas de manejo ambiental nos sistemas de produção, um manejo com visão integrada, inserida no aspecto sistêmico, e de forma profissional, que evite depredação, desperdício, retrabalho, à semelhança do que aconteceu com o parque industrial nacional em decorrência da abertura para o mercado mundial. Os que não realizaram a reengenharia de processos e de procedimentos foram excluídos, pois os modelos antigos de agir dão prejuízo, não são competitivos. O mesmo vai acontecer com respeito ao aquecimento global.

2.3. Redução das áreas verdes, cobertas por vegetação permanente

Alguns relatos indicam que o desmatamento exagerado e suas conseqüências podem levar à insustentabilidade de comunidades humanas, como o Haiti (Parisky, 1966), comparado com a República Dominicana situada na mesma ilha e sob as mesmas condições de radiação solar, ou mesmo ao seu desaparecimento, como dos habitantes das ilhas de Páscoa (Hunt, 2006). A manutenção do componente arbóreo leva à sua sustentabilidade por milhares de anos (Kanshie, 2002). Capozzoli (2007), citando Ruddiman, lembra que estudos mostram o início da ocorrência do aquecimento global antrópico a 12.000 ou 8.000 anos atrás, com as primeiras atividades agrícolas, bem como com a derrubada das florestas e as queimadas.

Nas regiões frias, as árvores, que são estabilizadores térmicos, podem agir como elementos de aquecimento, ora atuando como quebra-ventos (de ventos frios), ora absorvendo energia solar, em função de sua coloração escura (têm baixo albedo e transpiram pouco). Em função do frio, o processo de transpiração e a conseqüente retirada de calor do ar é insignificante. Seu efeito aquecedor diminui as amplitudes térmicas locais e também as globais, quando ocupam grandes superfícies. As árvores constituem o sistema natural de refrigeração nas regiões quentes.

Nas regiões tropicais e nas regiões subtropicais, a destruição de áreas verdes, em especial daquelas com alta diversidade de vegetação arbórea nativa permanente, que não perde as folhas no período seco do ano, e a queima de restos vegetais (serapilheira) causam o aquecimento do solo e a emissão posterior de calor para a atmosfera, além de eliminar a possibilidade de retirada de calor da atmosfera. Ora, mais de 80% da água das chuvas armazenada no solo, na serapilheira e na vegetação de regiões tropicais (denominada água residente ou armazenada localmente) pode ser gasta para reduzir a temperatura do ar (Ometto, 1981), e gerar nuvens que atuam como escudo contra a entrada de radiação solar (Daniels et al., 1995). Na Amazônia, por exemplo, as temperaturas são menores no verão do que nas outras estações do ano (como no final da primavera e no início do outono) e por isso esse período é chamado de estação do “inverno”. Assim, as nuvens formadas, que impedem o aquecimento do solo, esfriam o ambiente. Já as nuvens formadas em ambiente quente, com grande radiação de ondas longas a partir da superfície, captam esse calor e o mantêm no ambiente, desde que sejam insuficientes para precipitar água diversas vezes e assim refrescar o ambiente. Esse modelo natural está sendo sugerido para se armar um guarda-sol (*sunscreen*) a 10 km da superfície terrestre com partículas sólidas, para evitar a entrada de 1,8% da radiação solar (Chandler, 2007). Essa ação drástica, sobre toda atmosfera, pode afetar o processo fotossintético. Poderiam ser planejados escudos do tipo sombrite, sobre as áreas degradadas, de modo que estas não gerassem calor em excesso. Esses recursos, porém, poderiam ser melhor aplicados na recuperação e na recolonização dessas áreas degradadas.

O aumento da temperatura global intensifica também a evaporação nos corpos d'água e a evapotranspiração. Isso reduz a água residente no solo e nos corpos de água, e pode aumentar a intensidade das chuvas, se as gotas formadas forem grandes o suficiente para vencer a resistência das massas de ar quente ascendente e precipitar.

Caso a água das chuvas não puder ser armazenada no local (residente), por falta de vegetação e por causa da impermeabilização dos solos, ou porque o solo foi erodido, ela escoar para fora do sistema e pode provocar enchentes, voltando

rapidamente ao oceano, e dessa forma se encurta o ciclo da água. Essa água não armazenada fará falta no período da seca. Deve ser recordado que, em ambientes muito frios, como em grandes altitudes, geralmente com solos rasos, ou sem solo, os reservatórios locais de água podem estar representados pelas geleiras.

Cada grama de água, ao evaporar, retira em torno de 540 calorias do ar (calor latente de vaporização). A evapotranspiração de 1 mm de água (equivalente a 1 L/m²) retira 59 cal/cm² (Ometto, 1981). Por isso, quando existe água no solo para que a planta possa transpirar, a sombra de árvores é mais fresca do que a sombra de telhados. Oferece mais conforto térmico. Um telhado pode diminuir a temperatura do ar em 2°C, enquanto a sombra de uma árvore que transpira pode reduzir a temperatura em 4°C (observe a diferença de temperatura de uma rua arborizada em comparação a uma sem árvores). Caso existam grandes superfícies irradiadoras de calor, a diferença pode chegar a 10°C no verão (por exemplo, o centro da cidade de São Paulo, comparado com a floresta da Serra da Cantareira, na periferia da cidade; em Belém do Pará, com grandes áreas verdes no centro da cidade e áreas desmatadas na periferia, ocorre o inverso: o centro é até 9°C mais fresco).

Assim, a evapotranspiração para umidificar e retirar calorias da atmosfera é maior em um metro quadrado de qualquer área vegetada do que numa área de igual tamanho coberta por superfície de água livre. A superfície evapotranspirante da área vegetada (superfície de folhas) é de quatro a dez vezes maior do que a superfície coberta por água livre.

A transpiração de água das plantas ocorre em resposta à demanda evapotranspirativa da atmosfera (Ometto, 1981). Em condições tropicais, a transpiração de uma árvore pode estar entre 6 e 40 litros por dia (Lima, 1987), dependendo do tamanho da copa da árvore, da estação do ano, da temperatura e da umidade relativa do ar, e da água disponível no solo. Na região de São Carlos, SP, as chuvas alcançam 1.340 mm/ano, enquanto a demanda evapotranspirativa da atmosfera está em torno de 1.400 mm/ano (Primavesi et al., 1999), em razão da temperatura e da presença de brisas constantes, que intensificam a evapotranspiração. No sertão nordestino, a demanda atmosférica (mais quente) pode ser de 2.000 mm/ano contra a chuva de 300 a 500 mm/ano.

A retirada das árvores e do restante da vegetação pode aumentar a irradiação de calor e, conseqüentemente, a temperatura. Esse aquecimento intensifica a demanda evapotranspirativa da atmosfera, que é maior nas horas mais quentes do dia, bem como aumenta a frequência e a intensidade de brisas e de ventos locais. Com isso, pode aumentar o período em que as folhas das plantas estão em estado de estresse por deficiência hídrica, quando a transpiração for maior do que a capacidade

de absorção de água do solo para reposição nas folhas. Isso pode ocorrer por diferentes motivos, tais como plantas (árvores ou culturas agrícolas) com parte aérea maior do que o sistema radicular, baixa oferta de água na camada superficial do solo, água no solo com temperatura maior do que 33°C – nesse caso, as plantas não absorvem água e nutrientes, segundo Grobbelaar (1963), citado por Arnon (1975) –, solos com aeração deficiente (o oxigênio necessário para a respiração das plantas é absorvido pelas raízes: são “intestinos” e “pulmão” da planta) ou solos com problemas de salinidade (Kramer, 1975; Primavesi, 1980).

É justamente nessas horas mais quentes do dia que a disponibilidade de energia solar para a fotossíntese é mais abundante; porém, como essa energia não pode ser aproveitada, por causa do fechamento dos estômatos e da menor entrada de CO₂ para a fotossíntese, há menor produção vegetal (Kramer, 1975). Certamente existem exceções metabólicas da fotossíntese em ambientes desérticos (metabolismo fotossintético CAM ou metabolismo ácido das crassuláceas), em que a absorção de CO₂ ocorre à noite (Magalhães, 1979).

Além do efeito vaporizador, a vegetação permanente pode ter efeito redutor na velocidade de brisas e de ventos, quando disposta em faixas, para atuar como quebra-vento (largura das faixas igual a dez vezes a altura das plantas da barreira, dependendo da latitude, devendo ter em torno de 30% de permeabilidade para não barrar o vento completamente e gerar turbilhonamentos prejudiciais ou favorecer o acúmulo de frio; podem ser mais estreitas no equador, onde se deve considerar a necessidade de estruturas umidificadoras e termorreguladoras) ou como umidificador (Ometto, 1981; Galvão, 2000). As brisas podem funcionar como grandes carreadores de água, pois não acionam o mecanismo de fechamento de estômatos das plantas, o que acontece com ventos mais fortes, que promovem estímulo mecânico de fechamento e de proteção contra perdas exageradas de água das plantas (Grace, 1977). Em solo coberto, protegido, os ventos também não têm tanta influência na retirada de água do solo por evaporação, mas seu efeito é intenso em solos desprotegidos e aquecidos (Kramer, 1975; Lee et al., 2006). Quebra-ventos aumentam a eficiência de uso de água de áreas irrigadas (Cleugh, 1998).

Parece que nas regiões com ventos mais fortes e sob clima tropical ou subtropical, no hemisfério norte, o aquecimento global se faz sentir mais intensamente por causa do maior efeito de continentalidade, ou da maior área continental, geralmente depredada ou em fase intensa de remoção de cobertura vegetal estratégica, especialmente na África.

A redução de água no solo e de vapor de água no ar afeta a biodiversidade, como mostram diversos estudos. As alterações nas comunidades biológicas ocorrem em consequência do processo de formação, em larga escala, de habitats ruins, ou negativos, ou melhor, da eliminação das condições adequadas, para grande número de espécies, o que diminui a probabilidade de sobrevivência de cada indivíduo até a idade reprodutiva e de geração de descendentes, pela destruição do envelope climático específico a cada espécie (Lopes, 2006). Assim, por exemplo, em um fragmento de 100 ha na Amazônia, ocorreram alterações microclimáticas a até 60 m da borda (Kapos et al., 1997), e em comunidades de invertebrados a mais de 200 m da borda (Didham, 1997). Em floresta mesófila semidecídua, em São Paulo, houve alteração na estrutura da vegetação a até 100 m da borda do fragmento (Tabanez et al., 1997). Kapos et al. (1997), na Amazônia brasileira, detectaram aumento de clareiras próximo à região da borda da floresta e informaram que a estrutura das espécies no dossel sofre alteração em distâncias superiores a 200 m para o interior do fragmento de floresta. É o efeito de borda, que se torna cada vez mais intenso com o aquecimento global e a poluição das águas do lençol freático.

A retirada da vegetação e a queima freqüente de material orgânico pode reduzir o teor de carbono no solo (ESA, 2006; USDA, 2006c) e com isso diminuir a capacidade de armazenagem de água do solo (USDA, 2006d), acelerando a degradação de áreas, em especial onde a densidade populacional é grande (USDA, 2006e).

2.4. Redução de água doce residente

A água é necessária para refrescar a atmosfera, para garantir a qualidade de vida dos animais e do ser humano, para aumentar a produtividade agrícola, para permitir a navegabilidade dos cursos de água de modo a possibilitar o escoamento de produtos agrícolas de forma mais competitiva, e para tornar o clima local e o clima regional mais ameno e mais equilibrado. Matas e culturas agrícolas adjacentes dependem da água da chuva que os solos permeáveis armazenam e as plantas da região reciclam (água residente). As raízes das plantas absorvem água do lençol freático, a qual necessita ser reposta continuamente pelas chuvas, mas isso somente é possível em solos permeáveis. As árvores também armazenam água da chuva em suas copas e essa água não chega a atingir o solo. Parte da água, tanto a absorvida pelas árvores, por meio de suas raízes, como aquela armazenada nas folhas de suas copas, evapora ou é transpirada e volta à atmosfera, formando nuvens e chuva.

Assim, a eliminação da floresta reduz a rugosidade da superfície terrestre e afeta a troca de umidade entre o solo e a atmosfera. Isso geralmente resulta em redução na precipitação pluvial (Shuttleworth, 1988), em umidade anormal da superfície (Rowntree, 1988) ou em deflúvio rápido da água, que encurta o ciclo hidrológico. Dessa maneira, o efeito positivo das árvores sobre o clima pode ocorrer na alteração do albedo e do ciclo hidrológico (Salati & Vose, 1984; Shuttleworth, 1988; Meher-Homji, 1988; Foley et al., 2003; Artaxo et al., 2005; NASA, 2006; Geer, 2007), já que chuvas que causam desenvolvimento vegetal aumentam o *feedback loop*, fazendo com que vegetação mais verde permita o aumento do volume de chuvas (NERC, 2006). Árvores, especialmente aquelas com raízes mais profundas, além de amortecer a temperatura do ar (Boffa, 1999; Martius et al., 2004; Saxena, 2006; Nowak, 2005), também vaporizam água e mantêm a umidade relativa do ar em nível adequado (NCAR–UCAR, 2006) para cultivos, para criações e para seres humanos (Noordwijk & Hairiak, 2000). Porém, dependendo da escassez local de água, é necessário escolher as espécies arbóreas adequadas, que tenham desenvolvimento mais lento e transpirem menos em ambiente mais seco (Rumley & Ong, 2006).

Ainda com relação à temperatura e ao albedo, e ao seu manejo, pode-se constatar o seguinte: corpos de água e vegetação, embora ambos com baixo albedo, comportam-se como atenuadores de amplitudes térmicas ou como estabilizadores de temperatura, em relação a corpos secos e mais densos, por exemplo, rochas, solo descoberto, áreas cimentadas e superfícies asfaltadas. Isso acontece porque a água tem elevado calor específico (demora a aquecer e demora a perder calor). Assim, áreas verdes em ambientes quentes podem neutralizar o efeito aquecedor causado pelo albedo baixo (cor escura), por meio do mecanismo da transpiração, que retira calor do ar na passagem da água da fase líquida para a gasosa.

Quando a vegetação não transpira, por falta de água, ela ainda assim atua como atenuador de amplitude térmica, em função de seu conteúdo de água, embora já não preste o serviço da refrigeração por transpiração. Agora, quando a seca é intensa, as folhas inicialmente verdes (escuras) adquirem coloração clara e dessa forma geram albedo maior, o que resulta em mais reflexão de luz solar e em menor aquecimento, mesmo que não contenham água, quando são comparadas com solo escuro e seco ou com rochas. Porém, se houver queimada desses restos vegetais claros, as cinzas escuras que cobrem o solo reduzem drasticamente o albedo, atuam como elementos de aquecimento da superfície, aumentam a amplitude térmica diária e auxiliam a gerar os extremos muito baixos de umidade relativa do ar. Assim, esse é mais um aspecto negativo que deveria levar à reflexão sobre a necessidade da queimada.

O mesmo problema ocorre com o desaparecimento de grandes superfícies de geleiras, brancas e refletoras de radiação solar, transformadas em água, de baixo albedo, absorvedoras de calor e irradiadoras de ondas infravermelhas.

O solo, por sua vez, também armazena água e quanto mais matéria orgânica possuir, tanto mais água armazenará (Sá et al., 2001a, b; USDA, 2006c). Parte dessa água fica retida nos microporos e é adsorvida pelas partículas do solo; parte da água infiltrada percola pelos macroporos, pela ação da gravidade, e vai recarregar as reservas subterrâneas (lençóis freáticos e aquíferos).

Em regiões tropicais, a eliminação da cobertura vegetal, viva ou morta, deixa o solo descoberto, provoca o aquecimento do ambiente e a redução da retirada de calor do ar, em consequência da falta de água na atmosfera circundante, e ainda expõe o solo ao impacto das chuvas. Chuvas tropicais compactam a superfície do solo e formam crostas superficiais, que diminuem a infiltração de água e dificultam ou impossibilitam a recarga do lençol freático, que alimenta as nascentes, os poços e a vegetação. Solo sem vegetação ou sem proteção contra adensamento deixa de ter sua função original. Esse solo perde sua capacidade de suporte biológica e seu potencial de produção vegetal e de resposta a insumos.

A água impedida de se infiltrar no solo é perdida por escoamento superficial e pode temporariamente encher açudes e barragens além de sua capacidade, cujas comportas muitas vezes necessitam ser abertas, para evitar o rompimento. Assim, esse escoamento do excesso pode provocar inundações e flagelados de enchentes à jusante desses reservatórios. Essa água não armazenada no solo e pela cobertura vegetal permanente certamente fará falta no período das secas. Esse período está se ampliando, agravado pela elevação da temperatura e da evapotranspiração, e pela posterior precipitação pluvial mais intensa em espaço de tempo menor. Isso dificulta a infiltração da água precipitada no solo, o que resulta no rebaixamento do lençol freático. Esse problema é agravado em algumas regiões pela perfuração de poços e pela retirada intensa de água para irrigação ou para atendimento de populações urbanas, especialmente em regiões densamente povoadas (USDA, 2006e). Isso pode ser verificado pela necessidade de aprofundar os novos poços, pela diminuição na vazão ou mesmo a extinção de nascentes, primeiro das partes altas e depois das partes baixas do relevo, pela redução da navegabilidade de cursos de água, pela ocorrência de “apagões”, pela falta de água para irrigação quando mais se precisa dela em regiões mais quentes e pelos flagelados da seca.

Em situação mais grave, a impermeabilização da superfície do solo aumenta o fluxo de água que escoar superficialmente e provoca incremento nos picos de vazão no período das chuvas e diminuição na vazão no período seco do ano; além disso, pode

assorear os corpos de água com os sedimentos carreados, restringindo a disponibilidade de água em açudes, represas, córregos e rios. De acordo com a intensidade da erosão, pode haver desgaste acelerado do solo, com diminuição ou com eliminação de sua capacidade de armazenamento de água, especialmente em áreas com grande declividade, e redução da capacidade de acumulação de água de açudes, represas e outros corpos de água assoreados. Dessa forma, pode ser gerado o fenômeno chamado “crescimento de pedras”, em lavouras ou em pastagens (afloramento da rocha sob solo extremamente erodido). Em solos sem proteção vegetal, pode ocorrer sua saturação com água, levando a deslizamentos de barreiras e de barrancos.

Estudos comparativos de uma série de anos agrícolas mostraram que, na cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, 70% da produção vegetal depende das condições de clima (água disponível, que é estimada pelo balanço hídrico climático; este considera chuva, temperatura e ventos), e os 30% restantes são resultantes da genética e do tipo e da fertilidade dos solos, a qual é parcialmente dependente da vegetação preexistente e do manejo de solo utilizado após a retirada da cobertura vegetal nativa para a atividade agrícola, além de outros aspectos (comunicação pessoal, Dr. Bernardo Ide, Copersucar).

O aumento da permeabilidade ocorre quando há grande proporção de macroporos, resultantes da agregação de partículas sólidas componentes do solo, seja pela presença elevada de óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio nos solos tropicais, seja pela elevada reposição de matéria orgânica, que estimula a atividade biológica dos “engenheiros do solo”, desde as bactérias celulolíticas à mesofauna e à macrofauna invertebrada, como cupins e minhocas.

Em regiões mais quentes, a maior evapotranspiração potencial acelera o esgotamento da água disponível no solo e em consequência a produção vegetal pode diminuir, ainda que se tenha a mesma variedade genética e as mesmas condições ambientais (chuvas, adubação, manejo de solo e época de plantio).

Portanto, é necessário atenuar o calor, mediante a conservação ou o estabelecimento de áreas verdes adjacentes, em dimensões que lhes possibilitem funcionar como “áreas-tampão”, e manter o solo permeável sempre protegido das chuvas tropicais e do sol! Isso também vale para as pastagens e para os canaviais e, mais ainda, para as lavouras que produzem flores, frutos ou grãos, que são altamente exigentes em estabilidade dos elementos climáticos, especialmente temperatura e umidade relativa do ar.

Quando a região começa a enfrentar verões mais secos, as plantas mais sensíveis definham e morrem, e em razão disso há menor devolução de água ao ar pelas plantas restantes. Sua morte abre espaço para a entrada dos ventos na comunidade vegetal, que ressecam mais ainda o ambiente. Outras espécies são atingidas e morrem, em um “efeito dominó” ou “efeito cascata”, e permanecem somente as plantas mais rústicas, pioneiras. O limite é ultrapassado quando a população de plantas como um todo encolhe, a ponto de a chuva reciclada (convectiva) se tornar insuficiente para sustentação da vegetação. Mais plantas morrem e a chuva convectiva diminui mais ainda – num círculo vicioso semelhante ao que transformou o Saara, antes verdejante, em um deserto, como é hoje, e ao que também está degradando e desertificando o Nordeste brasileiro. Isso ocorre porque boa parte da biodiversidade vegetal nos trópicos, especialmente os úmidos, está assentada sobre características abiótico–bióticas e biótico–bióticas emergentes (Gentry, 1982), como num castelo de cartas. Essas características biótico–bióticas emergentes necessitam ser mantidas na maior área possível e devem ser manejadas com o maior cuidado possível, especialmente na Amazônia (Bigarella & Andrade-Lima, 1982). Um bom manejo de espécies florestais pode evitar que essa degradação ocorra e até mesmo que a Amazônia se torne em ambiente de cerrado (Conpet, 2006; Girardi, 2007b) ou ainda de caatinga, como demonstram os reflorestamentos bem sucedidos na borda do Saara, com a volta das chuvas (NERC, 2006; Coghla, 2006). Porém, a Amazônia tem mais propensão de se transformar em cerrado ou em savana pela motosserra, pelo desmatamento, pela queimada, e pela exposição do solo nu ao sol e à chuva, levando à sua degradação, levando à irradiação de calor em excesso, do que pelo aquecimento global, que deverá se agravar por conta disso. Informes dão conta de que muitas áreas de cerrado no meio da mata amazônica ocorrem sobre os solos mais férteis, e são locais anteriormente desmatados e queimados pelos indígenas para conduzir suas lavouras de mandioca.

A biodiversidade nos trópicos deve-se à grande variabilidade nas características abióticas (por exemplo, a colcha de retalhos de solos e sua fertilidade natural), as quais podem ser ampliadas por variação no relevo e por diferenças de altitude, com relação à temperatura e à umidade do ar ou à água disponível. Essa variabilidade resultou em habitats diferenciados, ocupados por espécies adaptadas (ecótipos) e cuja interação abiótico–biótica gerou novos habitats biótico–bióticos emergentes, em diferentes gradações consecutivas e interdependentes, e que ainda podem ser alteradas esporadicamente por herbivoria e por fogo. Assim, por exemplo, o corte seletivo de árvores de uma floresta tropical úmida, o qual cria canais de entrada de luz e de ventos, elimina habitats emergentes não necessariamente

afetados fisicamente. Dessa forma, diversas espécies mais sensíveis são excluídas em consequência de temperatura e de luminosidade mais elevadas e de baixa umidade. Com o corte seletivo, a floresta seca, aumentando o potencial de incêndio (Beck, 2005) e o perigo de redução de chuvas na região Sudeste (Vicária & Buscato, 2005). A retirada seletiva de árvores, além de eliminar o suporte de vida para diversas outras espécies associadas (da flora e da fauna), em geral representa enorme contra-senso econômico: eliminam-se as matrizes mais vigorosas, que poderiam garantir a sustentabilidade da produção da espécie em questão. O mesmo ocorre com a fauna, como os peixes, quando se capturam os melhores exemplares e se deixa o “refugo”, praticando seleção negativa ou involução, com redução drástica da produtividade do ecossistema. É como matar a galinha dos “ovos de ouro”!

Angiospermas, plantas que produzem flores e frutos, são evolutivamente mais recentes e sua existência provavelmente está vinculada a condições microclimáticas mais propícias, isto é, a solos mais férteis, com mais matéria orgânica, mais “diversidade biológica”. A biodiversidade cria biodiversidade, porque, quando morre, forma substrato – húmus –, microclima e fauna associados. Uma vez que a biodiversidade, além de suas características estruturais, possui funções essenciais, como constituir um estabilizador de serviços ambientais, especialmente o de armazenamento de água pluvial, a de estabilização térmica e de umidade relativa do ar, e de regulação do ciclo hidrológico ou das chuvas, destruí-la é destruir microclimas e homogeneizar as populações mais resistentes às condições ambientais mais adversas, porém em geral não desejáveis ou de pouco valor para garantir a segurança alimentar e de água. Destruir a biodiversidade natural significa destruir microclimas adequados que possibilitariam a lavouras, pastagens e florestas a expressão do seu potencial de produção. Nunomura (2007) citou exemplo do efeito benéfico da mata nativa sobre a eucaliptocultura. Além disso, a biodiversidade é fundamental para a saúde e para a resiliência (capacidade de voltar ao normal depois de enfrentar desafios ou perturbações) dos sistemas naturais (Daily et al., 1997; Alonso et al., 2001; Norberg et al., 2001; Tilman et al., 2002), ou para a recuperação de áreas agrícolas degradadas deixadas em pousio.

Para compreender melhor a dependência da vegetação (tanto a nativa como a cultivada) a variações macroclimáticas e microclimáticas, pode-se utilizar outro exemplo: a região do Polígono das Secas, no Nordeste brasileiro. Considera-se macroclima aquele que compreende todo o Polígono das Secas e microclima são as diferentes condições específicas de cada parte do Polígono. Exemplo: os brejos a 800 m de altitude, que são como oásis no deserto. Microclima e mesoclima podem ser

mantidos ou restabelecidos em algumas situações, por meio da conservação de áreas naturais ou do reflorestamento e da criação de corredores de mata estrategicamente alocados, para amenizar a temperatura ambiente e melhorar a umidade do ar.

A caatinga, por exemplo, que possui longo histórico de perturbação, atualmente é habitada por cerca de 25 milhões de pessoas, das quais a grande maioria não possui condições de vida adequadas e utiliza os recursos naturais de forma equivocada. Estudos têm apontado a região como uma das mais ameaçadas do País, com aproximadamente 15% de sua área já desertificada, em consequência de atividades humanas ambientalmente insustentáveis. Embora essa região seja uma das menos estudadas do Brasil, pesquisas preliminares indicam o impacto da herbivoria predatória por caprinos (introduzidos no século XVI, representam 92% do rebanho brasileiro e são criados de forma extensiva) sobre a abundância e a distribuição geográfica de muitas espécies vegetais que fazem parte da paisagem. Entre elas, encontram-se espécies lenhosas e perenifólias, como *Ziziphus joazeiro* e *Spondia tuberosa* (Leal et al., 2003b).

É evidente que a construção ou a desconstrução de microclimas e de mesoclimas, por reflorestamento, por raleamento ou por rebaixamento da vegetação, interfere no macroclima. Não há como lutar contra o macroclima sem recuperar os diversos mesoclimas. Se isso não for possível, resta ao homem aprender a conviver com ambientes altamente inóspitos, como os tuaregues no deserto do Saara e os esquimós no pólo norte.

Migrações para fugir de áreas degradadas e impróprias à vida dependem da disponibilidade de áreas ainda não habitadas ou pouco habitadas e essa solução não é mais possível para a população humana em crescimento, que se defronta com a diminuição acelerada de áreas ainda não exploradas (Ricklefs, 1996). Paradoxalmente, a humanidade é ainda determinada, social e culturalmente, a cultivar valores que mantêm padrão de consumo que leva à exaustão dos recursos naturais (Tayra, 2002) e coloca em risco a sobrevivência da espécie. Isso indica a falta de consciência e de responsabilidade socioambiental do consumidor bem como do produtor de bens e de serviços, e ainda gera enorme pegada ecológica (*ecological footprint*, hectares de terra necessários para atender às demandas de uma pessoa por água, alimentos, fibras, energia e descarte de resíduos e dejetos – Simmons, 2001) da população mais abastada. A disponibilidade desses bens e desses serviços está se aproximando rapidamente do limite, em consequência do aumento populacional e da redução das áreas produtivas causada por degradação. O MEA (2005) oferece uma descrição da situação atual e o que pode e deve ser feito de modo a se interromper a corrida a um grande desastre para a espécie humana.

Na visão de adaptação do ser humano a situações extremas, parece difícil a extinção da espécie humana no curto e no médio prazo. Porém, não parece impossível que voltemos à situação de um clima primordial mais heterogêneo, com sucessão monótona de grandes amplitudes térmicas por toda Terra, caso não se unam os esforços para a conservação e a reconstrução da qualidade ambiental. Isso constitui, não gasto, mas investimento em logística, que requer introdução maciça de práticas agrícolas conservacionistas e recuperadoras da infra-estrutura natural essencial para a vida, específicas para regiões tropicais, seguindo os fundamentos agroecológicos (Altieri, 2002). Para tanto, como sugeriram Dover & Talbot (1992) em relação à pesquisa agrícola, mais especificamente, é necessário novo paradigma, mais orientado pelo planejamento de sistemas do que pela modificação das partes. Azar et al. (1996) reforçaram essa idéia com a afirmação de que devemos passar de discussões e de pesquisas relacionadas com efeitos sobre o ambiente (patologia ambiental) para o planejamento estratégico do metabolismo social (profilaxia social), eliminando más práticas tradicionais. Isso significa que práticas de adaptação a situações degradadas e práticas de mitigação dos efeitos da degradação deveriam ser relegadas a segundo plano, e que devem ser priorizadas práticas de conservação e de recuperação. A adaptação, vista por muitos como solução (Underhill, 2007), pode nos levar a situações extremas, sem volta para a vida e a produção (Gore, 2006).

Primavesi & Primavesi (2003) advogaram que se deva conhecer os princípios ecológicos que atuam em escala global, e a partir daí realizar planejamento regional integrado e continuado das ações locais! E não pode haver descontinuidade nas políticas!

Defende-se o uso do chamado *ecological footprint* das populações, relativo à adequação da sustentabilidade de suas atividades econômicas e sociais, com base na suposição de que em 2050 haverá por pessoa somente um hectare de terra para produzir alimento e água e para ciclar dejetos, considerando somente o aumento populacional, mas não o aumento de áreas degradadas e aridizadas; os valores médios atuais giram em torno de 1,7 ha/hab., embora sejam utilizados de 5 a 10 ha/hab. em muitos países chamados “desenvolvidos” (Rees, 1996; Chambers et al., 2001; Simmons, 2001; Lenzen & Murray, 2001; Barret et al., 2002; GFN, 2006). Existem sistemas agroecológicos de produção que permitem atender mais pessoas por hectare, a ponto de ser suficiente somente de 1/4 a 1/16 de hectare por pessoa, para suprir as necessidades básicas. Área menor não permite manter uma pessoa com dignidade. Por conta disso, muitos recomendam o controle de natalidade, ainda mais que as pegadas ecológicas serão ampliadas sensivelmente pelo uso de biocombustíveis. Por que não se advoga a parada imediata da degradação da infra-

estrutura e dos serviços ambientais de novas áreas causada por péssimas práticas de manejo agropecuário e florestal, e por que não se promove a recuperação das áreas degradadas? Feito isso, a nave Terra poderia tranquilamente manter uns 30 bilhões de habitantes—consumidores educados, conscientes, participativos do coletivo global!

Na Índia, verificamos que a ordem é não deixar escapar a água das chuvas para fora dos sistemas de produção e procurar aumentar o número de pessoas que pode ser mantido em um hectare de produção agrícola. Houve festejo quando os indianos conseguiram experimentalmente aumentar a capacidade de suporte biológico natural (entenda-se também humana) de uma para quatro pessoas por hectare, considerando a média de consumo diário de 1.000 kcal por pessoa. Sistemas de produção agroecológicos na América Latina permitem a vida digna para uma família de quatro pessoas em um hectare de terra. Em alguns lugares da Malásia, consegue-se atender às necessidades básicas em água, alimentos e reciclagem de rejeitos e de dejetos de 16 pessoas por hectare, e prover estudo universitário para os filhos. Em certas regiões da China, um hectare de terra atende 30 pessoas, com nível baixo de subsistência. Essa idéia vem ao encontro da necessidade de enquadramento das atividades humanas às normas e aos princípios do ambiente natural; essas atividades são limitadas pela capacidade de suporte biológico natural dos solos e das paisagens.

Porém, a capacidade de suporte natural é dinâmica e felizmente pode ser aumentada quando se maneja adequadamente a biodiversidade e o teor de carbono nos solos. Lamentavelmente, essa capacidade de suporte biológico natural, dependente da infra-estrutura natural essencial à vida terrestre, é degradada de forma perdulária com extrema velocidade em escala global, especialmente nas sensíveis regiões tropicais. Isso causa a regressão ecológica (Primavesi & Primavesi, 2003) e coloca em risco extremo a continuidade da espécie humana sobre a Terra. O ambiente-clímax natural constitui um paraíso para a vida e o ambiente natural primário, um inferno, a morte.

Há necessidade de união de esforços para a conservação e a reconstrução da qualidade ambiental, não só das florestas tropicais, mas também das regiões semi-áridas, tais como a caatinga, que devem ser consideradas estratégicas para a manutenção dos padrões regionais e dos padrões globais do clima, da disponibilidade de água potável, dos solos agricultáveis e dos *hotspots* (ambientes naturais remanescentes com elevada concentração de espécies endêmicas, únicas) da biodiversidade do planeta. Na verdade, há um mosaico de diferentes “caatingas”, derivadas possivelmente da forte relação entre solo e vegetação, tais como os Latossolos Vermelhos com a caatinga arbórea no oeste de Pernambuco, em Alagoas e no Rio Grande do Norte, os solos derivados de pedras calcárias do Bambuí com

outros tipos de caatinga arbórea, os solos arenosos sedimentares profundos que ocorrem nas séries do Cipó em Pernambuco e o solo raso da Catarina com floresta de caatinga baixa (Silva et al., 2003).

É importante notar que, embora não esteja na região equatorial, no Saara a temperatura chega a 50°C. Por analogia, a Amazônia, se desprovida de florestas e de nuvens (escudos protetores) deveria, portanto, ultrapassar os 50°C do Saara, por causa de sua posição equatorial, exceto nos locais perto do mar, o qual amortece a ocorrência de temperaturas acima de 40°C, como ocorre no litoral do Ceará e do Piauí. Em Cuiabá, MT, a temperatura já chegou à marca dos 47°C na sombra. Estamos chegando lá!

3. A infra-estrutura ambiental e seus serviços essenciais: rumo ao biomimetismo

Neste ponto, há necessidade de se rever sucintamente quais são os componentes da estrutura ambiental, com suas funções ou seus serviços essenciais, que devem ser preservados ou recuperados, para garantir a vida com qualidade sobre terra firme. Para tanto, é indispensável uma “viagem no túnel do tempo”, de modo a se compreender como a vida, estabelecida inicialmente nas águas salgadas do mar, tomou conta das águas doces nos continentes e apenas posteriormente colonizou a terra firme, protegida contra a radiação ultravioleta, especialmente do tipo B, por um escudo de ozônio estratosférico localizado entre 10 km (nos pólos) e 55 km de altitude (no equador; Daniels et al., 1995), graças ao desenvolvimento do processo da fotossíntese.

Enquanto há muito tempo a vida proliferava no mar, os continentes eram apenas uma vastidão desolada. Colisões das placas tectônicas formaram as grandes cadeias de montanhas. Estas bloquearam as correntes atmosféricas, formando nuvens, que resultaram em chuvas torrenciais sobre os continentes, um verdadeiro dilúvio. A chuva torrencial erodiu as rochas, formando vales profundos. As águas convergiram, formando a rede de drenagem, os rios.

Assim, foi necessário que rochas que predominavam no continente, o “ambiente natural primário”, ainda sem solo, sem água doce residente, sem lençol freático, com ciclo curto de água, sem capacidade de suporte de vida, sem cadeia alimentar, sem biodiversidade e com grandes amplitudes de temperatura e de umidade relativa do ar, se tornassem ambiente propício à vida (Primavesi & Primavesi, 2003). Para que isso ocorresse, foi necessária a transformação dessas rochas impermeáveis em substrato permeável à água, de modo que esse substrato pudesse armazená-la e disponibilizá-la aos seres vivos. Essa transformação se deu, a princípio, por meio da intemperização das rochas impermeáveis, especialmente pelas chuvas

torrenciais citadas, pela amplitude térmica e, posteriormente, pela decomposição da matéria orgânica proveniente das diferentes formas de vida que foram colonizando este substrato. Um exemplo é a atividade associativa pioneira de algas e de fungos, os líquens, colaborando na formação de solo. Com o passar do tempo, os solos, cada vez mais ricos em matéria orgânica e cada vez mais permeáveis e mais profundos, foram armazenando água nos chamados lençóis freáticos, que alimentam as nascentes, os poços e a vegetação. Quanto mais água era armazenada no solo e na vegetação e nos restos vegetais que o cobriam, tanto mais espécies vegetais e mais plantas com dimensões maiores e mais exigentes em água se estabeleciam, colonizando o continente. Estas por sua vez, numa espécie de *feedback*, criavam condições cada vez mais propícias ao armazenamento de água no solo, alimentando-o com matéria orgânica e protegendo-o do sol e do impacto direto da chuva, fatores que são especialmente intensos nas regiões tropicais. Desse modo, as características abióticas⁽³⁾ de um local foram gradativamente alteradas pela biota, gerando características emergentes mais amenas em amplitudes térmicas e hídricas, o que permitia o estabelecimento de mais e mais biodiversidade vegetal e animal associada (bambu x urso panda, eucalipto x coala, embaúba x bicho-preguiça e outras de flora e fauna), em especial nas regiões tropicais. Em outras palavras, a vida que se formava no solo e sobre o solo, com organismos que morriam e se decompunham, criava condições cada vez mais propícias a uma nova geração de vida mais sensível, servindo-lhe de substrato, e produzia muitas relações de dependência e interações. A biodiversidade em ambientes com muita variabilidade abiótica permite atuar como estabilizador no processo de produção de biomassa, garantindo os serviços ambientais essenciais.

⁽³⁾ Nota de rodapé: Nos trópicos, onde os processos biológicos são mais acelerados do que nas regiões mais frias, a biodiversidade é maior, por causa da grande variabilidade de características abióticas e sua interação com as bióticas. Essas características bióticas são relacionadas a gradientes de temperatura (por sua vez também associados com altitude e relevo), de água disponível, de umidade relativa do ar, de disponibilidade de nutrientes essenciais ou restritores, de luminosidade, de ventos, de fogo, de profundidade de solos, de fertilidade mineral, de capacidade de armazenar água, de fatores restritivos ao desenvolvimento radicular em profundidade, de salinidade, de atividade das argilas, de teor de material orgânico dentro e sobre o solo, que por sua vez é determinante na fertilidade de solos tropicais, e de intensidade de herbivoria. A biodiversidade, em ambientes geralmente pobres, apresentando uma "colcha de retalhos" de características abióticas, é uma estratégia da natureza para conseguir armazenar o máximo de energia solar por unidade de área, para a cadeia alimentar. Mesmo em regiões tropicais, em solos fertilizados, quando ocorre aumento na oferta uniforme de N e P para as plantas, ocorre redução na biodiversidade, em decorrência da competição interespecífica e até mesmo intra-específica pelas plantas ou pelas espécies mais eficientes na resposta a essa maior oferta de minerais, à semelhança do que ocorre nos ambientes aquáticos eutrofizados. Embora inicialmente o aumento na oferta de P possa estimular a biodiversidade, ao permitir o aparecimento de leguminosas, o seu excesso associado com o N gera desequilíbrios. Esse fenômeno parece ocorrer predominantemente nos solos tropicais da América Latina, onde os solos são menos férteis e mais ácidos do que os da África ou da Ásia tropical (Sanchez, 2001).

No final do processo, ocorreu a formação dos ambientes-clímax naturais (Figura 21), os quais em seu máximo resultam nas florestas tropicais úmidas, já que outros ambientes-clímax podem ser considerados transitórios, como os campos de musgo, as pradarias, as savanas e os cerrados. Nestes ambientes-clímax florestais, há grande capacidade de suporte biológico natural e de produção, em razão da presença daquilo que pode ser chamado de infra-estrutura natural necessária para fazer funcionar os serviços ambientais essenciais, conjunto designado também de “capital natural”. É como se fosse um sistema operacional (*software*) necessário para colocar em ação os ecossistemas naturais, os sistemas de produção e a vida diversificada. Essa infra-estrutura (*hardware*) e seus serviços essenciais, que estabelecem a capacidade de suporte biológico, permitem maior efetividade dos insumos externos utilizados (genética, fertilizantes, agroquímicos, água, energia). Essa infra-estrutura é constituída por solo permeável, muitas vezes profundo e com ampla capacidade de armazenamento de água residente, com tripla proteção superficial contra a compactação e o desgaste: 1) espesso dossel de grande diversidade de plantas, em um ou diversos níveis, 2) presença de serapilheira (presença de restos vegetais, como folhas e galhos, sobre a superfície do solo, e ausência de material orgânico enterrado), e 3) sistema radicular vigoroso, que será tanto maior quanto maior for a biodiversidade da flora e da fauna associada, na interface serapilheira–solo, além de estar infiltrado no solo e de mantê-lo permeável. A permeabilidade é premissa fundamental para que o solo exerça sua função principal, que é armazenar água das chuvas.

O clima local e o clima regional, em ambiente-clímax florestal, apresentam temperatura com pequena amplitude e umidade relativa do ar mais estabilizada. Em clima tropical, em regiões com solos mais antigos e mais lixiviados, em que a fase mineral em geral apresenta baixa reserva de nutrientes, quando comparados aos solos jovens de regiões de clima temperado ou tropicais do semi-árido, a matéria orgânica e a atividade biológica a ela associada, assim como a diversidade vegetal, são estratégias para garantir a produtividade e a capacidade de suporte natural de vida desses ambientes (Primavesi & Primavesi, 2003).

Nas regiões frias, onde a velocidade de formação de solo é muito lenta (em vista das baixas temperaturas e da conseqüente lentidão dos processos biológicos), a água doce é armazenada especialmente na forma de gelo (geleiras), que formam os cursos de água vitais na primavera.

Uma vez que a natureza pode “desenvolver” ambientes naturais primários, inóspitos, em ambientes-clímax naturais, altamente hospitaleiros, com abundância de água, de alimentos vegetais e de animais e com clima estabilizado, a estratégia mais

adequada ao ser humano é copiar seus processos, seus padrões e suas formas, o que atualmente se denomina biomimetismo. É o mesmo processo que a natureza utiliza, quando recupera um solo agrícola depauperado, compactado, encrostado, após um período de pousio de quatro a oito anos, formando capoeira com base na regeneração natural da flora diversificada e resultando em novo solo de cultura, solo que consegue exercer sua função original.

Solo sem vegetação e sem seus resíduos se torna uma estrutura “morta”, com baixo potencial de produção, com baixa capacidade de suporte biológico, que apresenta pouca resposta aos insumos utilizados. É, portanto, a natureza que aponta o “alicerce”, a *infra-estrutura ambiental essencial* a ser resguardada ou recuperada pelas atividades humanas, de maneira a garantir a vida com qualidade em ambientes tropicais e em ambientes subtropicais: solos protegidos da radiação solar direta e do impacto das chuvas tropicais por vegetação diversificada e seus resíduos, de modo que os solos permaneçam permeáveis e permitam a presença de água residente. Esse fato sugere também que os ambientes naturais primários deveriam servir como referência principal, de grande estabilidade, para trabalhos de desenvolvimento, com relação aos ambientes-clímax naturais, mais dinâmicos e variáveis em sua estrutura, em função da intensidade dos fatores abióticos predominantes. Geralmente, comparam-se atividades agrícolas com os ambientes-clímax quando estes se tratam de florestas. Isso induz a erros de manejo, pois não se tem a percepção exata do quanto se pode degradar a infra-estrutura natural essencial à vida, à produção, ao lucro.

A preservação da biodiversidade vegetal e da biodiversidade animal e do lençol freático, e a proteção da área contra brisas e ventos pela vegetação e também contra grandes amplitudes térmicas e oscilações da umidade do ar faz com que o ciclo das águas seja prolongado. Isso resulta na permanência da água das chuvas por mais tempo no local ou na região, em virtude do estabelecimento do processo cíclico de precipitação–armazenamento–transpiração–precipitação, em lugar de precipitação–escoamento superficial. Esse processo cíclico é fácil de ser notado na região amazônica (e em outras florestas tropicais úmidas), pois contribui com 50% das chuvas locais e com 20% a 45% das nuvens de chuva anuais das regiões Sul e Sudeste brasileiras, e influencia ainda as chuvas da região Centro-Oeste, como mostram as imagens de satélite ao longo do ano (INPE, 2006a).

Assim, ao se realizar a retirada indiscriminada da cobertura vegetal, acompanhada da queima dos resíduos, do revolvimento do solo, da oxidação do material orgânico existente no solo, da compactação e/ou da erosão, pratica-se regressão ecológica (erroneamente considerada desenvolvimento econômico). Trata-

se de uma volta às características de rocha, ao “solo-pedra”, solo impermeável, sem função de armazenar água, que aquece e gera grande amplitude térmica ao longo do dia (Primavesi & Primavesi, 2003), equivalente ao retrocesso à criação do mundo na manhã do terceiro dia (SBB, 1993), ou seja a destruição de três dias da criação, por meio de um verdadeiro holocausto global (Figura 35). Essa ação reduz ou elimina a água residente, essencial para manter a vida sobre o continente, além de influir nas mudanças climáticas locais e globais, pois gera CO₂ e aumenta as superfícies irradiadoras de calor, especificamente de radiação infravermelha. Isso intensifica a ocorrência de eventos térmicos extremos, com elevação das temperaturas nos trópicos e nos subtropicos, e diminuição da temperatura nas regiões de clima temperado e de clima polar.

Quando se derruba uma grande área de mata na região amazônica, verifica-se, inicialmente, aumento do número de nascentes e de cursos de água na área. Estas nascentes são de água residente, antes transpirada pelas árvores e que formavam nuvens, as quais logo precipitavam, no mesmo dia ou no dia seguinte. Essa água passa a sair da área, deixando o ambiente ressecado e que, por isso, aquece mais rapidamente. Ao final de um ano, o número de cursos de água pode ser menor do que antes da derrubada da mata, e a amplitude térmica aumenta, assim como aumentam também as brisas que murcham e ressecam as folhas dos cultivos e das pastagens.

A ausência de árvores possibilita a formação de brisas e de ventos, que aceleram o ressecamento e aumentam o perigo de fogo, além de atuar no deslocamento de nuvens para fora da bacia hidrográfica. Espécies vegetais exigentes em temperaturas mais amenas, estabilizadas, e em maior umidade do ar adoecem, morrem e desaparecem. Mesmo quando se deseja resguardar espécies vegetais de grande valor econômico, a retirada da vegetação do entorno, que atua também como “trampolim” para os polinizadores, inviabiliza sua existência no local, como a da castanheira, que é uma árvore de floresta (Amorim, 2005), fonte importante de selênio, mineral essencial para fortalecer o sistema imunológico de animais e de seres humanos. Outro exemplo é a inviabilização da cultura do cacau no sul da Bahia, causada pela eliminação da mata atlântica, e a conseqüente alteração nos microclimas, no estado nutricional das plantas e no balanço de populações de parasitas e de patógenos, que permitiu o aparecimento e o estabelecimento intenso de doenças, por exemplo, a vassoura-de-bruxa trazida do Acre. Essas áreas ocupadas por cacau foram posteriormente transformadas em pastagens e atualmente estão sob processo de reflorestamento, para produção de celulose. A vegetação do entorno é responsável pelo mesoclima propício a muitas espécies, em especial as nativas, que, isoladas, não conseguem sobreviver. Além do mesoclima alterado, a falta de

polinizadores e de inimigos naturais de espécies herbívoras específicas, que eventualmente dependem de outras espécies vegetais para sobreviver, apresenta-se como outra limitação possível. A situação da biodiversidade das espécies nativas é mais crítica na América Latina, especialmente no Brasil, em função de grandes áreas de solos de baixa fertilidade. Ao se aumentar a fertilidade do solo artificialmente, elimina-se grande parte da diversidade abiótica e com isso da biodiversidade, que seria necessária para recuperar essas áreas quando degradadas. Esta é a razão da necessidade de reconstruir e de manter a infra-estrutura natural essencial, que inclui o mosaico de grandes reservas naturais, conectadas por teias de corredores ecológicos, em especial ao longo dos cursos de água que provêm a água para a transpiração. Os corredores ecológicos devem interligar áreas mais elevadas, que necessitam de proteção permanente. Essa infra-estrutura natural garante o serviço ambiental sustentável de recuperação de solos e de sua capacidade de suporte biológico natural para “produção” de água (água armazenada para alimentar nascentes e poços), de alimentos e de biocombustíveis, bem como o fluxo de genes de plantas e de animais. A ausência desse fluxo leva à degeneração das populações dos fragmentos isolados.

O desmonte, a mineração, a depredação da infra-estrutura ambiental essencial leva ao desastre ambiental, que tem como consequência os insucessos nas atividades econômicas e a inviabilização de comunidades humanas. A eliminação de diversas pequenas fontes econômicas e sua substituição por uma única potencialmente mais rentável leva à insustentabilidade local e regional do comércio (à semelhança do resultado da destruição, por extensas áreas agrícolas contínuas, das pequenas nascentes e dos pequenos córregos que alimentam um grande rio que vai abastecer as cidades) e à extinção da qualidade de vida das populações humanas (inclemências térmicas e agravamento da falta de água e de alimentos e aumento da incidência e da diversidade de pragas e de doenças, mais tolerantes a ambientes extremos e sem controle, em substituição a populações diversificadas de inimigos naturais, em consequência da redução da diversidade da teia alimentar; ou pela eliminação de fontes de alimento, resultando, por exemplo, no ataque de morcegos na Amazônia destruída e no avanço da raiva – Reis, 2005).

Dourojeanni (2006) informa que os insetos são mais antigos no planeta do que os mais antigos dos dinossauros e provavelmente os mais influentes sobre o destino da humanidade. As próprias pragas, como indicado, são pragas apenas de um ponto de vista e são úteis e necessárias de outro. Além disso, sem outros insetos, as pragas seriam incontroláveis. Os seres humanos seriam fulminados pelos seus próprios venenos antes que as pragas fossem controladas, se não fosse pela atividade de milhares de insetos que, por serem seus aliados, são catalogados como “benéficos”,

mas destruídos pelo uso de produtos químicos em larga escala e por vezes de forma preventiva.

Existe cerca de um milhão de espécies de insetos identificados. Vale a pena mencionar que os mamíferos somam apenas aproximadamente 4.700 espécies e que, delas, a maior parte são ratos, ratões e morcegos, bichos que em geral tampouco merecem a simpatia humana. Mas, como dito, a cifra mencionada é a de insetos conhecidos, estando seu número real situado, segundo os pesquisadores mais moderados, entre 10 e 30 milhões de espécies. Ocorre que a copa de cada espécie de árvore atua como uma ilha perdida no oceano ou como um planeta no cosmo, provocando especiação. Com a destruição indiscriminada de espécies desconhecidas do mercado, pode-se afirmar que diminui a sustentabilidade da espécie humana.

Como as regiões tropicais e as regiões subtropicais constituem os dínamos do clima global (dinâmica de massas de ar quente ascendente, convectivas, com “adução” das massas de ar de regiões mais frias, estando o extremo oposto nas regiões polares), o manejo local inadequado de seus solos e de sua vegetação amplia os desequilíbrios no clima global, cujos impactos retornam com efeito bumerangue sobre as atividades locais. De que forma? Existem pesquisas que provam isso? Existem séries temporais que confirmam isso?

É mais fácil monitorar a deterioração climática (aumento de temperatura, ressecamento, ventos) em uma clareira recém-aberta para plantio de milho, dentro de uma área de mata que cobre vasta região (predomínio da matriz florestal), do que montar parcelas experimentais de milho, do tipo oásis, dentro de um deserto (predomínio da matriz de área degradada ou desértica), e desejar que estas parcelas do tipo oásis mostrem características de floresta tropical úmida. O efeito do entorno degradado, desértico, não o permite, pelo efeito de borda negativo muito intenso. Por sua vez, as condições de entorno de mata ainda permitem o ressurgimento de capoeira, de mata secundária, de vegetação de cerrado. Ao se montar parcelas experimentais, fica difícil estabelecer todos os efeitos ambientais emergentes que surgem nos ambientes-clímax naturais, em especial nos ambientes tropicais mais úmidos. Os efeitos de interação ficam prejudicados, embora alguns trabalhos iniciais estejam verificando os grandes benefícios de interação da biodiversidade (Spehn et al., 2000). Mas a ocorrência de eventos climáticos incomuns, à medida que o ambiente sofre ações de regressão ecológica, é condição suficiente para identificar a situação ambiental dramática sob a qual se encontra atualmente a espécie humana e seu sistema econômico predador e, naturalmente, muitas outras formas de vida, principalmente quando se consegue identificar claramente as causas e os mecanismos ou os processos envolvidos.

Muitos pesquisadores acreditavam que um possível colapso ambiental poderia ocorrer daqui a 50 ou 100 anos, mas os sinais decorrentes do desmonte da infraestrutura ambiental essencial, especialmente nas regiões tropicais, já acontecem atualmente. Por que acreditavam nisso? Porque se baseavam em simulações que consideram somente o aumento linear da concentração de gases de efeito estufa, alimentada pelas atividades em regiões de clima temperado. Eles se esqueceram de considerar as áreas degradadas e em degradação por atividades humanas em regiões tropicais e em regiões subtropicais, que causam aumento das superfícies irradiadoras de calor, como resultado da destruição de áreas verdes, da queda da atividade vaporizadora destas áreas verdes em razão da sua eliminação e da impermeabilização dos solos expostos, que impedem a reposição de água em lençóis freáticos e em aquíferos. Além disso, a disponibilidade de água residente está sofrendo diminuição exponencial. Esses processos são determinantes para a simulação adequada. Então, quais são os indicativos das mudanças climáticas?

4. Efeitos

4.1. Efeitos climáticos

Nas regiões frias, está ocorrendo aumento da temperatura, com degelo mais rápido das geleiras, embora haja momentos com temperatura muito baixa, possivelmente resultantes da retirada de calor pelo degelo e também pela evaporação da água, bem como pela retirada das árvores e das áreas verdes das regiões de clima temperado e de clima polar, que “aqueciam” o ambiente. Verifica-se aumento maior na região polar norte, provavelmente pelo efeito de continentalidade, com mais áreas irradiadoras de ondas longas no hemisfério norte, conjugado com a menor espessura da atmosfera nos pólos. O aumento do albedo ocasionado pela transformação do gelo branco em água escura, certamente não deve ser o problema maior nas regiões polares, porque a inclinação dos raios solares que atingem essas regiões as torna pouco energéticas, o chamado sol frio.

Em regiões de clima temperado, o aumento da temperatura e a redução de umidade relativa do ar provocam maior número e maior intensidade de incêndios florestais. Deve-se considerar que, embora o armazenamento de água por unidade de volume de solo das regiões de clima temperado geralmente seja maior (maior superfície específica das partículas sólidas) do que nos solos de regiões tropicais, os quais em geral são mais antigos, mais profundos e mais desgastados quando houver chuvas, ordinariamente os solos nas regiões de clima temperado são mais rasos e

mais recentes, e têm menor quantidade total de água armazenada. Ao se juntar à menor umidade relativa do ar, em virtude das médias de temperatura mais baixas (Figura 32), tal situação facilita o risco de incêndio quando ocorrem ondas de calor, após ondas de frio, ou somente ondas de calor na época mais seca do ano. Em princípio, pelo efeito de continentalidade e pela presença de vastas áreas semi-áridas, áridas ou desérticas, espera-se que haja distúrbios ambientais muito mais severos no hemisfério norte do que no hemisfério sul.

O aumento do degelo da região polar norte diminuiu a temperatura, a salinidade e a densidade da água do oceano Atlântico, e já baixou em 30% a velocidade de acesso da corrente do Golfo ao mar do Norte (Atlântico Norte), que leva água quente tropical para o norte da Europa, e água fria ao Golfo (Angelo, 2005). Esta é uma célula circulatória semelhante à que acontece com massas de ar, mas, neste caso, o “fluxo circular” ocorre na superfície do oceano.

A redução ou a interrupção de adução ou o desligamento da convecção dessas águas quentes no Atlântico Norte poderá resultar em redução da média da temperatura da ordem de 4°C (Angelo, 2005) ou mais, de 7°C (Dupont, 2006), e reduzir a umidade do ar (Figura 32). Também pode ocorrer menor esfriamento das águas tropicais do Golfo pela corrente submarina de retorno, tornando-as mais quentes e propiciando maior frequência ou maior intensidade de tufões. Esse efeito regional, por sua vez, pode refletir-se em ocorrência de secas nas regiões tropicais das Américas, da África e da Ásia. A seca de 2005 na Amazônia pode ter sido influenciada também por um efeito de forte corrente térmica tropical na região do Caribe. A corrente térmica teria sido tão intensa que as nuvens formadas logo precipitaram no oceano, sem tempo para serem levadas ao continente.

Nos oceanos das regiões tropicais, está ocorrendo o aquecimento mais intenso das águas. Aliado a outros processos potencializados ou emergentes, esse aquecimento intensifica fenômenos naturais como o *el niño–la niña*, que, por sua vez, intensificam as alterações nos climas regionais e no clima global. Estudos apontam para o fato de as chuvas na floresta amazônica modularem os ventos sobre o oceano Pacífico e também sobre o Atlântico, deixando suas águas mais frias. Quando isso não acontece, as águas aquecem e pode haver aumento da frequência do fenômeno *el niño*, que leva seca à região Nordeste brasileira e mesmo acentua períodos de seca na região amazônica. A supressão da mata deve aumentar a frequência do *el niño* (Girardi, 2007b).

Nas regiões tropicais e nas regiões subtropicais, em que a ampliação da fronteira agrícola e as práticas agrícolas convencionais representam intensa regressão ecológica (Primavesi & Primavesi, 2003), estão ocorrendo: 1) maior média de

temperatura e maior amplitude térmica; 2) maior área de geração de correntes térmicas intensas; 3) brisas e ventos mais intensos (problemas com deriva de agroquímicos, com tempestades de poeira e com vendavais); 4) maior frequência e maior intensidade de frentes frias (*ver nota), que sobem facilmente até a Amazônia pela calha dos rios Paraná e Paraguai, a qual, à montante, chega à calha dos rios Guaporé e Madeira (Bolívia, Rondônia e Amazonas) e também aos rios Arinos e Tapajós (Mato Grosso e Amazonas); e 5) inibição da precipitação de nuvens mais leves (garoas). Esses fatos acarretam: 1) atraso no período das chuvas (e de neve nas regiões frias); 2) maior número e maior intensidade de veranicos no período das chuvas (chuvas frontais menos duradouras, em consequência da menor permanência das frentes frias); 3) chuvas tropicais (convectivas) mais intensas, causadas por massas de ar mais quentes e mais saturadas de água, o que resulta em maior escoamento de água, em mais enchentes e em maior poder erosivo das chuvas, embora o volume de chuvas anuais possa ser o mesmo; 4) maior frequência de tempestades (também em regiões de clima temperado); 5) redução da reposição de água ao lençol freático; 6) períodos de seca maiores; 7) intensificação dos processos de assoreamento, de contaminação dos corpos de água e de eutroficação das águas (maior risco de aparecimento de fitoplâncton, como cianobactérias, que podem liberar toxinas por ocasião do tratamento dessas águas); 8) maior incidência de raios e de granizo; 9) ondas intensas de calor no inverno e de frio no verão; 10) períodos mais freqüentes e mais intensos de baixa umidade relativa do ar (mais secos); 11) maior frequência, maior intensidade e maior alastramento de incêndios em ambientes naturais e em ambientes agrícolas (com transporte de fumaça e de fuligem a longa distância, contaminando nuvens, corpos de água e geleiras); 12) maior frequência e maior intensidade de jatos de ventos; 13) maior frequência e maior intensidade de tornados e de furacões (nos oceanos); 14) temperaturas maiores nos trópicos e temperaturas menores nos pólos, embora com média de temperatura maior; 15) maior frequência de nuvens, formadas por evaporação intensa nos mares, sobre o mar ou sobre áreas litorâneas, mas que não chegam ao interior do continente; 16) degelo até de geleiras permanentes (*permafrost*); 17) redução dos picos nevados e elevação da “saia”, o limite da zona de neve nas montanhas, geralmente acima de 3.000 m de altitude, com prejuízo para estações de esqui e para abastecimento de água de povoados e de cidades que dela dependem; e 18) aumento da intensidade de correntezas e de enchentes provocadas pelas águas de degelo, causando períodos maiores de escassez de água de degelo ao longo do ano.

Para melhor entendimento do mecanismo dessa amplitude térmica, apresenta-se na Figura 33 um exemplo local, que considera a variação térmica na superfície do solo; essa figura mostra como a amplitude térmica é passível de manejo. Esse modelo se repete em escala global. O solo sem cobertura morta atinge temperaturas mais elevadas durante as horas mais quentes do dia e temperaturas mais baixas durante a noite. Já o solo com proteção da cobertura morta apresenta temperatura máxima menor e temperatura mínima maior, em razão da redução do aquecimento direto pelo sol.

Em âmbito global, observa-se amplitude térmica maior entre as regiões tropicais e as regiões de clima temperado ou polar, quando se retira a cobertura vegetal permanente que atenuava essa variação térmica, esquentando o ambiente frio e refrescando o ambiente quente. Evidentemente, ao lado dos eventos globais, pode ocorrer influência complementar, tais como das correntes tropicais nas regiões frias, por exemplo, a do Golfo. Em escala regional, o aquecimento do ar (Traufetter, 2006) e as amplitudes térmicas estão aumentando mais nas regiões polares (Dupont, 2006) e nas tropicais, do que nas de clima temperado, justamente onde vive a inteligência e o centro de poder e de tomada de decisões global, que dessa forma parece ter dificuldade de perceber o colapso do clima terrestre, para o qual contribui intensamente, pois ainda não sente esses extremos.

A amplitude térmica que ocorre em locais ou em regiões mais quentes gera correntes térmicas (convectivas) mais ou menos fortes e, conseqüentemente, brisas e ventos mais ou menos fortes, desde o âmbito local ao global⁽⁴⁾. Uma corrente térmica móvel local, na forma de redemoinho (“ensaio” de tornado, ou tufão e furacão quando formado sobre o oceano de água quente), pode ser extinta quando entrar numa faixa vegetada, de capim alto, de cana-de-açúcar ou de árvores. Se o vento for regional ou global, e muito forte, formando corrente longa de circulação de ar, pequenas áreas isoladas atenuadoras de calor que estiverem na rota dessa movimentação de massas de ar podem ser danificadas ou arrasadas, não detendo o problema. É uma questão de magnitude da relação entre áreas verdes e o entorno de áreas degradadas, com grande amplitude térmica diária e com intensa irradiação de ondas longas. Por isso, há necessidade de se restabelecer a infra-estrutura ambiental essencial de cobertura vegetal no nível regional (Tscharnkte et al., 2005) e no nível global em rede, para se

⁽⁴⁾ Nota de rodapé: Durante o verão nas regiões tropicais, grandes massas ascendentes de ar quente criam gradiente intenso preenchido por massas de ar mais frio, que atualmente podem ser até das regiões polares. Essas massas parecem não respeitar as células de Ferrel, conforme demonstram as vindas mais freqüentes e mais rápidas das frentes frias no verão (freqüência de dois dias, em lugar de cinco a sete dias, da Argentina ou do Rio Grande do Sul até São Paulo ou Mato Grosso). As frentes frias avançam mais facilmente pela calha dos rios Paraná, Paraguai e Guaporé, em que também se situa o Pantanal, do que pelo planalto brasileiro, levando a “friagem” para a Amazônia.

atenuar ou evitar a somatória de eventos locais que formam gradientes térmicos muito intensos. Isso reforça a necessidade da percepção e do conhecimento global, para o planejamento regional e integrado das ações locais, especialmente quando se verifica que, em escala global, as áreas degradadas irradiadoras de raios infravermelhos superam em muito as áreas verdes vaporizadoras. Estas áreas degradadas constituem fator de efeito de borda global aquecedor e formador de ventos e por isso requerem esforços locais e regionais maiores com relação à umidificação atmosférica e à redução de temperatura, nas regiões tropicais.

4.2. Ambientes naturais

Estudos e observações apontam o deslocamento de espécies vegetais mais sensíveis ao calor para regiões mais frias, como da base para o topo das montanhas. Quando isso não é possível, ocorre o declínio de suas populações, muitas vezes em consequência da manifestação de viroses e de outras doenças, que podem estar relacionadas ao aquecimento global, além da dificuldade para encontrar alimentos. Ursos polares, focas e diversas espécies de aves não-migratórias também parecem estar sendo afetados.

Mudanças ambientais globais, como o aumento da temperatura (com redução da umidade do ar) e da incidência de radiação ultravioleta, têm sido apontadas como causadores do declínio populacional massivo e global de anfíbios (Donnelly & Crump, 1998; Blaustein & Kiesecker, 2002; Heyer, 2003; Licht, 2003), tais como sapos e rãs, grandes indicadores de qualidade ambiental. Muitas dessas espécies são sensíveis a estes parâmetros, em razão do alto grau de permeabilidade de sua pele (que facilita a perda de água corporal) e da vulnerabilidade de seus ovos, desprovidos de casca protetora, como ocorre entre os répteis. Do mesmo modo, espécies vegetais sensíveis a maiores amplitudes térmicas e hídricas parecem estar sendo afetadas, tendo-se observado a diminuição de suas populações. Por fim, simulações sugerem que florestas tropicais podem transformar-se em cerrados, cerrados em caatingas e caatingas em desertos.

O aumento na temperatura acelera a transpiração e a retirada de água do lençol freático. Há formação de nuvens pesadas, que podem ter dois destinos: 1) precipitam torrencialmente, mais intensamente do que a capacidade de infiltração do solo; a água escoar rapidamente para fora da bacia hidrográfica e torna-se escassa no período sem chuvas; ou 2) formam-se gotas pequenas, em decorrência de micropartículas de carvão presentes na fumaça; essas gotas podem ser levadas para fora da área de mata, tanto mais facilmente quanto menor for a relação entre a superfície da área verde evapotranspirante e a área degradada do entorno com

grande amplitudes térmicas. Porém, verificou-se também, que essa maior evapotranspiração vai tornar os ambientes úmidos mais úmidos e os ambientes secos mais secos (Jacinthe Lacroix, citado por Garcia, 2007).

A água do mar, quando aquece mais, também pode gerar chuvas torrenciais sobre o local de evaporação, impedindo o carreamento de nuvens para o continente.

O aquecimento da água dos mares está afetando a vitalidade de muitos bancos de corais (Jokiel & Coles, 1990), a qual é agravada pela acidificação da água decorrente da absorção de CO₂, cuja concentração aumentou na atmosfera (The Royal Society, 2005), e pelo incremento na incidência da radiação ultravioleta (Barich et al., 2005). Dados recentes (Weiss, 2006a, b) informaram que a acidez em alta, causada pela entrada de quase um milhão de toneladas de CO₂ por hora, ou aproximadamente 80% da emissão antrópica, dez vezes maior do que a velocidade natural, é sentença de morte para a grande maioria das espécies da fauna marinha. Essa acidez (Realclimate, 2005) e a entrada de nutrientes (nitratos e fosfatos, geralmente de áreas agrícolas, e elevada carga de compostos orgânicos, por exemplo de esgotos, que reduzem o nível de oxigênio, ou que podem gerar zonas mortas, como no golfo de México, em consequência de resíduos de fertilizantes nitrogenados trazidos pelo rio Mississipi, problema agravado pelo aumento na área de plantio de milho) alteram a química básica dos mares e eliminam os degraus inferiores da cadeia alimentar marinha, os fitoplânctons, que fornecem a nutrição básica a todos os seres vivos do oceano. Por sua vez, algas pré-históricas (*Lyngbya majuscula*, equipada com mais de 100 toxinas para sua defesa, ancestral longínquo das atuais bactérias e algas), e outras formas primitivas (águas-vivas, algas e bactérias nocivas) estão ressurgindo, como os organismos que provocam as chamadas marés vermelhas (Camargo, 2006), por causa de sua rusticidade em ambientes ácidos, à custa de peixes, de mamíferos marinhos e de corais. Isso deverá arruinar a indústria da pesca marinha. Parece que está havendo também nos ambientes marinhos uma evolução inversa, ou involução, que leva os oceanos de volta ao início da evolução, mais intensamente na região tropical, em que as atividades biológicas são mais intensas, e que chamamos de regressão ecológica quando sobre os continentes. Nestes também está previsto o ressurgimento, em quantidade incontável, de invertebrados pré-históricos (escorpiões, baratas, diversos pernilongos, muitas formigas) e de doenças dos quais são vetores (malária, dengue, febre amarela, hepatites), bem como de viroses diversas em plantas e animais e de aumento de casos de diarreia, de doenças infecciosas e cardiorrespiratórias, até morte, em consequência de ambiente mais seco e mais quente, com ondas de calor tão intensas que podem causar mortes. Contra esses efeitos a nova biotecnologia é impotente, por causa da eliminação da estrutura

abiótico–biótica favorável à vida de indivíduos mais sensíveis. Curiosamente, a sociologia também está verificando a ocorrência de uma regressão dos valores sociais, uma volta à barbárie (Matos, 2006). Não há somente barbárie por questões sociais, mas por questões de sobrevivência, na tentativa de encontrar água e alimentos (Cavallari, 2007), o que somente a educação (Hohnberger et al., 2005) e o trabalho (Stapel, 2007) podem resolver.

Espécies vegetais sensíveis a maiores amplitudes térmicas e hídricas no meio da mata desaparecem, fato intensificado em áreas nas quais ocorre corte seletivo de árvores, porque são criados corredores de circulação de ventos e porque há aumento da entrada de luz solar.

Em estudo feito em mata tropical semidecidual, na região de São Carlos, SP, sob clima tropical de altitude e sobre Latossolos (Vermelho-Amarelo, Vermelho, Roxo; de álicos a eutróficos, mas predominantemente distróficos), constatou-se o aumento no número de árvores que perdem folhas no período seco do ano e no desenvolvimento de lianas (cipós). Estas lianas, em dias de vento mais forte (a partir de 60 km/h o vento já pode causar danos), quando há tombamento das árvores mais enfraquecidas, favorecem a formação de grandes clareiras, porque elas ancoram diversas árvores. A explicação do estímulo ao desenvolvimento das lianas estaria no aumento comprovado da concentração de gás carbônico no ar, como também confirmam estudos recentes na Amazônia. Além disso, com o aumento da temperatura, ocorre intensificação da evapotranspiração, que reduz o nível do lençol freático, fato que é agravado pela impermeabilização dos solos agropastoris ou urbanizados do entorno, a qual restringe a infiltração e a reposição de água. Isso fragiliza muitas espécies com sistema radicular superficial, mesmo em solo distrófico (pobre em nutrientes essenciais) ou eutrófico (rico em nutrientes essenciais). As lianas, porém, conseguem lançar suas raízes em camadas mais profundas e em razão disso vegetar o ano todo. A abertura de clareiras afeta a vegetação do entorno (efeito de borda) e estimula mais ainda o desenvolvimento das lianas. Elas formam espessos “cobertores” verdes e muitas vezes impedem a recomposição da mata a partir do banco de sementes de espécies nativas. Quando não há controle adequado da população de lianas, verifica-se a morte gradual da mata nativa. Esse problema parece ser menor em solos rasos, pois nesse caso a disponibilidade de água é igualmente restrita para árvores e para lianas.

Em ambientes costeiros tropicais, verifica-se a intensificação das brisas e dos ventos marinhos (por causa do aquecimento mais intenso do continente), com arraste das areias do litoral sem vegetação (desmatado) para o interior, o que gera dunas móveis, que engolem com certa rapidez ambientes naturais e povoados. As brisas e

os ventos no período da tarde também empurram as ondas do mar e intensificam as ressacas, que corroem áreas costeiras e destroem praias, casas e estradas. As ressacas são mais intensas onde ocorrem grandes cidades (ilhas de calor) e áreas degradadas, como dunas de areia. A solução nesse caso não é construir barreiras para segurar a fúria das ondas, mas aumentar as áreas verdes continentais, de forma a eliminar as ilhas de calor, potentes térmicas, que atraem os ventos e as ondas marinhas. Os ambientes agrícolas degradados, que aquecem e que geram térmicas, também atraem ventos que roubam água e dessa maneira reduzem drasticamente a produção, em até 80%, por falta de água.

Estudos mostram (Buncombe, 2006) que, embora a temperatura do mar tenha aumentado somente 0,5°C nos últimos 30 anos, o poder destrutivo dos furacões dobrou. Eles ficaram mais violentos e duram mais tempo. O número de furacões das categorias quatro e cinco dobrou nos últimos 35 anos. A falta de consenso sobre a relação entre o aumento da temperatura da água do mar e a intensidade dos furacões pode estar associada com os extremos e não com as médias da intensidade e da duração da temperatura máxima da água e do ar.

O degelo rápido e já quase irreversível de reservas de água doce de geleiras continentais forma correntezas que intensificam o processo de erosão das margens dos rios; essa erosão pode provocar inundações, enchentes e assoreamento nas baixadas (casos na China, na Índia e nos Alpes). Essas águas oriundas das geleiras tornam-se salgadas quando alcançam o litoral, aumentam o nível das águas e diminuem a salinidade dos mares, além de prejudicar a vida marinha dela dependente. A fusão acelerada das geleiras na Groenlândia reduz seu perímetro, que recua um quilômetro por ano, bem como sua espessura (Dupont, 2006). Isso acontece porque nas regiões polares o efeito do aquecimento global é mais intenso, com média de aumento de 1,6°C (Traufetter, 2006), contra o valor global de 0,6°C.

Verifica-se que há dificuldades na reposição da água de muitas geleiras (como a dos Andes, a do Himalaia – fornece água para 1/3 da população mundial – e a dos Alpes), que também constituem as nascentes de alguns dos grandes rios perenes do mundo (como do Solimões–Amazonas), ou fornecem água para regiões de vinhos famosos, como de Mendoza, na Argentina, o que deverá provocar falta de água (e ressecamento) nas regiões que dependem desses rios. Esse deslocamento de grandes massas de água doce continentais para o leito dos oceanos exerce pressão diferenciada sobre as placas tectônicas, o que parece gerar reacomodações mais freqüentes e mais intensas da crosta terrestre (terremotos e *tsunamis*) e atividades vulcânicas submarinas ou continentais também mais freqüentes e mais intensas (lançamento de lava ou água quente), em especial na região do “círculo do fogo”, mas

com grandes possibilidades também fora desse círculo. Esses fenômenos deverão aumentar em frequência e em intensidade, antes de o nível dos mares alcançar a elevação dos sete metros previstos. Deve ser lembrado que tremores terrestres com intensidade menor do que dois na escala Richter não são percebidos pelas pessoas (de 2,0 a 2,9, objetos pendurados podem balançar) e que, por exemplo, atualmente ocorrem dois eventos diários na Costa Rica e um a cada quatro dias no Brasil, sendo a frequência dos sismos sentidos de um por ano (Silveira, 2005), como o que ocorreu recentemente na região Norte (Agência Folha, 2007). Há exceções, como na vila de Andes, do município de Bebedouro, SP, onde já ocorreram mais de dois mil abalos desde 2005, alguns de até 2,9 pontos na escala Richter, provavelmente por causa da atividade de perfuração de poços artesianos para irrigação de pomares de citros na estação da seca (Brum, 2007; Pereira, 2005). Reacomodações (tremores) da crosta terrestre podem danificar locais necessários para a geração de energia (barramentos, usinas, torres de transmissão e outros), independentemente de serem hidroelétricas ou nucleares, embora, do ponto de vista ecológico, natural, reacomodações da crosta terrestre, tsunamis, erupções vulcânicas, ventos e vendavais façam parte do processo de rejuvenescimento (NYT, 2005) de ecossistemas e de ajuste de novos equilíbrios, sendo mais intensos e mais frequentes quanto maiores forem os desequilíbrios provocados, como aqueles provocados pela ação humana.

4.3. Ambientes agrícolas

O atraso no início do período das chuvas, o aumento da frequência e da intensidade de veranicos nesse período, o aumento da média da temperatura, as ondas de calor no inverno, as ondas de frio no verão e as chuvas mais intensas preocupam os agricultores que dependem da produção de frutos e de sementes, ou seja, da fase reprodutiva das plantas. Ondas de calor derrubam a umidade relativa do ar quando o solo estiver seco, aumentam a evapotranspiração potencial, provocam a murchidão das folhas, com parada na fotossíntese, e afetam o desenvolvimento vegetativo, o florescimento e o enchimento de frutos. Veranicos nos períodos de florada ou de enchimento de grãos, ou chuvas irregulares na colheita podem danificar a produção ou levar à completa perda.

Por exemplo, na Costa Rica, o aumento da média da temperatura, que acelerou o metabolismo das plantas de café, antecipou a florada em um mês e a maturação dos frutos em dois meses. Isso fez com que a maturação, que antes ocorria no início do período seco, agora ocorra dois meses antes, ainda no período das chuvas; isso afeta a qualidade da produção e dificulta a secagem dos frutos.

A queda de produção agrícola na Europa em 2003 e a morte de milhares (aproximadamente 30.000) de pessoas idosas ocorreram em consequência de ondas de calor que se originaram em cultivos de regiões de clima temperado. Somente na França foram 11.000 mortos (Natali, 2003). Allen (2006), com base em medições nos EUA, informou que pode ocorrer queda de 10,8% na produção para cada grau Celsius a mais e que, quando a temperatura sobe 10°C acima da temperatura basal superior específica da cultura, a produção de grãos cessa, principalmente em consequência de distúrbios na polinização, com redução de número de grãos de pólen por flor e de sua viabilidade. Porém, dados mostram que a vegetação que não depende da fase reprodutiva pode ser beneficiada por mudanças climáticas relacionadas com o aumento da concentração de CO₂ (NASA, 2005; CSCDGC, 2007), embora muitas vezes não no grau que se esperava inicialmente, por causa do aumento na concentração de ozônio na baixa atmosfera, resultante especialmente de queimadas (University of Reading, 2005) e de queima de combustíveis fósseis, ou por causa da redução do período de desenvolvimento, ou ainda por causa do aumento da taxa de evapotranspiração e da redução na água disponível (Rosenzweig et al., 1993).

A seca anormalmente prolongada que afetou a agricultura gaúcha em 2005 somou-se a outras já ocorridas nos últimos anos nesse Estado e pode ser um indício de desertificação da região, que fica na mesma latitude do norte do Saara (faixa de encontro das células de Hadley e de Ferrel, com efeitos macroclimáticos restritivos). A formação do deserto (arenização) de São João em Alegrete, RS, resultado de má gestão ambiental, ocorreu antes de se verificarem as mudanças climáticas impactantes atuais, numa região brasileira em que ocorre distribuição de chuvas ao longo do ano. Felizmente isso está contido por reflorestamento, atualmente (Cassol, 2004).

Como saída, alguns agricultores optam por culturas protegidas e irrigadas ou que não dependem da fase reprodutiva, por exemplo, cana-de-açúcar e pastagens. O que será, então, da produção de alimentos? A solução seria importar, mas de onde, se os problemas ocorrem em escala global e se justamente as terras brasileiras são vistas como celeiro mundial?

No período seco do ano, a abertura de áreas agrícolas na mata amazônica aumenta a concentração de materiais particulados no ar, em consequência das queimadas; esses materiais particulados constituem micronúcleos de condensação de água evaporada pela mata, mesmo em Estados que ainda têm boa cobertura vegetal, como o Acre. Ao contrário das gotas grandes que normalmente se formam, as pequenas gotas de água resultantes dificilmente precipitam, porque não conseguem se aglutinar (INPE, 2002) e assim vencer as massas de ar quente ascendentes, que

se tornam mais intensas acima de solos desnudados ou de matas que não encontram água para transpirar. Essas nuvens de gotas pequenas e leves são carregadas pelos ventos mais intensos ali formados, que as desviam para fora da bacia hidrográfica ou mesmo da região. Por sua vez, as camadas frias superiores, que poderiam causar a precipitação dessas nuvens, estão muito afastadas da superfície, em razão do fluxo intenso de ar quente ascendente em regiões equatoriais e tropicais; esse fluxo de ar quente é mais forte no final da primavera e no início do outono, pois no verão ocorre formação de espessa camada de nuvens que reduz a incidência da radiação solar.

Desse modo, o resultado do desmatamento e das queimadas na região amazônica é mais impactante do que se poderia supor e portanto leva a região ao risco de ressecamento acelerado e de intensificação das mudanças climáticas regionais e continentais. A seca intensa e prolongada que ocorreu durante a transição do inverno para a primavera de 2005, com quatro meses de seca anormal, afetou seriamente a agricultura, a pecuária e a navegabilidade das vias aquáticas, e aumentou os riscos de incêndio na região.

Normalmente, as chuvas sobre a mata amazônica geram gotas grandes (chuvas do tipo oceânicas), por falta de núcleos de condensação (poeira, fuligem, pólen, entre outros). Estas gotas grandes e pesadas vencem facilmente as barreiras de massas de ar quente ascendentes, formadas nas regiões de pequena latitude, onde a incidência de radiação solar teoricamente pode ser a mais intensa do planeta. Porém, as nuvens geradas pela vegetação transpirante funcionam como barreira protetora, atenuadora de calor. Assim, a eliminação da infra-estrutura ambiental essencial (no caso, as florestas) das regiões tropicais pode ter papel crucial para o colapso do clima global, por causa da eliminação de estruturas vaporizadoras e protetoras de solos permeáveis e da ampliação de áreas irradiadoras de calor. Nessa região, portanto, a cobertura vegetal permanente necessita ser maior e o modelo agrícola precisa ser diferente, não cabendo aquele desenvolvido para regiões de clima temperado.

Os sistemas agroflorestais são o procedimento agrícola mais adequado para a região, com manutenção de 70% a 80% da cobertura vegetal na forma arbórea permanente. Essa cobertura garante a superfície vaporizadora ao longo de todo o ano, estabiliza a temperatura e a umidade relativa do ar e protege a superfície permeável do solo. Além disso, a cobertura vegetal constitui refúgio de predadores de pragas culturais, função ambiental que as estruturas vegetais de extensas áreas pastoris monoespecíficas (depauperadas na seca) e de lavouras comerciais (na maturação e no pós-colheita) ou de outros cultivos monoculturais, mesmo os florestais, não

conseguem manter, mas que a biodiversidade de ambientes naturais realiza de maneira exemplar.

Em 2003, a queda da média da temperatura em 1°C em fevereiro (mês mais chuvoso, mais nublado e com menor incidência de radiação solar) na região de São Carlos, SP, agravada por uma onda de frio no verão, reduziu em torno de 20% a produção regional de forragem no período, afetando trabalhos de manejo rotacionado de bovinos em pastagens adubadas, cujo período de descanso era de 33 dias.

Estudos de melhoramento de aveia forrageira (planta de clima temperado a subtropical) na região de São Carlos, SP (com clima tropical de altitude), vinham mostrando queda na produtividade das cultivares de referência ao longo dos anos. Análises de correlação com diversos parâmetros climáticos indicaram o aumento na média das temperaturas máximas, no período vegetativo, como fator responsável por essa queda (Primavesi et al., 2002).

Muitos imaginam que a irrigação é a tecnologia que traz a solução definitiva para o problema. No entanto, a irrigação somente deve ser acionada quando pelo menos oito práticas de manejo ambiental, agroecológicas, estiverem sendo conduzidas corretamente: 1) redução das perdas de águas pluviais causadas por impermeabilização e falta de rugosidade da superfície do solo (Tabela 1) e por aquecimento do solo (Tabela 2); 2) redução das perdas de águas pluviais causadas por brisas e ventos (Figura 36, Tabela 3), mediante estabelecimento de quebra-ventos que evitam a remoção do ar umidificado pelo processo de transpiração; 3) aumento da capacidade de armazenamento de água pelo solo; 4) aumento do número das estruturas umidificadoras do ar; 5) adequação da nutrição de plantas, para aumentar a eficiência de uso de água, inclusive controle da temperatura na rizosfera (Arnon, 1975 Figura 37); 6) remoção dos impedimentos físicos, químicos (excesso de alumínio, falta de cálcio e/ou de boro, gases tóxicos e ácidos orgânicos por enterrio de material orgânico em condições anaeróbias e outros) e biológicos ao desenvolvimento radicular em profundidade, ou cuidado para evitar o entortamento das raízes no momento do transplante de mudas; 7) evitação da salinidade do solo; e 8) boa aeração do solo, de modo a garantir bom estado fisiológico das plantas (Primavesi, 1980; Primavesi & Primavesi, 2003). Aqui deve ser destacado que se as raízes forem enterradas de forma inadequada ou se encontrarem obstáculos ao desenvolvimento, de modo a assumirem a figura de *L* ou de *J*, no caso de se tratar de raízes pivotantes, ou se ficarem nas camadas superficiais, não poderão exercer adequadamente sua função de intestino e pulmão. Isso resulta em plantas fracas, pouco produtivas e de vida mais curta. Por que se deve pensar na irrigação somente em instância emergencial? Lembramos que 70% da superfície da Terra é coberta por água, da qual 97,5% é

salgada e só 2,5% é doce. Dessa água doce, 77,2% constituem geleiras e calotas polares, 22,4% são águas de subsolo, 0,36% são águas superficiais de lagos, rios e pântanos, e 0,04% está na atmosfera (umidade do ar; Piccazio, 2007). No Brasil, o consumo de água doce tem a seguinte distribuição: 3% para a população rural, 27% para a população urbana, 6% para criações de animais, 18% para atividades industriais e 46% para a irrigação na agricultura (ESP, 2007). Como se vê, a campeã no consumo de água é a agricultura e por sinal de forma muito perdulária e pouco eficiente. Um levantamento detalhado e recente sobre a situação da água no mundo, a irrigação e seu manejo pode ser encontrado em Molden (2007). Um dos pontos levantados é de que se deve aumentar a eficiência no uso de “água verde” (*green water*), que representa 60% da água das chuvas que nunca atinge um aquífero ou um rio, mas é armazenada no solo e atende as plantas e a demanda atmosférica, evaporando do solo ou sendo transpirada pelas plantas. Não pode ser bombeada nem usada para dessedentação. Porém, o sistema pode ser manejado de forma ainda mais eficiente, de forma a produzir, por exemplo, 1 t de grãos ou de matéria seca com 500 litros de “água verde”, em vez de 4.000 litros dessa água. A “água azul” (*blue water*), que pode ser armazenada e bombeada, como aquela utilizada para fins de irrigação, representa somente 40% das águas pluviais, alimentando aquíferos e corpos de água superficiais (Rijsberman & Manning, 2003; Molden, 2007), e ainda pode ser transformada em “água verde” com o aquecimento global, em razão do aumento da evapotranspiração.

A irrigação de 10 mm de água tem efeito similar ao de uma chuva de 10 mm, se o ar estiver saturado com água. Como isso geralmente não acontece, parte da água de irrigação é perdida para a atmosfera ou pode escorrer para fora da área a ser beneficiada se o solo estiver impermeabilizado (encrostado), ou ainda pode promover colapso no fornecimento de oxigênio para as plantas, que o absorvem através das raízes.

Segundo a FAO (2003), 70% da água consumida no mundo em desenvolvimento é destinada para fins agrícolas (30% nos países desenvolvidos, onde a indústria consome 59%; United Nations, 2003). Essa retirada representa de 1% a 51% dos recursos naturais superficiais que existem nos países. A América Latina, em especial o Brasil, constitui a segunda área geográfica no mundo, após a Ásia, que tem maior quantidade de recursos hídricos superficiais (Rosegrant et al., 2002). Em vista disso, o País tem condições de ser o celeiro mundial de alimentos, considerando que países com maior pressão populacional sobre os recursos hídricos, como a China, o maior produtor de grãos, poderão vir a desviar a água para a indústria e importar alimentos (Brown, 2003). Esses países fabricam produtos com valor agregado para

exportação. Com os recursos obtidos, imaginam importar alimentos, por exemplo do Brasil, considerado um dos “paraísos da água”. Porém, a destruição dos recursos naturais, em especial o solo e sua permeabilidade e as nascentes, e o desperdício de água parecem estar reduzindo esta alternativa (Rosegrant et al., 2002). A disponibilização de água para as culturas agrícolas possibilita que 18% das áreas agricultáveis sob irrigação produzam 42% do equivalente-grãos no mundo (Christofidis, 2002). Porém, em geral, a irrigação apresenta baixa eficiência, por causa de perdas e de desperdícios (até 60%) de água pelo sistema de irrigação e pelas condições de degradação dos solos, que não permitem que as culturas respondam adequadamente ao estímulo hídrico (Rosegrant et al., 2002; United Nations, 2003). Agrega-se também a isso, entre outros fatores, o aumento da densidade populacional, que requererá maior desvio de água para abastecimento público (27% nos países em desenvolvimento), e o problema das mudanças climáticas, com o aquecimento global, que deverá reduzir em 20% a água disponível, transferida para atender à demanda atmosférica por arrefecimento térmico (Rosegrant et al., 2002).

Tabela 1. Relação entre perda de solo e perda de água, por meio de chuvas simuladas, em Latossolo Vermelho-Escuro, de textura argilosa, com 10% de declividade, em diversos tipos de preparo de solo.

Table 1. Relationship between soil and water losses, under simulated rain, in dark red Latosol, clay textured, with a 10%-slope, under different soil management.

Tipo de preparo Soil management	-----Perdas----- Losses		-----Valor relativo----- Relative value	
	Solo Soil (kg/ha)	Água Water (%)	Solo Soil (%)	Água Water (%)
Sem movimentar + cobertura morta Without turning + mulch	808	10,0	22	105
Aração Tillage	1.999	4,0	53	42
Aração + 2 gradagens Tillage + 2 harrowings	3.746	9,5	100	100
2 gradagens 2 harrowings	4.294	6,0	115	63
4 gradagens 4 harrowings	5.913	5,0	158	53
Sem movimentar Without turning	15.118	46,0	404	483
Aração + 4 gradagens Tillage + 4 harrowings	16.041	10,5	428	10

Fonte (Source): Biscaia (1978). (point = thousand; comma = point)

Tabela 2. Efeito de diferentes tensões de umidade do solo, com e sem cobertura morta, na produção de alho.

Table 2. Effect of different tensions of soil humidity, with and without mulch, on garlic yield.

Tensão de umidade Humidity tension (em atmosferas) (in atmospheres)	-----Produção (em kg/ha)----- Yield		Diferença Difference (%)
	Sem cobertura morta without mulch	com cobertura morta with mulch	
0,5	11.909	14.556	22,2
1,0	10.029	13.973	39,3
2,0	8.181	9.872	20,7
15,0	3.255	7.483	129,9
Redução para, em % Reduction to, in %	27,3	51,4	

Obs.: 15 atmosferas = ponto de murcha permanente (permanent wilting point). Fonte (Source): Leopoldo & Conceição (1975).

Tabela 3. Efeito do vento (3,5 m/s) e da umidade do solo sobre o desenvolvimento de *Robinia pseudoacacia*.

Table 3. Effect of wind (3,5 m/s) and soil humidity on development of *Robinia pseudoacacia*.

Características Characteristics	-----Umidade do solo----- Soil humidity				Redução de Reduction to 80% a 40% umidade 80% to 40% humidity sem-com vento without-with wind (%)
	-----80%-----		-----40%-----		
	-----vento----- wind		-----vento----- wind		
	sem without	com with	sem without	com with	
Peso da parte aérea (g) Weight of aboveground part (g)	688	368	358	118	83
Peso das raízes (g) Weight of roots (g)	111	69	67	23	79
Altura (cm) Height (cm)	25,8	14,4	15,6	4,3	83

Fonte (Source): Satoo (1948) citado por Grace (1977).

Tem se verificado, com certa apreensão, que o lençol freático está baixando, tanto em poços superficiais (de 6 a 10 m para 12 a 20 m de profundidade), como em poços mais profundos (de 60 a 70 m para 120 a 140 m de profundidade), havendo necessidade de se aprofundar os poços existentes. Em relação ao conjunto de aquíferos, como o do Guarani ou Mercosul, medições em algumas regiões detectaram redução de 40 a 100 m no nível de água, como noticiado por jornais regionais, de Ribeirão Preto, SP. Essa redução de nível de água pode levar ao afundamento de terra, com formação de enormes crateras, como o acontecido na área urbana de Monte Alto, SP, em 2006 (Lutz, 2007), ou ao secamento da vegetação nativa que tenha raízes mais superficiais e das lavouras (Davis, 2007a). Esse secamento torna as plantas mais susceptíveis ao ataque de pragas e aumenta o risco de incêndios e o avanço da aridização e da desertificação (Davis, 2007a, b).

A agropecuária ocupa mais de 70% do território nacional fora da Amazônia legal, com extensas áreas sem uma árvore ou abrigo de polinizadores e inimigos naturais. As técnicas de manejo extensivo e depredador praticadas têm degradado áreas extensas, que são abandonadas; passa-se então a destruir e a ocupar novas áreas vaporizadoras de floresta nativa, tornando o solo impermeável para a recarga do lençol freático (Haan et al., 1996; Steinfeld et al., 2006) e do aquífero. Desse modo, a reposição de água fica prejudicada ou impedida; secam nascentes, assoreiam-se cursos de água e surgem picos de vazão (enchentes e correntezas fortes) nas chuvas e filetes de água ou secamento do curso de água no período da seca, que se tem tornado mais longo. Também no exterior, o bombeamento intenso de água do lençol freático e do aquífero para fins de irrigação acelera o secamento e a morte da vegetação nativa e da cultivada, promovendo ou agravando a aridização e a desertificação, como no sul da Califórnia, do Arizona e do Texas (Davis, 2007a, b), embora ainda existam muitas reservas ou parques florestais que indicam que as florestas abundavam ali. O mesmo ocorre na cidade. Deve ser deixado claro que cada proprietário de lote urbano, e também de lote rural, que mantiver seu terreno impermeabilizado e que impedir a infiltração da água das chuvas e seu armazenamento no lençol freático contribui para a desgraça das enchentes e das secas subseqüentes. Por isso, deveria ser responsabilizado pela burla de normas ambientais, pela destruição de infra-estrutura natural e pelo impedimento de serviços ambientais essenciais à vida e à produtividade, pois esse procedimento afeta o bem-estar da comunidades próximas e das distantes. Quais são as soluções? Devem ser soluções de controle na origem e não de facilitação do escoamento ou da drenagem superficial. As soluções são, por exemplo, aumentar as áreas verdes permeáveis, proteger o solo com restos vegetais para que ele não se torne impermeável à água da chuva, utilizar coberturas de solo ou pavimentos permeáveis, como asfalto poroso, blocos vazados ou pedras não rejuntadas com argamassa e outros, ou construir poços e trincheiras de infiltração (Souza e Goldenfum, 1999; Baptista, 2007; Goldenfum, 2007; Galvão et al., 2000; Tomaz, 2005; Cordeiro Netto, 2004; Pompêo, 2007).

O pioneiro da implantação de soja em área de cerrado, no sul do Goiás (Sr. Eurides Penha), nos meados da década de 1970, informou que suas lavouras rodeadas pela vegetação nativa permaneciam, nos anos iniciais, com as folhas túrgidas nas horas quentes do dia. A vegetação nativa do entorno conservava o solo permeável, proporcionava a evapotranspiração de água de maiores profundidades do solo, mantinha a umidade relativa do ar mais elevada e estabilizada, e reduzia a velocidade de brisas e de ventos, além de dar abrigo a inimigos naturais das pragas agrícolas. Conforme ocorria a expansão da agricultura, com eliminação, no entorno, da

vegetação nativa e de sua biodiversidade, as folhas começaram a murchar. De início, por meia hora, depois uma, duas, três horas por dia, por causa da redução da umidade relativa do ar nas horas mais quentes do dia, justamente quando ocorria a maior disponibilidade de radiação solar fotossintetizante. Isso significou perda de produção. A vazão dos cursos de água, antes estável ao longo do ano, começou a mostrar sinais de extremos: picos no período das chuvas e reduções no período seco, a ponto de cessar nos pequenos córregos durante algum tempo do ano. Além disso, foi observado também o assoreamento de alguns cursos de água. Deve ser lembrado também que, quando as folhas perdem a turgidez, fecham-se os estômatos e pára a transpiração; então, as folhas ficam sem o serviço de esfriamento e aquecem, por vezes ao ponto que pode prejudicar o aparelho fotossintético por algumas horas ou dias, ou danificá-lo de forma irreversível.

O assoreamento e o secamento de diversos cursos de água locais, tributários de grandes rios, gradativamente alteram a vazão desses rios, até levar ao que parece impossível: seu secamento temporário ou definitivo, como já ocorreu em outras partes do mundo. O que está acontecendo com grandes rios como o Doce, o São Francisco, o Negro e o Amazonas? Para mantê-los, é preciso manter as pequenas nascentes, os pequenos córregos locais, os pequenos “contribuintes”, que os alimentam em rede e os mantêm íntegros. São esses pequenos contribuintes que interessam às populações rurais dispersas, que nenhum grande rio pode atender (Assis et al., 2004).

A redução ou a eliminação de áreas verdes permanentes que permeiam extensas lavouras ou pastagens ou o rebaixamento da vegetação por ocasião da colheita gera superfícies mais aquecidas e irradiadoras de calor (com ar mais seco), já que deixam o solo geralmente desprotegido. Isso pode afetar, por exemplo, a rebrota de soqueiras de cana-de-açúcar ou de forrageiras, além de resultar em ventos intensos, “ladrões de água” e levantadores de poeira e de materiais particulados.

A mesma degradação das áreas que provoca o secamento das nascentes e dos pequenos cursos de água resulta em áreas que irradiam mais calor e que formam correntes térmicas. Assim, as práticas radicais de regressão ecológica realizadas em muitos locais diferentes levam ao secamento de grandes rios, e à formação de grandes correntes térmicas ou tornados. A morte das “redes” hídricas gera as “redes” de correntes térmicas. As causas, em geral, são as mesmas, embora a relação seja inversa.

Verificou-se que até mesmo pastagens adubadas, que geralmente se mantêm verdes ao longo de todo o inverno seco por causa do sistema radicular que consegue encontrar o lençol freático profundo (1,5 a 3,0 m de profundidade), podem secar se ocorrer uma onda anormal de calor que eleve a temperatura de 3 a 4°C acima do

normal no pico do inverno tropical seco. A onda de calor gera brusca redução da umidade relativa do ar e intensifica a evapotranspiração, o que leva ao secamento abrupto da vegetação. O aspecto lembra a queima por geada ou a secagem em estufa, embora o solo possa ter umidade em profundidade, alcançável por 5% a 12% do sistema radicular.

Não havendo quebra-ventos nem vegetação umidificadora que possa bombear volume maior de água do lençol freático mais profundo para a atmosfera, como árvores que não perdem folhas na seca (espécies da biodiversidade nativa, além de espécies exóticas conhecidas, como mangueira, jambolão, grevilea, algaroba e outras), o dano pode ser grande para o sistema de produção. Exemplos de espécies da caatinga, por exemplo, são: imbu (*Spondias tuberosa*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), icó (*Caparis yco*), pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata*), pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya*), canafístula-de-boi (*Pithecolobium multiflorum*), jurema-preta (*Mimosa acustistipula*), carnaúba (*Copernicia nucifera*), oiticica (*Licania rigida*), surucucu (*Piptadenia biuncifera*) e timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*).

Em alguns locais de clima subtropical ou de clima temperado, onde se cultivam plantas de clima tropical, o aumento da temperatura tem trazido benefícios, pois elimina os períodos frios na fase reprodutiva. No entanto, o aumento da temperatura tem trazido prejuízos às culturas de clima temperado, como a redução do período de florescimento, de frutificação e de conservação de frutos após a colheita, especialmente quando ocorrem veranicos ou ondas de calor em fases críticas da cultura.

Alguns cientistas advogam a idéia de que, com o aumento da temperatura nas regiões de clima temperado, as fronteiras agrícolas poderão avançar para latitudes maiores. Como? Lá não existem solos, somente rochas que a natureza tenta colonizar com líquens e musgos. Em regiões tropicais, o aumento da temperatura que amplia a ocorrência de murchamento das folhas certamente poderia ser retardado com práticas agrícolas, tais como a adubação foliar, que podem reduzir os prejuízos, mas não em casos de longos períodos de veranico, com solo e ar secos e quentes.

Nas regiões em que os solos já sofrem de maior efeito de evaporação do que de lixiviação, por falta de água suficiente para tal, pode ocorrer o processo de salinização. A situação se agrava em ambientes mais quentes, mesmo quando irrigados, e leva essas áreas ao abandono, como em diversas regiões agrícolas da Austrália. Chega-se a recomendar a diminuição no uso de adubos minerais (desintensificação) e até mesmo o abandono da área agrícola, para deixar que recupere a flora e a fauna silvestres e que seja utilizada para fins turísticos, se incêndios não a destruírem antes.

Assim, o aquecimento global deve aumentar áreas salinizadas, já que a evaporação (por exemplo, 1.500 a 2.000 mm/ano) predomina, em algumas regiões, sobre a precipitação pluvial (por exemplo, 300 a 500 mm/ano, como no agreste brasileiro). A destruição da infra-estrutura ambiental essencial, que contribui para as mudanças climáticas, deve resultar em aumento da aridização e da desertificação. Estima-se que em torno de 60% do clima da região amazônica se deva à presença da floresta.

4.4. Ambientes urbanos

A variação da umidade relativa do ar é sentida de acordo com a variação da temperatura, especialmente no período mais seco do ano, quando afeta sobremaneira as pessoas mais alérgicas e com predisposição a problemas respiratórios, e também culturas agrícolas e pastagens. Isto merece um esclarecimento.

Um metro cúbico de ar pode conter⁽⁵⁾ em torno de 4,8 g de água a 0°C, 17,2 g a 20°C, 23 g a 25°C, 30,2 g a 30°C, 39,4 g a 35°C e 51g de água a 40°C (Figura 32). Quanto mais quente estiver, mais água é preciso para saturar o ar e chover.

Assim, quando o ar está saturado de água a 35°C (umidade relativa, UR = 100%) e a temperatura cai para 25°C (entrada de frente fria, ou ao anoitecer), o vapor de água se condensa e chove pelo menos 16,4 g de água/m³ (de 39,4 g de água/m³ de ar para 23,0 g/m³), de modo a estabilizar no novo ponto de equilíbrio (23 g de vapor de água). É como torcer uma toalha úmida. A chuva pode ser mais prolongada se o esfriamento for lento e progressivo.

Quando o ar está saturado a 20°C (UR = 100%) e a temperatura sobe para 30°C (quando a temperatura sobe durante o dia, chegando ao máximo por volta das 15 h), a umidade relativa do ar cai para 57% [$100 \times (17,2/30,2)$] e o ar fica mais seco, a não ser que a evaporação de água do solo ou de alguma superfície líquida ou a transpiração de áreas verdes supra essa defasagem de 13 g de água por metro cúbico de ar ($30,2 - 17,2$ g de água).

Assim, ar saturado com água a 35°C (39,4 g de água/m³) dá a sensação de umidade maior (“ar melado”) do que a 20°C (17,2 g de água/m³).

Em São Carlos, SP, que é denominada a “capital do clima”, o uso de condicionadores de ar era desnecessário. Atualmente, a cidade é grande utilizadora dessa tecnologia consumidora de energia, embora a temperatura nos últimos 30 anos tenha aumentado somente 0,6°C (0,02°C/ano, no período de 1970 a 2003) na área

⁽⁵⁾ Nota de rodapé: A equação que fornece o teor aproximado de água de saturação de 1 m³ de ar, dependendo da temperatura, é: água (em g/m³) = $288 \times (0,0005 \times t^3 + 0,0016 \times t^2 + 0,417 \times t + 4,4784) / (273 + t)$, sendo “t” igual à temperatura desejada, em graus Celsius (Figura 32).

periférica da cidade. Há, porém, indícios de formação de ilhas de calor nos bairros mais urbanizados, em função de ocorrência de chuvas convectivas de verão de grande intensidade, de enchentes no centro da cidade e de chuvas de intensidade baixa a moderada na periferia vegetada. Exemplo: em 30/1/2004, ocorreu chuva de 150 mm em 20 minutos, no centro da cidade, contra 20 mm na periferia e no mesmo intervalo de tempo.

Em uma propriedade urbana com pomar, com horta e com jardim gramado, em que se elimine o verde por diversos motivos “lógicos”, de modo a “facilitar a vida”, mediante impermeabilização do solo com construções ou com piso cimentado ou asfaltado ou com mesmo terra batida, que não tenha proteção de plantas e de folhas secas, observa-se imediato aquecimento local. Dessa forma, contribui-se para a ilha de calor e para o aquecimento global. Farias (2006) também verificou que “a intervenção da sociedade no clima é feita a partir das escalas inferiores, onde o livre arbítrio do homem é decisivo na construção de climas artificiais, podendo, pela ação cumulativa afetar até escala maiores como a regional”. Aqui deve ser acrescentada também a escala global. Parte das “alterações climáticas” imputadas à ação humana sobre o planeta, sobretudo em áreas urbanas, tem caráter reversível em prazos muito curtos, possivelmente semanas ou meses (Azevedo & Tarifa, 2001).

As águas pluviais deveriam recarregar o lençol freático, para atender a vegetação do entorno, as nascentes e os poços, que garantirão a água na torneira e no chuveiro. A impermeabilização das áreas não construídas das residências e o lançamento das águas pluviais na rua causam enchentes, principalmente nas baixadas, e geram vítimas e prejuízos. Contribui-se, assim, com os flagelados das enchentes e também com os da seca, pois a água que não fica retida no local, na estação das chuvas, fará falta na estação da seca.

O calor gerado no terreno impermeabilizado exige aquisição de condicionador de ar e aumenta o consumo de energia, o número de banhos durante o dia (água e energia) e o gasto de água para lavar o pó e as cinzas de queimadas dos pisos cimentados ou para refrescá-los. Finalmente, contribui para a formação de ilhas de calor na cidade. O ar mais quente aumenta a evapotranspiração no local ou na região, se houver água para tal, e também pode aumentar a umidade do ar. Quando a temperatura cai, durante a noite ou por causa da chegada de uma frente fria, essa umidade do ar pode gerar forte precipitação pluvial, geralmente formadora de enchentes. O processo de enchentes é seguido por períodos de seca, em consequência do encurtamento do ciclo de água e da redução da água residente. Esse encurtamento do ciclo é agravada quando ocorrem retificações na rede de drenagem, que aceleram a saída da água do local de precipitação de volta ao oceano.

O ar mais quente, mais seco e mais carregado de poeira aumenta o sofrimento de pessoas idosas, de crianças e de indivíduos alérgicos, e requer maior número de internações e maior gasto com medicamentos. Um lenço úmido que cubra o nariz ajuda a respiração de asmáticos, quando o ar está seco. O fenômeno do “apagão” (falta de energia elétrica), causado por um “secão” (falta de água nas barragens das usinas hidroelétricas), pode agravar a má qualidade de vida em locais sem área verde, impermeabilizados e grandes irradiadores de calor. Isso pode levar a um “paradão”, por causa da impossibilidade de as pessoas trabalharem, no mundo virtual e também no real.

Um fato preocupante é que grande parte da população humana, especialmente aquela que detém o poder político e de decisão sobre o gerenciamento ambiental, nasce e vive em ambientes urbanos extremamente artificiais e perdeu seu vínculo com o ambiente natural e a percepção de que este continua a ser o alicerce dos ambientes artificiais e dos mundos virtuais ou de simulação, os quais estão em expansão. Nesses últimos não existem problemas reais e isso deturpa a percepção das pessoas quanto aos problemas do mundo real. Por exemplo, elas não relacionam a água abundante da torneira com a proteção de muitas nascentes pequenas. No mundo virtual, os problemas desaparecem quando se reinicia ou quando se altera o sistema operacional ou o programa do computador ou o arquivo de dados, mas isso não se repete no mundo real. Na sociedade pós-moderna da reprodução, da simulação ou da ilusão, a economia e a vida “real” não se distinguem mais dos simulacros, diferentemente da sociedade moderna centrada na produção em um mundo real (Caldas, 2007; Maciel, 2007).

É necessário trabalho intensivo de educação ambiental, que mostre essa dependência e que resgate os fundamentos ecológicos que regem a vida sobre o continente. Esses fundamentos deveriam orientar a adequação das tecnologias para boas práticas de manejo e para o desenvolvimento saudável da teia alimentar, da qual o ser humano faz parte. A natureza tem normas, ela segue essas normas para obter desenvolvimento sustentável e elas devem ser seguidas caso se queira sucesso econômico e qualidade de vida. As normas ambientais e os princípios ecológicos, que regem os ambientes naturais, não podem ser eliminados por acionamento de teclas ou por decreto ou por vontade de algum detentor de poder. Assim a lei da gravidade, embora seja causadora de muitas desgraças (deslizamentos, quedas, enchentes, mortes e outras desgraças), mas que tem como pontos positivos fazer chover e nos reter sobre a superfície terrestre, se fosse abolida levaria ao colapso do Universo. Precisamos conviver com ela e assim também com todas as outras normas e leis naturais, se quisermos viver bem. Em incursões submarinas ou cósmicas ou mesmo

somente até o pico do monte Everest, as tecnologias (isso inclui os produtos, as práticas e os processos) são desenvolvidas exatamente de acordo com as normas ambientais vigentes e o não-enquadramento do ser humano resulta em pena de morte imediata, sem apelação. Já em ambientes continentais, teima-se em tentar adequar ou subjugar o ambiente (o que inclui o ser humano), isto é, a infra-estrutura natural essencial, às tecnologias geradas, causa de todos os conflitos vivenciados atualmente. Essa atitude resulta em redução lenta das condições que permitem a vida, isto é, em aridização e em desertificação gradual e finalmente em morte progressiva da população humana, em consequência de falta de água, de enfermidades, de fome, de guerras por água e por comida, e de calor. As normas da natureza, entre elas os princípios ecológicos, são rígidas e as tentativas de burla levam às frustrações, aos castigos econômicos e à morte. É como alguém disse: Deus perdoa, a natureza não, ela cobra caro! A tal ponto de cidadãos não conscientes dessas normas ficarem surpresos com as “respostas” da natureza, afirmando que “contra as forças da natureza não se pode fazer nada”! Na realidade, não é para fazer contra, mas a favor, seguindo as normas e as leis da natureza, que são rigorosas e rígidas, para manter o Universo funcionando. A estrutura da natureza favorável à vida colapsa se os processos naturais e as ações humanas não se enquadrarem nessas normas. Não é ela quem vai castigar, é o sujeito que burla que se machuca. Por exemplo, quando se orienta uma criança a não colocar o dedo na panela quente sobre o fogão ou na tomada de energia elétrica, e ela não obedece e não utiliza as estruturas de modo adequado, de acordo com normas, ocorre castigo, acidente e mesmo morte. É surpreendente como os dirigentes e os tomadores de decisão global são intolerantes para com os infratores de leis socioeconômicas, mas ao mesmo tempo estimulam e induzem os cidadãos a burlarem as normas vitais da natureza, e financiam a destruição da infra-estrutura natural e os serviços ambientais essenciais à vida, à produção e ao ganho econômico. Isso constitui ato criminoso contra a humanidade. Dessa forma, quando, para o “bem” do desenvolvimento econômico de uma região, alguém diz que “se vier a poluição e o desequilíbrio ambiental, a gente resolve depois”, isso indica que essa pessoa não percebeu a situação crítica em que está se metendo e o dano que está realizando para sua atividade e à comunidade local e à global! Seria o mesmo que deixar a filha ser estuprada e morta, para depois ver o que resolver. Ou deixar seu patrimônio ser destruído pelo incêndio, talvez para receber o seguro. Ou, pior ainda, quando se foca somente a parte de maior valia econômica, destruindo o restante; seria como chegar num corpo de homem ou de mulher, focar o que tem interesse econômico e amputar as demais partes (braços, pernas, cabeça, etc.), para não gastar muita energia de manutenção. É o que está sendo feito com a natureza,

com *Gaia* – na qual os seres humanos são hóspedes como as pulgas ou os ácaros em um cão –, e curiosamente espera-se que a produtividade seja a mesma ou até maior. Neste aspecto ambiental, não há escolha, não tem o que resolver, não existe trapaça! Não há como enganar companhias de seguro! As normas da natureza certamente são duras, mas é necessário adequar todas as nossas atividades a elas, para que se viva com tranquilidade e com sustentabilidade. Para reconstruir um metro de solo na região tropical são necessários pelo menos 500 anos.

5. Soluções

A Ecologia é a ciência que se preocupa com as relações entre os seres vivos e também entre esses seres e o ambiente que os circunda, permitindo o exercício de uma lógica panorâmica que possibilita desenvolver um potencial cognitivo sintetizador, uma vez que considera a totalidade integrada e não apenas elementos isolados (Odum, 1959; Ávila-Pires, 1999; Arzabe, 2002 e 2003). Na prática, o conhecimento ecológico global permite o planejamento integrado e ajustado das ações locais e das tecnologias geradas às normas ambientais naturais, de modo sustentável. O conhecimento e o planejamento deve considerar o nível global, mas as ações devem ser locais, na forma de microrredes articuladas e integradas, que, por exemplo, reduzam perdas e maximizem a captação e a utilização das energias renováveis, a custos competitivos para o consumidor final (Chateau, 2007).

Por ser uma ciência nova, poucos profissionais têm domínio sobre os princípios e as práticas que regem a Ecologia, embora desde 1990 o Decreto 99.274, que regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente, determine (art. 1º VII) que “cumpra ao Poder Público, nos seus diferentes níveis de governo, orientar a educação, em todos os níveis, para a participação ativa do cidadão e da comunidade na defesa do ambiente, cuidando para que os currículos escolares nas diversas matérias obrigatórias contemplem o *estudo da Ecologia*”. Entretanto, essa política ainda não tem sido difundida como é necessário.

É a falta dessa visão integradora e abrangente que leva a certas afirmações, como “a tecnologia resolve essas questões ambientais e por isso não estamos preocupados com o protocolo de Quioto”, feitas por políticos do primeiro mundo.

Decisões do tipo “para salvar a madeira das árvores dos incêndios, a solução é simples: derrubá-las antes de perder tudo” mantêm o ultrapassado sistema econômico que é baseado na depleção dos recursos naturais e cujos lucros são gerados à custa do social e do ambiente, e que considera prejuízo as práticas de conservação da infraestrutura ambiental essencial para a manutenção da biodiversidade (vegetal e animal), verdadeira riqueza real e potencial.

Determinadas soluções são propostas, por exemplo, a irrigação, a utilização de plantas resistentes à seca ou a biotecnologia moderna, como a transgenia. Todas essas propostas são reducionistas e há contestação para todas. Parecem promessas de políticos. Irrigar, sim, mas com que água? Por que ainda não foram desenvolvidas plantas para os inúmeros desertos criados pelo ser humano, inclusive o Saara, que já foi densa floresta e depois antigo celeiro de grãos do império romano, seguido por extensas pastagens? Quanto à saída biotecnológica e à transgenia, não há plantas que vegetam sem água no solo ou no ar e no calor abrasador. Não devemos querer adaptar as espécies ao ambiente em degradação. O mais sábio e condizente com a espécie humana é parar e reverter a degradação. Isto se aplica em especial ao Brasil, cujo diferencial no cenário mundial ainda é o ambiente natural, aquele com rica biodiversidade e aquele com potencial agropecuário, ecoturístico e energético, e que necessita ser conservado e recuperado ou mesmo implementado a todo custo, de modo a converter em oportunidade o que hoje é problema (Ricupero, 2007). Muitos afirmam que é muito caro recuperar essas áreas degradadas, mas rios de dinheiro são investidos para tentar colonizar o espaço, a Lua e até Marte. Rios de dinheiro são utilizados para compra de armamentos, com o argumento de que os recursos naturais, que estão escasseando, necessitam ser defendidos. Abranches (2007), citando Sebastião Salgado, informa que parece caro recuperar a natureza produtiva e viável para a vida, quando se pensa que seriam necessários 80 milhões de euros para plantar 50 milhões de árvores para recuperar a mata nativa da bacia do rio Doce. Mas é barato quando se imagina que isso é apenas um terço do que custa um caça equipado usado nas guerras como a do Iraque. Enquanto a recomposição da mata pode ser eterna, o caça sai para uma operação, é derrubado e acaba. Assim, trata-se de atos individualistas e egoístas, que estão levando nossa civilização à falência. Capozzoli (2007) se surpreende com a insensibilidade humana para compartilhar a Terra com os menos eficientes da sua espécie e com as outras espécies, e acredita que o processo do aquecimento global constitui uma crise que aponta para uma grande oportunidade para a reeducação humana, de modo que, segundo Hourcade et al., (2007), sejam evitadas catástrofes e conflitos de morte.

As soluções são simples, mas é necessário grande trabalho real (não virtual) e elas devem envolver recursos produtivos (e não especulativos). Essas soluções necessitam ser praticadas em rede, por todos, em mutirão, do nível local ao global.

As tecnologias artificiais não substituem as estruturas e as funções ecológicas depredadas; a insistência nesse ponto leva a grandes prejuízos. Tecnologias podem potencializar as funções ecológicas, resultando em grande lucratividade, mas precisam ser elaboradas de modo a não desgastar ou a saturar a infra-estrutura

ambiental essencial à vida (por exemplo, venenos ou resíduos sólidos, líquidos, gasosos ou radiativos). Por isso, é primordial conhecer as estruturas ambientais essenciais e as funções ecológicas, de modo que estas sejam restabelecidas e possam ser potencializadas.

Prioritariamente, deve-se considerar todas as práticas que reconstituam ou que implementem a infra-estrutura ambiental essencial, o alicerce de qualquer possibilidade de vida, que nas regiões tropicais ou subtropicais são a água residente, em solo permeável e protegido por vegetação permanente, diversificada e evapotranspirante, tamponando o mesoclima.

Com base no planejamento regional articulado das ações locais, utilizando as bacias hidrográficas como unidades básicas de gerenciamento de recursos hídricos, já que o futuro está nas boas práticas de manejo integrado dos recursos naturais para garantir a produção de alimentos e a disponibilidade de água e de energia futuras (Sayer & Campbell, 2001), as prioridades são:

1. Parar imediatamente a destruição inconseqüente dos remanescentes de manguezais, berçários naturais que garantem a reposição dos estoques pesqueiros (Arini, 2007), e de florestas naturais, em especial a amazônica e a atlântica (Lele et al., 2000; Nepstad, 2006; Chomitz et al., 2007), com o único argumento de que seja preciso ocupar a área improdutiva, “desenvolver” a região ou, o que é gravíssimo, compensar a degradação de áreas agropastoris, deixadas para trás. Estudos mostram que desmatar não favorece a agricultura nem o desenvolvimento social e econômico (Lopes, 2004), embora “desmatar é bom” tenha sido o mote para ocupar a Amazônia de forma totalmente irracional (Greenhalgh, 2005) ou para ganhar dinheiro fácil com a venda da madeira (Arruda, 2005a). Destruir sem controle ou sem critério os recursos naturais, como a vegetação nativa permanente, inviabiliza o desenvolvimento econômico (Milano, 2004). Em conseqüência, faltam chuvas, falta água, reduz produção, e aumentam fome, enfermidades e pobreza (Luzzani, 2004). O relatório do Programa Ambiental da ONU, por exemplo, informa que em Darfur, no Sudão, a degradação da terra pela agricultura intensiva em grande escala gerou desertificação e conflitos sociais, com redução em um terço das chuvas nos últimos 80 anos (Polgreen, 2007). Deve-se praticar, sem desperdícios, a economia das florestas (Leitão, 2007) e não só das lavouras e das pastagens. Deve-se praticar o manejo florestal adequado (Amaral et al. 1998) nos casos em que não há cadeia de habitats emergentes e estabelecer zonas-tampão de reservas biológicas (Blanes et al., 1998). Devem ser criminalizados os movimentos de ocupação de terras ditas “improdutivas” em que o

primeiro passo é derrubar o fragmento de mata que ali existe (Milano, 2004; Arruda, 2005b). Será que se acredita que isso deixa a terra produtiva? São justamente os serviços ambientais realizados pelas matas – as áreas verdes permanentes diversificadas – que permitem haver garantia de sucesso nos sistemas produtivos, em ambientes tropicais.

2. Parar, interditar, imediatamente, qualquer atividade agrícola que não respeite a conservação de nascentes e de cursos de água, por menores que sejam, e que não envolva práticas mínimas de conservação de água, de solo e de estabilização térmica. Reter e armazenar o máximo de águas pluviais na bacia hidrográfica. No semi-árido africano, está tendo sucesso a tecnologia *zaï* de conservação de água (Barro et al., 2002; Drechsel et al., 2005; The World Bank, 2005). No Brasil, merece destaque, para agricultores familiares, o sistema mandala de produção eficiente (AMDHSA, 2006; Bayer Cropscience, 2006; Governo da Paraíba, 2004; Bezerra, 2006; Sebrae, 2006). Evitar o aterramento de nascentes e de pequenos cursos de água e a retificação da rede de drenagem, que acelera a saída de água da bacia hidrográfica, como no caso de meandros, para facilitar a navegação fluvial. Evitar a retirada intensa de água de aquíferos e de lençóis de água, que necessitam ser recarregados pelas chuvas, do contrário reduzem reservas no solo e degradam ou aridizam ou desertificam a paisagem, pois é a água armazenada no lençol freático que alimenta a vegetação nativa, os cultivos e as pastagens. Em áreas desertificadas, previamente degradadas por péssimas práticas de manejo, não adianta nem chover, pois a terra está morta (Waldemar Rodriguez, citado por Bourscheit, 2006).
3. Mudar radicalmente o padrão de consumo perdulário de energia, de água e de alimentos, e com isso também de solos, de florestas nativas e de fauna silvestre, terrestre e marinha, e agir por demandas racionais. Deve-se praticar o que se chama de *décroissance* ou redução de consumo (Licht, 2007). Praticar o uso racional da terra. Otimizar os processos de produção, de armazenamento, de transporte e de consumo, e utilizar meios alternativos, por exemplo, de energia (Gibbs, 2007). Otimizar o uso de energia (Jochem, 2007; Ribeiro, 2007) e de recursos naturais, aumentando a eficiência dos processos. Tomar uma atitude positiva com respeito ao consumo resultante da síndrome da vergonha (Robin, 2006) de não possuir o que outros já têm e assim reduzir a pegada ecológica de cada cidadão. Não se pode gastar mais do que a natureza consegue repor, no caso de recursos renováveis. Além disso, o cidadão consciente de suas responsabilidades socioambientais e de seu espaço disponível na nave Terra poderia forçar os produtores de mercadorias e de serviços socioambientalmente

incorretos a mudar seu comportamento, simplesmente deixando de comprar dessas empresas; com isso, mostraria que não endossa essa postura não responsável (Nogueira, 2005) e praticaria um consumo consciente. O consumidor deve despertar para o fato de que pode e deve fazer sua parte, pois tem grande poder para escolher o mundo em que quer viver e não depende de políticos e de políticas omissas ou nocivas à sustentabilidade das futuras gerações.

4. Parar imediatamente as queimadas e utilizar meios alternativos. A redução de restos vegetais e de vegetação perene arbórea (INPE, 2005) gera degradação de áreas no País (Embrapa, 2006). Pela importância do fato, deve-se lembrar que os impactos das queimadas são múltiplos e que elas precisam portanto ser utilizadas somente em casos extremos e em pequena escala. As queimadas:

- a) Liberam a energia solar, capturada durante a fotossíntese, na forma de calor, ou de ondas longas infravermelhas, que influem no aquecimento global.
- b) Emitem gases: gás carbônico, metano, óxido nitroso, ozônio e outros, que são gases de efeito estufa. O ozônio na baixa atmosfera prejudica a produção vegetal e a saúde animal e humana, e neutraliza radicais OH^- que deveriam inativar o metano da atmosfera. O ozônio na baixa atmosfera (na troposfera) é nocivo para a saúde (só é benéfico na estratosfera, para filtrar a radiação ultravioleta). Curiosamente, durante o dia, as áreas verdes, como o parque Ibirapuera em São Paulo, SP, ou os quintais verdes, constituem um “vácuo” térmico numa ilha de calor e atraem fuligem, fumaça e gases, como o ozônio, afetando a saúde (isso sugere que os passeios sejam de manhã, quando o ar é mais limpo); durante a noite, o vácuo térmico ocorre nos ambientes sem verde, nos quintais cimentados e nas casas.
- c) Liberam particulados de carvão, que, atuando como núcleos de condensação, produzem nuvens com gotas pequenas e de baixo peso, o que dificulta sua precipitação, reduz a quantidade de chuvas (ou facilita o carreamento das nuvens para outras regiões pela ação dos ventos) e pode aumentar a incidência de raios e de granizo. Esses particulados fazem mal à saúde em períodos secos; o limite acima do qual isso ocorre seriamente é de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar, limiar atingido em Ribeirão Preto, SP, no período das queimadas (Toledo, 2003).
- d) Liberam fuligem ou *fly ash* que contamina geleiras, chuvas e corpos de água com fosfatos – estes e os nitratos produzem a eutroficação das águas, matam a biodiversidade aquática e permitem o aparecimento, em quantidades prejudiciais, de algas azuis ou bactérias cianofíceas (Duran, 2007a), que liberam nas águas substâncias tóxicas para a saúde humana – e outros

minerais, além de constituírem o terror das donas de casa que gastam enorme quantidade de água na limpeza.

- e) Eliminam a vegetação seca, de albedo elevado e que refletia luz solar, transformando a superfície em um corpo negro de baixíssimo albedo. Esta superfície passa a absorver toda a radiação do sol, gerando calor e ondas infravermelhas, que reforçarão o aquecimento global.
- f) Geram pontos de calor que permitem a formação de térmicas (possibilitam a sustentação de planadores, de asas-delta, de urubus) e de brisas e de ventos secos, que reduzem a umidade do ambiente. As térmicas mais fortes dão origem a redemoinhos, “bebês” de tornados.
- g) Produzem pontos de calor, sem haver nenhuma estrutura vaporizadora (árvore que transpire) e derrubam a umidade relativa do ar (para condições desérticas, como os 4,8% na região de Ribeirão Preto, SP, em 2006; Raymundi, 2006), afetando a vida animal e vegetal do entorno, e a saúde humana. Este é um sinal dramático de africanização do clima brasileiro e de um conseqüente futuro sombrio para o potencial agropecuário, se as tecnologias de manejo copiadas de regiões de clima temperado não forem urgentemente adaptadas para condições tropicais, onde o controle da temperatura e o manejo da água no solo e no ar são estratégicos.
- h) Geram destruição e tragédias, quando o fogo escapa descontroladamente para a vizinhança, em especial quando o ar já está seco e há ventos, com vítimas mutiladas ou mortas da flora, da fauna e humanas (flagelados do fogo e da fumaça).
- i) Ao gerar pontos de calor e ao reduzir a umidade relativa do ar, aumentam o estado de murchidão dos cultivos do entorno ou das plantas em fase de brotação (soqueiras que necessitam de irrigação de salvação; Bernardo, 2006), o que diminui a fotossíntese e a produção e resulta em prejuízos econômicos. Porque reduzem a umidade relativa do ar em ambiente quente, as queimadas aumentam os riscos de incêndio e aumentam as brisas e os ventos que se constituem em “ladrões” de água.
- j) Ao eliminarem os restos vegetais e o retorno de material orgânico ao solo, prejudicam a vida do solo e assim também a possibilidade de retirada de metano do ar.
- k) Ao eliminarem restos vegetais na superfície do solo, reduzem a proteção superficial do solo, que compacta, resseca, esquenta, diminui a capacidade de armazenar água e perde a capacidade de suporte biológico ou a capacidade produtiva, levando à degradação do solo (em ambientes tropicais, a matéria

orgânica e os restos vegetais são responsáveis por 50% a 90% da fertilidade dos solos).

- l) Ao eliminarem a proteção vegetal ou de restos vegetais da superfície do solo, permitem que este compacte ou encroste (impermeabilize) sob o efeito das chuvas tropicais erosivas. O solo sofre erosão, é impedido de permitir a recarga do lençol freático (que deveria alimentar nascentes, poços, vegetação em geral e lavouras) e dos aquíferos. A água das chuvas escorre, forma enchentes e gera os flagelados das águas, os desabrigados, as destruições de casas, de pontes e outras obras, a falta de luz e até mesmo a falta de água limpa e de alimentos, e a ocorrência de doenças.
- m) Evitam que a água das chuvas não recarregue o lençol freático, o que vai provocar a falta de água nos períodos sem chuva, agravando os veranicos e os períodos de seca, e produzindo os flagelados da seca.
- n) Geram nuvens de fumaça, além de aerossóis, que são lançados em altitude pelas térmicas mais intensas (até 12 km, em vez dos normais 4 km) e que, por causa do seu peso, têm dificuldade para precipitar e por isso seu tempo de permanência na troposfera é maior. Produzem micronúcleos de condensação de nuvens, que funcionam como imensos espelhos refletores da radiação solar (Ottoboni, 2007) e que interceptam a radiação solar necessária para fazer a fotossíntese, além de, quando em grande escala, poderem provocar resfriamento regional, à semelhança das nuvens no verão amazônico, em que ocorrem os dias menos quentes, as quais, porém, têm efeito estacional passageiro.

Assim, queimadas não constituem somente fontes de emissão de CO₂ que a próxima vegetação retirará do ar. Os danos são muito maiores e muito mais diversificados, pois afetam o ciclo hidrológico e o balanço térmico local e o regional, que são vitais para a vida nos ecossistemas terrestres. Além disso, abalam a economia regional e aumentam os gastos públicos (intervenção de bombeiros; custos ambulatoriais e hospitalares, com vítimas do fogo e da fumaça ou do ar seco, carregado de poeira e de ozônio; despesas decorrentes de doenças respiratórias e alérgicas; e socorro às vítimas das enchentes e das doenças que as acompanham, às vítimas da seca e às vítimas das águas tóxicas).

- 5. Realizar prioritariamente o zoneamento ecológico-econômico (MMA, 2006) e geológico (Brito, 2006), para evitar ao máximo zonas de litígio e conflitos sociais e econômicos, bem como realizar ações de educação ambiental de esclarecimento ecológico (princípios e normas) estratégico, antes de realizar qualquer manejo de florestas remanescentes. Determinar onde manter e onde estabelecer a infra-

estrutura arbórea essencial permanente e institucional, para integrar a malha de vegetação de reservas biológicas e de reservas naturais, tais como unidades de conservação, áreas de proteção permanente, reservas legais, corredores ecológicos, parques nacionais, áreas de proteção ambiental e reservas particulares do patrimônio nacional, e para constituir um grande mosaico de bancos de biodiversidade ecotípica e de elementos vaporizadores, atenuadores e estabilizadores de temperatura e moderadores climáticos para agricultura e para ecoturismo sustentáveis, dentro da teia da vida (Lovelock, 2000; Margulis & Lovelock, 1974; Capra, 1996). Quando se tratar de ecossistemas-não-clímax, como muitas áreas de cerrados e áreas de pastagens nativas, p. ex., dos pampas, ou outros ambientes onde o solo é raso, é aconselhável preservar reservas representativas especiais (*hotspots*). Mesmo neste caso, procurar estabelecer o componente arbóreo, especialmente nas áreas degradadas e em degradação, com espécies vegetais pioneiras nativas ou mesmo exóticas, utilizando princípios agroecológicos e os sistemas agrossilvipastoris. A recuperação da capacidade de suporte natural do ambiente depende da entrada de carbono, que as leguminosas arbóreas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e com fungos micorrízicos realizam com eficácia. Isso deve ser acompanhado por esforços de retenção de água de chuva.

6. Praticar todas as atividades que permitam aumentar e garantir o tempo de permanência da água no binômio solo-vegetação, mantendo o solo permeável, protegido por vegetação permanente e diversificada, estrategicamente distribuída pela paisagem. Este trabalho deve começar pelas áreas mais conservadas e deve continuar nas áreas mais degradadas. Deve-se reduzir ao mínimo o ritmo de saída da água das chuvas da bacia hidrográfica, ou seja, deve-se aumentar o ciclo da água (Lombardi Neto & Frugowich, 1993) e procurar alcançar a ausência de perda de água por escoamento superficial. A manutenção ou a recuperação de matas ciliares em áreas frágeis, como de cerrados, pode ser um início, não somente como ferramenta de conservação de solo e de água, mas também como fonte de renda (Wantzen et al., 2006). Essas práticas permitem a revitalização de bacias hidrográficas de grande rios.
7. Manejar corretamente os restos vegetais, tal como se tenta realizar no sistema de plantio direto ou na integração lavoura-pecuária, usando a cobertura morta (*mulch* ou serapilheira ou *litter* em ambientes naturais), para, além de evitar o aquecimento do solo e amortecer o impacto das chuvas tropicais, aumentar a rugosidade do terreno, à semelhança da serapilheira em ambientes-clímax naturais, e com isso reduzir a velocidade de escoamento superficial das águas

pluviais. Em áreas agrícolas e de pastagem, as águas de chuvas tropicais escoam dez vezes mais rapidamente para fora da bacia hidrográfica do que em áreas florestadas com elevada biodiversidade e extensas estruturas radiculares, o que provoca enchentes e rebaixamento do lençol freático, que deveria abastecer a vegetação no período sem chuvas. É importante aumentar o ciclo da água!

8. Realizar prioritariamente mutirão nacional para recomposição e para conservação de matas ciliares, que garantem a vaporização contínua de água na atmosfera, e de vegetação em áreas de proteção permanente, e para estabelecimento de áreas em que deve ser mantida a vegetação nativa permanente, infra-estrutura umidificadora e estabilizadora térmica ambiental. Isso não significa gastos, mas investimentos para garantir atividades agropecuárias e florestais e cidades sustentáveis. Esse objetivo pode ser alcançado por meio de técnicas de regeneração natural ou de enriquecimento de fragmentos florestais ou mesmo de plantio de mudas, em especial quando as áreas forem berçário das matrizes ou pais de espécies de valor econômico, social e ambiental. Depois de preenchidos os requisitos de alocação da biodiversidade natural, com plantas ecótipos – adaptadas ao ambiente local e úteis para processos de recuperação e de conservação de solos –, como uma chama-piloto (banco de sementes, inimigos naturais, quebra-vento, umidificador do ar) para recuperação de áreas degradadas e para manutenção mais adequada da permeabilidade do solo, pode-se lançar mão do estabelecimento de complexos florestais com biodiversidade planejada de espécies de valor econômico, mas que muitas vezes necessitam do suporte de insumos externos, o que em princípio é considerado insustentável. Pode-se também usar o princípio de atividades *carbon free*, em que se compensa pelo menos o gasto em carbono plantando árvores (Iniciativa Verde, 2006). Essas atividades de conservação e de recuperação deverão se estender a áreas degradadas, aridizadas e desertificadas, canalizando as ações de plantio de árvores para reabilitar essas áreas secas e geradoras de calor em excesso, com efeito de borda nocivo sobre áreas de produção agropecuária e sobre a qualidade de vida das áreas rurais e urbanas. Sem a recuperação ambiental e do clima local–regional, todos os esforços de combate à pobreza tornam-se inócuos e fracassam (Beckett, 2007). O estresse ambiental multiplica os sofrimentos causados por rebeliões, conflitos violentos e guerras locais e regionais, bem como por migrações para regiões onde os recursos são mais abundantes, havendo diversas formas de luta com os habitantes locais, o que representa um desafio para a segurança mundial (Homer-Dixon, 2007).

9. Garantir a atenuação e/ou a interrupção de brisas e de ventos, tanto locais como regionais, incluindo o manejo térmico da superfície terrestre local e da regional. Os ventos intensificam o ressecamento do ambiente (carreamento de água e diminuição da umidade relativa do ar).
10. Evitar o aquecimento da superfície do solo, tanto na zona rural como na zona urbana, de modo a reduzir a amplitude térmica. Para tanto, deve-se tentar eliminar queimadas, além de manter a vegetação permanente e de manejar adequadamente os restos vegetais (serapilheira, *mulch*). O aquecimento intenso de uma área gera células verticais de circulação de ar, como nas ilhas de calor, que podem resultar em precipitação pluvial mais intensa e/ou com maior incidência de descargas elétricas. Cada proprietário de lote urbano ou rural que não tiver área verde suficiente para tamponar a produção de calor do solo aquecido e das construções é contribuinte da ilha de calor local e do aquecimento global e por isso deve ser co-responsabilizado pelos prejuízos e pelas mortes daí advindas. A solução seria aumentar o albedo, mediante pintura das construções de branco ou de prateado, uso de lonas plásticas claras ou cobertura do solo com restos vegetais, e ampliar as áreas verdes vaporizadoras e também seqüestradoras de carbono. Por exemplo, favelas sem áreas verdes sofrem de maior amplitude térmica (é mais quente durante o dia e mais frio durante a noite), com maiores riscos à saúde humana por causa da maior facilidade de propagação de doenças. A Escola de Engenharia da USP, de São Carlos, SP, desenvolveu o teto verde, com o plantio de grama no telhado da casa, de modo que, durante o dia, enquanto a temperatura externa é de 34°C, dentro de casa fica em 24°C e, durante a noite, do lado de fora esfria para 12,7°C e dentro de casa fica em 19°C (Vecchia et al., 2006; Vecchia, 2007), o que proporciona mais conforto térmico (Guimarães & Feijó, 2006).
11. Considerar as práticas de manejo que reduzem a temperatura do solo e do ambiente, já que isso diminuiria as perdas de água por evapotranspiração (Kramer, 1975; Ometto, 1981), e com isso as perdas de água disponível (Rosegrant et al., 2002). Além disso, manteria a umidade relativa do ar mais estável e atenuaria distúrbios nutricionais em plantas, em especial aqueles relacionados com a absorção de cálcio, que ocorre de forma passiva pela corrente transpiratória (Kitano et al., 1999), mas também aqueles relacionados com a absorção de nutrientes em geral (Arnon, 1975, Figura 37), e com a produtividade das plantas (Leopoldo & Conceição, 1975, Tabela 2). Assim, por exemplo, o nitrogênio, se faltar água no solo ressequido por causa da maior demanda evapotranspirativa, não pode ser levado até as raízes das plantas por meio do fluxo de massa e essas

passam a sofrer deficiência desse nutriente, necessitando então adubação nitrogenada. Em vista disso, existe relação direta entre teor de nitrogênio na planta e estado de hidratação do tecido foliar.

12. Aumentar o teor de matéria orgânica no solo, a qual responde por 60% a 80% da fertilidade do solo nas regiões tropicais (Raij, 1969, citado por Raij, 1981), ou seja, da capacidade de suporte biológica. Em solos degradados, plantar árvores leguminosas de desenvolvimento rápido, fixadoras de N_2 , inoculadas com rizóbios e micorrizas (em solos pobres em fósforo; Wilson et al., 1991; Franco et al., 1992), para acelerar o processo de produção de material orgânico protetor da superfície do solo (restos vegetais), e com atividade radicular descompactadora (Primavesi, 1980). É importante, mais uma vez, aumentar o teor de carbono no solo, para reter a umidade, ampliando o ciclo da água! A biodiversidade natural (toda) e/ou programada (espécies ativas e/ou exóticas selecionadas) tem papel fundamental no processo.
13. Penalizar rigorosamente atividades humanas que façam uso perdulário e degradador da terra e de sua capacidade de suporte biológico natural. Evitar grandes áreas contínuas de monocultivo, tanto agrícola como de pastagens, nas regiões subtropicais e especialmente nas tropicais. Procurar realizar o multiuso da terra, incluindo a diversidade de cultivos, e dos sistemas agroflorestais. Para evitar grandes áreas desprovidas de vegetação e com solo exposto e irradiador de calor, após a colheita, ou de pastagens degradadas, providenciar o estabelecimento de quebra-ventos (Ometto, 1981; Galvão, 2000; Lima, 2002) constituídos por faixas florestadas ou arborizadas ou por corredores ecológicos vaporizadores ambientais e seqüestradores de carbono.
14. Garantir o aumento das áreas arborizadas, que são estruturas vaporizadoras de água, dando preferência às árvores que não perdem folhas na seca, pois elas conseguem desenvolver raízes em profundidade. Áreas florestadas extensas ou com florestamento estrategicamente distribuído em rede por meio de corredores ecológicos permitem formação mais freqüente de nuvens e precipitação de chuvas na bacia hidrográfica que as originou. Em áreas florestadas menores, cujo entorno tenha muitas áreas que se aquecem facilmente, a água transpirada pode ser carregada para fora da bacia hidrográfica por brisas e por ventos, tornando-a mais seca. Deveria ser mantida cobertura vegetal permanente de aproximadamente 50% no paralelo 15° e até 80% no paralelo 0°. Sistemas agroflorestais deveriam predominar nessa faixa tropical. É necessário introduzir o componente florestal no sistema de plantio direto e na integração lavoura-pecuária, abaixo do paralelo 23.

15. Aumentar os reservatórios artificiais, protegidos ou não – cacimbas para uso humano, barraginhas (Barros, 2005), lagoas de múltiplo uso e açudes –, para captar o máximo de água das chuvas, em regiões com solos rasos, sem lençol freático. Desenvolver e praticar todo o manejo para evitar a perda de água das chuvas, seja por escoamento superficial, seja por evaporação. A manutenção de solo permeável e protegido ainda é a melhor prática de conservação de água das chuvas. Na área urbana, e também na rural, existem as técnicas de captação de água das chuvas em cisternas (IRPAA, 2007; Sectam, 2005; Rees, 2005; Banet, 1998), ou telhados verdes (Vecchia et al., 2006; Vecchia, 2007; Guimarães e Feijó, 2006) ou em poços e em trincheiras de infiltração (Souza & Goldenfum, 1999; Baptista, 2007; Goldenfum, 2007; Galvão et al., 2000; Tomaz, 2005; Cordeiro Netto, 2004; Pompêo, 2007).
16. Aumentar o número e a área dos parques nacionais e similares, para servirem como banco de diversidade biológica dos diferentes ecossistemas, procurando-se incluir ao máximo as nascentes dos cursos de água que por eles fluem. O corte seletivo de madeiras não deve ser praticado, se o propósito for guardar a biodiversidade, já que em ambientes tropicais e subtropicais ela depende de habitats emergentes, que dependem das interações não somente abiótico-bióticas mas também biótico-bióticas em diversos níveis estruturais e funcionais.
17. Controlar o desenvolvimento das lianas (cipós) e eliminar o excesso delas nas reservas legais, a fim de que estas não sejam destruídas. Deve-se cortar 100% das lianas nas clareiras formadas dentro da mata e 50% nas bordas, deixando “toco” (caule) de um metro, para garantir sua rebrota, já que não se deseja sua eliminação, somente um período de recuperação para as árvores.
18. Garantir a obediência à legislação ambiental, que procura preservar a infraestrutura ambiental essencial. A legislação brasileira é considerada uma das mais completas do mundo, mas é pouco conhecida e pouco respeitada, particularmente porque os princípios ecológicos que a subsidiam são pouco difundidos.
19. Realizar a educação ambiental, em todos os níveis de ensino formal e informal, sobre as normas e os princípios ecológicos e os serviços ambientais envolvidos e sobre os quais foi baseada, e que são vitais para a qualidade de vida humana e a lucratividade sustentável. Quando os produtores ou os empresários e os cidadãos em geral souberem da importância do respeito às normas ambientais naturais para atividades rurais lucrativas sustentáveis, a legislação ambiental será melhor atendida. O conhecimento holístico e global leva a atos objetivos sustentáveis e altamente benéficos para toda a sociedade.

20. Iniciar a prática do capitalismo natural, como proposto por Hawken et al. (2002).
21. Incentivar a pesca e a caça esportiva, para controle de populações silvestres que excedem a capacidade de suporte natural, quando faltar o predador natural (por exemplo, de capivaras e de jacarés), e estimular o respeito aos períodos de defeso e ao tamanho mínimo dos animais capturados, a fim de garantir a fase reprodutiva, mostrando vantagens para sua sustentabilidade. Em muitos países a caça esportiva em ambiente natural rende, por hectare, mais do que qualquer atividade agrícola extensiva (Mesquita, 2003). Nas atividades de caça e de pesca, penalizar o manejo perdulário, degradador de populações silvestres, mesmo daquelas sem valor comercial atual, mas com grande função ecológica. Em outros países, as atividades de pesca e de caça dos animais em excesso, quanto à capacidade de suporte, são consideradas de conservação ambiental. Cuidar para não eliminar os animais que são líderes, mais idosos porém vigorosos, que impõe respeito e ordem nos períodos reprodutivos do rebanho, evitando brigas, traumatismos e cansaço entre os machos jovens mais vigorosos e afoitos. Preservar animais do topo da cadeia alimentar, a fim de não ocorrer a degeneração de populações por falta de eliminação dos mais fracos e dos doentes; por exemplo, de onças, que controlam populações de capivaras e de diversas espécies de ratos silvestres ou de outros mamíferos, que podem tornar-se pragas sem o predador. Para tanto, torna-se necessário também o estabelecimento de corredores ecológicos, a fim de facilitar a movimentação desses predadores e mesmo de evitar populações endogâmicas e degeneradas ou menos resistentes a variações ambientais, quando restritas a pequenos fragmentos.
22. Promover a produção, em cativeiro ou em condições controladas, de espécies nativas, para fins de comercialização, evitando-se a depredação dos indivíduos silvestres, especialmente dos mais vigorosos e mais saudáveis, que são as matrizes. A eliminação das matrizes de flora e de fauna promove a degradação das espécies, com multiplicação de refugos. Deve-se evitar a destruição do ambiente, causada por produção desordenada de espécies animais de valor econômico, com uso intensivo de insumos e descarte descontrolado de resíduos na rede de drenagem natural, sem uso de lagoas de estabilização ou de decantação (Arruda, 2006b). Praticar cultivos mais próximos dos processos naturais, copiando a natureza ao redor, e tentar reproduzir a cadeia ecológica natural, por exemplo com os processos orgânicos de produção de camarão de água doce (Arruda, 2006a), para evitar a degradação ambiental, como dos manguezais e dos corais (Arini, 2007) e a inviabilização do negócio em consequência do aparecimento de doenças incontroláveis.

23. Planejar, no nível estadual e no nível municipal, a produção local de alimentos da cesta básica, para suprimento de pelo menos 50% a 70% da demanda municipal, a fim de tornar as cidades mais sustentáveis. Atualmente, muitas cidades agrícolas não produzem 5% de suas necessidades em alimentos, como Jaboticabal, SP (Silva & Alonso, 2001). Esse planejamento serviria ainda para manter certa diversidade de produtos no mercado local e no mercado regional e para manter a infra-estrutura mínima de produção de alimentos e de água, de modo a evitar surpresas desagradáveis nesse sistema econômico predominantemente especulativo, no qual a dependência de importação de alimentos da cesta básica é um alto risco. Isso é possível mediante fortalecimento da agricultura familiar diversificada (Cassel, 2007).
24. Exigir tratamento local e redução, reutilização ou reciclagem dos resíduos, dos rejeitos e dos dejetos sólidos, líquidos (esgotos), gasosos (gases de efeito estufa; poluição olfativa) e radiativos (calor, radiação luminosa; poluição sonora e visual) gerados nos sistemas produtivos, prioritariamente pelos produtores desses resíduos, a fim de evitar contaminações de solo, de água, de ar e de alimentos locais ou no entorno, e da paisagem. A poluição do ar e da água, por exemplo, mata prematuramente, por ano, 750 mil pessoas na China (Der Spiegel, 2007) e 233 mil, no Brasil (Novaes, 2007).
25. Adaptar as técnicas agrícolas às normas vigentes da natureza ou aos princípios ecológicos, para resultarem em sucesso. Constituiriam dessa forma as reais boas práticas de manejo. O maior conflito e o maior dano econômico, social e ambiental ocorre quando se procura adaptar a natureza às tecnologias.
26. Adequar a legislação trabalhista, para que realmente ocorra trabalho produtivo, exigindo-se não somente os direitos e seus exageros mas também os deveres do trabalhador. Combater também o trabalho escravo, ou do tipo “escravo”, em que se trabalha à exaustão, com redução drástica da vida útil do trabalhador (Zafalon, 2007).
27. Aumentar o uso eficiente dos sistemas de produção, utilizando boas práticas de manejo, o que pode reduzir os impactos ambientais negativos. Para conseguir essa maior eficiência, é necessário também valorar mais corretamente os recursos naturais, como terra, água e os sumidouros de dejetos e de rejeitos (*waste sinks*). Frequentemente, os recursos naturais são gratuitos ou subvalorados, o que leva à sua superexploração e poluição. Muitas vezes, subsídios perversos incentivam diretamente agricultores e pecuaristas a realizar atividades que danificam o ambiente. Uma prioridade é alcançar preços e tributos que reflitam plenamente os custos econômicos e os custos ambientais, incluindo as externalidades. Uma

premissa para que os preços influenciem o comportamento dos produtores é que esses preços sejam seguros e que haja direitos comercializáveis sobre água, terra, paisagem comum e sumidouros de dejetos. Subsídios perniciosos devem ser eliminados, bem como as externalidades econômicas e ambientais devem ser embutidas nos preços, por meio de tributação seletiva e/ou de taxas pelo uso de recursos naturais, de insumos e de dejetos ou rejeitos. Aplicar incentivos diretos, quando necessário. O pagamento por serviços ambientais é uma ação importante, com relação à regulação de fluxo de água, à conservação de solo, à conservação de ambientes naturais e de habitats de fauna silvestre ou ao seqüestro de carbono. O fornecimento de serviços ambientais pode emergir como meta prioritária para os sistemas de produção pecuária extensiva baseados em pastagens, nos quais se deve priorizar o uso racional da terra. Conforme a sociedade progride, é importante que as políticas considerem a qualidade ambiental, além de aspectos da saúde humana. É necessário urgentemente desenvolver estruturas institucionais e políticas, no nível local, no nível nacional e no nível internacional, para que essas mudanças ocorram. Isso requer forte compromisso político e mais conhecimento e mais percepção do risco ambiental em se continuar o *business as usual* e dos benefícios ambientais que se pode obter (Steinfeld et al., 2006).

28. Procurar substituir o uso de combustíveis fósseis por combustíveis e energia alternativos. Embora a biomassa de árvores seja uma das fontes mais importantes de biocombustível comercializada na Europa (Hillring, 2003), outras fontes orgânicas, como o óleo de oleaginosas, são vistas como opções viáveis, com seus requerimentos energéticos de produção já calculados (Elsayed et al., 2003). Porém, a produtividade agrícola de oleaginosas é relativamente baixa (MEC, 2006; Ribeiro, 2006), variando de 100 a 1.500 kg/ha de óleo, com exceção do óleo do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e do pinhão-manso (*Jatropha curcas*), que produzem entre 3.000 e 6.000 kg/ha. A cana-de-açúcar – com suas novas variedades e os novos processos industriais –, que produz no máximo 5.800 kg/ha de álcool anidro, com 60% do poder energético dos óleos, torna o álcool uma alternativa interessante, em razão da melhor relação gasto:produção de energia (Santos, 1996; Ribeiro & Younes-Ibrahim, 1999; Macedo, 2005) ou da melhor produção de energia líquida (Moreira, 2002). Pacala & Socolow (2004) sugeriram uma cesta de soluções, como o hidrogênio e os biocombustíveis, a exemplo do álcool de cana-de-açúcar. A taxa de produção global de etanol necessita ser 50 vezes superior à atual, o que ao redor dos anos 2050 exigirá 250 milhões de hectares ou mais de terra de elevada produtividade, equivalente a 1/6 da área agrícola mundial utilizada para produção de alimentos, e isso pode comprometer

essa produção. Etanol também pode gerar hidrogênio (Patch, 2004), o combustível do futuro. Porém, é necessário considerar que o aquecimento global afeta mais a produtividade das fontes vegetais que dependem da fase reprodutiva (Allen, 2006), como as plantas oleaginosas e o milho, do que as plantas produtoras de biomassa (CSCDGC, 2007), tais como árvores e gramíneas, por exemplo, a cana-de-açúcar, a planta mais eficiente na acumulação de energia solar. Entretanto, antes de substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis, é necessário repensar o padrão de vida atual e eliminar o consumismo perdulário de flora e de fauna nativa, de água, de alimentos, de solos e de energia. Além disso, deve ser evitada ao máximo a substituição de áreas de produção de alimentos e de reservas naturais de biodiversidade e fornecedoras de serviços ambientais essenciais por produção de biocombustíveis (Astyk, 2006), em especial quando se considera a necessidade de reduzir a pegada ecológica de cada cidadão (Simmons, 2001) e de não agravar o problema da mudança climática causada por degradação de paisagens e de infra-estrutura natural essencial. A substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis aumentará a pegada ecológica de cada cidadão e isso deve ser repensado em escala global, em vista do aumento da população e da redução acelerada de áreas agricultáveis decorrente de degradação, causada por processos mineradores irresponsáveis e criminosos de manejo (especialmente nas regiões tropicais e nas regiões subtropicais) e de modo de vida, desafiadores das normas da natureza. Deve-se cuidar para que as áreas necessárias à “produção” de água (consideradas áreas que armazenam água da chuva e a liberam lentamente pelas nascentes) e à produção de alimentos sejam preservadas, bem como as áreas verdes vaporizadoras hidrotermorreguladoras, responsáveis pela estabilização da temperatura e da umidade do ar, e por outros serviços ambientais essenciais à vida e essenciais também aos consumidores de combustíveis e de energia em geral. Relatos mostram que esses cuidados não estão sendo tomados, por exemplo, com a destruição dos últimos remanescentes de florestas e de reservas naturais da Malásia, para o plantio de palma de óleo (Monbiot, 2005), e com a invasão de locais estratégicos à vida pela cultura da cana, na região de Ribeirão Preto, SP, e que deveriam ser preservados (Brito, 2007).

29. Promover o desenvolvimento rural participativo (WBI, 2003; Rodriguez et al., 1996), com treinamento intensivo de produtores rurais, de seus familiares e de profissionais da extensão rural (Camargo et al., 2004; Novo & Camargo, 2005), com capacitação das mulheres (Carruthers, 2005; CWS, 2004; ITC, 2006a; Rooij, 2005; World Neighbors, 2006), com fornecimento de microcrédito (Austin & Chu, 2006; Fischer et al., 2006; Gupta, 2004; Ickis et al., 2006; ITC, 2006b; Koljatic &

Silva, 2006; Sanborn & Delgado, 2006) e com monitoração dos resultados da inovação tecnológica quanto aos aspectos econômicos (Tupy et al., 2003), sociais (Bonadio et al., 2005) e ambientais (Tupy et al., 2006).

30. Incluir no currículo de cursos superiores, por exemplo, de agronomia, de zootecnia e de silvicultura, os conceitos e as práticas de paisagismo funcional e de multifuncionalidade da paisagem, em que se utilizam os princípios que dão suporte à permacultura e aos sistemas agroflorestais, de recuperação e de conservação de áreas de preservação permanente. Essas ações resultam em benefício dos sistemas produtivos de alimentos, de bioenergia, de fibras e de outros, com foco na “economia de baixo carbono” ou de descarbonização de processos (*carbon down, profits up* – Athayde, 2007), e em benefício da manutenção de temperaturas estabilizadas e de umidade relativa do ar adequada, com baixa frequência e baixa intensidade de brisas e de ventos locais. Nos cursos de primeiro e de segundo grau, integrar os conhecimentos de geografia, de ciências, de física e de química, utilizando os problemas ambientais como tema de estudo e de memorização.
31. Fazer um grande mutirão de boa vontade nas organizações governamentais, em todos os níveis, de integração e de conexão, das ações em comum, no caso da questão socioambiental, unindo ministérios e secretarias da área ambiental, de agricultura, de saúde, de infra-estrutura, de planejamento, de ciência e tecnologia e outros, para haver realmente a construção de um país sustentável. Os projetos estratégicos nessa área, também no nível de universidades que atuam no desenvolvimento local e regional, devem ter integração e continuidade de ações, atendendo a políticas públicas bem estabelecidas e de longo prazo, para, por exemplo, viabilizar a proposta de uma Política Nacional de Combate à Desertificação no Brasil (Jornal do Senado, 2007) e não acabar em *pizza* ou virar buraco negro. As organizações de pesquisa e de ensino deveriam colaborar com as políticas públicas, sob a visão do sistema produtivo como um todo, trazendo sugestões e soluções para grandes temas que estejam envolvidos com gargalos tecnológicos e de infra-estrutura, de forma priorizada e seqüencial.

Como se sabe da história do Brasil e dos EUA, os sistemas produtivos que desenvolvem uma região não são os extensos monocultivos destinados à exportação de matéria-prima sem valor agregado, com foco no lucro imediato, conduzidos com mão-de-obra escrava ou inculta (colonização de exploração), altamente predadores da capacidade de suporte dos solos, os quais se assemelham às práticas de assalto seguido de morte a estabelecimentos comerciais e bancários e a outras propriedades privadas e públicas, e eles não podem ser tolerados pela sociedade local e global. Em

realidade, os sistemas de produção que desenvolvem uma região são aqueles em que o foco é a qualidade de vida da família e da comunidade, com cultivos e atividades diversificadas e com agregação de valor, e nos quais se pratica o multiuso e o uso multifuncional da terra, tendo a educação como pilar do desenvolvimento (colonização de povoamento).

Atividades predatórias são um atraso tecnológico, mesmo quando utilizam alta tecnologia, já que esta consegue aperfeiçoar ambientes artificiais, mas que se tornam insustentáveis se a infra-estrutura natural e seus serviços ambientais não forem conservados ou até melhorados. A predação de flora e de fauna deve ser substituída por produção, em criatórios controlados e rentáveis, além de garantir a infra-estrutura ambiental para o ecoturismo, uma saída para enfrentar a visão do progresso destruidor (Milano, 2004), e que tem como base as formas de vida e suas funções, bem como os atrativos cênicos. As atividades complementares de educação ambiental e de educação para a vida sustentável devem resgatar a percepção dos cidadãos urbanos de sua frágil dependência dos serviços dos ecossistemas naturais e da necessidade de manutenção de infra-estrutura ambiental mínima em escala global-local, ou seja, da manutenção da capacidade de suporte natural recuperada, conservada e por vezes ampliada. Não se pode imaginar que sistemas de produção consigam ser rentáveis quando a matriz ambiental, que antigamente era de floresta, for uma matriz de áreas degradadas. Isso significa um entorno destruído, sem os serviços ambientais de estabilização térmica, de equilíbrio na umidade relativa do ar, de controle de brisas e ventos, de chuvas melhor distribuídas, de inimigos naturais para pragas, de barreiras para ventos e para pragas, de polinizadores, de estocagem de energia solar disponível ou de seqüestro de carbono, de fixação biológica de nitrogênio, de biodiversidade, de formação ou de gênese de solos, de armazenamento de água pluvial, de recarga de lençol freático e de aquífero, de aeração do sistema radicular, de decomposição ou de reciclagem de resíduos orgânicos, de ciclagem de minerais, de banco de sementes, de dispersão de sementes, de homeostase biológica com relação ao controle de populações e outros. Deve ser lembrado que o controle do calor é estratégico, pois ele favorece a proliferação dos chamados vetores de doenças, em especial os insetos, e aumenta a viabilidade de seus ovos, a velocidade de eclosão e a longevidade dos adultos e da sua fase reprodutiva. Deve ser lembrado que somente para poucos é fácil a adaptação aos habitats alterados ou a outros habitats, além da ocorrência de natural rejeição daqueles ali já estabelecidos. Há vários processos envolvidos na produção biológica e na regulação das comunidades e dos ecossistemas. O desequilíbrio, que leva ao excesso ou à falta de um componente do ecossistema normalmente coloca em marcha processos restaurativos que

empurram o sistema de volta ao seu estado estacionário normal de automanutenção. Por exemplo, quando os herbívoros vão a altos níveis populacionais e há redução dos seus recursos alimentares, taxas de nascimento declinantes e crescente mortalidade interrompem o crescimento populacional e restauram a relação sustentável entre consumidores e recursos. A questão é que rompemos os processos naturais, de muitas e de diferentes maneiras, e agora veremos o ambiente sofrer graves mudanças, muitas vezes com a perda da capacidade de responder às perturbações, tornando-se permanentemente degradado.

Para se ter idéia da magnitude de energia envolvida nos processos naturais e nos antrópicos, pode-se citar que em 1999 toda atividade humana (agricultura, indústria, atividades militares e domésticas, etc.) utilizou em torno de onze terawatts (TW) na forma de energia fóssil, enquanto a natureza, somente para manter o ciclo natural da água, utilizou 44.000 TW na forma de energia solar (Giampietro, 2002). Existe alguma tecnologia viável para substituir o serviço ambiental de fazer chover e de armazenar água na paisagem, água que, muitos não mais percebem, abastecerá as torneiras e os chuveiros, ou permitirá a produção de refrigerantes, vinhos, aguardentes, uísques e cervejas? Se não armazenarmos a água das chuvas, não teremos mais cerveja! E estamos destruindo esse serviço ambiental de maneira leviana! Na situação atual de grandes desafios para manter a sustentabilidade do ciclo longo da água e da produção de alimentos e de bioenergia, esperam-se mudanças radicais no modo de vida humana no novo milênio, quanto à produção e ao consumo, a fim de que este possa se adequar às novas situações de limitação de energia fóssil e de degradação ambiental (Giampietro, 2002). Por exemplo, a redução da cobertura florestal da bacia de captação de águas pluviais eleva o custo de tratamento de água para abastecimento (Reis, 2004). Todos os serviços ambientais realizados pela natureza em um ano valem em média US\$ 33 trilhões ao ano, o dobro do produto interno bruto mundial (Pachi, 2007).

Os serviços ambientais realizados pela biodiversidade de ecossistemas naturais em benefício dos agroecossistemas são por vezes tão complexos (Alonso et al., 2001; Spehn et al., 2004) e impossíveis de serem reproduzidos pelas tecnologias e pelos insumos modernos disponíveis, que a sua destruição pode levar à insustentabilidade dos agroecossistemas, ao abandono da área degradada e à eliminação da fonte de água limpa, de alimento, de energia e de medicamentos de populações nativas (Chapin III et al., 2000). Muitos serviços são dependentes do número e do tipo de organismos ou do grupo funcional no ecossistema (Tilman et al., 2002; Scherer-Lorenzen et al., 2003), especialmente nas regiões tropicais. O destaque deve ser dado à capacidade de ocupação do solo e com isso à formação de uma

intensa trama radicular que protege e mantém o solo com elevada permeabilidade, necessária para repor a água do lençol freático e do aquífero. Martins et al. (2002) informaram que a permeabilidade do solo sob mata nativa, seringueira, pínus e eucalipto em Latossolo Roxo é de, respectivamente, 139, 57, 40 e 40 mm/h. Pires et al. (2006) informaram que, em plantios conduzidos morro abaixo e em que se usa queimar os restos vegetais, aumenta a repelência à água e ocorre redução da infiltração de água. Souza & Alves (2003) confirmaram que mata nativa permite melhor taxa de infiltração de água do que pastagem ou reflorestamento com seringueira. Os agroecossistemas necessitam da participação de espécies arbóreas, que mantêm constante o serviço de vaporização de água para a atmosfera, com base em estrutura em constante renovação e que apresenta superfície vaporizadora contínua, importante para a agropecuária e a qualidade de vida. São estruturas que atenuam as amplitudes térmicas e de umidade relativa do ar, amplitudes que são altamente indesejáveis.

Nos últimos anos, certas práticas agrícolas que procuram restabelecer e conservar a infra-estrutura ambiental essencial têm obtido sucesso, tais como a integração lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta e o plantio direto na palha. Tais práticas aumentam a concentração e prolongam a permanência de materiais orgânicos protetores na superfície do solo. Na integração lavoura-pecuária (Kluthcouski et al., 2003), as pastagens fornecem cobertura de solo para a lavoura em plantio direto na palha. O sistema de plantio direto (FIAPAR, 1981; Saturnino & Landers, 1997; Lara-Cabezas & Freitas, 2000) prioriza o manejo adequado de restos vegetais (Biscaia, 1978). Nesse sistema, recomenda-se o uso mínimo de 6 t/ha de matéria seca de equivalente-gramínea (mais persistente; Castro, 1993), com o ideal em torno de 10 a 12 t/ha de matéria seca em regiões mais quentes (Sá et al., 2001a, b). O aumento no teor de carbono no solo, cuja dinâmica é mais intensa e necessita de controle de manejo mais rigoroso nas regiões tropicais (Trumbore, 1993), além de seqüestrar carbono atmosférico (Lal, 1997), melhora a resposta aos insumos utilizados (Tiessen et al., 2002). Porém, para que ocorra acúmulo de carbono, a fertilidade do solo necessita ser mantida num nível mínimo, especialmente no que se refere ao teor de nitrogênio (Franco et al., 1992; Guiller & Cadish, 1995; Oren et al., 2001; Artaxo, 2004). Também há necessidade de relação C:N adequada nos resíduos vegetais, que pode ser conseguida com composição adequada de gramíneas e de leguminosas, obtida na rotação de culturas (Sisti et al., 2004; Diekow et al., 2005); no caso de leguminosas, o fósforo é elemento-chave regulador da bioquímica do nitrogênio (Smith, 1992).

O manejo rotacionado (Camargo et al., 2002; Novo & Camargo, 2005) de bovinos em pastagens de gramíneas tropicais estimuladas a expressar seu grande potencial de produção busca retornar mais material orgânico à superfície do solo, protegendo-o, e evitar gastos de energia animal na procura por alimentos e por água. Além disso, esse manejo permite maior capacidade de suporte das pastagens, maior produtividade por área (Primavesi et al., 2004b) e com isso liberação de áreas pastoris para lavouras, bem como redução de pressão por novas eliminações de ecossistemas naturais e sua biodiversidade, em especial dos que contenham estruturas florestais estratégicas para o clima regional e para o clima continental. A intensificação rigorosamente controlada da agropecuária é altamente desejável para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade natural essencial (Vandermeer & Perfecto, 2007).

A recuperação de áreas degradadas (Dias & Mello, 1998), mediante utilização de leguminosas arbóreas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio específicas e por fungos exomicorrízicos, para acumular carbono e para produzir material orgânico, tem sido muito eficiente (Wilson et al., 1991; Franco et al., 1992), bem como a recuperação de matas ciliares (Botelho et al., 1995), o que deve resultar finalmente em paisagens reabilitadas, como as propostas por Forman (1995), Lima (2002) e WWF–IUCN (1996).

Também têm sido implementados com sucesso sistemas de produção que utilizam árvores, como a permacultura (Mollison & Holmgren, 1983; Mollison, 1992) e os sistemas agrossilvipastoris (Fearnside, 1996; Peneireiro, 1999; Thaman et al., 2000; Wilkinson & Elevitch, 2000; Elevitch & Wilkinson, 2000; Jornal da Biosfera, 2002; Armando, 2002; Beetz, 2002; Bristow et al., 2003). Esses sistemas são bem aceitos pelos produtores, especialmente quando contiverem espécies com valor econômico ou quando fornecerem alimentos, como a moringa (*Moringa oleifera*), que constitui fonte de proteína também para seres humanos (Folkard & Sutherland, 2005). As árvores são dispostas na forma de quebra-ventos (Galvão, 2000), de bosques umidificadores e de sombra para os animais, o que resulta em bem-estar animal e melhoria na produção de leite e de carne. Os sistemas agroflorestais podem incluir outras espécies de valor econômico, como café (por exemplo, café na mata), seringueira, cacau, teca, guanandi, eucalipto, pínus, aroeira, caju, manga, frutíferas, melíferas, medicinais, condimentares, araucária, grevilea, acácia, erva-mate, palmeiras para palmito, dendê, bananeira e bambu, tal qual sugerido por diferentes instituições (SBCS, 1997; Embrapa Florestas, 2006; WAC, 2006). Devem ser incluídas espécies arbóreas leguminosas recuperadoras de solo, por serem eficientes produtoras de carbono, desde que fixem N (Franco et al., 1992). Todas essas atividades devem utilizar a bacia

hidrográfica como unidade de manejo (Castro Filho & Muzilli, 1996), e aumentar a atividade biológica e os seus serviços no solo e no sistema de produção (Cardoso et al., 1992).

Além de poderem atuar como eficientes instrumentos para retirar gás carbônico da atmosfera (Dixon, 1995), os sistemas agroflorestais são uma solução para a agricultura tropical sustentável (Steppler & Nair, 1987; Blay et al., 2004), até mesmo para resgatar e para incluir socialmente produtores rurais extremamente pobres, com base no manejo de espécies nativas arbóreas de valor comercial (Leakey et al., 2005), e para dar sustentabilidade a pequenos estabelecimentos pecuários (Morrison et al., 1996) ou agricultores familiares (Armando et al., 2002). Os povos guatemaltecos manejavam até 300 espécies arbóreas nativas úteis e alguns grupos indígenas brasileiros manejavam até 100 espécies de plantas úteis.

Sistemas de produção agrícola, pecuária ou florestal em que não se derruba toda a vegetação nativa e em que não se destrói a sua diversidade, mas em que se mantêm faixas arborizadas, permitem que as áreas de vegetação remanescente atuem na reposição eficiente de água do lençol freático e na umidificação do ar. Além disso, essas faixas servem de refúgio para polinizadores e para inimigos naturais de parasitas e de patógenos, e de barreiras para pragas e patógenos, possibilitando produtividade superior àquela de áreas totalmente cultivadas (Morandin & Winston, 2006). The Xerces Society (2006) informa que nos Estados Unidos mais de cem espécies vegetais de valor econômico necessitam de polinizadores e que essas culturas contribuíram com vinte bilhões de dólares para a economia americana no ano 2000. Ainda afirma que os polinizadores são peça-chave para a saúde e para a produtividade da maioria dos ecossistemas terrestres. Em alguns ecossistemas, os polinizadores favorecem plantas que atuam na conservação de solo e de água. Mais de 90% das plantas que florescem necessitam de polinizadores, tais como pássaros, morcegos, abelhas e outros insetos, os quais são eliminados pelo uso de pesticidas e pela redução de refúgios e de barreiras naturais (USFWS, 2006). Daily et al. (1997) afirmaram que a polinização constitui um serviço ambiental, de impossível reposição pela tecnologia, mas essencial para a sustentabilidade da civilização. Esses autores lamentaram que está havendo perda de uma espécie polinizadora nativa por hora no mundo. Infelizmente, os grandes produtores de cana-de-açúcar argumentam que não necessitam de polinizadores e que os inimigos naturais indispensáveis em tipo e em quantidade são produzidos em laboratório. Porém, o serviço ambiental da umidade relativa do ar e da estabilização térmica necessários para o sucesso das culturas não se produz em laboratório. Se, em consequência das elevadas temperaturas, por exemplo a soja necessita respirar mais, para se defender do calor, enviando menos

energia para o sistema radicular, transformará o “amigo” rizóbio em parasita. Espécies amigas em condições de estresse, de exclusão energética (ou financeira, no caso humano) transformam-se em pragas. Não podemos ser arrogantes com relação às normas da natureza! Elas são duras mas muito justas! Procuram salvar-nos de prejuízos, de doenças e de morte prematura!

Ultimamente, nos EUA e na Europa, está havendo desaparecimento maciço de abelhas, nas quais foram detectados sinais de enfraquecimento do sistema imunológico em operárias adultas, o que causou o aparecimento de enfermidades múltiplas, sinais de desorientação e morte (Leidig, 2007; Latsch, 2007). Leidig (2007) sugeriu, como causas, o uso maciço de agrotóxicos, em especial com ação neurológica, e de plantas transgênicas portadoras de inseticida natural, como o milho Bt. Pode-se agregar o efeito da eliminação de abrigos naturais e de plantas hospedeiras específicas (NRC, 2006), e do incremento de amplitudes térmicas, que aumentam radicais livres (Arnaud et al., 2002; Valko et al., 2007). Estes, quando em excesso, podem trazer prejuízos à saúde se não houver alteração na dieta (Sahin & Kucuk, 2003). Deve ser lembrado que os polinizadores são responsáveis por um de três bocados que ingerimos diariamente.

Com base em observações e em informações de campo relacionadas à incidência de radiação solar e a princípios ecológicos, sugere-se que essas faixas arborizadas (que podem formar corredores ecológicos quando a largura mínima for de 50 m) tenham entre 20 e 30 m de vegetação arbórea (nativa ou mesmo cultivada de valor econômico) a cada 50 ou 70 m de área cultivada, em latitudes em torno de 23 graus⁽⁶⁾.

⁽⁶⁾ Nota de rodapé: Sugere-se aplicar a seguinte equação para determinar a área a ser mantida sob cobertura vegetal permanente (cvp), em função da latitude, constituindo parte da infra-estrutura ambiental essencial: $cvp (\%) = 20 + (23^\circ - \text{latitude desejada}) \times 1,45$; esse valor calculado de cvp deve ser acrescido de 50% para a alocação estratégica de vegetação permanente de corredores, de quebra-ventos, de bosques umidificadores ou de sombra, além da reserva legal mantida em um maciço. Deve ser considerado o módulo local mínimo de 50 ha. O módulo regional mínimo, com a finalidade de se dispor de uma cobertura vegetal suficiente para permitir a ciclagem local de água (transpiração-precipitação-infiltração), deve ser de 1.000 ha na latitude de 23°, acrescentando-se 1.000 ha a cada grau a menos em direção ao equador. Quando a relação área vegetada:área degradada do entorno for muito pequena (ou seja, efeito de entorno muito grande em relação ao maciço florestal), poderá ocorrer carreamento da água transpirada para fora da bacia hidrográfica e ressecamento da área, com rebaixamento do lençol freático e secamento de nascentes. Por exemplo, na latitude de 15°, a relação entre a área florestada e a área não florestada dentro de cada módulo local de 50 ha deve ser de 47:53, contidos em módulo regional mínimo de 9.000 ha. Na latitude de 0°, deverá ser de 80:20 no módulo local de 50 ha, localizado dentro de módulo regional mínimo de 24.000 ha. Na latitude de 23°, seria a relação 30:70 para cada módulo local de 50 ha, dentro de módulo regional mínimo de 1.000 ha. Os valores dos módulos regionais mínimos poderiam ser menores no litoral e maiores no interior do continente, onde o efeito de continentalidade predomina, ou próximos de áreas urbanizadas ou mesmo dentro delas, com seus altos edifícios e pouca área verde, para contrabalançar a maior superfície irradiadora de calor. Os fragmentos florestais de cada propriedade devem ser interligados por corredores ecológicos, incluindo as matas ciliares, ou por outras áreas de preservação permanente

Em latitudes menores, mais quentes e mais próximas do equador, as faixas arborizadas devem ser mais amplas, em uma relação inversa; ali são necessárias faixas de 80 m de vegetação arbórea nativa ou cultivada para cada 20 m de área cultivada. Essas faixas poderão, com as áreas de proteção permanente, constituir uma teia eficiente de corredores biológicos, muito úteis para a qualidade de vida e para a produtividade agrícola sustentável. Parte desses remanescentes naturais poderia ser enriquecida com espécies nativas de valor comercial, de acordo com estudos de viabilidade sustentável. Por exemplo, a viabilidade seria maior em áreas com solos que apresentem fertilidade natural maior, os quais na Amazônia representam em torno de 30% da área.

Nas áreas agrícolas comerciais, deve-se procurar estabelecer talhões com variedades ou com populações clonais diferentes e com idade de corte escalonada, como no caso de eucalipto ou de cana-de-açúcar ou mesmo de soja, intercalados por talhões ou por faixas de mata nativa e de espécies nativas plantadas, para se evitar extensas áreas desguarnecidas de árvores vaporizadoras por ocasião do pós-colheita. Sob condições de biodiversidade vegetal da mata nativa, a taxa de infiltração de água é maior, com rompimento pelas raízes mais eficiente de impedimentos, inclusive das camadas de B-textural (camada de terra argilosa abaixo de camada mais arenosa), o que amplia a capacidade de armazenamento de água do solo e pode mudar o nível do lençol freático. Se possuírem raízes profundas, as árvores poderão ter acesso contínuo à água, de modo a realizar seu serviço ambiental de vaporizar água na atmosfera e impedir a queda brusca da umidade relativa do ar, que afeta a atividade fotossintética e a produtividade, também dos cultivos, no melhor horário de sol.

O sistema de plantio direto na palha e a integração lavoura-pecuária deverão resultar em avanço no uso racional da terra, com efetividade produtiva e com rendimento líquido, quando eles incorporarem o elemento florestal de forma estratégica, para aumentar a conservação de água residente e para reduzir brisas e ventos, além de servir como refúgio de inimigos naturais de pragas e de barreira para pragas e patógenos. As pragas, cuja herbivoria chega a produzir dano econômico, em realidade são a “polícia sanitária” da natureza, pois indicam que aquelas espécies “atacadas” de forma mortal estão metabolicamente não adaptadas às condições ambientais dominantes no local e necessitam portanto ser eliminadas, para dar lugar a espécies mais adequadas às condições de estresse abiótico dominante. Ou se acerta o metabolismo das espécies cultivadas ou se deve acertar o manejo ambiental para o perfil metabólico dessas espécies. Certamente, a maioria das espécies desenvolvidas em ambientes com elevada capacidade de suporte terá problemas em áreas consideradas marginais ou em áreas degradadas.

Com a percepção de que os componentes arbóreos e a conservação do solo e da água são necessários em toda área da bacia da captação de água pluviais, ou bacia hidrográfica, conclui-se que a exigência legal de reposição ou de manutenção da cobertura vegetal perene em áreas de proteção permanente constitui realmente o mínimo necessário com que se deve iniciar o processo de gestão ambiental, mas, em geral, não é suficiente. O empreendedor de visão realiza muito mais do que a lei manda. Ele utiliza os princípios ecológicos a seu favor, de forma que resultam em muito mais produtividade com custo muito mais baixo por unidade de produto gerado, pois a utilização dos insumos se torna mais eficiente.

Nessa situação, se houver limitação de área disponível, o produtor poderá lançar mão da intensificação da produção, com uso de insumos externos, quando não houver limitações de acesso ao insumo ou legais de uso, por exemplo, uso de esterco ou de fosfato em solo já saturado com fósforo. Ele deverá, porém, exercer controle rigoroso, por meio de análises laboratoriais, para evitar impactos ambientais negativos, como de perdas de fosfato (por erosão ou escoamento superficial) ou de nitrato (por lixiviação para camadas mais profundas do solo, atingindo o lençol freático), em consequência do uso excessivo.

Sistemas de produção mais eficientes, em que se minimizam ou em que se eliminam as queimadas e em que se faz uso do componente arbóreo, produzem menos gases de efeito estufa resultantes da oxidação da matéria orgânica do solo revolvido e aquecido, ou compactado e encharcado, e geram condições anaeróbias em que ocorre redução de nitrato e de gás carbônico. Esses sistemas auxiliam a retirada de CO₂ e de calor do ar, num serviço realizado pelas árvores.

O uso de forrageiras tropicais manejadas de forma a se dispor de grandes quantidades de forragem de boa qualidade por unidade de área permite gerar menos gases ruminais (CH₄) por quilograma de leite ou de carne produzido. Por exemplo, há aumento da eficiência produtiva quando se elimina os períodos de fome e de perda de peso dos animais e quando se oferece alimentos com boa relação C:N, que aumenta a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal e diminui a atividade de degradação de celulose. Além disso, os animais perdem menos energia em caminhadas à procura de alimentos e de água, como ocorre em pastagens degradadas, com poucas aguadas ou com poucos bebedouros.

Sistemas de produção eficientes são capazes de fornecer frutos e grãos com mais eficiência de uso de água e com menos emissão de gases de efeito estufa por unidade de produto, mediante eliminação do revolvimento e diminuição no aquecimento do solo, diminuição da oxidação da matéria orgânica, aumento na aeração do solo, redução na necessidade de irrigação e no consumo de energia, e

incremento na produção de fitomassa por unidade de água e de nutrientes. Em razão da redução ou da eliminação de áreas irradiadoras de calor, esses sistemas produzem menos calor irradiado por unidade de área e, portanto, prestam serviços ambientais por diminuírem ou por impedirem o aquecimento local ou por ajudarem a resfriar o ambiente. Às vezes, só o fato de se evitar o aquecimento do terreno já faz grande diferença. Um exemplo é a diferença que faz um guarda-sol em uma praia cuja areia seca queima a sola dos pés. Como ficaria com vários guarda-sóis? E com várias árvores? E com areia úmida? E com sombra e umidade?

Esses sistemas ainda conservam mais solo permeável e mais fértil por unidade de área. Não salinizam o solo, não aridizam, não desertificam. Sistemas de produção realmente eficientes apresentam maior efetividade no uso de insumos externos (minimizam essa necessidade), de energia e de água. Ademais, não produzem e até amenizam correntes térmicas, de modo que as chuvas mais leves de verão podem precipitar mais facilmente. Esse é um ponto crítico: o manejo das correntes térmicas é possível na escala local e na escala regional. Como as chuvas convectivas são cada vez mais intensas e mais erosivas (ar mais quente exige mais água para se saturar e precipitar), as práticas convencionais de conservação de solo e de água, que utilizam terraceamento, já se tornam insuficientes, havendo necessidade de se introduzir práticas que reduzam a irradiação de calor da superfície ou que retirem calor do ar. Isso evita as térmicas intensas e assim podem ocorrer chuvas convectivas mais leves, como as garoas, já que também não vai haver calor para que evaporem antes de chegar à superfície. Os componentes arbóreos, como de matas e de bosques, atuam não somente como estabilizadores térmicos e como vaporizadores e formadores de nuvens interceptadoras de radiação solar, mas, com seus resíduos vegetais sobre o solo, também atuam como interceptadores e armazenadores de águas pluviais, tirando parte da função que cabe aos solos, que ali também são mais permeáveis.

Além disso, são necessárias práticas que não produzam particulados de carvão (fumaça; Embrapa, 2000) ou de poeira, que originem gotas pequenas e leves de água e que tenham dificuldade para precipitar no local de origem (Dias, 2004; Artaxo et al., 2005), rompendo o processo de troca entre floresta e atmosfera (Dias, 2004).

As atividades que seguem os princípios ecológicos para restabelecer ou para manter a infra-estrutura natural essencial necessitam ser realizadas em rede, tanto no nível de bacias hidrográficas locais como globais, de forma que o efeito de borda regional e o global (ar mais quente e poluído, queimadas, ventos locais e regionais, impermeabilização e erosão de solos, águas superficiais e subterrâneas sendo exauridas e poluídas) não afetem de forma restritiva os esforços locais (propriedade rural) de melhoria ambiental. Por exemplo, se a floresta amazônica for eliminada de

forma radical (valores maiores do que 20%), as chuvas do Sul, do Sudeste e do Centro-Oeste serão seriamente afetadas.

Todas as atividades e todos os agentes necessitam colaborar ao mesmo tempo. A infra-estrutura ambiental essencial já está muito degradada na escala global e na escala regional, com problemas amplificados pelo aumento global da temperatura. Por isso, não se pode dispensar as ações integradas regionais nem as globais. Ações locais pulverizadas já não produzem os efeitos desejados. Da mesma forma, deveriam ser realizados estudos integrados para a revitalização de rios, como o Doce ou o São Francisco, e o manejo das terras de suas bacias hidrográficas como um todo, de modo a tornar a superfície de drenagem da área de captação uma grande superfície de infiltração. Para reforçar, exige-se a percepção da exigência de integridade física da infra-estrutura natural de toda nossa “casa”, a Terra, com seus diversos “cômodos”, para que possa haver planejamento regional adequado e integrado de todas as ações sustentáveis locais.

O processo de desertificação, que está em franca expansão no mundo (Silveira, 2003a) e no Brasil – na depressão sertaneja (Arini, 2007; Silveira, 2003b) do Nordeste brasileiro, o deserto vermelho no sul do Piauí, em virtude de práticas de manejo inadequadas para as condições ambientais, a mineração, o superpastejo com cabras e ovelhas (Silveira, 2003b) e o uso irracional do fogo (Luiz, 2003), com secamento de fontes e de cursos de água, aumento da temperatura, aumento dos ventos e da seca –, vai ocorrer com muito mais intensidade se o modelo agrícola e pecuário do Sul for instalado na Amazônia, o que afetará seriamente a economia não só do Sul e do Sudeste brasileiros, mas da qualidade de vida global. Recuperar áreas é custoso e difícil. Então, pelo menos conservemos as áreas remanescentes e paremos de degradar perdulariamente o único patrimônio real da nação brasileira, a qual tem o potencial de ainda ser o celeiro do mundo e de se tornar um dos principais destinos ecoturísticos globais. Esse potencial está sendo desmantelado rapidamente, de maneira inconseqüente. A recuperação de ambientes terrenos é muito mais barato e mais fácil de realizar do que procurar estabelecer condições de vida em ambientes de Marte ou da Lua, que têm sido propostos como pontos de fuga da população terrestre.

Na região amazônica, a área e a densidade da cobertura vegetal necessita ser maior, por causa da maior incidência potencial de radiação solar, e o modelo agrícola precisa ser diferente daquele desenvolvido para regiões de clima temperado; além disso, devem ser evitadas as culturas anuais cujas áreas permanecem descobertas após a colheita, gerando calor, ventos intensos e baixa umidade do ar, nocivos para o clima regional e para o clima global e a vegetação do entorno. Ali, os sistemas

agroflorestais são a solução, até mesmo mediante utilização da vegetação nativa, para garantir superfície vaporizadora ao longo do ano, função ambiental que as estruturas vegetais de extensas áreas pastoris (depauperadas na seca) e de lavouras comerciais (na maturação e no pós-colheita) não conseguem manter. O clima regional depende da vegetação diversificada e vice-versa, e a retirada da vegetação ocasiona grandes mudanças climáticas e dá origem a ambientes inóspitos, como está acontecendo rapidamente no agreste nordestino, que já foi floresta tropical úmida (Bigarella & Andrade-Lima, 1982). Em realidade, os únicos desertos por natureza, que não foram produzidos pela mão humana, são o da Ásia Central, o da costa sudoeste africana e o da costa oeste sul-americana, determinados no período do holocênio.

O propalado manejo sustentável de florestas tropicais, que envolve o corte seletivo de árvores de valor econômico, se baseia em princípios de manejo de florestas monoespecíficas de clima temperado. Estes princípios não se aplicam às florestas tropicais úmidas, que apresentam elevada biodiversidade, dependente de habitats emergentes, gerados com base em múltiplas interações, não somente abiótico-bióticas, mas também biótico-bióticas.

No semi-árido nordestino, o que poderia ser feito? Em primeiro lugar, deve-se armazenar o máximo de água das chuvas, de forma protegida, como em barragens subterrâneas, ao menos para atender às demandas humanas básicas, por meio de cisternas, como já é realizado atualmente. Além do esforço para expandir o sistema de unidades de conservação na região, é preciso encontrar soluções para o reflorestamento de áreas degradadas, para reduzir áreas de aquecimento, assim como brisas e ventos.

O reflorestamento da região para o restabelecimento de estruturas vaporizadoras hidrotermorreguladoras deve se dar com base nas áreas naturalmente mais favoráveis (vales, baixadas e brejos de altitude) e úmidas. No caso específico dos brejos de altitude, é muito importante a sua conservação em áreas protegidas que incluam as nascentes, uma vez que muitos deles sofrem corte seletivo de madeira. Isso resulta em clareiras dentro da mata, que facilitam a entrada de ventos e de luz solar, enfraquecendo essas comunidades vegetais extremamente sensíveis a alterações nas amplitudes térmicas, hídricas e luminosas, intensificadas pela atividade humana.

Segundo diferentes autores, o uso das espécies vegetais para os mais diversos fins (lenha, carvão), o pastejo e o pisoteio de animais domésticos, especialmente caprinos, deixaram a vegetação da caatinga menos densa. Essa vegetação não tem sido recomposta ou substituída, e está empobrecida, se comparada àquela que originalmente existia (Leal et al., 2003a). Isto demonstra falta de saber ecológico e a

educação ambiental da população é a única forma de mudar esse padrão de comportamento.

Quanto à criação de caprinos na caatinga, por exemplo, esta deveria ser controlada e manejada, para permitir a recuperação das áreas verdes desse bioma, num tipo de manejo rotacionado, desde o primeiro modelo de pastoreio nômade ao atual modelo de pastejo rotacionado intensivo, com cerca elétrica ativada por energia solar, como o que se utiliza para bovinos. Para tanto, é necessário trabalho articulado e cooperativo, em rede regional. Outras técnicas, como a secagem ao sol e o armazenamento de produtos agrícolas, para utilização durante o período da seca, deveriam ser incentivadas. São métodos eficientes de se guardar alimento e nessa região há abundância de energia solar.

A necessidade de proteger ou de recuperar a biodiversidade florística das áreas de preservação permanente e das reservas legais e o freqüente questionamento quando à troca da biodiversidade nativa por espécies de valor econômico, muitas vezes exóticas, de modo que se possa gerar maior lucro e com mais rapidez, nos levaram à reflexão sobre os princípios ecológicos que regem a vida sobre os continentes e nos conduziram a diversas considerações, apresentadas a seguir. O maior desafio está em que a biodiversidade em geral é considerada bem público, sobretudo as espécies sob ameaça de extinção, embora seus habitats estejam geralmente em terras sob posse privada, que podem ser transformadas e comercializadas. A conservação da biodiversidade pode ocorrer em domínio privado, porém, depende da vontade do proprietário e da oportunidade de custo da terra. A oportunidade de custo da conservação da biodiversidade em geral é difícil de estimar, já que o valor da biodiversidade depende dos recursos biológicos (não totalmente identificados) e dos serviços ambientais. Porém, já há muitos exemplos ao redor do mundo em que se perceberam as grandes oportunidades de ganho proporcionado pela conservação e pelo manejo turístico, geralmente, e de serviços ambientais da biodiversidade local, com comercialização de direitos de desenvolvimento, cujos resultados muitas vezes são superiores aos de sistemas de produção de *commodities* (Steinfeld et al., 2006).

Sabe-se que a humanidade, ao longo do tempo, selecionou apenas cerca de 300 plantas para a alimentação, e de um pouco mais de uma centena de plantas obteve princípios ativos puros para o tratamento de doenças. Estes números são bem modestos quando se está diante de um universo de aproximadamente 250.000 espécies de plantas superiores (Pinto et al., 2002). Sabe-se ainda que apenas 5% da flora mundial foi estudada até hoje e que só 1% é utilizada como matéria-prima. Embora com tão pouca informação, a biodiversidade da flora e da fauna brasileira teve

seu potencial econômico avaliado em dois trilhões de dólares, mas, segundo algumas estimativas, o País perde cerca de 16 bilhões de dólares diários em consequência da biopirataria (Arzabe, 2003). Por sua vez, deve ser lembrado que, embora a biodiversidade na produção de alimentos seja relativamente baixa e que os ecossistemas agrícolas raramente sejam considerados produtores de biodiversidade, de fato eles mantêm a chave para o futuro e, conseqüentemente, a agrobiodiversidade necessita intervenção e conservação humana ativa (Brookfield et al., 2002). Essas espécies domesticadas são uma fonte importante de germoplasma para seleções e cruzamentos futuros, em vista da localização por vezes distante dos parentes silvestres. A agricultura tradicional em países em desenvolvimento tem permitido a conservação desses “centros de diversidade” domesticada-silvestre, que constituem reservatório genético estratégico para a sustentabilidade humana, o qual necessita ser protegido.

A Economia Ambiental valora economicamente a biodiversidade e distribui seus valores entre aqueles de uso e de não-uso. O primeiro é dividido em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção, enquanto o segundo divide-se em valor de existência e em valor de herança, considerando que existe disposição dos indivíduos para pagar por determinado bem ou serviço, na busca de maximização do bem-estar individual (Young & Fausto, 1997; Alonso et al., 2001). Entretanto, ela falha ainda em não considerar horizontes de longo prazo (The World Bank, 2004). O valor de uso direto é o mais fácil de ser compreendido, pois é aquele pelo qual o proprietário tem acesso direto ao dinheiro arrecadado, no presente e para si mesmo, e que envolve atividades como recreação, lazer, colheita de recursos naturais, caça, pesca, educação e turismo rural, entre outras, nas áreas com vegetação nativa diversificada de sua propriedade. Esse tipo de arrecadação é ainda incipiente nas propriedades rurais do Brasil, pois o padrão é a falta de diversificação de atividades geradoras de renda, o que leva a certos problemas, tais como falta de receita em períodos de entressafra, quando outras atividades poderiam assegurar a entrada de recursos para a propriedade. A diversidade florística das áreas naturais sustenta a diversidade de fauna de invertebrados e de vertebrados e a beleza cênica, que se constituem em atrativo importante para ações ecoturísticas, a segunda maior fonte potencial de renda no País.

O valor de uso indireto já não é tão fácil de ser assimilado pelos proprietários, pois não resulta em lucro direto, isto é, não é representado por dinheiro vivo, aqui e agora. No entanto, pode representar somas muito maiores do que aquelas que entram como lucro imediato, pois inclui a proteção e a conservação de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais de bacias hidrográficas, vitais para a produtividade

agropecuária e florestal e para a estabilização climática, a qual aquela biodiversidade da área natural fornece com mais eficácia; a diversidade natural e os outros recursos naturais conservados garantem a sustentabilidade (permanência) do negócio no decorrer do tempo.

O valor de opção está relacionado à possível decisão que o proprietário venha a tomar sobre usar aquele recurso (a área natural) de algum modo apenas no futuro, mas ainda durante a sua existência.

De outro modo, o proprietário pode decidir não usar aquela parcela de vegetação nativa, reservando-a para benefício econômico de outros (descendentes, por exemplo) em um futuro mais distante. A isso se dá o nome de valor de herança. A biodiversidade desconhecida, ainda sem valor econômico declarado na atualidade, pode fornecer conhecimentos e material estratégico para a sustentabilidade futura da economia e da vida humana e da sua qualidade sobre a Terra.

Finalmente, o proprietário ainda pode resolver preservar a área natural, não para seu próprio benefício ou para o benefício de outros seres humanos (seus descendentes, por exemplo), mas em benefício das vidas não-humanas que ali habitam (existência da biodiversidade por si só, sem justificar uso ou benefício para o ser humano). A isso se chama de valor de existência. Porém, é necessário observar, antes de se angariar recursos financeiros em troca da guarda da biodiversidade, que se deve estar ciente de que nossa existência, como participantes da cadeia alimentar, depende da presença direta ou indireta dessa biodiversidade natural de flora (base da cadeia alimentar) e que essa existência se sobrepõe a qualquer interesse financeiro: o que é mais importante? O sistema econômico e o acúmulo de capital? Ou a vida humana e a sua qualidade, atendida nas necessidades básicas de consumo (limitada a fim de não sobrecarregar a capacidade de suporte ambiental), já que constitui peça-chave para que o sistema econômico de acúmulo de capital funcione?

Deve ser lembrado, nos processos de valoração, que os ambientes a serem valorados surgiram a partir de ambientes naturais primários, sem solo, sem lençol freático, sem teia alimentar (flora e fauna diversificada), sem atenuação das amplitudes térmicas e da variação da umidade relativa do ar, sem os serviços ambientais involuntários e essenciais para a vida. Assim, também necessita ser calculado o valor do solo, do lençol freático e dos serviços ambientais presentes, além da simples valoração de estruturas interessantes da flora e da fauna.

Se não temos conhecimento bastante para construir agroecossistemas complexos (pois trabalhamos com número restrito de espécies de interesse econômico) e se não sabemos qual é a resistência e a sustentabilidade dos ecossistemas em relação à sua complexidade, é uma questão de segurança manter

os ecossistemas complexos (de alta biodiversidade), de modo que ao longo de diferentes gerações se adquira conhecimento sobre eles (Chapin III et al., 2000; Tilman et al., 1996, 2002, 2006; Arzabe, 2003; Morandin & Winston, 2006).

Para o argumento de que em nossas refeições diárias raramente se usam espécies nativas da flora e da fauna, deve ser lembrado que ocorreu a necessidade de uma base ampla de espécies, das quais se utilizaram genes específicos de resistência ou de tolerância ou de produtividade, inclusive da flora e da fauna silvestres, para resultarem nos produtos finais comercializados e consumidos, no nível local e mesmo no nível global.

A biodiversidade da flora é necessária para que ocorra o acúmulo e a manutenção de um máximo de energia solar incidente, na forma de biomassa vegetal por metro quadrado de área em toda a superfície continental, em que existem tantas variações abióticas, que são especialmente extremas e complexas em regiões tropicais, e para que haja suprimento adequado do primeiro elo que sustenta a teia alimentar, da qual a espécie humana e o sistema econômico dependem. Compreender estes processos e esta dinâmica só será possível depois que gerações de pesquisadores se debruçarem sobre a complexidade de tais sistemas naturais. Não podemos olvidar que muitos processos e muitas tecnologias de valor econômico desenvolvidos, na realidade foram copiados de processos e de modelos naturais, prática que continua ocorrendo com mais intensidade na atualidade.

Por isso, a legislação ambiental brasileira, considerando todos os conhecimentos e não-conhecimentos, incluiu o princípio da precaução. Assim, o proprietário rural e pretendente a tal foi e é informado de que uma fração específica de sua propriedade deverá manter, sob guarda e responsabilidade dele, representantes da biodiversidade natural local. Portanto, a flora e a fauna nativas são consideradas bem comum, propriedade federal, recursos naturais de patrimônio da sociedade humana nacional e até mesmo global, e sua integridade física está protegida por lei específica. O proprietário rural, porém, se conhecer os princípios ecológicos de produtividade, poderá obter benefícios sustentáveis diretos e indiretos. Dessa forma, os ecossistemas naturais da Amazônia podem gerar, considerando o horizonte de cinco anos, rentabilidade maior do que qualquer atividade agropecuária relacionada com *commodities*. Exemplos de sucesso são praticados na Costa Rica (Inbio, 2006) e na Colômbia (Panaca, 2006) e sugeridos por organizações amazônicas brasileiras (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi e Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia).

Além de se conservar os *hotspots*, ou locais em que seja imprescindível proteger a grande biodiversidade com elevado valor econômico presente e futuro

sobre a Terra, prioritariamente na mata atlântica e nos Cerrados brasileiros (Myers et al., 2000; Pimm & Jenkins, 2005), é necessária a manutenção da diversidade biológica nas regiões tropicais, de maneira geral. Em especial na América Latina e no Brasil, onde está localizada grande parte de solos de baixa fertilidade química, com deficiência múltipla de nutrientes essenciais na fração mineral, a biodiversidade natural permite garantir a capacidade de suporte natural dos ambientes para a produção agrícola, de forma mais sustentável e mais lucrativa no curto prazo. Isso ocorre tanto por meio do fornecimento de nutrientes essenciais (reciclagem, solubilização, complexação ou quelação, concentração, fixação de N_2 e de CO_2 do ar, ciclagem que evita perdas de nutrientes por lixiviação), do fornecimento de fitormônios de crescimento, de vitaminas e de antibióticos, e da potencialização dos insumos externos utilizados, como por meio da manutenção de populações de patógenos e de parasitas vegetais e animais abaixo de níveis de dano econômico, ao abrigar inimigos naturais específicos e ao manter as plantas sem muito estresse metabólico. Além disso, a biodiversidade garante a função principal do solo, por meio da sua diversidade de estruturas e de dinâmicas radiculares e das rizosferas com seus organismos associados (Waliyar et al., 2003; Uphoff et al., 2006), armazenando água disponível e facilitando a reposição de lençóis freáticos e de aquíferos, fonte para nascentes, poços, atmosfera (umidade relativa do ar), sistemas de irrigação, vegetação em geral, fauna e populações humanas. A biodiversidade relacionada à cultura (Waliyar et al., 2003) também inclui a atividade de microrganismos no interior das plantas de interesse econômico, os quais têm elevado impacto positivo sobre sua nutrição (Chi et al., 2005; Uphoff et al., 2006) e que a adubação e a nutrição mineral convencional não conseguem imitar.

Cada espécie da comunidade vegetal tem sua estratégia de aquisição de nutrientes, de produção de substâncias químicas de defesa, de tipo de excreções e de secreções, de estrutura radicular e de dossel, de associações com outros organismos e de complementaridade, de modo a permitir grande número de indivíduos por unidade de área, sem competição. Além disso, a diversidade de estruturas e de atividades radiculares também protegem, mantêm e restauram a permeabilidade do solo. Isso se torna estratégico quando não há possibilidade de se utilizar insumos externos que permitam a manutenção de espécies cultivadas selecionadas em solos férteis, em especial no caso de híbridos, que possuem menor variabilidade genética do que as variedades parentais. Pode-se lucrar sem uso de insumos externos. Para lembrar, também a diversidade clonal de espécies, como de florestas cultivadas ou de cana-de-açúcar, é necessária em ambientes com maior variação na fertilidade do solo, mas é menos importante em solos mais uniformes, em geral quando com fertilidade

natural elevada ou corrigida. Nesses casos, a maior oferta uniforme de nutrientes, especialmente de nitrogênio e de fósforo, favorece algumas espécies mais exigentes em fertilidade e que assim exercem efeito de competição interespecífico e mesmo intra-específico muito grande, eliminando espécies menos exigentes e muitas vezes a biodiversidade natural. Tal efeito de competição pode resultar em sistemas produtivos pouco ou não sustentáveis. Esse aspecto torna-se problema grave quando se sabe que já existem efeitos de borda regional e efeitos de borda globais por mau uso de fontes nitrogenadas em excesso, tanto em águas como no ar (Vitousek et al., 1997). Segundo Amorim (2006a), mais de 15 kg de nitrogênio por hectare já podem reduzir a biodiversidade.

A importância da diversidade biológica de estruturas e de funções ou de grupos funcionais para a sustentabilidade de um ambiente pode ser facilmente entendida quando se compara um ambiente urbano, uma cidade, cuja população tenha somente engenheiros civis ou médicos ou contadores, com um que possua indivíduos com as mais diferentes funções (enfermeira, médico, professor, eletricitista, pedreiro, encanador, padeiro, cozinheira, lixeiro, artista, desportista, dona-de-casa, etc.). Cidades que dependem economicamente de uma espécie agrícola são insustentáveis, pois, se esta sofrer de uma crise climática ou de mercado, leva todo o sistema econômico da região e a população dependente para a crise. A diversidade de cultivos e de fontes de renda é que permitem a sustentabilidade. Isso torna-se um tema que deveria ser bastante discutido e implementado, pois se verifica que cidades que dependem da agricultura, em geral do agronegócio específico a uma ou até três espécies, também dependem da importação de alimentos de outras regiões, o que as torna insustentáveis e altamente vulneráveis a crises econômicas.

As áreas naturais também podem constituir banco de genes para o futuro, de moléculas orgânicas, de substâncias químicas e de modelos de processos bioquímicos. Esses genes desconhecidos podem ser estratégicos para a área de alimentos, de saúde e de outras atividades. Além disso, a diversidade biológica é fonte de alimentos, de energia, de medicamentos, de fibras e de receita para grande parte da população com baixa renda ou excluída socioeconomicamente, a qual pode chegar à metade da população mundial. Desprovidas desta fonte de sustento e do recurso financeiro, estas pessoas excluídas engrossarão a periferia violenta das cidades, o que agravará o problema da segurança social dos indivíduos mais eficientes e mais competitivos economicamente, reduzindo ainda mais a qualidade de vida destes e de sua família.

A eliminação da diversidade biológica em regiões tropicais representa a destruição de uma farta e complexa teia alimentar sustentável e de uma rede de nascentes e de cursos de água, e a sua substituição por agroecossistemas simples, altamente dependentes de insumos externos, insustentáveis portanto. Ao mesmo tempo, representa a redução drástica da capacidade de suporte biológica natural dos solos em ambientes tropicais, altamente dependente do teor de material orgânico diversificado, em que há direcionamento por vezes acelerado para a degradação ambiental e para a desertificação (com características de ambiente natural primário, que tem capacidade de suporte biológico praticamente nula), tornando o ambiente inóspito, tanto para a vida e como para o lucro. A eliminação da diversidade biológica representa, ainda, a morte de muitas espécies de valor econômico, como a castanheira e o cacaueiro, cuja existência depende de espécies associadas (sociologia vegetal).

Esse processo, que pode ser considerado criminoso contra a economia e a saúde da nação brasileira e da população humana global, se torna mais grave quando for praticado de forma inseqüente por mineradoras, por siderúrgicas, por hidrelétricas e por atividades agropecuárias predadoras. Representa a destruição da infra-estrutura natural essencial para as duas maiores fontes econômicas do País, a agricultura e o ecoturismo, além de agravar as condições de vida na Terra.

Na área da Economia, sabe-se que empresas e mercados diversificados são muito mais sustentáveis do que empresas e mercados dependentes de uma única atividade. A economia de países dependentes da exportação de um ou de poucos produtos para um ou poucos compradores é considerada com cautela e pouco sustentável pelos atores do mercado global. Isso é muito mais dramático quando se trata de manter a capacidade de suporte natural e a sustentabilidade produtiva dos ambientes tropicais, em específico quando as maiores fontes de renda real e potencial sustentáveis são a agricultura e o ecoturismo. Mineração e siderurgia têm vida limitada aos estoques existentes, que são finitos, não renováveis.

Um grande problema é a falta de entendimento do que significam exatamente, do ponto de vista ecológico, diversas terminologias econômicas correntes. Por exemplo, o que se designa crescimento e desenvolvimento econômico, na realidade geralmente significa regressão ecológica, a volta para ambientes inóspitos. Constitui crescimento *uneconomic* (“deseconômico”), com produção maior de *bad's* ou “males”, em lugar de bens, como discute Daly (2005). É a morte do próprio sistema econômico produtivo e especulativo, no médio e no longo prazo, considerando que em torno de 95% do capital global circulante é especulativo, mantido por 5% de capital produtivo, que depende de condições ambientais favoráveis para os sistemas de produção, para

os produtores e para os consumidores. Deve-se encontrar o caminho do meio entre os interesses econômicos e as possibilidades ecológicas, para atender tal demanda antrópica, de forma sustentável (Porter & Linde, 1999), e incluir novos conceitos, tais como o pagamento de serviços ambientais para o agricultor. Nestes serviços enquadram-se os créditos de carbono, de biodiversidade, de madeira sustentável, de água, de energia renovável e de outros fatores (Barrantes, 2000; Gibbs, 2005), como o ICMS ecológico (Torrecilla, 2003), mas que devem ser complementares, já que estamos tratando prioritariamente da manutenção da vida humana, para poder consumir e usufruir esses créditos, e da manutenção do sistema econômico (Primavesi & Primavesi, 2003). Porém, deve-se evitar que algumas ações, como o do crédito de carbono (direito de poluir) ou de neutralização do carbono (*carbon free*), utilizadas para neutralizar a pegada ecológica de alguma atividade, na realidade constituam simples processo de limpeza de consciência de consumidores que continuam perdulários e poluidores, e deve-se passar a reduzir efetivamente a pegada ecológica a níveis aceitáveis (Kanter, 2007; Athayde, 2007).

O termo sustentabilidade foi criado por especialistas florestais europeus no século 18, quando procuravam encontrar o melhor manejo florestal para manter os lucros anuais sustentáveis de determinada área florestada, com desenvolvimento escalonado das plantas. Não poderiam extrair mais do que a capacidade de regeneração florestal. Daly (2005) lembra que os ecossistemas têm limites de crescimento (quantitativo), mas não necessariamente de desenvolvimento (qualitativo), o que deveria ser assim analisado com mais critério. Se a capacidade de suporte biológica natural de um ambiente estiver recuperada e conservada, pode-se ainda implementar essa capacidade por práticas de manejo específico que, nos trópicos, significa mais material orgânico diversificado no solo, mais capacidade produtiva e produtos com maior qualidade ou com mais valor agregado ou diferenciados, que possibilitarão criar novos nichos de mercado. Esse fato fica mais fácil de entender quando se analisa um sistema de produção intensivo de leite em que se utilizam pastagens de gramíneas forrageiras tropicais, o qual possibilita lotação de cinco unidades animais (UA = 450 kg de peso vivo) por hectare sem irrigação e até 10 UA/ha com irrigação. Esse sistema de produção rende anualmente 25% sobre o capital investido na propriedade (incluindo o valor da terra), mais do que a cultura da cana-de-açúcar, promove a melhoria na capacidade de suporte biológico natural do ambiente, possibilita nítida inclusão social e tem a capacidade de atrair a família de volta ao campo, trazendo autoconfiança, auto-estima e dignidade, não somente ao produtor e à família como também ao extensionista. Esse sistema de produção excelente, a rigor, não é sustentável, pois depende de insumos externos. Vislumbra-se

a possibilidade de acelerar a recuperação da capacidade de suporte natural do ambiente com insumos externos, quando possível, e em três a quatro anos realizar a conversão para um sistema de produção menos dependente, que envolva o componente florestal, num sistema silvipastoril, quando se atingiu a fase em que se necessita somente manter a capacidade de suporte natural recuperada. Lembramos que no início, nos ambientes naturais primários, a capacidade de suporte natural era praticamente nula. Essa capacidade foi construída, desenvolvida, pela natureza ao longo dos anos, para permitir o estabelecimento de um ambiente-clímax natural. A reconstrução pode ser acelerada, utilizando tecnologia moderna para reforçar (não substituir) os processos naturais.

Como exemplo chocante de manejo irresponsável, perdulário e destruidor da vocação nacional, temos a ampliação da área agrícola na forma de pastagens manejadas extensivamente, rapidamente degradadas e abandonadas, em especial quando sobre solos marginais ou quando houver superpastejo, com utilização superior à capacidade de suporte natural atual e com emprego intenso de fogo. Os primitivos pastores nômades já sabiam que isso significava a morte para seus rebanhos e para suas comunidades. Porém, o problema do uso perdulário de terras parece ocorrer em escala global (Asner et al., 2004) e deve ser urgentemente repensado e corrigido.

Dispomos de 200 milhões de hectares de pastagens, em franca expansão sobre áreas de elevada biodiversidade florestal, com taxa de lotação de 0,6 UA/ha. Se fosse dobrada a lotação para 1,2 UA/ha ou se fosse utilizada, por exemplo, a integração lavoura-pecuária-florestal, que possibilitaria facilmente aumentar a lotação para 2 a 3 UA/ha por ano, poder-se-ia disponibilizar de imediato 90 milhões de hectares ou mais para a agricultura, ao mesmo tempo em que se poderia frear a “necessidade” de pressão sobre as florestas e outros ecossistemas naturais remanescentes. Dispõe-se também de tecnologias para aumentar a lotação anual para 5 UA/ha sem irrigação e até 10 UA/ha com irrigação, na região climática dos cerrados, as quais possibilitam melhor utilização da área, incluindo rigoroso processo de conservação de solo e de água. Estas ações atenderiam à sugestão de Daly (2005), quanto ao aumento não quantitativo mas qualitativo da área; elas melhorariam a capacidade de suporte biológico natural e permitiriam a preservação da rica biodiversidade tropical brasileira. Segundo cálculos preliminares realizados, a biodiversidade representa no Pantanal o valor anual de US\$ 5.840,00/ha em serviços ambientais e possibilidades de ecoturismo, contra os US\$ 200,00/ha resultantes da pecuária (Seidl et al., 1998, citado por Seidl & Moraes, 2000; Constanza et al., 1997). Deve ser lembrado que os remanescentes de ecossistemas naturais deverão tornar-se peças raras de elevado valor econômico, à semelhança das obras de artistas famosos.

Sá et al. (2001a, b) informaram que, ao se manejar o solo para que ocorra aumento no teor de matéria orgânica e de carbono, não somente para retirá-lo da atmosfera, mas para melhorar a capacidade de suporte dos solos, ocorre facilmente aumento de renda de US\$ 40 e US\$ 80/ha, com milho e soja, respectivamente. Lal (2004) referiu algo semelhante para outros cultivos. Isso acontece porque cada tonelada de carbono adicionada pelo resíduo cultural pode ser transformado em 265 kg/ha de carbono na camada de 0 a 10 cm do solo. O aumento de 1 g/dm³ de carbono na camada superficial (10 cm) do solo pode elevar de 3 a 5 mm (1 mm = 1 L/m²) a capacidade de armazenamento de água, que, se for 5 g/dm³ maior em 10 anos de manejo, pode representar de 65 a 90 mm de água disponível a mais, o que pode resultar em incremento da produção de milho em 5% a 10% ou de soja em 7% a 12%. Essa informação parece que também vale em escala global, pois se verifica que as áreas desérticas (WRI, 2006b) ou em fase de desertificação (USDA, 2006a) mostram baixo regime hídrico (USDA, 2006b) e fazem divisa com as áreas que possuem remanescentes florestais (Greenpeace, 2006). Isso estimula a formulação da pergunta: o regime hídrico deficiente impede o desenvolvimento florestal ou a falta de áreas florestais leva a um regime hídrico deficiente? Se a última for a assertiva correta, resta concluir que os sistemas agroflorestais deveriam ser incrementados, para aumentar o carbono (USDA, 2006c) e a capacidade de retenção de água no solo (USDA, 2006d) e alterar o regime hídrico regional em benefício da agricultura e da qualidade de vida com sustentabilidade.

A sustentabilidade dos sistemas de produção e da sociedade humana somente será alcançada quando se priorizar a qualidade de vida (educação, educação ambiental, visão comunitária, saúde, inclusão social), fundamentada na qualidade ambiental (infra-estrutura ambiental essencial com suas funções ecológicas ou seus serviços ambientais em pleno funcionamento em escala global, com destaque para a disponibilidade de muita água residente que possa ser transpirada e para a atenuação da amplitude térmica). O componente econômico sustentável é a resultante dessa interação entre povo educado e ambiente de qualidade, como mostram diversos estudos de desenvolvimento rural, entre eles o excelente programa integrado “Paraná Rural”, realizado na década de 1980. Com base em exemplos como esse, Primavesi & Primavesi (2003) sugeriram peso de 60% para a qualidade ambiental, de 30% para o aspecto social e de 10% para o aspecto econômico, a fim de se alcançar a verdadeira sustentabilidade. Isso não constitui uma irracionalidade econômica. O raciocínio econômico clássico (a análise custo–benefício) é que necessita ser mudado (Chateau, 2007). É indispensável mudar o modelo de desenvolvimento para um padrão de melhor qualidade ambiental, social e econômica (Abranches, 2007). A seguinte

pergunta conduz a reflexão sobre o tema: em que ambiente se consegue sobreviver durante 30 dias, sozinho, com uma mala repleta de dinheiro, no centro do Saara ou no centro da Amazônia, com fartura em água, complexa teia alimentar e condições climáticas estabilizadas?

As mudanças climáticas resultam não somente do acúmulo de gases de efeito estufa, que socializam globalmente o calor, o ozônio, a fuligem e a poeira (Lorenz & Wagner, 2007) e as amplitudes térmicas das áreas degradadas e em degradação. Assim, essas mudanças climáticas estão forçando a percepção de que devemos parar com a degradação da infra-estrutura ambiental natural e dos seus serviços essenciais, a qual vem ocorrendo nesses 12.000 ou 8.000 anos e mais aceleradamente nos últimos 50 anos. Devemos parar e reverter nosso modo de agir. Para tanto, Beckett (2007) sugeriu que as ameaças climáticas são um perigo que pode nos unir, se formos sábios o suficiente para impedir que nos separe, de modo a agirmos de forma articulada e global. Devemos refletir e ver que ações contra as causas das mudanças climáticas poderão garantir as taxas de crescimento econômico regional e global, e não sacrificar as taxas de crescimento, como se pensa atualmente (Netto, 2007). Isso está levando a um *crash* econômico global previsível, cujas conseqüências levarão décadas para recuperação.

Assim, o impacto das mudanças climáticas pode ser tratado em três frentes: 1) redução de gases de efeito estufa, que retêm calor emitido pela superfície terrestre, 2) parada na degradação de novas áreas e 3) recuperação de áreas degradadas, que irradiam o calor retido pelos gases de efeito estufa, com manejo da paisagem e especialmente dos agroecossistemas, dentro de princípios e de normas ecológicas. Como diz Diallo (2007): “desertificação e mudança climática são os dois lados de um mesmo desafio ambiental”. O elemento-chave é deixar de focar o máximo lucro imediato por hectare de solos agrícolas remanescentes e potenciais (sob florestas) e passar o foco ao aumento do número de pessoas atendidas em suas necessidades básicas por hectare. Isso deve incluir a possibilidade de educação com qualidade ao maior número de pessoas, visando qualificá-las para a recuperação, a manutenção e a melhoria da capacidade de suporte biológico natural dos ambientes. Redução de consumo perdulário de insumos e de recursos naturais, bem como a recuperação e o aumento de produtividade das áreas agrícolas, seriam ações positivas.

Para aqueles que defendem a opinião de que quem está no vermelho ou de barriga vazia não vai se importar com o verde deve ser lembrado que na realidade todos são ardorosos defensores e buscadores do verde, ainda que a maioria do verde celulósico (\$), mas este depende da quantidade, da qualidade e da manutenção do verde clorofílico, a base da teia alimentar, da vida e da sua qualidade, assim como da

economia sustentável. O verde clorofílico depende de solo permeável e de água residente e, em termos globais, do arrefecimento e da estabilização da temperatura nos trópicos. Evidentemente, deve-se atentar também para a redução e para o manejo adequado de resíduos e de rejeitos sólidos, líquidos, gasosos e radiativos, e para a redução drástica, com uso racional, de venenos ou substâncias que podem se tornar nocivas à vida humana e à qualidade ambiental. Os venenos, que incluem os agrotóxicos, podem gerar desequilíbrios nutricionais em vegetais (e por consequência na fauna) e dessa forma reduzir sua qualidade nutritiva e sua tolerância ou sua resistência a pragas e a doenças (Chaboussou, 1987). O ser humano faz parte da teia alimentar e do ambiente, e dele depende. Portanto, precisa cuidar do ambiente natural, base de sustentação dos ambientes artificiais e virtuais. O enquadramento das ações humanas às normas e aos princípios ecológicos determina ações promotoras da vida e da sua expressão nas mais diversas formas e funções (ações positivas, benéficas para grande número de seres vivos, incluindo o próprio ser humano), enquanto o não-enquadramento determina ações destrutivas (ações negativas, maléficas inclusive ao próprio ser humano, que são, portanto, de caráter autodestrutivo). Quais ações o ser humano, com toda a sua inteligência, deveria promover?

Um exemplo ilustrativo de ação integrada é a visão sistêmica da Terra (Gaia) com seus ecossistemas, como se fossem um corpo com seus diferentes órgãos e tecidos, diversificados em estrutura e em função, interagindo em harmonia e recebendo serviços de processos involuntários. Nesse *body view*, verificam-se serviços ambientais automáticos e interdependentes, que atendem a todas as unidades estruturais (células ou indivíduos), tais como respiração, alimentação por meio da circulação do sangue, purificação do sangue, refrigeração por meio da sudorese, defesa por meio do sistema imunológico, renovação e reposição de células velhas ou danificadas, coordenados por órgãos (ecossistemas, centros de influência) específicos, seguindo normas bem estabelecidas e globais. O desenvolvimento de todos os serviços ocorre de maneira harmônica em todo o corpo ao mesmo tempo.

Agora, quando alguns indivíduos celulares de algum órgão (de um ecossistema ou de um centro de influência) específico arrogarem o direito de expressar sua maior eficiência e competitividade, consumindo mais energia, mais nutrientes e mais água do que o restante da comunidade corpórea (ou da comunidade global), vê-se caracterizado o que se chama de processo canceroso, que leva o corpo todo (ou a comunidade global) e sua própria individualidade à falência e à morte, porque o sistema entra em desequilíbrio. Não há crescimento e desenvolvimento equilibrado das células nos componentes e entre os componentes do sistema todo. Assim como a

maior eficiência e a maior competitividade de alguns indivíduos, isto é, o individualismo exacerbado de alguns no tecido social, podem colocar em risco a totalidade, também a inatividade de outros pode gerar problemas ao conjunto todo. Fica claro que não se deve desejar a eficiência e a competitividade máxima, mas um meio termo: não se deseja um carro de fórmula 1 cujo motor agüenta somente de uma a duas corridas, deseja-se um veículo que dure pelo menos cinco anos.

Dessa forma, deve-se compreender que existe a infra-estrutura natural essencial (água residente e solo poroso ou permeável, protegido por vegetação permanente diversificada, que amortença extremos térmicos, evidentemente sem sobrecarga de *lixos* e de *venenos*) a ser mantida em escala local e em escala global, pois são interligadas e interdependentes. Essa infra-estrutura constitui bem comum a todos os indivíduos (de local a globalmente) e está sob jurisdição primária dos governos centrais (federais) que cedem a guarda aos proprietários ou aos usuários da terra. A responsabilidade local direta desse bem comum é dos proprietários de terra e também da comunidade urbana (inclui o governo municipal) em que estão inseridos, a qual usufrui dos benefícios diretos ou indiretos das atividades rurais. Quando algumas comunidades mais pobres não conseguem manter essa infra-estrutura natural essencial, as comunidades mais ricas deveriam contribuir para sua manutenção e para sua recuperação, pois só têm a ganhar com esse procedimento. O que se verifica é justamente o contrário: a comunidade de *primeira classe*, no topo da nave, induz a comunidade de *terceira classe*, que vive no porão, a minerar seus recursos naturais, incluindo a infra-estrutura natural essencial de seu ambiente, o casco da nave e as estruturas funcionais, bem como os serviços essenciais, levando toda a nave, os tripulantes e os passageiros à destruição. Assim, pode-se afirmar que muitos dos que lançam a pergunta “Como combater o aquecimento global sem prejudicar a economia?” ainda não entenderam que a economia depende da manutenção da vida humana saudável e produtiva, sem exclusões, e que esta por sua vez depende da manutenção da vida diversificada e vigorosa da flora e da fauna na superfície da Terra, considerando área continental e oceanos. Por exemplo, a cadeia alimentar nos mares está em fase de colapso, por falta de predadores (espécies que geralmente não podem ser criadas em cativeiro, já que são altamente migratórias) e porque 90% dos peixes do mundo não existem mais, devido à pesca predatória e perdulária e à mineração de alto impacto (Guterl, 2003). Os consumidores humanos constituem a chave para a recuperação e para a conservação da fauna marinha, antes do colapso final (John, 2003).

A legislação ambiental (artigo 104, § único, da Lei de Política Agrícola – Lei 8.171/91) prevê que são isentas de Imposto Territorial Rural (ITR) as áreas de

preservação permanente e as áreas de utilização limitada (reservas legais, reservas particulares do patrimônio nacional, servidão florestal e áreas de relevante interesse ecológico). Entretanto, há necessidade de apresentação anual do ato declaratório ambiental referente a essas áreas ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. Está em discussão na Justiça a necessidade de apresentação periódica desse documento quando a área declarada não sofreu modificação. Além disso, a legislação tributária, mais especificamente o artigo 10 da Lei 9.393/96, também relaciona como isentas do ITR as áreas enumeradas pela Lei de Política Agrícola, além daquelas comprovadamente imprecáveis e que tenham sido declaradas de interesse ecológico pelo órgão ambiental competente e as áreas sob regime de servidão florestal. Ocorre que, ao regulamentar a Lei 9.393/96, o Decreto 4.382/02 condicionou o aproveitamento desse benefício fiscal ao averbamento das mencionadas áreas no cartório de registro de imóveis competente. Além disso, a Lei 9.393/96 estabeleceu em seus artigos 8º e 9º, respectivamente, as seguintes obrigações: 1) entrega do documento de informação e de atualização cadastral do ITR, na hipótese de ocorrência de desmembramento, de anexação, de transmissão (por alienação da propriedade ou dos direitos a ela inerentes, a qualquer título), de sucessão por *causa mortis*, de cessão de direitos e de constituição de reservas ou de usufruto, e 2) entrega anual do documento de informação e de apuração do ITR (Silveira, 2006).

Além do mais, a Constituição Federal de 1988 determina:

Título VII – Da Ordem Econômica e Financeira

Capítulo III – Da Política Agrícola e Fundiária e da Reforma Agrária

(L-008.629-1993 – Regulamentação)

Art. 184 – Compete à União desapropriar por interesse social, para fins de reforma agrária, o imóvel rural que não esteja cumprindo sua função social, mediante prévia e justa indenização em títulos da dívida agrária, com cláusula de preservação do valor real, resgatáveis no prazo de até vinte anos, a partir do segundo ano de sua emissão, e cuja utilização será definida em lei.

Art. 186 – A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:

I – aproveitamento racional e adequado;

II – utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;

III – observância das disposições que regulam as relações de trabalho;

IV – exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Porém, na legislação ainda não está clara a importância da infra-estrutura natural essencial, das florestas e dos ecossistemas naturais remanescentes na região tropical. A fim de que não sejam penalizados os produtores rurais aos quais não é concedido abatimento do ITR referente, por exemplo, às áreas de reserva nativa não averbada, bem como para evitar o estímulo à destruição de coberturas florestais nativas, consideradas lamentavelmente ainda como terras improdutivas e que deveriam ter função social (Martins Júnior, 2006), o que em geral não é verdadeiro na Amazônia (Escobar, 2007), é necessário antes exigir que as terras já desmatadas sejam utilizadas de maneira adequada e penalizar rigorosamente os sistemas produtivos ou outras atividades que levem à degradação ambiental, como colocado neste trabalho. Al Gore, ex-vice-presidente norte-americano ainda coloca que a degradação ambiental é atualmente uma questão puramente política e que deveriam ser taxados significativamente todos aqueles que lançarem *lixos* no ambiente, de forma a tornar mais atrativos economicamente os sistemas de produção limpos (Carranca, 2006). Além disso, Rajan & Zingales (2006), ao verificarem que se necessita salvar o capitalismo apesar dos capitalistas, determinaram que a base de todo o subdesenvolvimento e da tomada de decisões equivocadas está na educação e na capacitação péssimas, desarticuladas e descontinuadas que existem e que continuam assim por vontade geral dos cidadãos em todos os níveis e em todas as escalas, e que pioram em espiral descendente mundo afora. Falta a tomada de decisão drástica de todos os cidadãos, para reverter esse quadro. Talvez somente uma profunda e terrível crise socioambiental e conseqüentemente econômica possa gerar isso, porque a economia global não carece somente de um simples reajuste, mas de uma revisão profunda da filosofia do crescimento ilimitado em detrimento, de forma irresponsável e criminosa, da saúde do planeta e do ser humano (Augusto, 2006). Veríssimo (2006) sugeriu que nos consideremos inquilinos da nave Terra e que tenhamos a mentalidade de locadores que precisam cuidar do patrimônio e que possuem o temor de estar sujeitos ao pagamento de indenização por eventuais danos causados ao bem. É certo que a crise vem!

No caso da mudança climática, causada pela destruição da infra-estrutura natural e das funções ou dos serviços essenciais, não adianta argumentar que os problemas são invenção de cientistas lunáticos e que, se realmente houver problemas daqui a 50 ou 100 anos, isso não seria problema nosso (Sampaio & Nunomura, 2007). O preocupante é que os manipuladores de motosserra, os eliminadores de árvores, ainda se consideram vítimas e reputam “amaldiçoado” o dinheiro recebido, que não traz felicidade, da mesma forma que o garimpo (Sampaio, 2007). É preciso mudar a característica predadora, destruidora ou de força bruta e de regressão ecológica ou de

autodestruição do homem para uma característica criadora, integradora, responsável, solidária e realmente desenvolvimentista. Há necessidade de se sacrificar o estilo de vida dispendioso (Davis, 2007a, b). Talvez não haja nunca um símbolo suficientemente forte para mobilizar o mundo em torno da crise ambiental, até que seja tarde, pois a degradação ambiental ocorre de forma gradual e a humanidade se acostuma com essa graduação e demora a reagir, ou nem consegue mais reagir (Amorim, 2006b). Pode-se considerar que a crise ambiental local-global, de desmonte da infra-estrutura natural e da inativação ou do desequilíbrio dos serviços ambientais essenciais à manutenção da vida e da produção, se assemelha à crise aérea brasileira, que, num mundo globalizado, afeta não somente a população brasileira mas também processos normais de muitos outros países. Que vergonha global, causada por politicagens, por individualismo e por interesses não coletivos ou não comunitários locais-globais! Hohnberger et al. (2005) sugeriram a mudança radical no comportamento do ser humano, também com relação a seus semelhantes, e a maneira pela qual deveria ser feita, com base na educação das crianças. Outros autores propuseram que se desenvolva consumidores conscientes e responsáveis (Nogueira, 2005) e que se restabeleça o relacionamento dos consumidores com a Natureza (Wade, 2006). A visão individualista predominante atualmente, de quem teima em não querer saber de que há mais gente dividindo o mesmo espaço, deve ser substituída por uma visão comunitária local e mesmo global, pois também sofremos influência de comunidades longínquas. Deve ser cultivado o compromisso coletivo, o comprometimento da sociedade como um todo, sem distorção de valores. É necessário abandonar aquele pensamento ultrapassado de ermitão, de que o meu “camarote independente” ou a minha “república” (atividade, estado, país), com suas potencialidades, é o melhor e o mais importante e o resto que se dane, e perceber que devemos lutar pela conservação e pela recuperação da nave inteira (planeta Terra), que, se afundar, leva o camarote junto. Existe responsabilidade de todos pelo todo. O aumento da insegurança em nossa sociedade nada mais é do que o reflexo dessa exclusão do próximo de nossas vidas, negando-lhe educação, trabalho, renda e acesso aos bens essenciais à manutenção da vida, situação que não vai se resolver com cadeia ou com força policial. Porém, Resende (2007) levantou um fato preocupante para os que esperam soluções, já que as ferramentas e os conhecimentos estão disponíveis, que é a desintegração do espírito público da população, pois a democracia e a modernidade criaram as massas anônimas, desintegraram as pequenas comunidades sem criar uma nova “grande comunidade”. Os cidadãos estão muito centrados em si mesmos, para se preocupar com políticas públicas regionais e globais, exceto as de cunho estritamente local. A desintegração

do espírito comunitário resulta em desaparecimento do espírito público e geralmente aumenta os custos públicos pelo resultado de atos individualistas não harmonizados com as normas da natureza e da comunidade. Deveria haver uma comunidade articulada para discussão e para compreensão dos seus valores e das suas aspirações. Assim, o desafio é reencontrar o sentido da comunidade perdida e restabelecer a comunicação perdida, a discussão, o debate, a interação entre as pessoas, a construção participativa da genuína opinião pública que visa o bem-estar da comunidade local-global de forma sustentável. Assim, sem participação ativa na vida comunitária não há comunidade, não há opinião, não há anseios, não há valores a serem defendidos. Esse fato é agravado pela falta de estadistas, de homens que pensam nas gerações seguintes, não só em política, em ideologia e em corrupção, e que planejem e que atuem de acordo com as necessidades atuais e de acordo com as necessidades futuras (Eliezer Batista, citado por Pamplona, 2007) num estado de direito (Pei, 2007). A isso se agrega falta de vontade política, falta de educação da população e falta de transparência (Paraguassú, 2007). Esse problema é global, já que se verifica, por exemplo na China, que o gargalo à continuidade do crescimento econômico é a deterioração social e ambiental (Lampreia, 2007), incluindo produtos de baixa qualidade e perigosos para a saúde (Kahn, 2007). Uma das causas piores é a atitude hostil da elite política e da classe média contra os menos eficientes, os pobres (William Cobbett, citado por Duran, 2007b), num mundo cada vez mais veloz, mais tecnológico, mais excludente e mais desumano, e que, porém, são necessários para o sistema político e econômico funcionar.

Na área econômica globalizada, corrupção, venalidade, nepotismo, violência, cobiça por dinheiro, já ocorrentes na Companhia das Índias Orientais, resultando em pura pilhagem, atualmente transferidos para o mundo virtual da especulação, ultrapassam qualquer compreensão racional de sustentabilidade. O abuso do poder de mercado, a cobiça corporativa, a exuberância irracional dos mercados financeiros e a destruição das economias tradicionais locais e regionais, ou seja, o capitalismo monopolista, que solapa tanto a liberdade como a justiça, e a forma de administração de empresas controladas por acionistas, que termina em negligência, malversação e desperdício, necessita ser controlado. O poder de mercado da corporação, tanto pública como privada, necessita ser restringido para impedir que fornecedores sejam pressionados e consumidores, explorados. O poder político da grande empresa necessita ser limitado, a fim de evitar que manipule as regras e os regulamentos que lhe propiciem proteção e subsídios públicos indevidos. Sistemas judiciais claros e de aplicação prática necessitam ser implementados, para responsabilizar as corporações por qualquer dano que venham causar à sociedade ou ao ambiente (Robins, 2005).

No nível nacional, o capitalismo deve ocorrer em democracias mais representativas e mais solidárias, com reforma na gestão pública, sem destruir o sistema social relacionado à saúde, à educação e à capacitação, à oportunidade de trabalho, à distribuição de renda. Essa solidariedade interna, embora tenha um custo elevado, leva à maior coesão social, origem de maior eficiência e de maior competitividade (Bresser-Pereira, 2005). Por sua vez, essa solidariedade praticada na forma de associativismo ou de cooperativismo, e que cria um espaço público cultural e crítico, em que o dinheiro deixa de ser medida de riqueza e a auto-organização libera os indivíduos da impotência e da dependência do emprego, em que trabalho é algo que se faz e não algo que se tem, com produção em comum a serviço de necessidades comuns, se chegará a uma sociedade de multiatividade mais justa e sustentável (Gorz, citado por Safatle, 2005). Além disso, onde a opinião pública se rarefaz, está subdividida e desvirtuada em dezenas de ilhotas separadas entre si, a política perde sua eficácia e sua razão de ser (Kujawski, 2006).

Com respeito à educação da população, a “alfabetização científica”, também relacionada ao manejo ambiental coerente, deve ser participativa, aproveitar a vivência de cada pessoa e mostrar que existe um pensador, um descobridor dentro de cada um. Deve-se aprender praticando e assim poder fazer afirmações fundamentadas e encarar as relações com outras pessoas com mais segurança. Deve-se visar a formação de um cidadão pensante, que possa observar, investigar, raciocinar, discutir os resultados e entender o mundo que o cerca, e que seja capaz de tomar decisões (Girardi, 2007a). No caso dos jovens, deve-se permitir que se sintam úteis na vida e para a comunidade, o que é um passo para combater a ignorância e a conseqüente violência. Porém, os países em desenvolvimento, nos quais os recursos naturais são mais degradados, e que dependem da exportação de recursos naturais ou de produtos primários, que ainda abundam, sofrem de um tipo de “maldição da abundância de recursos”. Isso resulta em falta de responsabilidade, em rapinagem, em riscos de expropriação, em corrupção, em guerras, em violência, em tolerância a políticas econômicas nocivas e em expansão do Estado clientelista e assistencialista (Nakano, 2007; Arezki & Ploeg, 2007) e necessita ser enfrentado com educação e profissionalismo nas ações locais–globais. Enquanto houver no mundo gente que vive mal, ninguém estará seguro (Luzzani, 2004).

Fica assim lançado o desafio a todos para o exercício de desenvolver sua capacidade adormecida de uma visão mais integradora, que: 1) permita perceber a interdependência e a vinculação direta do ser humano à natureza, em escala global e 2) possa servir de guia para o planejamento regional de ações locais de recuperação e de conservação da infra-estrutura natural e de suas funções (serviços essenciais), pois

essa nada mais é senão a própria coluna de sustentação da casa global que habitamos. Isso deve ser aliado à ética socioambiental (Astyk, 2006; Wade, 2006). É por meio desse exercício e da articulação de um grande mutirão para capacitação, para reavaliação e para geração de novas idéias e de soluções e da adequação das práticas agrícolas empregadas em ambientes tropicais, mais especificamente no âmbito das pesquisas agrícolas, que seremos capazes de melhorar efetivamente a qualidade de vida da população humana e ter ganhos de maneira sustentável. Bernardinho, treinador da equipe de vôlei masculino, em entrevista televisionada (dezembro de 2006), afirmou que “as coisas darão certo quando se desenvolver uma consciência coletiva, nos entendermos como um time verdadeiro, em que somos todos talentos complementares”, e que “a única forma de sobrevivência das pressões do dia-a-dia é ter disciplina em tudo para se alcançar os objetivos, procurar ser o melhor e não cometer os mesmos erros!”. Isso vale para nosso relacionamento com o local-global e vice-versa. Todo cidadão tem responsabilidades pelos seus atos e pelas suas omissões e a natureza cobra de forma implacável as transgressões de suas normas; isso inclui os custos públicos causados por atos altamente individualistas, com acidentes, doenças, alterações climáticas e outros. Segundo o filósofo Voltaire, a moderação é o tesouro do sábio! Será que realmente estamos agindo como *Homo sapiens*?

Portanto, podemos concluir que:

1. O aquecimento global é fruto do calor em excesso ($>300 \text{ W/m}^2$) gerado por áreas degradadas e em fase de degradação, aridizadas e desertificadas. Essa geração ocorre em pulsos, dependendo da estação do ano, da hora do dia e da nebulosidade ou do sombreamento da superfície.
2. As áreas degradadas secam, esquentam, reduzem a umidade relativa do ar e geram térmicas, brisas e ventos fortes, independentemente do efeito estufa. Em áreas degradadas faltam água, sombreamento da superfície seca e estruturas vaporizadoras. Deve-se priorizar a redução da intensidade das térmicas.
3. As superfícies secas e expostas ao sol, nos trópicos e nos subtrópicos, apresentam grande amplitude térmica, que gera pulsos de calor e de frio.
4. Os gases de efeito estufa trouxeram à tona esse problema muito grave, que é a degradação ambiental, cuja solução vem sendo adiada a centenas de anos pela humanidade, mediante adaptação às situações de menor capacidade de suporte biológico ou ampliação da destruição de áreas nativas desenvolvidas.

5. Os gases de efeito estufa redirecionam e socializam globalmente o calor gerado em excesso, com auxílio dos ventos, e acentuam os efeitos deletérios da degradação ambiental, como as amplitudes térmicas, os ventos fortes, a seca e a baixa umidade relativa do ar.
6. As áreas degradadas e as más práticas de modo de vida e de manejo ambiental geram calor e gases de efeito estufa em excesso.
7. A infra-estrutura ambiental natural existente garante serviços ambientais essenciais para viabilizar a vida e a produção agropecuária e florestal.
8. A infra-estrutura natural é constituída por água residente, em solo permeável, protegido por vegetação diversificada permanente e seus resíduos.
9. Os serviços ambientais essenciais primários são a disponibilidade de água e a estabilização de temperatura e de umidade relativa do ar.
10. A natureza possui normas, segue essas normas e penaliza, inclusive com pena de morte, quem não se adequar a elas. Os fundamentos ecológicos são parte dessas normas.
11. Devem ser priorizadas práticas de recuperação e de conservação, em relação às propostas de adaptação e de mitigação.
12. Deve-se parar a degradação de novas áreas e realizar boas práticas de manejo.
13. É possível recuperar as áreas degradadas com técnicas de reflorestamento e com boas práticas de manejo de solo e de água.
14. Solos tropicais necessitam retorno suficiente de material orgânico para ampliar sua capacidade de suporte biológico e tornar os insumos mais eficazes.
15. As áreas desmatadas e utilizadas para a agropecuária deveriam incorporar práticas de conservação, de recuperação e de intensificação de produção, seguindo técnicas de boas práticas de manejo, a fim de se garantir áreas produtivas, eliminar áreas produtoras de calor em excesso e postergar a necessidade de se desmatar novas áreas.
16. Árvores constituem primordialmente estruturas naturais de vaporização e de estabilização térmica e que proporcionam sombra, mais do que somente o seqüestro de carbono. Em regiões tropicais e em regiões subtropicais os reflorestamentos, os quebra-ventos e os sistemas agrossilvipastoris adequadamente alocados, além das práticas que mantêm o solo sombreado, são as ferramentas mais eficientes de combate ao aquecimento global e às mudanças climáticas.
17. É mais barato e mais fácil recolonizar as áreas degradadas, aridizadas e desertificadas do planeta do que tentar criar condições de colonização do espaço, da Lua e de Marte pelas futuras gerações.

18. Para controlar o aquecimento global, deve-se recuperar as áreas degradadas continentais produtoras de calor em excesso, além de reduzir a quantidade dos gases de efeito estufa.
19. O multiuso e o uso multifuncional da terra são necessários, além da redução do consumo perdulário de insumos e de recursos naturais, para reduzir a pegada ecológica dos cidadãos.
20. É necessário melhorar a educação ambiental da população, com visão global integrada, apontar as responsabilidades de cada indivíduo e reconstruir processos com a visão do coletivo local ao global.
21. Se continuar a degradação de áreas produtivas e de áreas e de estruturas estabilizadoras térmicas e vaporizadoras, e se continuar o consumo perdulário de recursos naturais e de insumos, vai reduzir a disponibilidade de área para sustentar o elevado padrão de consumo da população de países chamados desenvolvidos, com grande pegada ecológica, independentemente do aumento populacional ou dos gases de efeito estufa, com conseqüente colapso do sistema de vida e de economia atual.
22. Necessita-se adquirir visão global generalista, para planejar o manejo regional integrado e continuado das ações locais especializadas, considerando suas características e soluções de manejo específico.
23. Nos mapas e nas imagens globais, o Brasil ainda desponta como território menos degradado e com o maior potencial de produção e de estabilização climática nas regiões tropicais e subtropicais. Vamos deixar degradar o que ainda persiste?
24. Existem soluções para resolver a crise socioambiental, mas a história mostra que o ser humano somente começa a pensar em mudar sua rotina quando a crise não tem mais volta. Será que dessa vez pode ser diferente, companheiros tecnológicos e ambientalistas, financistas e especuladores de sucesso? Será que pode ser estabelecido um mutirão global para investir na recuperação e na conservação da nave Terra, que já está bastante degradada, avariada, especialmente no porão, na casa de máquinas e no casco: vaporizadores foram arrancados e estabilizadores térmicos foram diminuídos em número; o fornecimento de água (pluvial) foi desregulado, levando a inundações ou a seca e a água foi poluída e contaminada; os motores foram desregulados e transformados em grandes produtores de fumaça, tornando o ar irrespirável; o casco foi corroído e quase não pode exercer sua função; o estoque de energia está no fim; falta água e comida em alguns compartimentos; há muito lixo acumulado, com multiplicação de pragas, como de ratazanas transmissoras de doenças e que atacam passageiros; há muitas faíscas de curtos-circuitos, muitos incêndios; há falta de botes salva-vidas; os passageiros

da primeira classe desatenta realizam festas perdulárias, sem perceber que serão vítimas conjuntas do grande desastre no “sucato” e que poderiam ajudar a evitar? Será como um suicídio coletivo programado, desejado e inútil!

25. Os ambientes artificiais (cidades) e os virtuais dependem da integridade das estruturas e dos serviços ambientais naturais. Assim, como os fanáticos do verde celulósico, os ambientes artificiais dependem desesperadamente da ocorrência do verde clorofílico, que ocorre em abundância onde houver biodiversidade, solos permeáveis e água residente.
26. Podemos estar animados porque se conhece onde residem os problemas fundamentais da mudança climática, que podem ser eliminados, e porque existem conhecimentos e tecnologias disponíveis para o enfrentamento. Porém, estamos desesperançosos de que haja vontade política e econômica, e entendimento suficiente da população para uma ação coordenada e integrada global, em escala suficiente para resolver o problema. Por último, estamos felizes em verificar que existe uma Lei natural maior verdadeiramente justa, que realiza a vida e que dá esperança, consolo e suprimento aos justos e aos fiéis na partilha, na colaboração, na proteção e na multiplicação da vida; que tem 100% da compreensão da realidade, frente a uma ciência que mal consegue perceber 10% da realidade universal, já que os outros 90% permanecem matéria escura, incompreensível para o ser humano, de acordo com os físicos de alta energia (Capra, 1983).

Agradecimentos

Supremos ao Criador muito fiel, por nos permitir ser canal de difusão dessa visão integrada global de sustentabilidade da vida humana sobre a Terra. Nossa gratidão especial aos colegas Edison Beno Pott (Médico Veterinário), Maria Luiza Franceschi Nicodemo (Zootecnista) e Richard Jakubaszko (Jornalista), pela discussão crítica do tema e fornecimento de material auxiliar.

Referências bibliográficas

AB'SABER, A. N. Mudanças climáticas e a reprise do calor. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 82-89, 2007.

ABRANCHES, S. A recriação da mata. 2007. Disponível em: <<http://arruda.rits.org.br/oeco/servlet/newstorm.ns.presentation.NavigationServlet?publicationCode=6&pageCode=83&textCode=23562>>. Acesso em: 14 ago. 2007.

ABRANCHES, S. Cuidar do clima global é cuidar do Brasil. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 59-63, 2007.

AGÊNCIA FOLHA. Terremoto atinge divisa do Acre e Amazonas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, v. 87, n. 28599, 22 jul. 2007. p. C11.

ALLEN, L. H. Rising temperature and plant productivity. **Agricultural Research**, v. 54, n. 8, p. 21, 2006. (Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/aug06/plant0806.htm>>).

ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; GRANEK, E.; RAVEN, P. (Eds.). **Biodiversity: connecting with the tapestry of life**. Washington, DC: Smithsonian Institution, Monitoring and Assessment of Biodiversity Program, President's Committee of Advisors on Science and Technology, 2001. 32 p. Disponível em: <<http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/wildlife/primermedres.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2006.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 592 p.

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Florestas para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia**. Belém: Imazon, 1998. 130 p. Disponível em: <<http://www.rebraf.org.br/consafs/textos/ferramentas/Manual%20Campo%20D&D%20SAF.pdf#search=%22agroflorestas%20manual%22>>. Acesso em: 30 out. 2006.

AMDHSA – AGÊNCIA MANDALLA DE DESENVOLVIMENTO HOLÍSTICO E SISTÊMICO AMBIENTAL. **Como montar uma mandala**. 2006. Disponível em: <<http://www.agenciamandalla.org.br/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=45>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

AMORIM, C. Biodiversidade: nitrogênio, outra ameaça ao planeta. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 maio 2006a. p. A19.

AMORIM, C. Clima: países debatem crise ambiental. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 5 nov. 2006b. p. A29.

AMORIM, C. É proibido cortar. E a castanheira morre em pé. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 126, n. 40885, 25 set. 2005. p. A27.

ANGELO, C. Corrente do Golfo enfraqueceu, diz estudo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 1º dez. 2005. Disponível em: <http://ctjovem.mtc.gov.br/index.php?.action=/content/view&cod_objeto=21331>. Acesso em: 26 abr. 2006.

AREZKI, R.; PLOEG, F. **Can the natural resource curse be turned into a blessing?** The role of trade policies and institutions. International Monetary Fund - IMF, 2007. 36 p. (IMF Working Paper, 07/55). Disponível em: <<http://www.iue.it/Personal/RickvanderPloeg/Arezki%20Resource%20CurseIMF.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2007.

ARINI, J. Como o aquecimento global vai afetar o Brasil. **Revista Época**, n. 463, p. 62-69, 2 abr. 2007.

ARMANDO, M. S. **Agrodiversidade**: ferramenta para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 23 p. (Documentos, 75). Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/doc075.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2006

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. S.; CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular Técnica 16). Disponível em: <<http://www.cenargen.embrapa.br/publica/trabalhos/ct016.pdf#search=%22goetsch%20ernst%20agrofloresta%22>>. Acesso em: 30 ago. 2006.

ARNAUD, C.; JOYEUX, M.; GARRE, C.; GODIN-RIBUOT, D.; DEMENGE, P.; RIBUOT, C. Free-radical production triggered by hyperthermia contributes to heat stress-induced cardioprotection in isolated rat hearts. **British Journal of Pharmacology**, v. 135, p. 1776–1782, 2002. Disponível em: <<http://www.nature.com/bjp/journal/v135/n7/abs/0704619a.html>>. Acesso em: 26 abr. 2007.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Berna: International Potash Institute, 1975. 452 p. (cap.14. Response to fertilizers in relation to environment).

ARRUDA, R. Biólogo dá bom exemplo com tipo orgânico. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006a. p. A25.

ARRUDA, R. Boa parte da madeira sai das terras do MST. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 27 fev. 2005b. p. A4.

ARRUDA, R. Produção sem controle de camarão avança sobre manguezais. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006b. p. A24.

ARRUDA, R. Valor bilionário da madeira levou ao fim de 14% da floresta em 30 anos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 27 fev. 2005a. p. A4.

ARS – ANDREW RADER STUDIOS. **Geography4kids**: earth energy. 2007. Disponível em: <http://www.geography4kids.com/files/en_balance.html>. Acesso em: 30 mar. 2007.

ARTAXO, P. A composição da atmosfera amazônica e suas implicações climáticas. **Folha Amazônica**, v. 8, n. 12, p. 5, 2004. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/documentos/Folha-12.pdf#search=%22manejo%20sustentavel%20floresta%20amazonica%20INPA%22>>. Acesso em: 28 set. 2006.

ARTAXO, P.; GATTI, L. V.; LEAL, A. M. C.; LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; LARA, L. L.; PAULIQUEVIS, T. M.; PROCÓPIO, A. S.; RIZZO, L. V. Atmospheric chemistry in Amazonia: the forest and the biomass burning emissions controlling the composition of the Amazonian atmosphere. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 185-196, 2005.

ARZABE, C. Cerrados do Meio-Norte: pressupostos para o ecodesenvolvimento. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 28 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 73).

ARZABE, C. Nas trilhas da complexidade. **Conceitos**, v. 7, n. 5, p. 63-66, 2002.

ASNER, G. P.; ELMORE, A. J.; OLANDER, L. P.; MARTIN, R. E.; ARRIS, A. T. Grazing systems, ecosystem responses, and global change. **Annual Review of Environmental Resources**, v. 29, p. 261-299, 2004.

ASSIS, T. R. P.; MELO, A. P. G.; SILVESTRE, L. H. Água, produção e tecnologias: uma análise da relação entre populações rurais e ambiente no alto Jequitinhonha-MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, ABEP, 14., 2004, Caxambu, MG. **Anais...** 11 p. Disponível em: <www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_440.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2006.

ASTYK, S. Ethics of biofuels. **Energy Bulletin**. 2006. Disponível em: <<http://www.energybulletin.net/24169.html>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

ATHAYDE, E. Descarbonizando o carnaval da Bahia. **Folha de São Paulo**, 18 fev. 2007. p. A3.

AUGUSTO, S. Sobre peixes, cavalos e gente gorda: uma série de verdades incoerentes revelam a que ponto pode chegar o estrago provocado pelo aquecimento global. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 5 nov. 2006. p. J6.

AUSTIN, J. E.; CHU, M. Business and low-income sectors: finding a new weapon to attack poverty. **ReVista, Harvard Review of Latin America**, v. 6, n. 1, p. 3-5, 2006. Disponível em: <http://drclas.fas.harvard.edu/revista/files/45743a2e80eb3/revista_fall06_print.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

AVILA-PIRES, F. D. **Fundamentos históricos da Ecologia**. Ribeirão Preto: Holos, 1999. 298 p.

AZAR, C.; HOLMBERG, J.; LINDGREN, K. Methodological and ideological options: socio-ecological indicators for sustainability. **Ecological Economics**, v. 18, p. 89-112, 1996.

AZEVEDO, T. R.; TARIFA, J. R. **O ritmo semanal das atividades humanas e o clima na região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 2001. 17 p. Disponível em: <<http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorios/lcb/az/TA008.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2007. (Textos do Laboratório de Climatologia e Biogeografia, Série TA, n. 008).

AZSC – ARIZONA SOLAR CENTER. Solar architecture main page. **Passive solar heating and cooling design**. 1. Introduction to solar energy. 2007. Disponível em: <<http://www.azsolarcenter.com/design/passive-1.html>>. Acesso em: 26 fev. 2007.

BANET – BOLSA DO AGRONEGÓCIO. **Obras de captação de água.** 1998. Disponível em: <http://www.banet.com.br/construcoes/uso_geral/obras_de_captacao_de_agua.htm>. Acesso em: 30 maio 2007.

BAPTISTA, M. Hidrologia urbana: tecnologias compensatórias em drenagem urbana. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da UFMG, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte-MG. 90p. Disponível em: <www.ehr.ufmg.br/docsehr/posgrad29.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2007.

BARICH, R.; AVISHAI, N.; RABINOWITZ, C. UV incites diverse levels of DNA breaks in different cellular compartments of a branching coral species. **The Journal of Experimental Biology**, v. 208, p. 843-848, 2005.

BARRANTES, G. **Aplicación de incentivos a la conservación de la biodiversidad en Costa Rica.** Costa Rica: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad - IPS, Instituto Nacional de Biodiversidad - INBio, 2000. 28 p. (Estudo de Caso. Documento preparado para o Sistema Nacional de Áreas de Conservación do Ministério de Ambiente y Energia de Costa Rica).

BARRETT, J.; VALLACK, H.; JONES, A.; HAQ, G. **The eco footprint of York:** York lifestyles and their environmental impact. York: Stockholm Environment Institute – SEI, 2002. 20 p. Disponível em: <<http://www.york.ac.uk/inst/sei/ecofootprint/Eco%20Footprint.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

BARRO, A.; ZOUGMORE, R.; TAONDA, S. J. B.; ZIGANI-OUEDRAOGO, P. **Dry soil tillage tines RS8 and IR12:** two efficient tools for zaï technique mechanisation in the Sahel. In: WORLD CONFERENCE ON SOIL - WCSS, 17., Thailand, 2002. 9 p. (Symposium n. 22, paper n. 516). Disponível em: <<http://www.idd.go.th/Wcss2002/papers/0516.pdf#search=%22Mando%20za%C3%AF%20holes%22>>. Acesso em: 30 out. 2006.

BARROS, L. C. Projeto barraginhas para captação de águas superficiais de chuvas, recuperação de áreas degradadas e revitalização de mananciais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVAS, 5., 2005, Teresina, PI. 6 p. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/5%20Simp_Luciano_%20Cordoal%20Projeto%20Barraginha.pdf>. Acesso em: 28 out. 2006.

BAYER CROPSCIENCE. **Sistema Mandalla.** 2006. Disponível em: <http://www.bayercropscience.com.br/CRP/projetos_sociais/mandalla/sistema_mandalla.asp>. Acesso em: 28 fev. 2007.

BECK, L. Corte seletivo seca a floresta amazônica, diz pesquisador. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 126, n. 40913, 23 out. 2005. p. A29.

BECKETT, M. Alarme para a maior ameaça à segurança global. **Folha de São Paulo**, 29 abr. 2007. p. A3.

BEETZ, A. **Agroforestry overview.** Fayetteville, Arkansas: ATTRA, 2002. 16 p. Disponível em: <<http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/agrofor.pdf>> e <<http://attra.ncat.org/attra-pub/agroforestry.html>>. Acesso em: 30 out. 2006.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecología**: individuos, poblaciones y comunidades. Barcelona: Ediciones Omega, 1988. 951 p.

BENOIT, G. R.; KIRKHAM, D. The effect of soil surface conditions on evaporation of soil water. **Soil Science Society Proceedings**, v. 27, n. 5, p. 495-498, 1963.

BERNARDO, S. Irrigação: total, suplementar, com déficit e de salvação. **Revista Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 71/72, 3º e 4º trimestre, p. 64-68, 2006.

BEZERRA, J. A. O círculo da vida. **Globo Rural**, 2006. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC738707-1641,00.html>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. Paleoenvironmental changes in Brazil. In: PRANCE, G. T. (ED.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. p. 27-40.

BISCAIA, R. C. M. Perdas de solo em diferentes tipos de preparo para a sucessão trigo-soja, sob chuvas naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 1978. p. 237-246.

BLANES, J.; ARAUJO, M.; LEOPOLDINO, F. S.; SILVA, L. A. M.; SOUZA, W. L. **Zona tampão da reserva biológica de Una-Bahia**: fomento a implantação de sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas. Ilhéus: Instituto de Estudos Sócio-ambientais do Sul da Bahia, 1998. 4 p. Disponível em: <<http://www.iesb.org.br/biblioteca/safs.pdf#search=%22agroflorestas%20manual%22>>. Acesso em: 30 out. 2006.

BLAUSTEIN, A. R.; KIESECKER, J. M. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. **Ecology Letters**, v. 5, n. 4, p. 597-608, 2002.

BLAY, D.; BONKOUNGOU, E.; CHAMSHAMA, S. A. O.; CHIKAMAI, B. **Rehabilitation of degraded lands in sub-saharan África**: lessons learned from selected case studies. Forestry Research Network for Sub-Saharan Africa (Fornessa), International Union of Forest Research Organizations, 2004. Disponível em: <http://www.etfrn.org/ETFRN/workshop/degradedlands/documents/synthesis_all.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2006.

BOFFA, J. M. Biophysical factors in parkland management: influence of trees on microclimate. In: BOFFA, J. M. **Agroforestry parklands in sub-Saharan Africa**. Chapter 3. Rome: FAO, Forestry Department, 1999. (FAO Conservation Guide, 34). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/x3940e/X3940E05.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

BONADIO, L. F.; TUPY, O.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; CAMARGO, A. C. de. **Impacto social de inovações tecnológicas na agricultura familiar: tecnologias para produção de leite**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 44 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 44).

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; PRADO, N. J. S.; FONSECA, E. M. B. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 28 p.

BOURSCHEIT, A. Desertificação: 30 milhões de brasileiros ameaçados. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 5 jun. 2006. p. H1.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Um outro capitalismo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 16 out. 2005, p. A3.

BRISTOW, M.; ANNANDALE, M.; BRAGG, A. **Introduction to tropical agroforestry for indigenous communities**. Kingston, Australia: Rural Industries Research & Development Corporation – RIRDC, 2003. 22 p. Disponível em: <<http://www.rirdc.gov.au/reports/AFT/03-109.pdf#search=%22agroforestry%20tropics%22>>. Acesso em: 31 out. 2006.

BRITO, A. Estrangeiro busca ouro no Pará: garimpos do Tapajós já extraíram 600 toneladas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006. p. B12.

BRITO, A. WWF quer rever impacto do álcool no ambiente. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 1º abr. 2007. p. B13.

BROOKFIELD, H.; PADOCH, C.; PARSONS, H.; STOCKING, M. A. (Eds.). **Cultivating biodiversity: understanding, analysing & using agricultural biodiversity**. Practical Action Publishing, Warwickshire-UK, 2002. 292 p.

BROWN, L.R. **Lençóis freáticos em declínio na China poderão brevemente causar elevação mundial nos preços de alimentos**. Disponível em: <www.wwiua.org.br/alerta03.html>. Acesso em: mar. 2003.

BRUINSMA, J. (Ed). **World agriculture: toward 2015/30**. An FAO Perspective. London: Earthscan, Rome: FAO, 2003. 444 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/Y4252E/y4252e06.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

BRUM, I. Terra treme sem parar em Andes, Bebedouro, SP. **Diário de São Paulo**, 20 maio 2007. p. A4.

BUNCOMBE, A. Fim da calmaria. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006. Mais!, p. 9. Ou: Climate change: eyes on the hurricane debate. The New Zealand Herald, August, 26, 2006. Disponível em: <http://www.nzherald.co.nz/category/story.cfm?c_id=26&objectid=10398087>. Acesso em 28 set. 2006.

CALDAS, W. Baudrillard: obra que não permite consenso. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 11 mar. 2007. p. D10.

CAMARGO, A. C. de; NOVO, A. L. M.; NOVAES, N. J.; ESTEVES, S. N.; MANZANO, A.; MACHADO, R. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 285-319.

CAMARGO, A. C.; NOVAES, N. J.; ESTEVES, S. N.; NOVO, A. L. M.; MANZANO, A.; TUPY, O.; FREITAS, A. R.; FARIA, V. P. Atualização técnica de extensionistas que atuam na atividade leiteira em propriedades familiares no Estado de São Paulo. In: MOURA, J. C.; FERRÃO NETTO, V. A. A. (Eds.). **Os caminhos da assistência técnica à agricultura**. (Anais do Congresso Brasileiro de Assistência Técnica à Agricultura, 2004, Piracicaba). Piracicaba: FEALQ, AGROESP, 2004. p. 304-314.

CAMARGO, L. A agonia dos oceanos: cinco situações-limite mostram o nível alarmante de deterioração dos mares causada pela ação humana. **Veja**, São Paulo, v. 39, n. 38 (setembro), p. 98-103, 2006.

CAMARGO, R. **Zona de convergência intertropical**. 2004. Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA15/AULA15.html>>. Acesso em: 28 abr. 2006.

CAPOZZOLI, U. Origem do aquecimento: a febre da Terra. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 8-17, 2007.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CAPRA, F. **O tao da física**. São Paulo: Cultrix, 1983. 260 p.

CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coord.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.

CARMO, J. B.; ANDRADE, C. A.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C. Disponibilidade de nitrogênio e fluxos de N₂O a partir de solo sob pastagem após aplicação de herbicida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 843-852, 2005.

CARRANCA, A. A poluição é uma questão política e, por isso, difícil de resolver. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 15 out. 2006. p. A27.

CARRUTHERS, J. **Rural women as agents of change and development in the near East and north Africa**. 2005. Regional workshop held by the International Fund for Agricultural Development (IFAD) and the Fund for Integrated Rural Development of Syria (FIRDOS). Disponível em: <<http://www.ifad.org/nena/events/speech.htm>> e <<http://www.ifad.org/nena/events/index.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

CASSEL, G. A atualidade da reforma agrária. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 4 mar. 2007. p. A3.

CASSOL, D. Areia ameaça o pampa: solo do sudoeste gaúcho sofre processo de arenização. **Problemas Brasileiros**, São Paulo, v. 42, n. 362 (mar/abr), 2004. Disponível em: <www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc/pb/artigo.cfm?Edicao_Id=182&breadcrumb=1&Artigo_ID=2749&IDCategoria=2793&reftype=1>. Acesso em: 15 mai. 2007.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Eds.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR, 1996. 312 p. (Anais do Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 8., 1990, Londrina).

CASTRO, F. Reflexos do desmatamento. **Agência Fapesp**. 2007. Disponível em: <http://www.agencia.fapesp.br/boletim_dentro.php?id=7045> ou <<http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NasaNews/2006/2006091923131.html>>. Acesso em: 30 maio 2007.

CASTRO, O. M. Sistemas conservacionistas no Brasil: a experiência no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993. **Resumos...** v. 1. Goiânia: SBCS, 1993. p. 77-78.

CAVALLARI, M.M. Retorno à barbárie? **Revista Época**, n. 463, p. 70-71, 2 abr. 2007.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256 p.

CHAMBERS, N.; SIMMONS, C.; WACKERNAGEL, M. **Sharing nature's interest**: ecological footprints as an indicator of sustainability'. James & James, Earthscan, London, 2001. 200 p.

CHANDLER, D.L. Global shades. **New Scientist**, 27 jul. 2007. p. 42-45.

CHANG, J.; ROOT, B. On the relationship between mean monthly global radiation and air temperature. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 23, n. 1-2, p. 13-30, 1975.

CHAPIN III, F. S.; ZAVALA, E. S.; EVINER, V. T.; NAYLOR, R. L.; VITOUSEK, P. M.; REYNOLDS, H. L.; HOOPER, D. U.; LAVOREL, S.; SALA, O. E.; HOBBI, S. E. MACK, M. C.; DIAZ, S. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, n. 11, p. 234-242, 2000.

CHATEAU, B. A vida depois do petróleo. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 46-51, 2007.

CHATFIELD, R. The photochemistry of ozone. 1996. 26 p. Disponível em: <<http://geo.ar.c.nasa.gov/sgg/chatfield/PhotochemFreeTrop.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

CHI, F.; SHEN, S-H.; CHENG, H-P.; JUNG, Y-X.; YANNI, Y. G.; DAZZO, F. B. Ascending migration of endophytic rhizobia, from root to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 11, p. 7271-7278, 2005.

CHIKOWO, R.; MAPFUMO, P.; NYAMUGAFATA, P.; GILLER, K. E. Mineral N dynamics. Leaching and nitrous oxide losses under maize following two-year improved fallows on a sandy loam soil in Zimbabwe. **Plant and Soil**, v. 259, n. 1-2, p. 315-330, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/v31w7k404q705675/>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

CHOMITZ, K. M.; BUYS, P.; LUCA, G. DE; THOMAS, T. S.; WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. **At loggerheads**: agricultural expansion, poverty reduction, and environment in the tropical forests. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development – The Worldbank, 2007. 308 p. (World Bank Policy Research Report). Disponível em: <<http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTPRRS/EXTTROPICALFOREST/0,,contentMDK:21092971~menuPK:3070979~pagePK:64168098~piPK:64168032~theSitePK:2463874,00.html>> ou em <www.worldbank.org/tropicalforestreport>. Acesso em: 30 maio 2007.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Revista Item**, v. 54, n. 2), p. 46-55, 2002.

CHUNG, S. O.; HORTON, R. Soil heat and water flow with a partial surface mulch. **Water Resources Research**, v. 23, n. 12, p. 2175-2186, 1987.

CIRA – COOPERATIVE INSTITUTE FOR RESEARCH IN THE ATMOSPHERE. **General texts on satellite meteorology**. The radiation budget. Chapter 4. 2005. Disponível em: <<http://rammb.cira.colostate.edu/wmovl/VRL/Texts/sat28/SAT%2028%20Chapter%2004%20Radiation%20Budget.doc>> ou <http://rammb.cira.colostate.edu/wmovl/VRL/Texts/general_texts.htm> ou <<http://www.wmo.ch/web/sat/SAT%2028%20Chapter%2004%20Radiation%20Budget.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

CLEUGH, H. A. Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. **Agroforestry Systems**, v. 41, p. 55-84, 1998.

COGHILA, A. More crops for Africa as trees reclaim the desert. **NewScientist**, 14 out. 2006. (Article preview). Disponível em: <<http://www.newscientist.com/article/dn10293-more-crops-for-africa-as-trees-reclaim-the-desert.html>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

CONPET – PROGRAMA NACIONAL DA RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL. Amazônia é especialmente vulnerável a mudanças climáticas. **Notícias**, 2006. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?segmento=&id_noticia=671>. Acesso em: 15 fev. 2007.

CONSTANZA, R.; ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUEDO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 15, n. 387, p. 253-260, 1997.

CORDEIRO NETTO, O. M. **Gerenciamento do saneamento em comunidades organizadas**: técnicas de minimização da drenagem de águas pluviais. 2004. Disponível em: <<http://www.etg.ufmg.br/tim2/auladrenagem.ppt>>. Acesso em: 30 maio 2007.

COSTA, M. H.; YANAGI, S. N. M.; SOUZA, P. J. O. P.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P. Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to that caused by pastureland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. L07706, 2007. Disponível em: <<http://www.agu.org/pubs/crossref/2007/2007GL029271.shtml>>. Acesso em: 23 abr. 2007.

COTTON, W. R.; PIELKE, R. A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 288 p.

CRUTZEN, P. J.; ZIMMERMAN, P. H. The changing photochemistry of the troposphere. **Tellus**, v. 43AB, p. 136-151, 1991.

CSC – CENTER FOR SCIENTIFIC CREATION. The origin of limestone. 1995. Disponível em: <<http://www.creationscience.com/onlinebook/Limestone2.html>>. Acesso em: 29 set. 2006.

CSCDGC – CENTER FOR THE STUDY OF CARBON DIOXIDE AND GLOBAL CHANGE. **Greening of Earth** (Observations – Global). CO2 Science. 2007. Disponível em: <<http://www.co2science.org/scripts/CO2ScienceB2C/subject/g/summaries/greeningearth.jsp>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

CWS – CHURCH WORLD SERVICE. **Peoples's participatory rural development, Bangladesh.** 2004. Disponível em: <http://www.churchworldservice.org/Development/project_description/descriptions/108.html>. Acesso em: 28 fev. 2007.

DAILY, G. C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P. R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P.; MOONEY, H. A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G. M. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Issues in Ecology**, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997. Disponível em: <http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue2.pdf>. Acesso em 11 set. 2006.

DALY, H. E. Economics in a full world. **Scientific American**, v. 293, n. 3, p. 78-85, 2005.

DANIELS, P.; FALLOW, A.; KINNEY, K. (Eds.). **Tempo e clima**. Rio de Janeiro: Abril Livros, Time Life, 1995. 150 p. (Coleção Ciência e Natureza).

DAVIS, M. Clima pesado: especulação imobiliária descontrolada acentua os efeitos da seca e acelera crise agrícola e despovoamento no campo em Estados como Arizona e Texas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 6 maio 2007b. Mais, p. 4-5.

DAVIS, M. Testemunhas do caos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 8 abr. 2007a. p. A24.

DER SPIEGEL. China pressiona Bird a mudar estudo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 6 jul. 2007. p. A20.

DIALLO, H. A. Desertificação e mudança climática, dois lados de um mesmo desafio ambiental. **Envolverde**, 26/06/2007. Disponível em: <<http://envolverde.ig.com.br/?materia=33545#>>. Acesso em: 27 jun. 2007.

DIAMOND, J. **Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2005. 683 p.

DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1998. 251 p.

DIAS, M. A. F. S. O clima amazônico e a interação com a biosfera. **Folha Amazônica**, v. 8, n. 12, p. 2-3, 2004. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/documentos/Folha-12.pdf#search=%22manejo%20sustentavel%20floresta%20amazonica%20INPA%22>>. Acesso em: 29 set. 2006.

DICK, J., SKIBA, U ; MUNRO, B.; DEANS, D. Effect of N-fixing trees and crops on NO and N2O emissions from Senegalese soils. 2003. International Conference on Tropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Ecology, Environment and Development, at the Royal Botanic Garden Edinburgh. Disponível em: <<http://www.bioman.ceh.ac.uk/Nitrogen%20emissions%20Senegal.htm>> ou <http://www.bioman.ceh.ac.uk/images/Downloads/Senegal_NO_EdinburghConf2003.ppt>. Acesso em: 30 jan. 2007.

DICK, J.; SKIBA, U.; WILSON, J. Effect of rainfall on NO and N₂O emissions from Ugandan agroforestry plots. 2000. Poster presented at the Sixth International Conference on Air-Surface Exchange of Gases and Particles, Edinburgh, UK. Disponível em: <<http://www.bioman.ceh.ac.uk/Nitrogenemissions.htm>> ou <<http://www.bioman.ceh.ac.uk/poster.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

DIDHAM, K. R. The influences of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. In: LAURANCE, W. F. & BIERREGAARD JR., R. O., (Eds.). **Tropical forest remnants**. Ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago Press, USA, 1997. p. 55–70.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D. P.; KOEGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. **Soil & Tillage Research**, v. 81, p. 87-95, 2005.

DIXON, R. K. Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gases? **Agroforestry Systems**, v. 31, n. 2, p. 99-116, 1995.

DONNELLY, M. A.; CRUMP, M. L. Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. **Climatic Change**, v. 39, n. 2-3, p. 541–561, 1998.

DOUROJEANNI, M. Insetos mais, insetos menos. **O Eco**, 20 maio 2006. Disponível em: <<http://arruda.rits.org.br/notitia/servlet/newstorm.ns.presentation.NavigationServlet?publicationCode=6&pageCode=80&textCode=16862&date=currentDate&contentType=html>>. Acesso em: 29 set. 2006.

DOVER, M. J. ; TALBOT, L. M. **Paradigmas e princípios ecológicos para a agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 42 p. (AS-PTA. Textos para debates, 44).

DRECHSEL, P., OLALEYE, A., ADEOTI, A., THIOMBIANO, L., BARRY, B.; VOHLAND, K. **Adoption driver and constraints of resource conservation technologies in sub-saharan Africa**. Berlin: FAO, IWMI, Humboldt Universitaet, 2005. Disponível em: <http://www.iwmi.cgiar.org/africa/west_africa/projects/AdoptionTechnology/AdoptionConstraints-Overview.pdf>, <http://www.iwmi.cgiar.org/africa/west_africa/projects/AdoptionTechnology/Technology_Adoption.htm> e <http://www.iwmi.cgiar.org/africa/west_africa/projects/AdoptionTechnology/RainWaterHarvesting/23-Zai.htm> e <http://www.iwmi.cgiar.org/africa/West/projects/Adoption%20Technology/Technology_Adoption-article.htm>. Acesso em: 31 out. 2006.

DUPONT, G. Aquecimento das águas diminui geleiras, comprometendo modo de vida da população e põe em risco clima mundial. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006. Mais!, p. 6.

DURAN, S. Cidades populosas são um desafio para a democracia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41543, 15 jul. 2007b. p. C4.

DURAN, S. Manancial de problemas: Maré de algas azuis invadem represa. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 8 abr. 2007a. p. C3.

ELEVITCH, C. R.; WILKINSON, K. M. **Agroforestry guides for Pacific Islands**. Halualoa, Hawaii: Permanent Agriculture Resources, 2000. 239 p. Disponível em: <<http://www.agroforestry.net>>.

ELSAIED, M. A.; MATTHEUS, R.; MORTIMER, N. D. **Carbon and energy balances for a range of biofuels options**. Department of Trade and Industry, Sustainable Energy Programme, 2003. 341 p. Disponível em: <<http://www.dti.gov.uk/files/file14925.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

EMBRAPA FLORESTAS. **Espécies florestais de valor econômico**. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/macro4patricia/especies.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

EMBRAPA. **Alternativas para a prática de queimadas na agricultura: recomendações tecnológicas**. Brasília: Embrapa, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, 2000. 63 p.

EMBRAPA. **Brasil visto do espaço**. Disponível em: <<http://www.cdbrazil.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

ERICKSON, H.; KELLER, M.; DAVIDSON, E. A. Nitrogen oxide fluxes and nitrogen cycling during postagricultural succession and forest fertilization in the humid tropics. **Ecosystems**, v. 4, n. 1, p. 67-84, 2004. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1063588>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

ESA – EUROPEAN SPACE AGENCY. Envisat enables first global check of regional methane emissions. **ESA News Release**, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.esa.int/esaEO/SEMY9FRMD6E_planet_0.html> e <http://www.universetoday.com/am/publish/map_methane_emissions.html?1832005>. Acesso em: 30 jun. 2006.

ESA – EUROPEAN SPACE AGENCY. Global nitrogen dioxide pollution map - Jan 2003 to June 2004. **ESA Multimedia Gallery**. Disponível em: <http://esamultimedia.esa.int/images/EarthObservation/pollution_global_hires.jpg>. Acesso em: 30 jun. 2006.

ESA – EUROPEAN SPACE AGENCY. World fire maps now available online in near-real time. **ESA Observing the Earth**, News, 24 maio 2006. Disponível em: <http://www.esa.int/esaEO/SEMRBH9ATME_index_0.html>. Acesso em: 30 jun. 2006.

ESCOBAR, H. Desmatamento perpetua a pobreza na Amazônia, diz estudo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41.571, 12 ago. 2007. p. A24.

ESCOBAR, H. Somente 9% do planeta ainda é coberto por florestas intactas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 mar. 2006. p. A19.

ESP – O ESTADO DE SÃO PAULO. Sistemas hídrico e energético. **O Estado de São Paulo**, 22 mar. 2007. p. H8.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Review of global agricultural water use per country:** Irrigation water withdrawal. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/water_use/index6.stm>. Acesso em: fev. 2003.

FARIAS, H.S. O Campo térmico como indicador de qualidade ambiental para políticas públicas: estudo de caso no bairro Maracanã-RJ. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 3., Brasília-DF, 2006. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA330-03032006-165539.DOC>. Acesso maio 2007.

FEARNSIDE, P.M. **Sistemas agroflorestais na política de desenvolvimento da Amazônia brasileira:** papel e limites como uso para áreas degradadas. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1996. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/1998/Agrosilv-por.htm>. Acesso em: 31 out. 2006.

FERNANDES, E. C. M.; WANDELLI, I.; McCAFERRY, K. A.; RINDONN, M. A. Carbon and nutrient stocks and trace gas fluxes in agroforestry systems on degraded pastureland in the Central Amazon. In: CONFERÊNCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL DO LBA, 2., 2002, Manaus. **Livro de Resumos...** Manaus: CPTEC, 2002. p. 314. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/abstracts/Manaus2002/submitted-abstracts-Manaus-July2002.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

FIAPAR – FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto no Estado do Paraná.** Londrina: FIAP, 1981. 244 p. (Instituto Agrônômico do Paraná. Circular IAPAR, 23).

FISCHER, R. M.; BOSE, M.; BORBA, P. R. Dende oil family agriculture project: a quest for sustainable economic and social development. **ReVista, Harward Review of Latin America**, v. 6, n. 1, p. 16-19, 2006. Disponível em: <http://drclas.fas.harvard.edu/revista/files/45743a2e80eb3/revista_fall06_print.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

FOLEY, J. A.; COSTA, M. H.; DELIRE, C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate. **Frontier of Ecological Environment**, v. 1, n. 1, p. 38-44, 2003. Disponível em: <www.frontiersinecology.org> (The Ecological Society of America). Acesso em: 30 nov. 2006.

FOLKARD, G.; SUTHERLAND, J. *Moringa oleifera*, uma árvore de uso múltiplo. **Tearfund International Learning Zone – TILZ**, 2005. Disponível em: <<http://tilz.tearfund.org/Portugues/Passo+a+Passo+18-20/Passo+a+Passo+20/Moringa+oleifera+Uma+%C3%A1rvore+de+uso+m%C3%BAltiplo.htm>> e <<http://www.gaia-movement.org/files/Folheto%2026p%20Moringa.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics.** The ecology of landscapes and regions. Londres: Cambridge University Press, 1995. 632 p.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados.** Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agrobiologia, 1992. 11 p. (Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo. Comunicado Técnico, 9).

GALVÃO, A. F.; VALÉRIO, P. D.; MATOS, J. S. Gestão integrada de águas pluviais em meio urbano: as soluções de controle na origem. **Boletim Lisboa Urbanismo**, Lisboa, 2000. Disponível em: <<http://ulisses.cm-lisboa.pt/data/002/003/003/artigo.php?ml=4&x=b11a1pt.xml>>. Acesso em: 30 maio 2007.

GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 315 p.

Garcia, R. Crise do clima favorece extremos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, v. 87, n. 28613, 5 ago. 2007. p. A20.

GASH, J. H. C.; SHUTTLEWORTH, W. J. Tropical deforestation: albedo and the surface-energy balance. **Climatic Change**, v. 19, n. 1-2, p. 123-133, 1991.

GEER, I. P. Aquecimento global, desertificação e o mapa da pobreza. **Beefpoint**, 8 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/?actA=7&areaID=15&secaoID=127¬iciaID=34513>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

GENTRY, A. H. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 49, p. 557-593, 1982.

GFN – GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Humanity's footprint 1961-2003**. 2006. Disponível em: <www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=global_footprint>. Acesso em: 30 maio 2007.

GIAMPIETRO, M. Energy use in agriculture. In: **Encyclopedia of Life Sciences**. Chichester: MacMillan Pub., John Wiley & Sons, 2002. 15 p.

GIBBS, W. W. How should we set priorities? **Scientific American**, v. 293, n. 3, p. 86-93, 2005.

GIBBS, W. W. Plano B para a energia. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 90-98, 2007.

GIRARDI, G. Aquecimento global: Amazônia emite mais de 20% do metano de todo o mundo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 31 maio 2007c. p. A17.

GIRARDI, G. Raciocínio, vocabulário e dignidade, frutos da alfabetização científica. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 4 mar. 2007a. p. A18.

GIRARDI, G. Savanização da Amazônia pode causar impacto no clima do país. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 8 abr. 2007b. p. A22.

GOLDENFUM, J. A. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Aula 5 – parte 2. 21 p. Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/joel/iph014/IPH_01_014-Aula_5-2.pdf>. Acesso 30 maio 2007.

GORDEAU, J. Albedo. **Environmental Science Published for Everybody Round the Earth** – ESPERE, Educational Network on Climate. 2004. Disponível em: <<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/25w.html>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

GORE, A. An inconvenient truth. Paramount Classics, 2006. (DVD) Disponível em: <<http://www.climatecrisis.net/>> ou <<http://www.participate.net/educators/>>. Acesso em: 28 maio 2007.

GOVERNO DA PARAIBA. **Projeto Mandala ajuda famílias carentes da Paraíba.** 2004. Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br/noticias/noticia_secom.jsp?canal=36¬icia=8320>. Acesso em: 28 fev. 2007.

GRACE, J. **Plant response to wind.** London: Academic Press, 1977. 204 p. (Experimental Botany: International Series of Monographs, v. 13).

GREENHALGH, L. A cumplicidade faz a destruição. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 126, n. 40878, 20 fev. 2005. p. J4.

GREENPEACE. **The world's last intact forest landscapes.** Disponível em: <<http://www.intactforests.org/>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

GILLER, K. E.; CADISCH, G. Future benefits from biological nitrogen fixation: an ecological approach to agriculture. **Plant and Soil**, v. 174, n. 1-2, p. 255-277, 1995.

GUIMARÃES, P.R.M.; FEIJÓ, J.M.L. Ecotelhado. 2006. Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br/oqueeh.htm>>. Acesso em: 30 maio 2007.

Erro! Argumento de opção desconhecido. GUPTA, S. **Women's empowerment and microfinance:** A story by Susanta Das Gupta. International Fund for Agricultural Development – IFAD, Knowledge Networking for Rural Development in Asia-Pacific Region – ENRAP. 2004. Disponível em: <<http://www.enrap.org/index.php?module=pnKmwMang&func=displayResource&kid=286&cid=51>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

GUTERL, F. Os predadores do mar estão desaparecendo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 20 jul. 2003. p. A12.

HAAN, C. de; STEINFELD, H.; BLACKBURN, H. **Livestock and the environment: finding a balance. Erro! Argumento de opção desconhecido.** Report of Study by the Commission of the European Communities, the World Bank. Food and Agriculture Organization, United States Agency for International Development, World Bank. 1996. 115 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x5303e/x5303e00.htm#Contents>>. Acesso em fev. 2007.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural:** criando a próxima revolução industrial. São Paulo: Cultrix/Amana-Key, 2002. 358 p.

HEYER, W.R. Viewpoint: ultraviolet-B and Amphibia. **BioScience**, v. 53, p. 540-541, 2003.

HIEB, M.; HIEB, H. Global warming: a chilling perspective. 2006. Disponível em: <http://www.clearlight.com/~mhieb/WVFossils/ice_ages.html> e <http://www.clearlight.com/~mhieb/WVFossils/global_warming.html> e <<http://www.clearlight.com/~mhieb/WVFossils/GlobWarmTest/start.html>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

HILLRING, B. Bioenergy – traditional fuels traded into new markets. In: SEMINAR ON STRATEGIES FOR THE SOUND USE OF WOOD, 2003. 8 p. Disponível em: <unece.org/trade/timber/docs/sem-1/papers/r9Hillring.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2007.

HOHNBERGER, J.; CANUTESON, T.; CANUTESON, J. **Vida plena de poder**. Tatuí: Casa Publicadora Brasileira, 2005. 272 p.

HOMER-DIXON, T. Terror na previsão climática. **O Estado de São Paulo**, 29 abr. 2007. p. A26.

HORTON, R.; BRISTOW, K. L.; KLUITENBERG, G. J.; SAUER, T. J. Crop residue effects on surface radiation and energy balance – review. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 54, n. 1-2, p. 27-37, 1996.

HOURCADE, J. C.; AMBROSI, P.; HALLEGATTE, S. Antes que seja tarde demais. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 20-25, 2007.

HUNT, T. L. Rethinking the fall of Easter Island: new evidence points to an alternative explanation for a civilization's collapse. **American Scientist Online**, v. 94, n. 5, september 2006. Disponível em: <www.americanscientist.org/template/IssueTOC/Issue/881;jsessionid=baa5gk_N9xmJiO> ou <www.americanscientist.org/template/AssetDetail/assetid/53200?fulltext=true&print=yes> ou <www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_114.html>. Acesso em: 28 maio 2007.

ICKIS, J. C.; FLORES, J.; ICKIS, C. The magic of butterflies: ecological rural development in Costa Rica. **ReVista, Harward Review of Latin America**, v. 6, n. 1, p. 10-12, 2006. Disponível em: <http://drclas.fas.harvard.edu/revista/files/45743a2e80eb3/revista_fall06_print.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

IES – INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY. **Global landcover 2000**. Disponível em: <<http://www-gvm.jrc.it/glc2000/productGLC2000.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

INBIO – INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. **Que es INBio?** Disponível em: <<http://www.inbio.ac.cr/inbioparque/es/index.html>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

INICIATIVA VERDE. **Calculadora verde**. The Green Initiative, 2006. Disponível em: <<http://www.iniciativaverde.com.br/calculator/pt/calculator.php>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Entendendo alguns aspectos das mudanças climáticas: o papel dos aerossóis na formação de nuvens. **Folha Amazônica**, v. 4, n. 7, p. 4, 2002. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/documentos/folha-7.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Focos de queima acumulada mensal, NOAA122 passagem 21GMT**. 2005. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/produtos/queimadas/queimamensaltotal.html#>>. Acesso em: 30 jun. 2006. (em animação, América do Sul).

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Imagens atuais e anteriores, Meteosat, de cobertura de nuvens.** 2006a. , Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/>, em imagens Goes + Meteosat.>. Acesso em: 30 jun. 2006.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Onda longa no topo da atmosfera - ROL.** 2006b. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/htmldocs/radiacao/fluxos/radsat.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2006. (campos de 3 horas, CPTEC).

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 1994: Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios.** Cambridge: University Press, 1995. 339 p.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007.** World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, Fourth assessment report, 2007. Disponível em: <www.ipcc.ch/>. Acesso em: 26 fev. 2007.

IRPAA – INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA PROPRIEDADE AGROPECUÁRIA APROPRIADA. Colheita de água de chuva em áreas rurais. Juazeiro, BA: IRPAA, 2007. Disponível em: <<http://www.irpaa.org.br/colheita/04b.htm#7>>. Acesso 28 maio 2007.

ITC. **Rural development:** philosophy at work. Economic empowerment of women to transform them into powerful agents of social change. 2006a. Disponível em: <http://www.itcportal.com/ruraldevp_philosophy/transforming.htm> e <http://www.itcportal.com/ruraldevp_philosophy/women.htm>. Acesso em: 28 fev. 2007.

ITC. **Rural development:** philosophy at work. Social and farm forestry to generate farm incomes in tribal hinterlands while restoring ecological balance. 2006b. Disponível em: <http://www.itcportal.com/ruraldevp_philosophy/transforming.htm> e <http://www.itcportal.com/ruraldevp_philosophy/forestry.htm>. Acesso em: 28 fev. 2007.

JOCHEM, E. K. Combatendo o desperdício. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 72-75, 2007.

JOHN, L. Consumidores são a chave para a conservação. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 20 jul. 2003. p. A13.

JOKIEL, P. L.; COLES, S. L. Response of Hawaiian and other Indo-Pacific reef corals to elevated temperature. **Coral Reefs**, v. 8, n. 4, p. 155-162, 1990.

JORNAL DA BIOSFERA. **Agrofloresta:** entrevista com Ernst Goetsch. Jornal da Biosfera, v. 2, n. 12 (nov-dez), 2002. Disponível em: <<http://www.agrofloresta.net/artigos/jbio/index.htm>>. Acesso em: 31 out. 2006.

JORNAL DO SENADO. Semi-árido pode virar deserto. Brasília: Jornal do Senado. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/jornal/arquivos_jornal/mespeciais2/Entrada1308_semiarido.htm>. Acesso em: 14 ago. 2007.

KAHN, J. Qualidade de produtos desafia a China. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41543, 15 jul. 2007. p. B14.

KANSHE, T. K. **Five thousand years of sustainability?** A case study on Gedeo land use (southern Ethiopia). Wageningen: Kanshe, 2002. 295 p. (Treebook, 5). Disponível em: <<http://www.treemail.nl/books>>. Acesso em fev. 2007.

KANTER, J. Ar sujo, consciência limpa. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 fev. 2007. Mais!, p. 7.

KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J. L.; GANADE, G. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. (Eds.). **Tropical Forest Remnants**. Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities. Chicago, University of Chicago Press, USA, 1997. p. 33-44.

KEPPLER, F.; HAMILTON, J. T. G.; ROECKMANN, T. Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions. **Nature**, n. 439, p. 187-191, 2006.

KITANO, M.; ARAKI, T.; YOSHIDA, S.; EGUCHI, T. Dependence of calcium uptake on water absorption and respiration in roots of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Biotronics**, v. 28, p. 121-130, 1999. Disponível em: <http://133.5.207.201/ijob/Biotronics/1999_IJOBS_V28/V28_p121-130.pdf>. Acesso em: 30 maio 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KOLJATIC, M.; SILVA, M. Adding value to wild fruits: a Chilean experience. **ReVista, Harward Review of Latin America**, v. 6, n. 1, p. 20-22, 2006. Disponível em: <http://drclas.fas.harvard.edu/revista/files/45743a2e80eb3/revista_fall06_print.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

KRAMER, P. J. **Plant and soil water relationships**: a modern synthesis. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1975. 482 p.

KUJAWSKI, G.M. A política ficou irrelevante? **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 3 ago. 2006, p. A2.

LAL, R. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂-enrichment. **Soil Tillage Research**, v. 43, n. 81-107, 1997.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p.1623-1627, 2004.

LAL, R.; LOGAN, T. J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; LEVINE, E.; STEWART, B. A. (Eds.). **Soil management greenhouse effect**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995. p. 293-307.

LAMPREIA, L.F. China, o maior paradoxo de nosso tempo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41550, 22 jul. 2007. p. A2.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; FREITAS, P. L. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: APDC, Universidade Federal de Uberlândia, 2000. 282 p.

LATSCH, G. Collapsing colonies: are GM crops killing bees? **Spiegel Online International**, 22 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.spiegel.de/international/world/0,1518,473166,00.html>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

LEAKEY, R. R. B.; TCHOUNDJEU, Z.; SCHRECKENBERG, K.; SCHACKLETON, S. E.; SCHACKLETON, C. M. Agroforestry tree products (AFTPs): targeting poverty reduction and enhanced livelihoods. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 3, n.1, p. 1-23, 2005.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003a. 822 p.

LEAL, I. R.; VICENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003b. p. 695-715.

LEE, Y. K.; LEE, D. K.; WOO, S. Y.; PARK, P. S.; JANG, Y. H.; ABRAHAM, E. R. G. Effect of *Acacia* plantations on net photosynthesis, tree species composition, soil enzyme activities, and microclimate on Mt. Makiling. **Photosynthetica**, v. 44, n. 2, p. 229-308, 2006. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/klu/phot/2006/00000044/00000002/00000022>>. Acesso 28 maio 2007.

LEIDIG, M. Honey bees in US facing extinction. **Telegraph**, 14 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2007/03/14/wbees14.xml>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

LEITÃO, M. Brasil deve liderar economia da floresta. **Diário de São Paulo**, São Paulo, 4 mar. 2007. p. B2.

LEITE, M. A parte do fogo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 30 jan. 2005. Mais!, p. 6.

LELE, U.; VIANA, V. M.; VERÍSSIMO, A.; VOSTI, S.; PERKINS, K.; HUSAIN, S. A. **Forests in the balance**: Challenges of conservation with development - an evaluation of Brazil's forest development and World Bank Assistance. Washington, DC: World Bank, 2000. 149 p. Disponível em: <[http://wbln0018.worldbank.org/essd/forestpol-e.nsf/a084cb073737b7e385256621005b2179/6dccb450403227538525686d005a7c86/\\$FILE/brazil.pdf#search=%22jos%C3%A9%20carvalho%20friends%20of%20earth%20World%20Congress%20on%20forests%20%22](http://wbln0018.worldbank.org/essd/forestpol-e.nsf/a084cb073737b7e385256621005b2179/6dccb450403227538525686d005a7c86/$FILE/brazil.pdf#search=%22jos%C3%A9%20carvalho%20friends%20of%20earth%20World%20Congress%20on%20forests%20%22)>. Acesso em: 31 out. 2006.

LENZEN, M.; MURRAY, S. A. A modified ecological footprint method and its application to Australia. **Ecological Economics**, v. 37, p. 229-255, 2001.

LEOPOLDO, P. R.; CONCEIÇÃO, F. A. D. Efeitos de diferentes tensões de umidade do solo, com e sem cobertura morta, na produção de alho (*Allium sativum* cv. Lavina). **Revista de Olericultura**, v. 15, p. 441, 1975.

LICHT, A. “Décroissant”, o consumidor que quer por o pé no freio. **Valor Econômico online**. Disponível em: <www.valoronline.com.br/valoreconomico/285/empresas/tecnologia/empresas/Decroissant+o+consumidor+que+quer+por+o+pe+no+freio,07153,,51,4204138.html>. Acesso em: 30 mar. 2007.

LICHT, L. E. Shedding light on ultraviolet radiation and amphibian embryos. **BioScience**, v. 53, p. 551-561, 2003.

LIEBMANN, H. **Terra, um planeta inabitável?** Da antiguidade até os nossos dias toda a trajetória poluidora da humanidade. São Paulo: Melhoramentos, EDUSP, 1976. 181 p.

LIMA, M. A.; BOEIRA, R. C.; CASTRO, V. L. S. S.; LIGO, M. A.; CABRAL, O. M. R.; VIEIRA, R. F.; LUIZ, A. J. B. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. (Eds.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 169-189.

LIMA, R. N. **Proposta metodológica para análise da paisagem**. Estudo de caso da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Negros, São Carlos, SP. 2002. 137 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

LIMA, W. P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: Artpress, 1987. 100 p.

LOMBARDI NETO, F.; FRUGOWICH, M. I. (Coord.). **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Embasamento técnico do programa estadual de microbacias hidrográficas. Campinas: CATI, 1993. 15 p. (v. 2 - v. 5).

LOPES, R.J. Desmatar não favorece agricultura, diz estudo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 4 fev. 2004. p.A14.

LOPES, R.J. Ponto quente e crítico. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 16 abr. 2006, p. 9 (Mais!).

LORENZ, A.; WAGNER, W. China espalha veneno por todos os cantos do planeta: poluição do país já alcança locais na Europa e nos Estados Unidos. **O Estado de São Paulo**, 11 fev. 2007. p. A24.

LOVELOCK, J. **Gaia: a new look at life on Earth**. 3. ed. Oxford: University Press, 2000. 81 p.

LOVELOCK, J. E; MARGULIS, L. **The Gaia hypothesis**. Disponível em: <www.mountainman.com.au/gaia.html>. Acesso em: 28 maio 2007.

LSC – LYNDON STATE COLLEGE. **Survey of Meteorology**. Chapter 2 – Energy: warming the earth and the atmosphere – earth's annual energy budget. Meteorology Department, Bookmarks and Links: online notes. 2006. Disponível em: <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter2/e_ener_budg.html> ou <<http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

LUIZ, E. Alerta: queimadas desertificam Jalapão. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 out. 2003. p. A21.

LUIZÃO, F. Projeto LBA: entendendo as complexas interações da biosfera-atmosfera na Amazônia. **Folha Amazônica**, v. 8, n.12, p. 1, 2004. Disponível em: <<http://lba.cptec.inpe.br/lba/site/documentos/Folha-12.pdf#search=%22manejo%20sustentavel%20floresta%20amazonica%20INPA%22>>. Acesso em: 29 set. 2006.

LUTZ, D. Impacto: Araraquara no centro do abalo. **Revista Crônica**, Araraquara, v. 1, n. 4, p. 54-55, 2007.

LUZZANI, T. Wangari, exemplo de coragem. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 24 out. 2004. p. A22.

MACEDO, I. C. (Org.). Sugar cane's energy: twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability. São Paulo Sugar Cane Agroindustry Union – UNICA, 2005. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunicaenglish/?Secao=Publications%20Books>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

MACIEL, K. Brasil é o império das ilusões: entenda os conceitos-chave. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 mar. 2007. p. 5-6.

MAGALHÃES, A. C. N. Fotossíntese. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. v. 1. São Paulo: EPU, EDUSP, 1979. p. 117-163.

MARGULIS, L.; LOVELOCK, J. E. Biological modulation of the Earth's atmosphere. **Icarus**, v. 21, n. 4, p. 471-489, 1974.

MARTINS JÚNIOR, O. P. Fazenda coberta por mata nativa é improdutiva? **Jornal Local**, Aragarças, GO, 1^a set. 2006. Disponível em: <<http://www.jlocal.com.br/artigos.php?pesquisa=2138>>. Acesso em: 31 out. 2006.

MARTINS, .G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 32-41, 2002.

MARTIUS, C.; HOEFER, H.; GARCIA, M. V. B.; ROEMKE, J.; FOERSTER, B.; HANAGARTH, W. Microclimate in agroforestry systems in central Amazonia: does canopy closure matter to soil organisms? **Agroforestry Systems**, v. 60, n. 3, p. 291-304, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/q01v164574j63414/>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

MATOS, O. **Discretas esperanças**: reflexões filosóficas sobre o mundo contemporâneo. São Paulo: Nova Alexandria, 2006. 208 p.

MEA – Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being: synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005. 155 p. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx>> e <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2007.

MEC – MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA. **Biodiesel**. 2006. 32 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha_biodiesel.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2007.

MEHER-HOMJI, M. Effects of forests on precipitation in India. In: REYNOLDS, E. R. C.; THOMPSON, F. B. (Eds.). **Forests, climate, and hydrology: regional impacts**. Tokyo: The United Nations University, 1988. Chapter 4. Disponível em: <<http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/80635e/80635E00.htm#Contents>>. Acesso em: 27 jun. 2006.

MESQUITA, F.L. Por que o cerrado está desaparecendo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 124, 7 set. 2003. p. A2.

MILANO, M. Progresso caro demais. **Época**, São Paulo, 7 jun. 2004. p. 58-60.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa zoneamento ecológico-econômico**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sds/zee/program/index.html>. Acesso em: 30 jun. 2006.

MODNA, D. Influência das áreas verdes urbanas na temperatura e umidade do ar de São Carlos – SP. 2004. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia Ambiental) - Universidade São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

MOLDEN, D. (Ed.) Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture. London: Earthscan, International Water Management Institute. 645 p. Summary (40 p.) disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/docs/Summary_SynthesisBook.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2007.

MOLLISON, B. **Permaculture**: designer's manual. Tyalgum, NSW, Australia: Tagari Pub, 1992. 576 p.

MOLLISON, B.; HOLMGREN, D. **Permacultura um: uma agricultura permanente nas comunidades em geral**. São Paulo: Ground, 1983. 149 p.

MONBIOT, G. The most destructive crop on earth is no solution to the energy crisis. **The Guardian**, 6 dez 2005. Disponível em: <<http://www.guardian.co.uk/climatechange/story/0,12374,1659037,00.html>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

MORANDIN, L. A.; WINSTON, M. L. Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 116, p. 289-292, 2006.

MOREIRA, J. R. Resíduos dos sólidos urbanos e óleos vegetais. (Urban solid residues and oilseed crop). In: WORKSHOP, ANALISE PROSPECTIVA DE INTRODUÇÃO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA NO BRASIL, 2002. Disponível em: <http://www.cenergia.org.br/fontes/down/residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2007.

MORRISON, B. J.; GOLD, M. A.; LANTAGNE, D. O. Incorporating indigenous knowledge of fodder trees into small-scale silvopastoral systems in Jamaica. **Agroforestry Systems**, v. 34, n. 1, p. 101-117, 1996.

MUNGAI, D. N.; STIGER, C. J.; COULSON, C. L.; NG'ANG'A, J. K. Simply obtained global radiation, soil temperature and soil moisture in an Alley cropping system in semi-arid Kenya. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 65, n. 1-2, p. 63-78, 2000.

MYERS, N.; MITERMEIER, R. A.; MITERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 24, p. 853-858, 2000.

NAKANO, Y. Maldição da abundância de recursos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 25 mar. 2007. p. B4.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Growth in Amazon cropland may impact climate and deforestation patterns.** 2006. Disponível em: <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NasaNews/2006/2006091923131.html> ou http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/amazon_crops.html. Acesso em: 27 abr. 2007.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Satellite sees double zones of converging tropical winds around the world. **News Release**, 2002. Disponível em: http://www.jpl.nasa.gov/releases/2002/release_2002_142.html. Acesso em: 28 abr. 2006.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Satellites see oceans plants increase, coasts greening.** 2005. Disponível em: <http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/chlorophyll.html>. Acesso em: 30 jan. 2007.

NATALI, J. Morte de idosos na França revela descaso. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 31 ago. 2003. p. A26.

NCAR–UCAR – NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH – UNIVERSITY CORPORATION FOR ATMOSPHERIC RESEARCH. **Transpiration: how much water does a tree transpire in one day?** 2006. Disponível em: http://www.ucar.edu/learn/1_4_2_18t.htm. Acesso em: 30 jan. 2007.

NEPSTAD, D. C. Conserving biodiversity. **Governing the world's forests.** 52 p. Disponível em: http://whrc.org/resources/published_literature/pdf/NepstadAspenInst.05.pdf#search=%22XII%20World%20congress%20forest%20quebec%20Carvalho%22. Acesso em: 31 out. 2006.

NERC – NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL. **Satellites reveal that green means rain in Africa.** 2006. Disponível em: www.alphagalileo.org/index.cfm?fuseaction=readrelease&releaseid=515421. Acesso em: 30 jan. 2007.

NETTO, A. Ogulande Davidson, em entrevista, fala sobre relatório do IPCC e de que ninguém quer sacrificar suas taxas de crescimento. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 5 maio 2007. Especial, p. H4.

NGDC – NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER. **Global seafloor topography.** Disponível em: http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/global_topo_large.gif. Acesso em: 30 jun. 2006b.

NGDC – NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER. **Globe 30" topography.** Disponível em: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/img/globsmit.jpg>, <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html> e ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/GLOBE_DEM/pictures/GLOBALeb3colshade.jpg. Acesso em: 30 jun. 2006c.

NGDC – NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER. **The Global Land One-km Base Elevation (GLOBE) Project.** Disponível em: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>. Acesso em: 5 jun. 2006a.

NICHOLSON, C. F.; BLAKE, R. W.; REID, R. S.; SCHELHAS, J. Environmental impacts of livestock in the developing world. **Environment**, v. 43, n. 2, p. 7-17, 2001. Disponível em: <<http://www.ansci.cornell.edu/courses/as400/lect25t.PDF>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

NOAA – NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Radiation Budget**: monthly mean outgoing longwave radiation-daytime-NOAA18 AVHRR. NOAA Satellites and Information/National Environmental Satellite, Data, and Information Service - NESDIS/ Office of Sattelite Data Processing & Distribution - OSDPD, 2005. Disponível em: <<http://www.osdpd.noaa.gov/PSB/EPS/RB/RB.html>>. Acesso em: 28 maio 2007.

NOGUEIRA, T. Compras para salvar o mundo. **Época**, n. 392, p. 92-98, 21 nov 2005.

NOORDWIJK, M.; HAIRIAH, K. Tree-soil-crop interactions. World Agroforestry Centre – ICRAF, 2000. 17 p. Disponível em: <<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sea/Publications/files/lecturenote/LN0012-04.PDF>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

NORBERG, J.; SWANEY, D. P.; DUSHOFF, J.; LIN, J.; CASAGRANDE, R.; LEVIN, S. A. Phenotypic diversity and ecosystem functioning in changing environments: a theoretical framework. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 98, n. 20, p. 11376-11381, 2001. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/20/11376>>. Acesso em: 2 ago. 2005.

NOVAES, W. Clima: o Brasil aceitará metas? **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 6 jul.2007. p. A2.

NOVO, A. L. M.; CAMARGO, A. C. Alternativas inovadoras para otimizar a transferência de tecnologia para a agricultura familiar. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 57-68.

NOWAK, D. J. **The effect of urban trees on air quality**. USDA Forest Service, Syracuse, NY, 2005. 4 p. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/TREE%20Air%20Qual.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Status of pollinators in North America. **Report in Brief**, 2006. Disponível em: <http://dels.nas.edu/dels/rpt_briefs/pollinators_brief_final.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2007.

NUNOMURA, E. Mata atlântica: a hora e a vez de proteger o corredor ecológico. **O Estado de São Paulo**, 29 abr. 2007. p. A23.

NYT – THE NEW YORK TIMES. Sismos e tsunamis beneficiam o planeta? **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 126, n. 40633, 16 jan. 2005. p. A20.

ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1959. 595 p.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

OREN, R.; ELLSWORTH, D. S.; JOHNSON, K. H.; PHILLIPS, N.; EWEERS, B. E.; MAIER, C.; SCHAEFER, K. V. R.; MCCARTHY, H.; HENDREY, G.; MCNULTY, S. G.; KATUL, G. G. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO₂-enriched atmosphere. **Nature**, v. 411, p. 469-472, 2001.

OSBORNE, T. M.; LAWRENCE, D. M.; SLINGO, J. M.; CHALLINOR, A. J.; WHEELER, T. R. Influence of vegetation on the local climate and hydrology in the tropics: sensitivity to soil parameters. **Climate Dynamics**, v. 23, n. 1, p. 45-61, 2004.

OTTOBONI, J. Paradoxo do escurecimento global desafia cientistas. **Gazeta Verde**, São Paulo, 8 maio 2005. Disponível em: <<http://www.gazetamercantil.com.br/blog/integra.aspx?id=150>> ou <http://www.gazeta.com.br/mensagemMarketing.aspx?cd_noticia=561465&Param2=40,0,1,561465,YTRE>. Acesso em: 25 maio 2007.

PACALA, S.; SOCOLOW, R. Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. **Science**, v. 305, n. 5686, p. 968-972, 2004. Disponível em: <<http://carbonsequestration.us/Papers-presentations/htm/Pacala-Socolow-ScienceMag-Aug2004.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

PACHI, F. O que você está disposto a mudar? **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 41-45, 2007.

PAMPLONA, I. T. N. Falta dinheiro? Não, faltam estadistas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41550, 22 jul. 2007. p. B10.

PANACA – PARQUE TEMÁTICO NACIONAL DE LA CULTURA AGRÍCOLA. **Proyecto panaca sabana**. Disponível em: <<http://panacasabanamarguis85.blogspot.com/2006/10/parque-tematico.html>> e <<http://www.colombia.com/turismo/sitio/panaca.asp>>. Acesso em: nov. 2006.

PARAGUASSÚ, L. Só leis não acabam com corrupção. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41550, 22 jul. 2007. p. A12.

PARAJARA, F. Tornados agora são freqüentes. **O Globo online**, São Paulo, 20 nov. 2006. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sp/mat/2006/11/20/286733454.asp>>. Acesso em nov. 2006.

PARISKY, P. Can Haiti dream of ecotourism? **Ecodecision**, 1966. Disponível em: <<http://www.kiskeya-alternative.org/publica/diversos/haiti-dream-ecotourism.html>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

PATCH, K. Ethanol yields hydrogen. The Latest Technology Research –**TRN - News**. 2004. Disponível em: <http://www.trnmag.com/Stories/2004/022504/Ethanol_yields_hydrogen_022504.html>. Acesso em: 30 jan. 2007.

PBS – PUBLIC BROADCASTING SERVICE. **Deep sea vents**. Disponível em: <<http://www.pbs.org/wgbh/nova/abyss/frontier/ventsatlantic.html>>, <<http://www.pbs.org/wgbh/nova/abyss/frontier/vents.html>> e <<http://www.divediscover.who.edu/vents/vent-world.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

PCGCC – PEW CENTER ON GLOBAL CLIMATE. Global warming basics. Disponível em: <http://www.pewclimate.org/global-warming-basics/full_glossary/terms_a.cfm>. Acesso em: 30 jun. 2006.

PEI, M. Produtos “made in China” não vão sobreviver sem o Estado de Direito. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 128, n. 41550, 22 jul. 2007. p. B14.

PENEIREIRO, F. M. **Agroforestry systems managed through natural succession in Bahia, Brazil.** 1999. Disponível em: <<http://www.agroecology.org/cases/agroforestrysuccession.htm>> e <<http://www.agrofloresta.net/links.htm#ernst>>. Acesso em: 31 out. 2006.

PEREIRA, P. Bebedouro registra 80 tremores em 15 dias. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 mar. 2007. p. G3.

PEREZ, T.; TRUMBORE, S. E.; TYLER, S. C.; DAVIDSON, E. A.; KELLER, M.; CAMARGO, P. B. Isotopic variability of N₂O emissions from tropical forest soils. **Global Biochemical Cycles**, v. 14, n. 2, p. 525-535, 2000.

PHYSICAL GEOGRAPHY. Fundamentals of physical geography: Chapter 9. Introduction to the biosphere – the carbon cycle. 1999. Disponível em: <<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9r.html>>. Acesso em: 29 set. 2006.

PICCAZIO, C. Entenda como funciona o ciclo da água. **O Estado de São Paulo**, 22 mar 2007. p. H12.

PIMM, S. L.; JENKINS, C. Sustaining the variety of life. **Scientific American**, v. 23, n. 3, p. 44-51, 2005.

PINTO, A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S. Current status, challenges and trends on natural products in Brazil. **Química Nova**, v. 25, n. 1, p. 45-61, 2002.

PINTO, A. D.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KISSELLE, K.; BURKE, R.; ZEPP, R.; VIANA, L. T.; VARELLA, R. F.; MOLINA, M. Soil emissions of N₂O, NO and CO₂ in Brazilian savannas - effects of vegetation type, seasonality, and prescribed fires. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, v. 107, n. D20, p. 8089, 2002.

PIRES, L. S.; SILVA, M. L. N. S.; CURTI, N.; LEITE, F. P.; BRITO, L. F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 687-695, 2006.

POLGREEN, L. Água traz esperança e temor em Darfur. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 29 jul. 2007. p. A20.

POMPÊO, C. A. Evolução histórica do conceito de drenagem. Disponível em: <http://www.labdren.ufsc.br/drenagem/aulas/02_evolucao_historica_do_conceito_de_drenagem.ppt>. Acesso em: 28 maio 2007.

PORTER, M. E.; LINDE, C. Verde e competitivo: acabando com o impasse. In: PORTER, M. E. (Ed.). **Competição: estratégias competitivas essenciais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1999. Cap. 10. p. 371-397.

PRATA, F. Global distribution of maximum land surface temperature inferred from satellites. Aspendale, Victoria: CSIRO Atmospheric Research, 2000. 13 p. Disponível em: <www.eoc.csiro.au/associates/aatsr/1st_atlas.pdf>. Acesso em: 25 maio 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1980. 541 p.

PRIMAVESI, A. C. P. A.; GODOY, R.; PRIMAVESI, O. Avaliação de genótipos de aveia para produção de forragem e cobertura de solos no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 3, p. 313-327, 2002.

PRIMAVESI, O.; PEDREIRA, M. S.; FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; RODRIGUES, A. A.; BARBOSA, P. F. **Manejo alimentar de bovinos leiteiros e sua relação com produção de metano ruminal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004a. 21 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 39).

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. P. A.; PEDROSO, A. F.; CAMARGO, A. C.; RASSINI, J. B.; ROCHA FILHO, J.; OLIVEIRA, G. P.; CORREA, L. A.; ARMELIN, M. J. A.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. **Microbacia hidrográfica do ribeirão Canchim: um modelo real de laboratório ambiental**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 133 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 5).

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; ARMELIN, M. J. A.; FREITAS, A. R. **Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004b. 32 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 37). Disponível em: <www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacaogratis/circular-tecnica/Circular37.pdf>. Acesso em: 28 maio 2007.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORREA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. (Nitrate leaching in heavily nitrogen fertilized coastcross pasture). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 683-690, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n3/30057.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C. **Fundamentos ecológicos para manejo efetivo do ambiente rural nos trópicos**: educação ambiental e produtividade com qualidade ambiental. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 84 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 33).

RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142 p.

RAJAN, R.G.; ZINGALES, L. **The persistence of underdevelopment**: institutions, human capital, or constituencies? Cambridge, MA, USA: National Bureau of Economic Research – NBER - Working Paper, n. 12093, 2006. 65 p. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w12093>>. Acesso em: 30 nov. 2006.

RAM. La zona de convergencia intertropical, ZCIT, presenta una estructura más compleja y duradera. **Revista del Aficionado a la Meteorología**, n. 6, 2002. Disponível em: <<http://www.meteored.com/ram/numero6/itczdoble.asp>>. Acesso em: 28 abr. 2006.

RAYMUNDI, V. O Saara é aqui: estado registra umidade do ar igual a de deserto. **Diário de São Paulo**, São Paulo, 27 ago. 2006. p. A3.

REALCLIMATE. **The acid ocean, the other problem with CO₂ emission**. 2005. Realclimate: climate science from climate scientists. Disponível em: <<http://www.realclimate.org/index.php?p=169>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

REES, D. Coleta de água da chuva de baixo custo. London: Tearfund International Learning Zone – TILZ, The Evangelical Alliance Refugee Fund – Tearfund, 2005. Disponível em: <<http://tilz.tearfund.org/Portugues/Passo+a+Passo+41-50/Passo+a+Passo+46/Coleta+de+%C3%A1gua+da+chuva+de+baixo+custo.htm>>. Acesso em: 28 maio 2007.

REES, W. E. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability. **Population & Environment**, v. 7, n. 3, p. 195-215, 1996.

REIS, L. V. S. **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público**: caso do manancial do município de Piracicaba. 2004. 215 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais, área de concentração Conservação de Ecossistemas Florestais) - USP, Esalq, Piracicaba, 2004.

REIS, T. Morcego multiplica ataques na Amazônia. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 30 out. 2005. p. C11.

REPORTAGEM LOCAL. EUA tentam evitar superaquecimento. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 15 fev. 2004. p. C10.

RESENDE, A. L. A desintegração do espírito publico. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 fev. 2007. Aliás, p. J5..

RIBEIRO, S. K. Aposta no biodiesel. **Scientific American Brasil**, v. 5, n. 53, p. 60-63, 2006.

RIBEIRO, S. K. Mudanças bem-vindas para o transporte. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 19 (Ed. Esp. Como deter o aquecimento global), p. 76-81, 2007.

RIBEIRO, S. K.; YOUNES-IBRAHIM, P. S. 1999. **Global warming and transport in Brazil – ethanol alternative**. 6 p. International Virtual Institute of Global Change – IVIG. Documents. Disponível em: <<http://www.ivig.coppe.ufrj.br/doc/paper-suzpau.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

RICKLEFS, R. E. **Desenvolvimento e Ecologia Global**. In: RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 419-435.

RICUPERO, R. Que diferença faz o Brasil? **Folha de São Paulo**, 18 fev. 2007. Dinheiro, p. B2.

RIJSBERMAN, F.; MANNING, N. Beyond more crop per drop: water management for food and the environment. In: WORLD WATER FORUM, 16-22 March, 2006, Mexico. 11 p. Disponível em: <<http://www.iwmi.cgiar.org/WWF4/html/watersituation.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

ROBIN, R.V. Comprar faz mal à saúde. **Época**, n. 4081, p.78-79, mar. 2006.

ROBINS, N. Em má companhia. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 fev. 2005, p. 5 (Mais!).

ROCHA, A. M. G. C.; GANDU, A. W. **Zona de convergência do Atlântico Sul**. 1994. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/16.html>>. Acesso em: 28 abr. 2006.

RODRIGUEZ, L.; PRESTON, T. R.; DOLBERG, F. Participatory rural development: experiences in Binh Dien and Xuan Loc villages in central Vietnam. **Livestock Research for Rural development**, v. 8, n. 2, 1996. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd8/2/lylian1t.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

ROOIJ, S. Institutional capacity building for rural women's empowerment. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Economics**, v. 8, n. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue3/art-30.html>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X. & CLINE, S.A. **Global water outlook to 2025: averting an impending crisis**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2002. (In: Disponível em: <www.ifpri.org/pubs/fpr/fprwater2025.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2003)

ROSENZWEIG, C.; PARRY, M. L.; FISCHER, G.; FROHBERG, K. **Climate change and world food supply**. Research Report n.3. Oxford: University of Oxford, Environment Change Unit. 1993. Disponível em: <<http://www.ciesin.org/docs/004-046/004-046.html>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

ROSS, P.J.; WILLIAMS, J.; MCCOWN, R. L. Soil temperature and the energy balance of vegetative mulch in the semi-arid tropics. Static analysis of the radiation balance. **Australian Journal of Soil Research**, v. 23, n. 4, p. 493-514, 1985.

ROWNTREE, P. R. Review of general circulation models as a basis for predicting the effects of vegetation change on climate. In: REYNOLDS, E. R. C.; THOMPSON, F. B. (Ed.). **Forests, climate, and hydrology: regional impacts**. Tokyo: The United Nations University, 1988. Chapter 8. Disponível em: <<http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/80635e/80635E00.htm#Contents>>. Acesso em: 27 jun. 2006.

RUMLEY, R.; ONG, C. **The right tree for a dry place**. 2006. World Agroforestry Centre – ICRAF. 4 p. Disponível em: <<http://www.worldagroforestrycentre.org/news/default.asp?NewsID=582C56EC-639D-4733-BF92-C83BB7BFBE28>> e <<http://www.worldagroforestrycentre.org/water/downloads/Synthesis%20Publications/the%20right%20tree.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAL, R.; VENSKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E. Carbon sequestration in a plowed and no-tillage chronosequence in a Brazilian oxisol. In: STOTT, D. E.; MOHTAR, R.; STEINHARDT, G. (Eds.). **The global farm** - Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, May 24-29, 1999. West Lafayette, Indiana, USA: Purdue University, 2001a. p. 466-471.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; LAL, R.; DICK, W. A.; VENSKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M.; FEIGL, B. Organic matter dynamics and sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 1486-1499, 2001b.

SAFATLE, V. Ócio revolucionário. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 30 jan. 2005. Mais!, p. 7.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. **The Journal of Nutrition**, n. 133, p. 2808-2811, September 2003. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/cgi/content/full/133/9/2808>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

SALATI, E.; VOSE, P. B. . Amazon basin: a system in equilibrium. **Science**, v. 225, p. 129-138, 1984.

SAMPAIO, D. Garimpo verde devasta floresta do Maranhão. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 fev. 2007. p. A16.

SAMPAIO, D.; NUNOMURA, E. Ibama realiza megaoperação em área vizinha da reserva ecológica do Gurupi, Amazônia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 fev. 2007. p. A17.

SANBORN, C.; DELGADO, A. J. Palmas del espino: harvesting hope in the upper Huallaga. **ReVista, Harward Review of Latin America**, v. 6, n. 1, p. 6-9, 2006. Disponível em: <http://drclas.fas.harvard.edu/revista/files/45743a2e80eb3/revista_fall06_print.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2007.

SANCHEZ, P. Tropical soils, climate and agriculture: an ecological divide? In: HARVARD CONFERENCE ON RAISING AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN THE TROPICS: BIOPHYSICAL CHALLENGES FOR TECHNOLOGY AND POLICY, October 19, 2000. 2001. 29 p. Disponível em: <<http://www.worldfoodprize.org/Symposium/Powerpoint/Sanchezpaper.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

SANTILLI, M.; MOUTINHO, P.; SCHWARTZMAN, S.; NEPSTAD, D.; CURRAN, L.; NOBRE, C. Proposta para manter a floresta em pé. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 23 nov. 2003. Mais!, p. 16-17.

SANTOS, M. A. **Energy analysis of crops used for producing ethanol and CO₂ emissions**. 1996. 15 p. International Virtual Institute of Global Change – IVIG. Documents. Disponível em: <<http://www.ivig.coppe.ufrj.br/doc/alcofoen.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N., (Eds.). **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: Embrapa, SPI, 1997. 116 p.

SAXENA, M. **Microclimate modification**: calculating the effect of trees on air temperature. Moscow, ID: Society of Building Science Educators, University of Idaho, 2006. Disponível em: <<http://www.sbse.org/awards/docs/Saxena.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

SAYER, J. A.; CAMPBELL, B. Research to integrate productivity enhancement, environment protection, and human development. **Conservation Ecology**, v. 5, n. 2, p. 32, 2001. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol5/iss2/art32/>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

SBB – SOCIEDADE BÍBLICA DO BRASIL. **A Bíblia sagrada**: antigo e novo testamento. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1993. 337 p.

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Amazônia**: agricultura sustentável. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 1997. 259 p. (Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1996, Manaus, AM).

SCHERER-LORENZEN, M.; PALMBORG.; PRINZ, A.; SCHULZE, E.-D. The role of plant diversity and composition for nitrate leaching in grasslands. **Ecology**, v. 84, n. 6, p. 1539-1552, 2003. Disponível em: <<http://www.esajournals.org/esaonline/?request=get-abstract&issn=0012-9658&volume=084&issue=06&page=1539>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Projeto Mandala**. 2006. Disponível em: <<http://www2.ba.sebrae.com.br/programaseprojetos/%7BFFA025FA-BB39-435D-9233-BB018746E331%7D.asp>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

SECTAM – SECRETARIA EXECUTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. Sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Estado do Pará. Educação ambiental para conservação dos recursos hídricos. II. Reuso da água da chuva. Belém: Sectam, 2005. 7 p. (Série Relatórios Técnicos, 4). Disponível em: <<http://www.sectam.pa.gov.br/p30graus/SERIE%20N04.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2007.

SEIDL, A. F.; MORAES, A. S. Global valuation of ecosystem services: application to the Pantanal da Nhecolândia, Brazil. **Ecological Economics**, v. 33, p. 1-6, 2000.

SENEVIRATNE, G. Mitigating nitrous oxide emission in tropical agriculture: myths and realities. **Current Science**, v. 80, n. 2, p. 117-118, 2001. Disponível em: <<http://www.ias.ac.in/currsci/jan252001/115.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. Meteorologia Agrícola: LCE 306. Piracicaba: USP, ESALQ, 2005. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/aula4.pps>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

SHUTTLEWORTH, W. J. . Evaporation from Amazonian rainforest. **Proceedings of Royal Society, London**, v. B233, p. 321-346, 1988.

SILVA, A.S.; ALONSO, A. M. Sinalizadores das condições e tendências locais como prática de leitura, vivência e reflexão na educação para a sustentabilidade. In: EDUCAÇÃO AMBIENTAL 2006 – EA2006, São Carlos, 2006. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Projeto Cescar, REA, 2006. 2 p. 1 CD-ROM. (Resumo n. 126).

SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003. p. 695-715.

SILVEIRA, E. Brasil, terra de terremotos também. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 126, n. 40682, 6 mar. 2005. p. A29.

SILVEIRA, E. Desertos crescem ao ritmo de 2 Bêlgicas por ano. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 out. 2003a. p. A20.

SILVEIRA, E. Nordeste tem quatro núcleos desérticos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 12 out. 2003b. p. A20.

SILVEIRA, R. M. Imposto rural: burocracias (des)necessárias para obter isenção de ITR. **Revista Consultor Jurídico**, 12 jan. 2006. Disponível em: <<http://conjur.estadao.com.br/static/text/40975,1>>. Acesso em: 31 out. 2006.

SIMMONS, C. Can the Earth keep up with human consumption? **Guardian Unlimited**, February 22, 2001. Disponível em: <<http://www.guardian.co.uk/Archive/Article/0,4273,4140690,00.html>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 76, p. 39-58, 2004.

SMITH, V.H. Effects of nitrogen: phosphorus supply ratios on nitrogen fixation in agricultural and pastoral ecosystems. **Biochemistry**, v.18, n.1, p.19-35, 1992.

SOUZA, V. C. B.; GOLDENFUM, J. A. Trincheiras de infiltração como elemento de controle do escoamento superficial: um estudo experimental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13., Belo Horizonte, MG, 1999. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 1999. 1 CD-ROM. 11 p. Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/aguasurbanas/Contents/Publicacoes/Downloads/Vladimir_Caramori/TRINCHEIRAS_INFILTRACAO_ELEMENTO_CONTROLE_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL.pdf>. Acesso em: 25 maio 2007.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 18-23, 2003.

SPEHN, E. M.; HECTOR, A.; JOSHI, J.; SCHERER-LORENZEN, M.; SCHMID, B.; BAZELEY-WHITE, E.; BEIERKUHNLEIN, C.; CALDEIRA, M. C.; DIEMER, M.; DIMITRAKOPOULOS, P. G.; FINN, J. A.; FREITAS, H.; GILLER, P. S.; GOOD, J.; HARRIS, R.; HOEGBERG, P.; HUSS-DANEL, K.; JUMPPONE, A.; KORICHEVA, J.; LEADLEY, P. W.; LOREAU, M.; MINNS, A.; MULDER, C. P. H.; O'DONOVAN, G.; OTWAY, S. J.; PALMBORG, C.; PEREIRA, J. S.; PFISTERER, A. B.; PRINZ, A.; READ, D. J.; SCHULZE, E.-D.; SIAMANTZIOURAS, A. S. D.; TERRY, A. C.; TROUMBIS, A. Y.; WOODWAD, F. I.; YACHI, S.; LAWTON, J. H. Ecosystem effects of biodiversity manipulations in European grasslands. **Ecological Monographs**, v. 75, n. 1, p. 37-63, 2004. Disponível em: <<http://www.esajournals.org/esaonline/?request=get-abstract&issn=0012-9615&volume=075&issue=01&page=0037>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

SPEHN, E. M.; JOSHI, J.; SCHMID, B.; DIEMER, M.; KOERNER, C. Above ground resources use increase with plant species richness in experimental grassland ecosystems. **Functional Ecology**, v. 14, p. 326-337, 2000.

STAPEL, H. Fazenda da esperança. 2007. Disponível em: <<http://www.fazenda.org.br/quemsomos.php>>. Acesso em: 25 maio 2007.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. **Livestock's long shadow**: environmental issues and options. Rome: Food and Agriculture Organization, Animal Production and Health Division, 2006. 408 p. Disponível em: <www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2007.

STEPPLER, H.; NAIR, P. K. R. (Eds.). **Agroforestry, a decade of development**. Nairobi: ICRAF, 1987. 345 p. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/units/library/books/PDFs/07_Agroforestry_a_decade_of_development.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2006.

STERN, N. **Stern review: on the economics of climate change**. London: Government Economics Service, 2007. Disponível em: <http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm>. Acesso em: 25 maio 2007.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. S. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 47-60, 1997.

TAYRA, F. A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável. **Scripta Nova**, v. 119, n. 72, p. 2-11, 2002.

THAMAN, R. R.; ELEVITCH, C. R.; WILKINSON, K. M. **Multipurpose trees for agroforestry in the Pacific islands**. Holualoa: Permanent Agriculture Resources, 2000. 50 p. Disponível em: <<http://www.agroforestry.net/pubs/Multspec.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2006.

THE ROYAL SOCIETY. **Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide**. 30 jun. 2005. 68 p. Disponível em: <<http://www.royalsoc.ac.uk/document.asp?id=3249>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

THE WORLD BANK – THE INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT. **How much is an ecosystem worth?** Assessing the economic value of conservation. Washington, DC: The World Bank, 2004. 48 p. Disponível em: <<http://www.diesel-ebooks.com/cgi-bin/item/0821363794>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

THE WORLD BANK – THE INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT. Burkina Faso: the Zaï technique and enhanced agricultural productivity. **IK Notes**, n. 80, 2005. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/afr/ik/iknt80.htm>>. Acesso em: 31 out. 2006.

THE XERCES SOCIETY. **Pollinator Conservation Program: Why care about pollinator insects?** Disponível em: <www.xerces.org/Pollinator_Insect_Conservation/Poll_Why_Care.htm>. Acesso em: 29 set. 2006.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, P. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, v. 371, p. 783-785, 2002.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 8, p. 671-677, 2002.

TILMAN, D.; REICH, P. B.; KNOPS, J. M. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. **Nature**, v. 441, n. 7093, p. 629-632, 2006. Disponível em: <www.nature.com/nature/journal/v441/n7093/abs/nature04742.html>. Acesso em: 30 jun. 2006.

TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. M. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, v. 379, n. 6567, p. 718-720, 1996. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v379/n6567/abs/379718a0.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

TOLEDO, M. Ribeirão lidera em concentração de fumaça. **Folha Ribeirão**, São Paulo, 29 jun. 2003. p. C1.

TOMAZ, P. Poluição difusa. 2005. 43 p. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/sba/palestras/PlinioTomaz_MR4.pdf>. Acesso: 30 maio 2007.

TORRECILLA, S. (coord). **Avaliação da gestão do ICMS ecológico na bacia do Alto Paraguai**. Relatório final. Campo Grande: Instituto de Meio Ambiente Pantanal, 2003. 52 p. (Parte do Projeto Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai, ANA/GEE/PNUMA/OEA; contrato CPR/OEA n. 45969).

TRAUFETTER, G. Terra do gelo agora planta e cria gado: efeitos do aquecimento global já são visíveis na Groenlândia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 10 set. 2006. p. A28.

TRUMBORE, S. E. Comparison of carbon dynamics in tropical and temperate soils using radiocarbon measurements. **Global Biochemical Cycles**, v. 7, n. 2, p. 275-290, 1993.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. **Ecology Letters**, v. 8, p. 857-874, 2005. Disponível em: <http://wwwuser.gwdg.de/~uaoe/pdf/paper/EcolLetters2005,8_857-874.pdf>. Acesso em: 29 maio 2007.

TUPY, O.; CAMARGO, A. C. de; ESTEVES, S. N.; NOVAES, N. J.; MANZANO, A.; FREITAS, A. R. de. Avaliação do impacto econômico de transferência de tecnologias agropecuárias em estabelecimentos familiares com produção de leite, no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SOBER, 2003. 1 CD-ROM. 8 p.

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; CAMARGO, A.C. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**. 4. Técnicas de produção intensiva aplicadas às propriedades familiares produtoras de leite. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 38 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 57). Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacao gratuita/documentos/documentos-57.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

UCAR – UNIVERSITY CORPORATION FOR ATMOSPHERIC RESEARCH. **Teacher-built resource takes science and math discovery from the web into the classroom**. 2001. Disponível em: <<http://www.ucar.edu/communications/newsreleases/2001/learnweb.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

UNDERHILL, W. Special Report: living with climate change. 1. This way forward. **Newsweek**, special double issue, (April, 23), p. 36-77, 2007.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Maps and graphics:** climate change scenarios for desert areas. Disponível em: <http://maps.grida.no/go/graphic/climate_change_scenarios_for_desert_areas>. Acesso em: 30 jun. 2006.

UNITED NATIONS. **World water development report:** water for people, water for life. Paris: Unesco Publishing, Berghahn Books, 2003. 576 p. (Executive Summary. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>>. Acesso em: mar. 2003.

UNIVERSITAET MUENCHEN. **Land-See-Wind.** Disponível em: <http://www.geographie.uni-muenchen.de/iggf/multimedia/klimatologie/kleinezirkulation_landseewind.htm>. Acesso em: 29 set. 2006.

UNIVERSITY OF OREGON. **Greenhouse effect.** Disponível em: <<http://zebu.uoregon.edu/1998/es202/l13.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

UNIVERSITY OF READING. **Impact of climate change on crops worse than previously thought.** Reading: The University of Reading, School of Agriculture, Policy and Development, 2005. Disponível em: <<http://www.extra.rdg.ac.uk/news/details.asp?ID=500>>. Acesso em: 30 jan. 2007.

UNIVERSITY OF WISCONSIN – MADISON. **Satellite Composite Images:** real time US composite satellite image. Two-week global image movie: mpeg format. Madison: Space Science and Engineering Center. Disponível em: <http://www.ssec.wisc.edu/data/comp/cmoll/cmoll_mpeg.html>. Acesso em: 30 jun. 2006.

UPHOFF, N.; BALL, A. S.; FERNANDES, E.; HERREN, H.; HUSSON, O.; LAING, M.; PALM, C.; PRETTY, J.; SANCHEZ, P.; SANGINGA, N.; THIES, J. (Eds.). **Biological approaches to sustainable soil systems.** Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis, 2006. 764 p.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Global desertification vulnerability map.** Disponível em: <<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/desert.html>> e <<http://www.earthaction.org/engl/resourcesDV.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006a.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Global population density map.** Disponível em: <<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/popden.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006e.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil moisture regimes map.** Disponível em: <<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/smr.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006b.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil organic carbon map.** Disponível em: <<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/soc.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006c.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Water holding capacity map.** Disponível em: <<http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/whc.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006d.

USFWS – UNITED STATES FISH & WILDLIFE SERVICE. **Why pollinators are important?** Disponível em: <www.fws.gov/conntaminants/Issues/Pollinators.cfm>. Acesso em: 29 set. 2006.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Active volcanoes, plate tectonics, hot spots, and the ring of fire.** Disponível em: <http://vulcan.wr.usgs.gov/Glossary/PlateTectonics/Maps/map_plate_tectonics_world.html>. Acesso em: 30 jun. 2006.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M. T. D.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease: review. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, p. 44-84, 2007.

VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. **Conservation Biology**, v. 21, n. 1, p. 274-277, 2007.

VECCHIA, F. Teto verde reduz calor em imóvel e combate enchentes. **Folha de São Paulo**, 18 mar. 2007. Ribeirão, p. C5.

VECCHIA, F.; LIMA, M. O.; ARANTES, D. **Avaliação do comportamento térmico de coberturas verdes leves (CVLs) aplicada aos climas tropicais.** 2006. Disponível em: <<http://www.shs.eesc.usp.br/pessoal/docentes/pesquisas/14/tetoverde/index.html>>. Acesso em: 29 maio 2007.

VERÍSSIMO, L. F. Inquilinos. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 7 dez. 2006. Caderno 2, p. D14.

VICÁRIA, L.; BUSCATO, M. Ainda deve ficar pior. **Época**, 24 out. 2005, p.96-97.

VITOUSEK, P. M.; ABER, J.; HOWARTH, R. W.; LIKENS, G. E.; MATSON, P. A.; SCHINDLER, D. W.; SCHLESINGER, W. H.; TILMAN, G. D. Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences. *Issues in Ecology*, Ecological Society of America, n. 1, Spring, 1997. 16 p. Disponível em: <http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue1.pdf>. Acesso em: 29 maio 2007.

VIVEIROS, M. Ilhas de calor afastam chuva de represas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 15 fev. 2004. p. C10.

WAC – WORLD AGROFORESTRY CENTRE. **Agroforestree database.** Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/Sites/TreeDBS/aft.asp>>. Acesso em: 31 out. 2006.

WADE, L. **Os dez mandamentos.** Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2006. 95 p.

WALIYAR, F.; COLLETTE, L.; KENMORE, P. E. (Ed.). Beyond the gene horizon: sustaining agricultural productivity and enhancing livelihoods through optimization of crop and crop-associated biodiversity with emphasis on semi-arid tropical agroecosystems. **Proceedings of a workshop.** India: ICRISAT; Italy: FAO, 2003. 200 p.

WANTZEN, K. M.; SIQUEIRA, A.; CUNHA, C. N.; SÁ, M. F. P. Stream-valley systems of the Brazilian cerrado: impact assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, p. 713-732, 2006.

WBI – WORLD BANK INSTITUTE. **Methods and Tools**. Participatory rural appraisal – PRA. Collaborative decisionmaking: community-based method. The World Bank Participation Sourcebook for a world free of poverty. 2003. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/wbi/sourcebook/sba104.htm>> e <<http://www.worldbank.org/wbi/sourcebook/sbhome.htm>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

WEISS, K. R. Alga venenosa ameaça ecossistemas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 3 set. 2006a. p. A26.

WEISS, K. R. **Altered oceans**: poison in the seas. A primeval tide of toxins. August 2, 2006b. Disponível em: <<http://www.mail-archive.com/silklist@lists.hserus.net/msg02570.html>> e <<http://timethief.wordpress.com/2006/08/08/altered-oceans-a-5-part-series-text/>>. Acesso em: 29 set. 2006.

WIKIPEDIA. **Albedo**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Albedo>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

WILKINSON, K. M.; ELEVITCH, C. R. **Integrating understory crops with tree crops**: an introductory guide for Pacific islands. Holualoa: Permanent Agriculture Resources, 2000. 50 p. Disponível em: <<http://www.agroforestry.net/pubs/Understory.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2006.

WILSON, J.; MUNRO, R. C.; INGLEBY, K.; MASON, P. A.; JEFWA, J.; MUTHOKA, P. N.; DICK, J. M.; LEAKEY, R. R. Tree establishment in semi-arid lands of Kenya: Role of mycorrhizal inoculation and water-retaining polymer. **Forest Ecological Management** v. 45, p. 153-163, 1991.

WOLFRAM RESEARCH – WR. **Albedo**. Disponível em: <<http://scienceworld.wolfram.com/physics/Albedo.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006.

WORLD NEIGHBORS. **From the field**: the success of three women. 2006. Disponível em: <<http://www.wn.org/3women.html>>. Acesso em: 28 fev. 2007.

WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Contributions to global warming**: historic carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion, 1900-1999. Disponível em: <<http://earthtrends.wri.org/text/climate-atmosphere/map-488.html>>. Acesso em: 30 jun. 2006a.

WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Drylands**: aridity zones of the world. Earth Trends Environmental Information. Disponível em: <http://earthtrends.wri.org/maps_spatial/maps_detail_static.php?map_select=459&theme=9>. Acesso em: 30 jun. 2006b.

WWF–IUCN – World Wide Fund for Nature – The World Conservation Union. **Forests for life**. WWF-UK, Panda House, Godalming, 1996. 68p. Disponível em: <www.iucn.org/themes/fcp/publications/files/forest_forlife.pdf>. Acesso maio 2007.

YOUNG, C. E. F.; FAUSTO, J. R. B. **Valoração de recursos naturais como instrumento de análise da expansão da fronteira agrícola na Amazônia.** Rio de Janeiro: IPEA, 1997. 32 p. (Texto para discussão n. 490). Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/td0490.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2007.

ZAFALON, M. Cortadores de cana têm vida útil de escravo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 29 abr. 2007. p. B1.

Apêndice (Figuras)

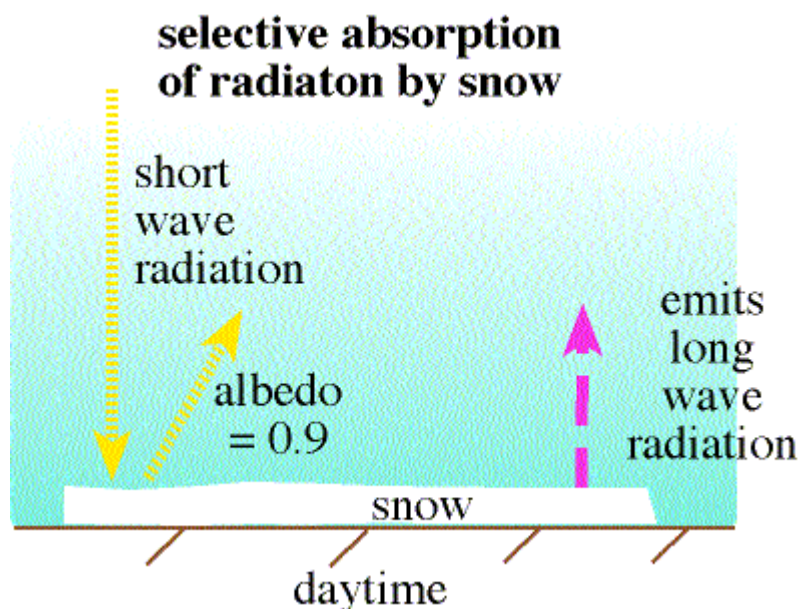


Figura 1. Albedo é o percentual de radiação solar de ondas curtas refletida pela superfície: atinge 90% sobre a neve (*snow*), aproximadamente 20% sobre a vegetação e somente 10% sobre corpo de água. A radiação não refletida será utilizada para evaporar água, para ativar moléculas de ar e para gerar térmicas e brisas ou será irradiada na forma de calor, na forma de ondas longas ou na forma de ondas infravermelhas, além de realizar a fotossíntese e de promover a transpiração nas plantas. Fonte: Lyndon State College (2006).

Figure 1. Albedo is the percent of solar short wave radiation reflected by a surface. It reaches 90% on snow, approximately 20% on vegetation, and only 10% on waterbodies. Non reflected radiation will be used to vaporize water, to activate air molecules and to generate thermals and breezes, or it will be irradiated as heat, as long waves or infrared radiation. Source: Lyndon State College (2006).

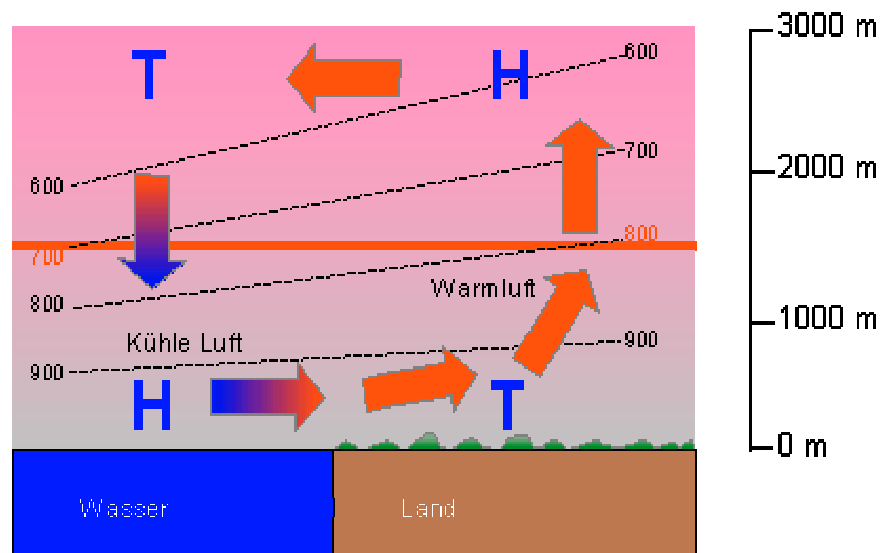


Figura 2. Durante o dia, em superfície sólida (*Land* = terra), moléculas de ar aquecidas (*Warmluft*) geram térmica (baixa pressão – T – na superfície e alta pressão – H – em altitude) e circulação de ar frio (*kühle Luft*) oriunda de zona de alta pressão sobre superfície mais fria (*Wasser* = água) ou vegetada, resultando brisa ou vento ou tornado em função do grau de aquecimento da terra. Números nas margens = pressão barométrica em mm de Hg. Fonte: Universitaet Muenchen (2006).

Figure 2. During the day, warmed air molecules (*Warmluft*) over solid surfaces (*Land* = ground) generate a thermal (low pessure – T – over the ground, and high pressure – H – in altitude) and circulation of cool air (*kühle Luft*) coming from high pressure zone over vegetated or cold surface (*Wasser* = water), resulting in breeze or wind or tornado as a function of the heating degree of the ground. Side numbers = barometric pressure, in mm Hg. Source: Universitaet Muenchen (2006).

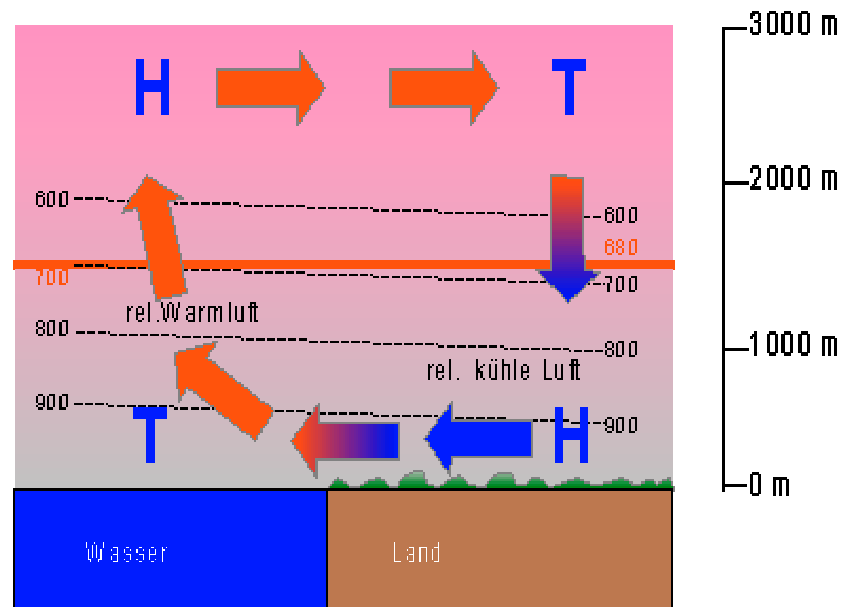


Figura 3. Durante a noite, em superfície líquida (*Wasser* = água) ou vegetada, moléculas de ar aquecidas (*Warmluft*) geram térmica (baixa pressão – T – na superfície e alta pressão – H – em altitude) e circulação de ar frio (*kühle Luft*) oriunda de zona de alta pressão sobre superfície mais fria (*Land* = terra), resultando brisa ou vento em função do grau do esfriamento da terra. Fonte: Universitaet Muenchen (2006).

Figure 3. During the night, warmed air molecules (*Warmluft*) over vegetated or liquid surface (*Wasser* = water) generate a thermal (low pressure – T – over the ground, and high pressure – H – in altitude) and circulation of cool air (*kühle Luft*) coming from high pressure zone over cooler surface (*Land* = ground), resulting in breeze or wind as a function of the cooling degree of the ground. Source: Universitaet Muenchen (2006).

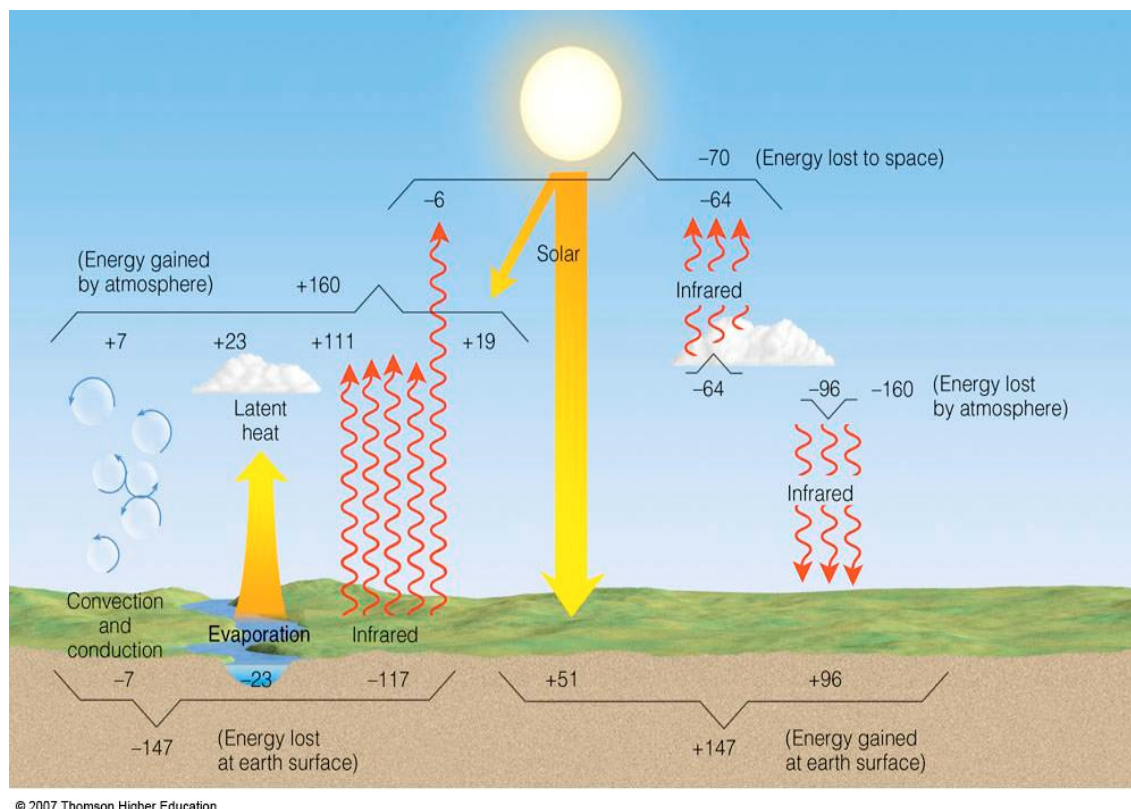


Figura 4. A radiação solar que atinge a superfície terrestre e que não é refletida aciona moléculas dessa superfície e se transforma em calor. Parte do calor é dissipada por convecção (*convection*), formando térmicas, brisas e ventos; parte é utilizada para mudar o estado da água de líquida para gasosa (evaporação), formando as nuvens; e parte é perdida na forma de radiação infravermelha (*infrared*). Parte dessa radiação infravermelha é retida por gases de efeito estufa e por vapor de água, gerando o aquecimento global. *Energy lost* = energia perdida; *energy gained* = energia recebida. Fonte: Lyndon State College (2006).

Figure 4. Solar radiation reaches the ground and, when it is not reflected, it activates molecules from the surface, producing heat. Part of this heat is dissipated by convection, generating a thermal, breezes and wind; another part is used to change state of water from liquid to gas (evaporation), producing clouds; and part is lost as infrared radiation. Part of this infrared radiation is entrapped by greenhouse gases and water vapor, generating the global warming. Source: Lyndon State College (2006).

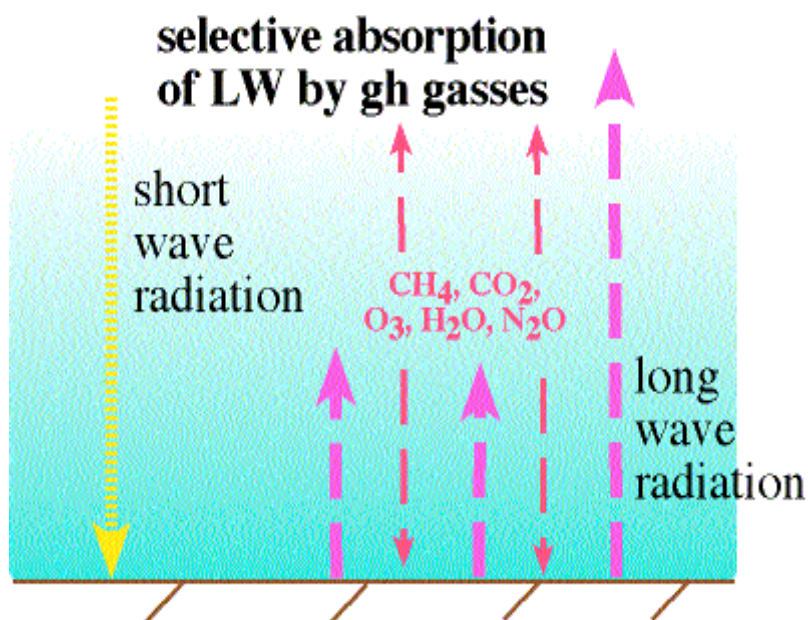


Figura 5. Parte da energia solar incidente, de ondas curtas (*short waves*), é transformada em radiação infravermelha, de ondas longas (*long waves* = LW), que é parcialmente retida por gases de efeito estufa (*gh gasses*: CO₂, CH₄, N₂O e O₃) e por vapor de água (H₂O), gerando o aquecimento global. Fonte: Lyndon State College (2006).

Figure 5. Part of the incident solar energy, short waves, is transformed in infrared radiation, long waves (LW), which is partially retained by greenhouse gases (gh gasses: CO₂, CH₄, N₂O, O₃) and water vapor (H₂O), generating global warming. Source: Lyndon State College (2006).

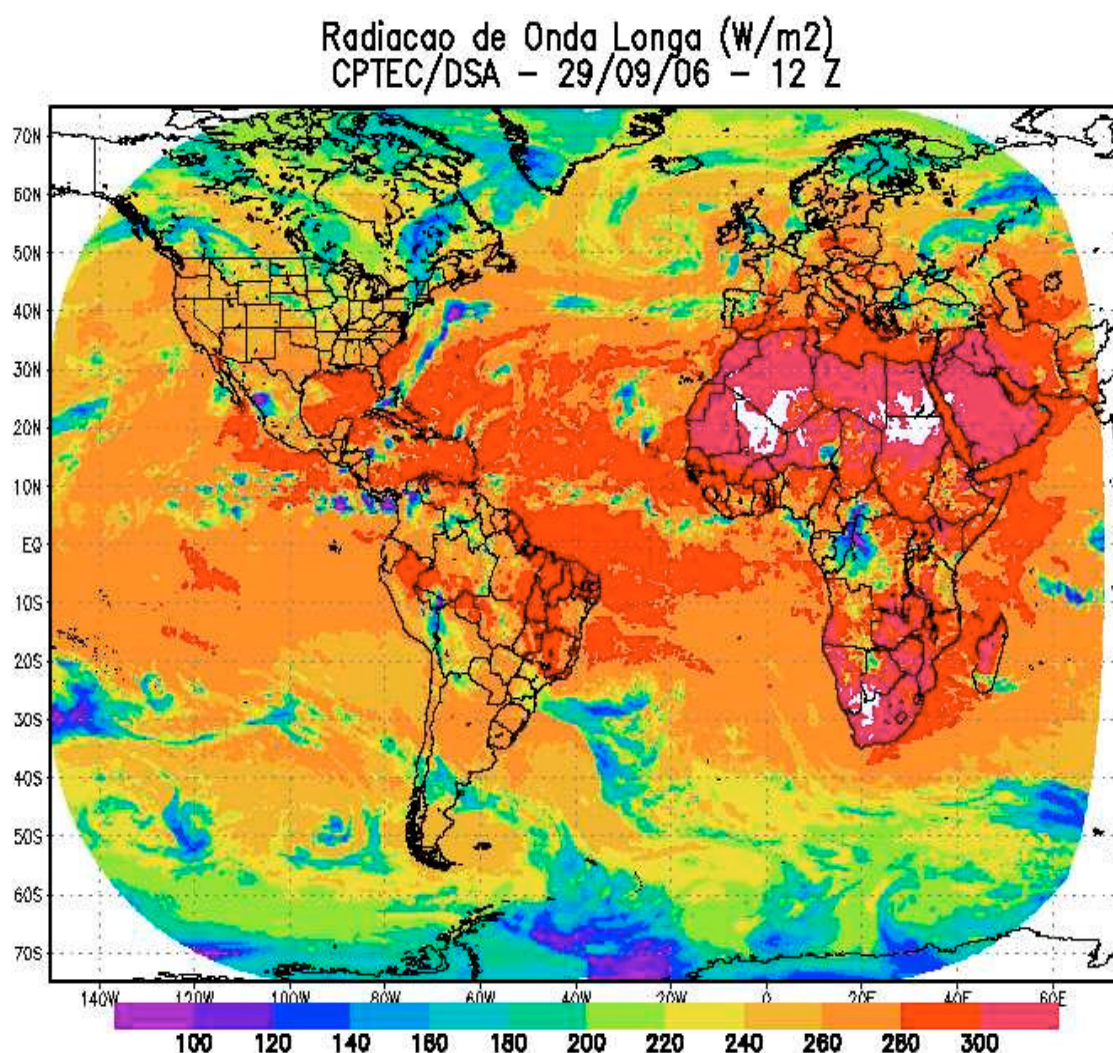


Figura 6. Sensores remotos em satélites geram imagens que mostram que áreas terrestres emitem radiação de ondas longas ou calor em excesso (>300 W/m², áreas roxas) para a atmosfera, podendo ultrapassar a escala normal (áreas brancas). O continente africano possui muitas áreas com calor em excesso (em 29/9/2006, outono no hemisfério norte). Fonte: INPE (2006b).

Figure 6. Satellite remote sensors generate images which show areas on the ground with long waves emission or heat in excess (>300 W/m², violet areas) to atmosphere, sometimes outside the normal scale (white spots). The African continent holds most of this heating areas (September 29, 2006; fall in northern hemisphere). Source: INPE (2006b).

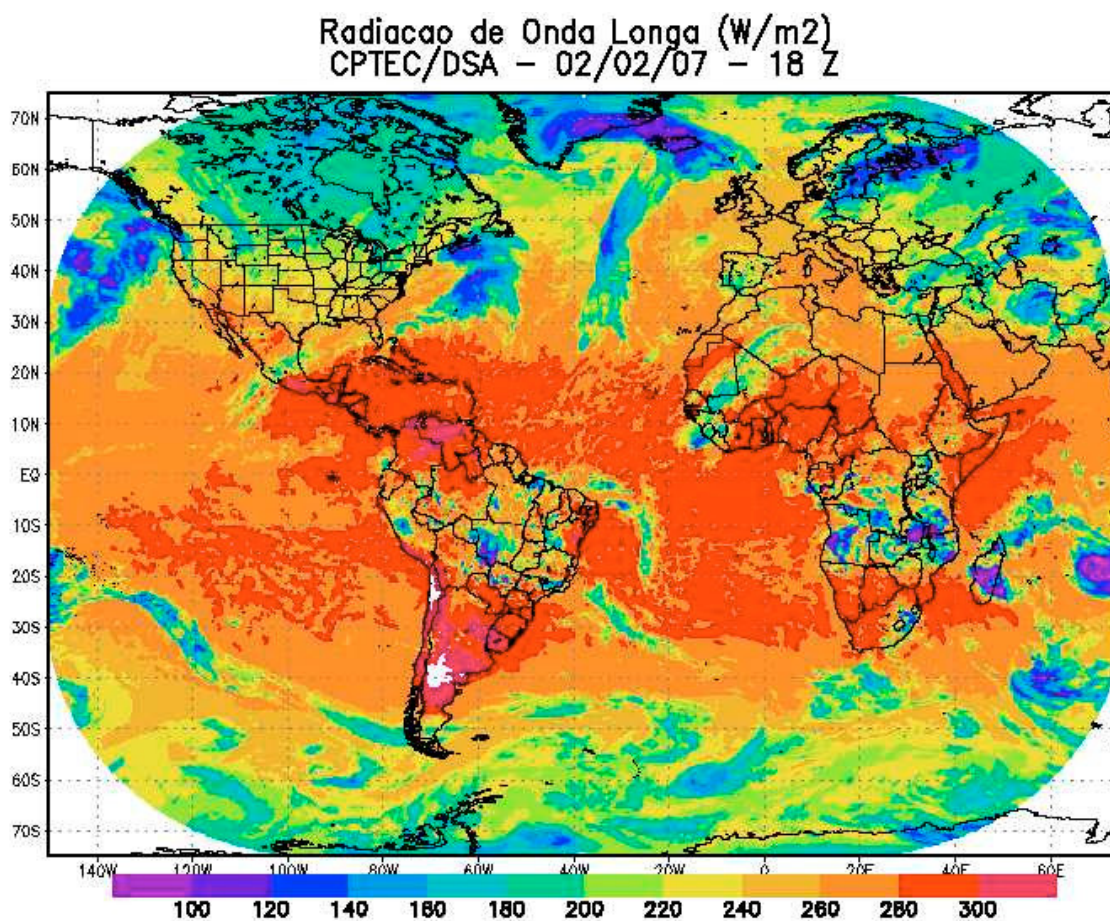


Figura 7. O continente sul-americano possui áreas que geram radiação de ondas longas em excesso (áreas roxas e brancas) no lado oeste (em 2/2/2007, verão no hemisfério sul). Fonte: INPE (2006b).

Figure 7. South America contains areas which produce long waves or heat in excess in the western side (February 2nd, 2007; summer in southern hemisphere). Source: INPE (2006b).

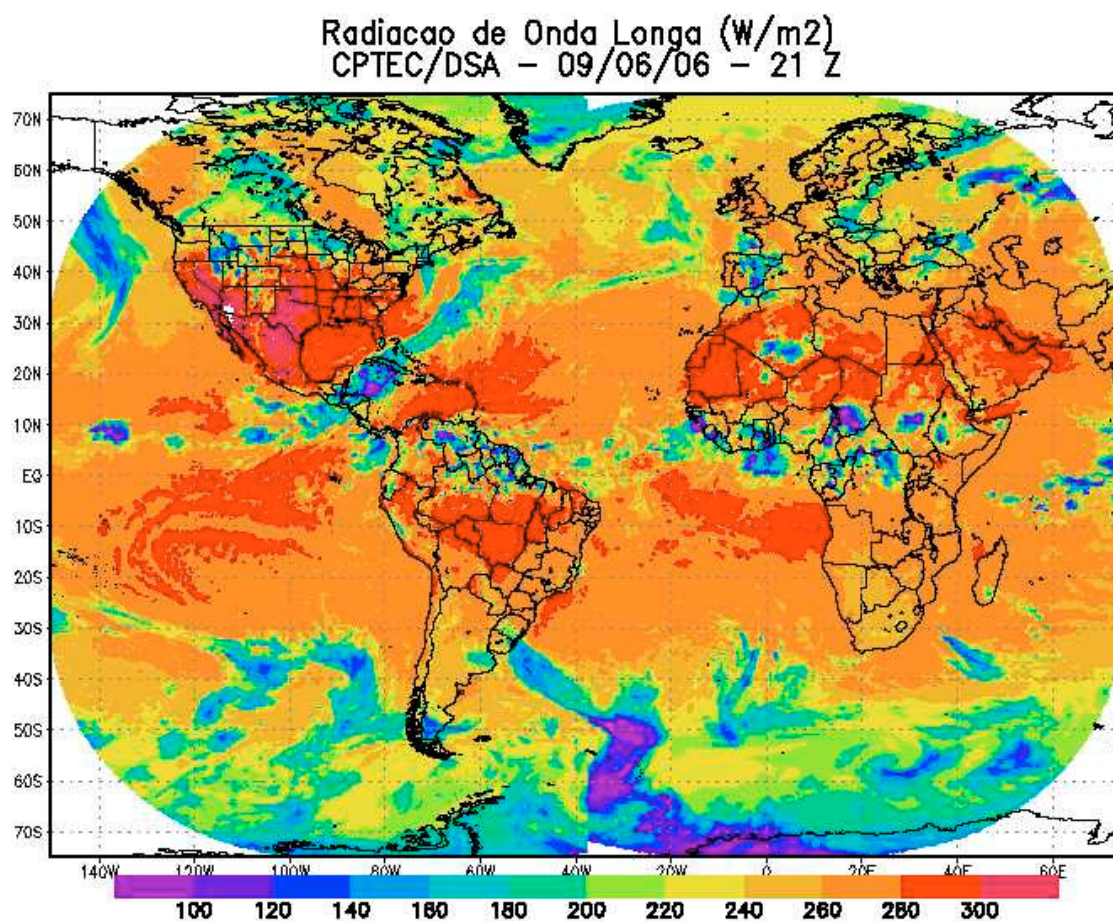


Figura 8. O continente norte-americano possui áreas que geram radiação de ondas longas em excesso (áreas roxas e brancas) no lado oeste (em 9/6/2006, verão no hemisfério norte). Fonte: INPE (2006b).

Figure 8. North America produces long waves or heat in excess (violet and white areas) also in the western side (/June 9, 2006; summer in northern hemisphere). Source: INPE (2006b).

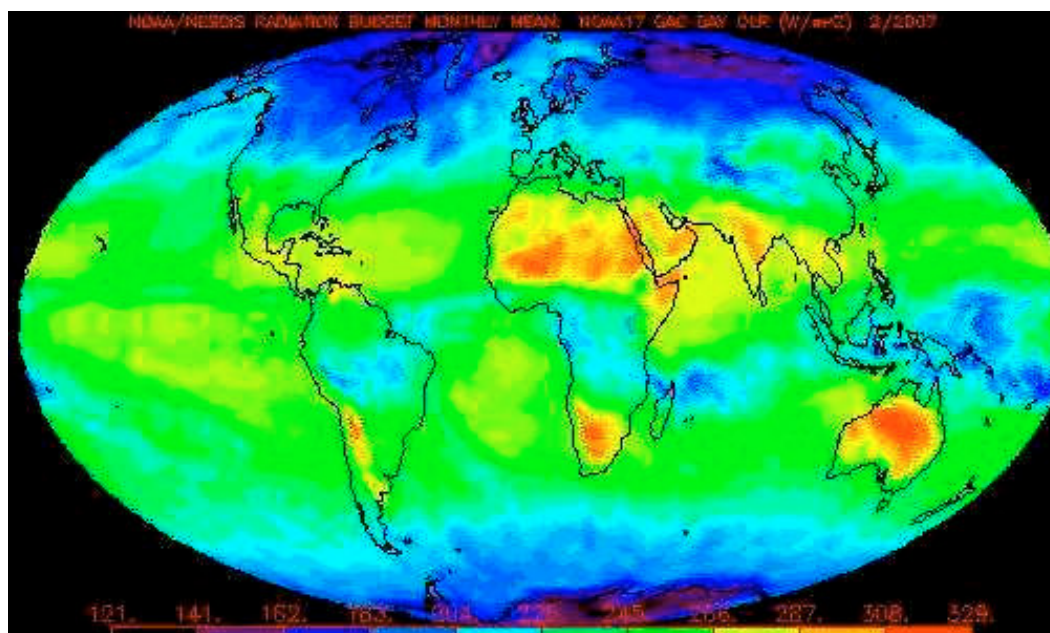


Figura 9. O continente australiano e a Índia também possuem áreas que geram radiação de ondas longas em excesso (áreas vermelhas; média de fevereiro de 2007; verão no hemisfério sul). Fonte: NOAA (2005).

Figure 9. Australia and India also have areas producing heat in excess (red areas; mean of February 2007; summer in southern hemisphere). Source: NOAA (2005).

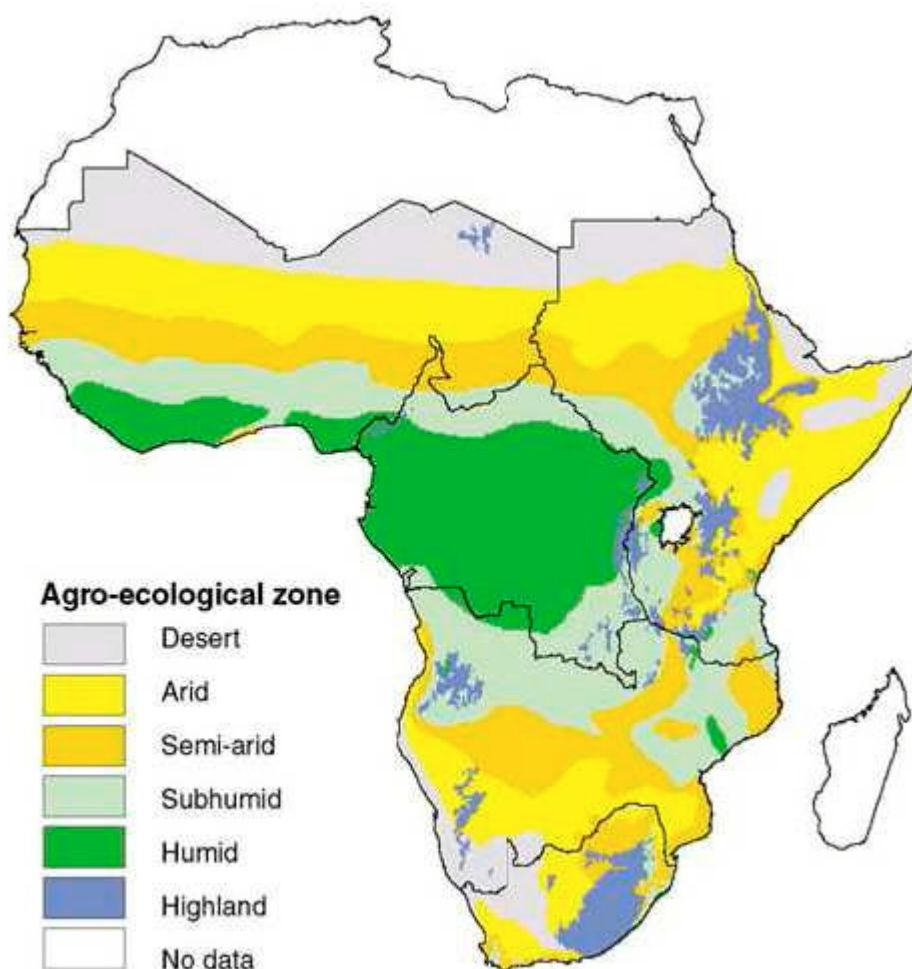


Figura 10. As áreas geradoras de calor em excesso na África coincidem com as áreas que apresentam déficit de água: semi-áridas, áridas e desertos. Fonte: Drechsel et al. (2005).

Figure 10. In Africa, areas producing heat in excess coincide with water shortage regions: semi-arid, arid and deserts. Source: Drechsel et al. (2005).

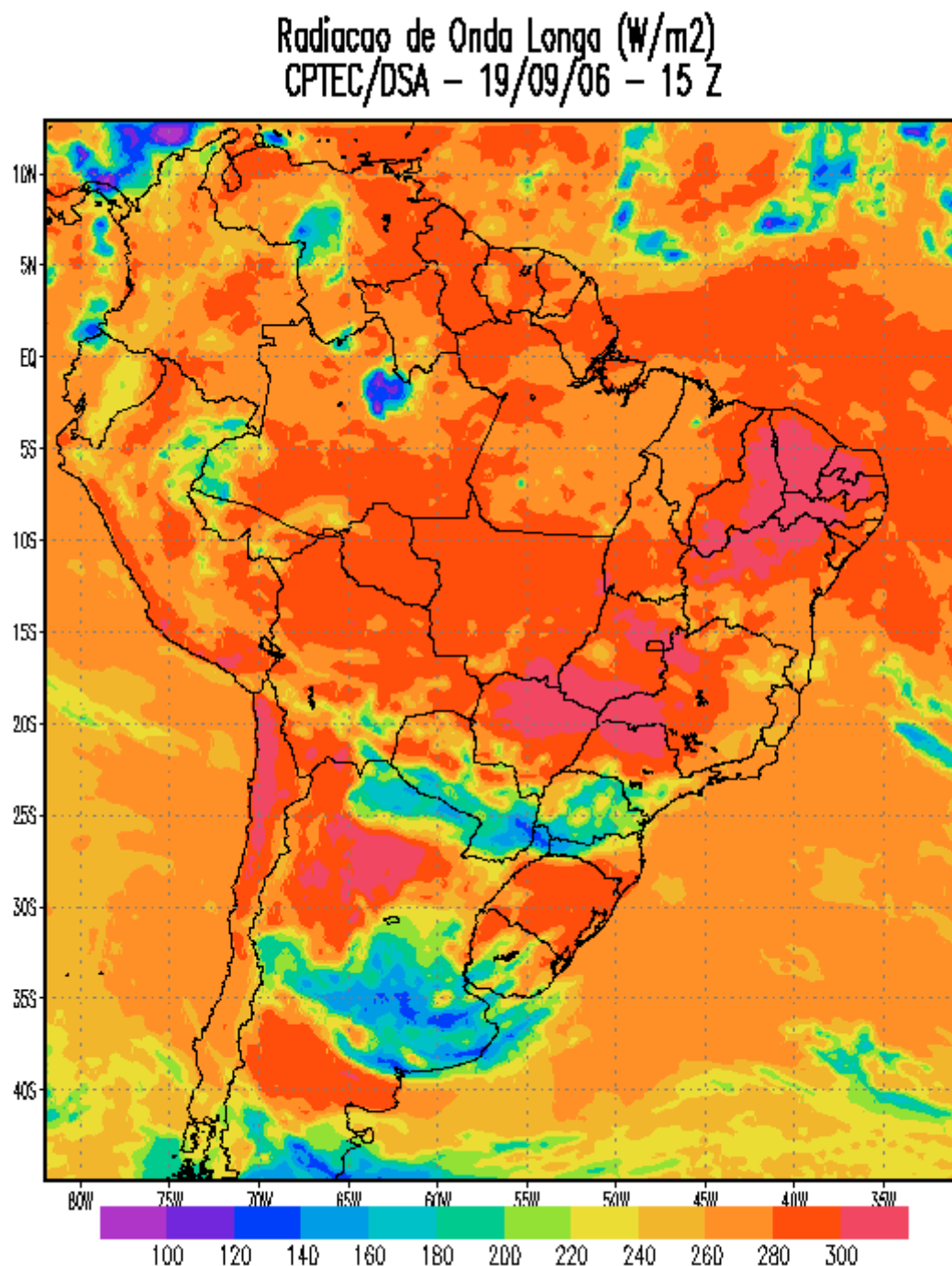


Figura 11. No Brasil, além das áreas do semi-árido nordestino, já existem pulsos de calor em excesso (áreas roxas) nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o que indica processo de aridização (19/9/2006; primavera no hemisfério sul, no auge do período seco nas regiões Sudeste e Centro-Oeste). Fonte: INPE (2006b).

Figure 11. In Brazil, besides the northeastern semi-arid areas, heat in excess pulses (violet areas) are beginning to occur in the Southeast and Middle-West, pointing to an aridization process (September 19, 2006; spring in southern hemisphere, during the peak of the dry period). Source: INPE (2006b).

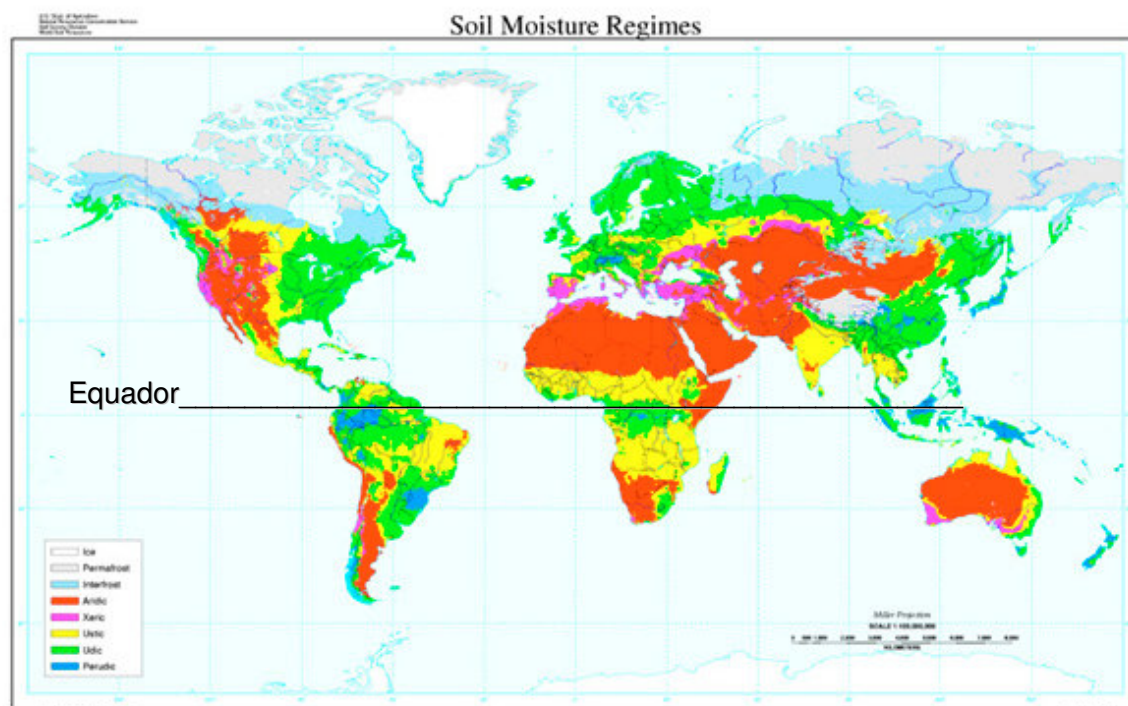


Figura 12. No mundo já existem muitas áreas (vermelhas e amarelas), com problema de disponibilidade de água, as quais podem gerar calor em excesso. No hemisfério norte, ocorrem mais áreas degradadas geradoras de calor em excesso, que, desviado para o polo norte pela camada de gases de efeito estufa, passa pelas regiões desenvolvidas de clima temperado. Fonte: USDA (2006b).

Figure 12. The world has already several areas (red and yellow) with water shortage problems, which may generate heat in excess. In northern hemisphere occur more dry areas generating heat in excess, which is diverted by the green house gas layer to the north pole, passing through developed countries under temperate climate. Source: USDA (2006b).

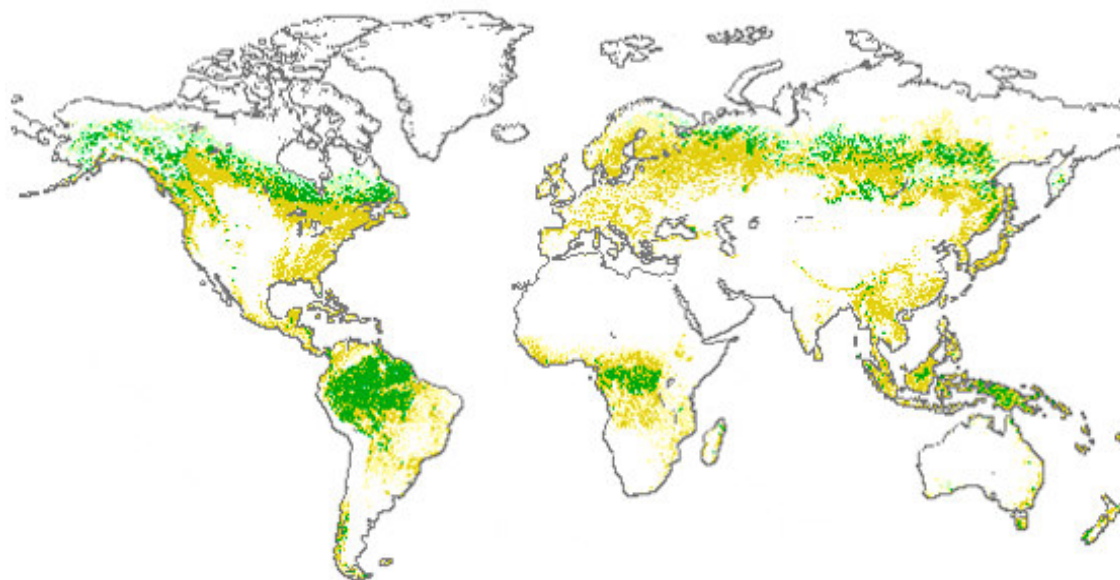


Figura 13. Mapa das florestas remanescentes. As áreas com problema de disponibilidade de água (Figura 12) coincidem com aquelas não ocupadas por vegetação permanente, isto é, árvores. Fonte: Greenpeace (2006).

Figure 13. Map of remaining forests. Areas with water shortage (Figure 12) will match those not covered by permanent vegetation, trees. Source: Greenpeace (2006).

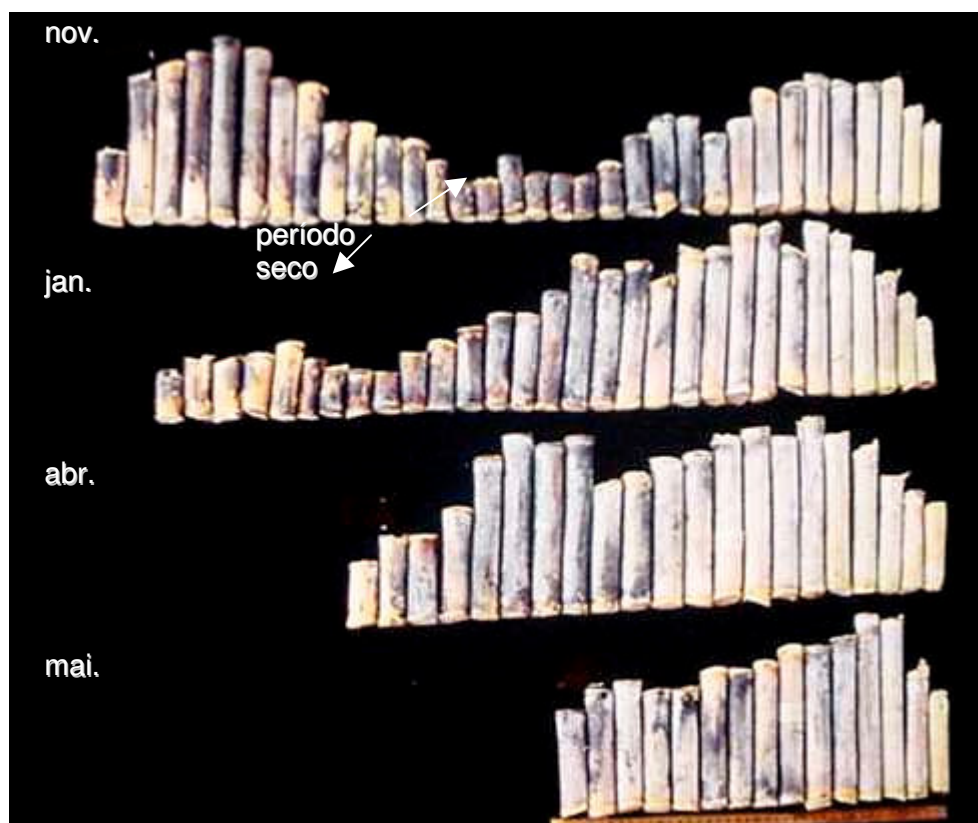


Figura 14. Água disponível é essencial para produtividade desejável. De alto a baixo, seqüência de entre-nós (gomos da base ao topo, da esquerda para a direita) de cana-de-açúcar – planta primária – plantada em novembro, em janeiro, em março e em maio. O período de seca reduz o comprimento dos entre-nós. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 14. Available water is essential for desirable yields. From top to bottom, sequence of internodes (base to top, left to right) of a primary sugarcane planted in November, January, March and May. Dry period reduces length of internodes. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 15. Solo desprotegido pode encrostar facilmente por ação de chuvas tropicais e dessa forma reduzir a água disponível. Impermeabiliza, seca, esquentam. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 15. Bare soil may easily form a surface crust due to heavy tropical rains, and reduce available water. It impermeabilizes, dries and gets hot. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 16. À esquerda, torrão de solo sob vegetação nativa de cerrado, transpassado por raízes, permeável (“esponja”). À direita, torrão do mesmo solo ao lado, de entrelinha de cultura de cana-de-açúcar, cinco anos após a retirada da vegetação nativa: impermeável (“pedra”), seco, pouco arejado. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 16. On the left, soil clod under native Cerrado vegetation, permeated by roots, permeable (“sponge”). On the right, same interrow soil clod under sugarcane plantation, five years after removal of the cerrado vegetation, impermeable (“stone”), dry, badly aerated. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 17. Torrão compactado, com planta de algodoeiro. A figura mostra a raiz (“intestino” e “pulmão” da planta) retorcida e em condição comprometida quanto à disponibilidade de água e de ar (oxigênio). Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 17. Compacted soil clod, with cotton plant showing a twisted root (the “intestine” and “lung” of the plant) under bad conditions because of water and oxygen shortage. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 18. Soja do mesmo lote de sementes, do mesmo dia de plantio, do mesmo solo, nas mesmas condições climáticas, com os mesmos insumos. Raízes com diferentes graus de comprometimento. Da esquerda para a direita, centro de canal de escoamento de água, muito erodido, para área sem erosão, com maior teor de matéria orgânica, maior porosidade e maior aeração. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 18. Soybean from the same seed bulk, with the same seeding date, on the same soil, under the same climatic conditions, with the same input. Roots with different stages of restrictions. From left to right, from the bottom of an eroded runoff channel to a not eroded top soil, with greater organic matter content, greater macroporosity and better aeration. Source: Photo archive of Odo Primavesi.

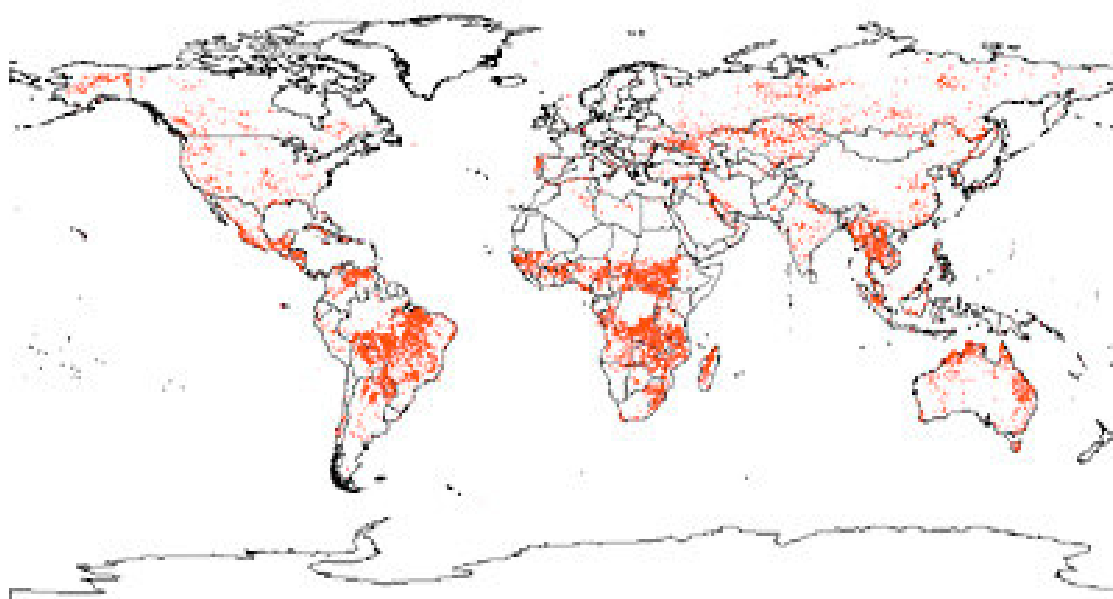


Figura 19. As queimadas (áreas em vermelho) continuam intensas ao redor do mundo: destroem a vegetação e seus resíduos, que protegem o solo, e reduzem a matéria orgânica no solo. Fonte: European Space Agency (2006).

Figure 19. Burnings (red spots) continue intense worldwide, destroying soil protection (plants and their residues) and reducing soil organic matter. Source: European Space Agency (2006).

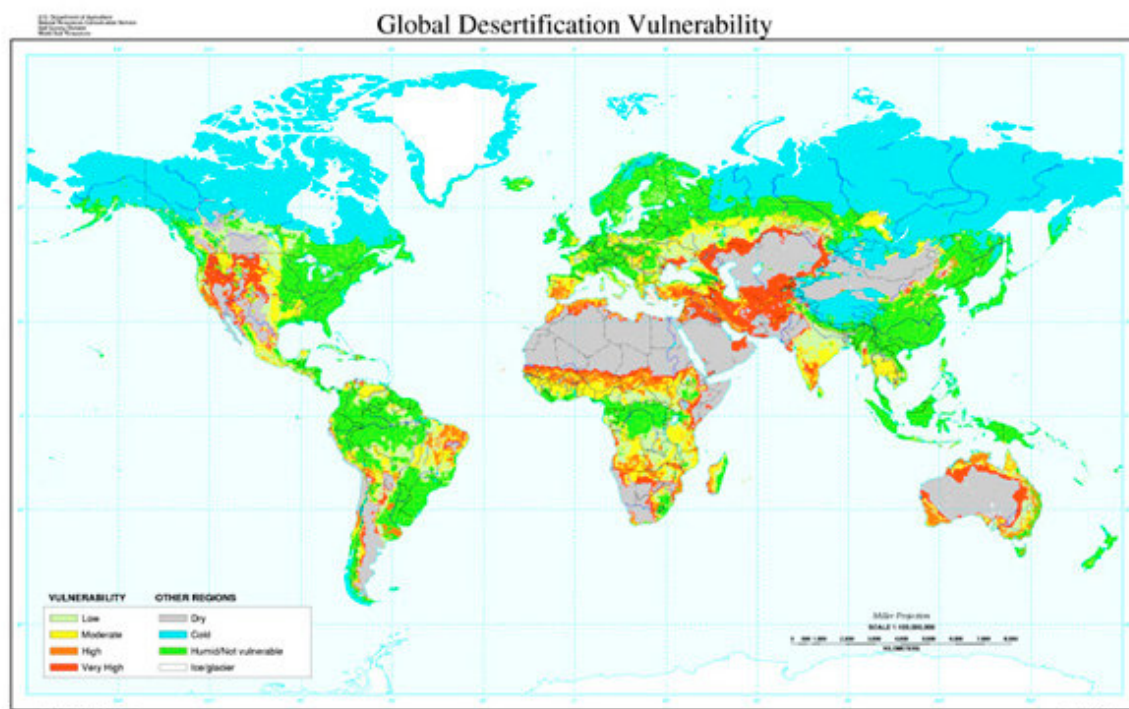


Figura 20. As condições de vulnerabilidade à desertificação avançam mundo afora (alta = laranja, e muito alta = vermelho) e reduzem a disponibilidade de terra para atender a pegada ecológica (ver texto) dos grandes consumidores. Fonte: USDA (2006a).

Figure 20. Vulnerability conditions to desertification are increasing worldwide (great = orange, very great = red) and reducing land available to satisfy the ecological footprint (see text) of big consumers. Source: USDA (2006a).

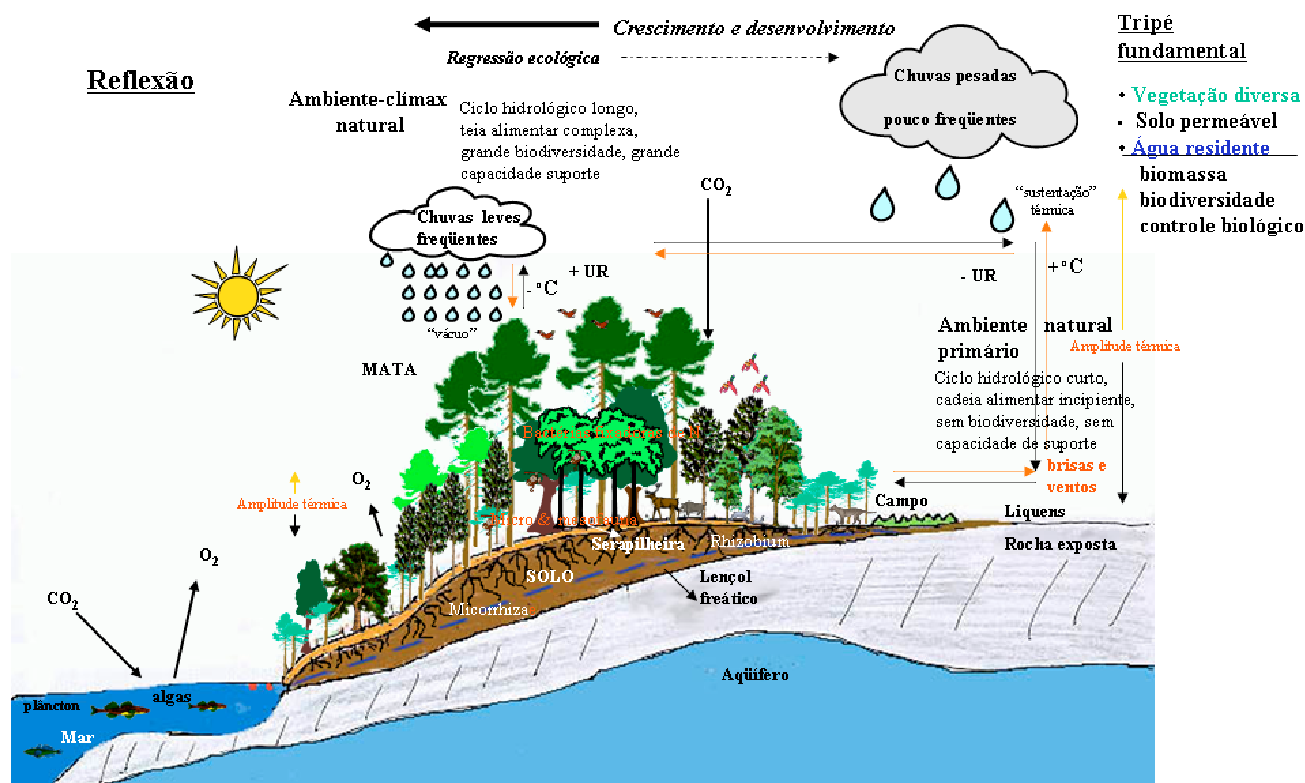


Figura 21. Estudos de caracterização ambiental e de identificação de indicadores de qualidade ambiental permitiram construir este modelo pictórico ambiental (reflexão), com ambiente natural primário (afloramento de rocha) e ambiente-clímax natural, num processo de desenvolvimento para a vida. A volta às condições de rocha, sem capacidade de suporte biológico e de produção, constitui regressão ecológica ou “desenvolvimento” para a morte. Fonte: Primavesi & Primavesi (2003).

Figure 21. Environmental characterization studies and identification of environmental quality indicators allowed the development of an environmental pictorial model (thinking), with a primary natural environment (rocks) and climax natural environment, in a development process for life. The return to rocky conditions, without biological carrying capacity and production potential, represents an ecological regression or a “development” for death. Source: Primavesi & Primavesi (2003).

Regional impacts of deforestation on rainfall

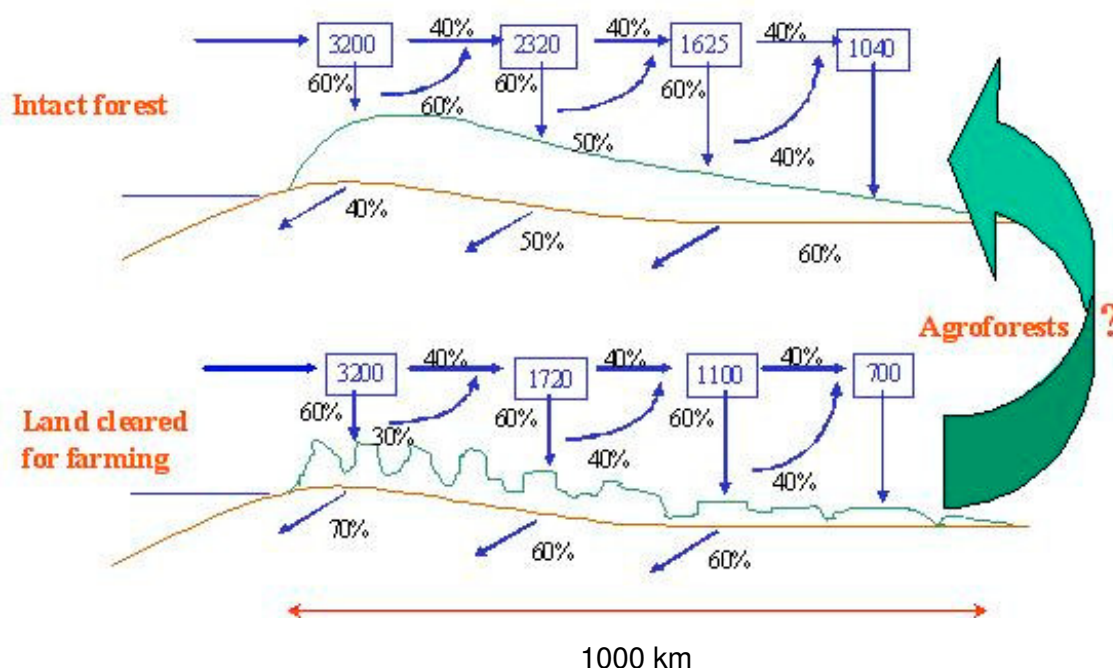


Figura 22. Impacto regional do desmatamento sobre as chuvas. Árvores (sistemas florestais = agroforests) aparecem como solução para manejar o volume e a distribuição de chuvas, isto é, para melhorar o regime hídrico de uma região. Intact forest = floresta intacta; land clearing for farming = derrubada para agricultura. Os números nos retângulos representam milímetros de chuva. Fonte: Shuttleworth (1988).

Figure 22. Regional impact of deforestation on rain. Trees (agroforests) appear as solution to manage volume and distribution of rain, in order to improve water balance in a region. Numbers in rectangle mean quantity (mm) of rain. Source: Shuttleworth (1988).

Solução

- Sistemas agroflorestais
- SPD - Sistema Plantio Direto
- Pasto rotacionado
- Integração lavoura-pecuária
- Práticas de conservação de água e solo

- Áreas verdes, permeabilização do solo
- Limpeza, saneamento
- Redução/Reutilização/Reciclagem de dejetos e descartes/ redução de consumo
- Redução de uso de substâncias tóxicas
- Maior distribuição da renda, inclusão social
- Educação ambiental

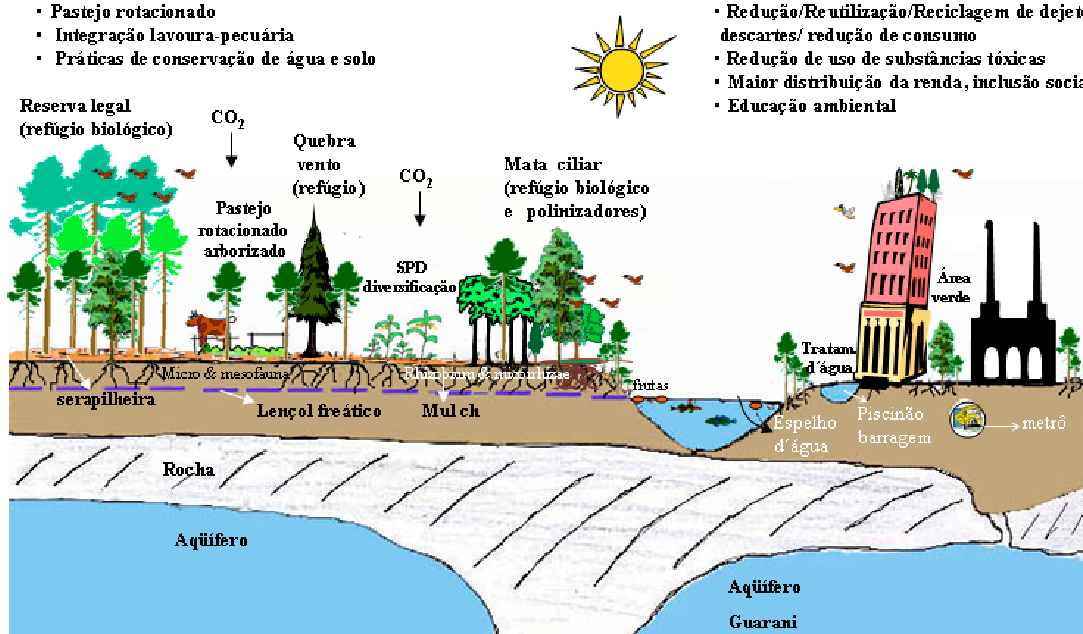


Figura 23. Modelo pictórico ambiental (proposta de soluções): sinaliza como deveria ser o manejo ambiental coerente e sustentável. Fonte: Primavesi & Primavesi (2003).

Figure 23. Environmental pictorial model (solutions): proposal for a rational and sustainable environmental management. Source: Primavesi & Primavesi (2003).

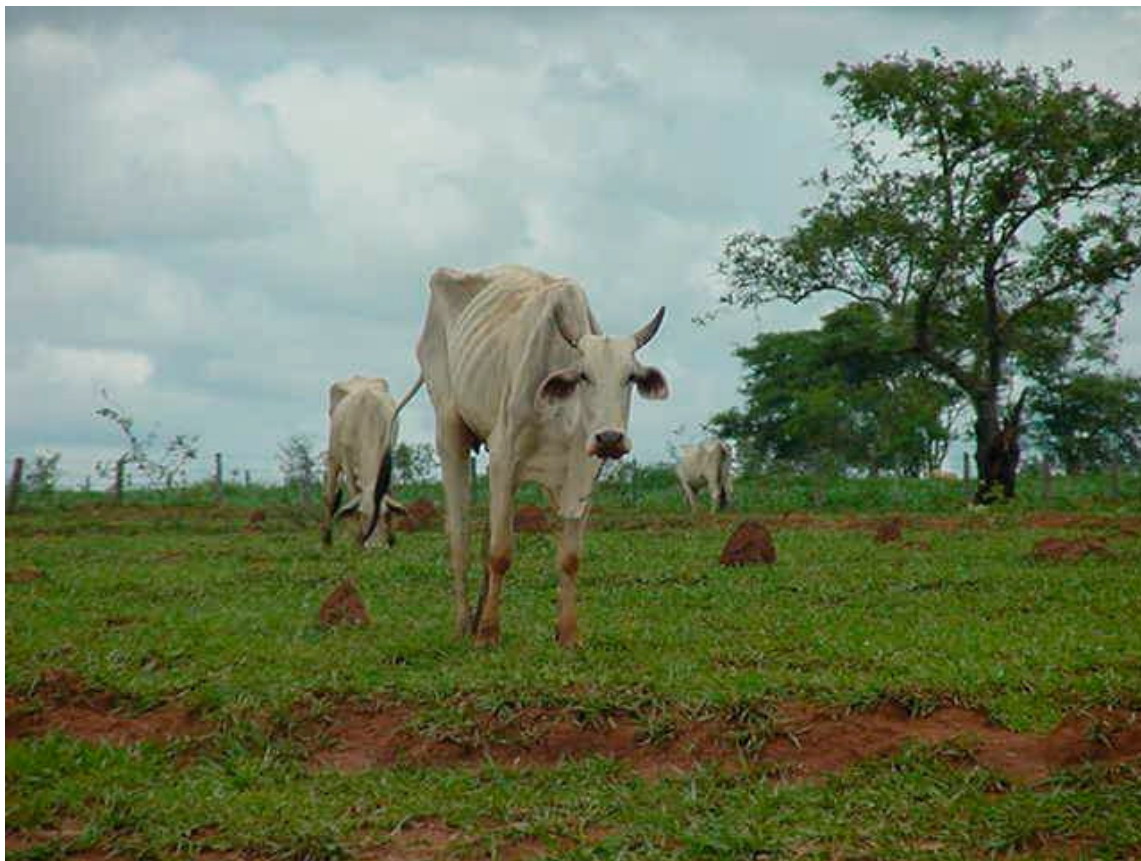


Figura 24. Manejo minerador da pecuária: animais, pastagem e ambiente, em janeiro, período de chuvas, no noroeste paulista. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 24. Spoiling management of cattle farming: cattle, pastures and environment, in January, rainy season, at the northeastern of São Paulo state. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 25. Manejo intensivo de pastagens, com conservação ambiental e com boas práticas. Na frente, capim-tobiatã (*Panicum maximum* cv. Tobiatã), com um dia de pastejo, em primeiro plano, e com 33 dias de descanso atrás, e mata ao fundo. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 25. Intensive management on pasture, with environmental conservation and good practices. In foreground, Tobiatã grass (*Panicum maximum* cv. Tobiatã) grazed during one day; behind, the same grass with a resting time of 33 days; and in the back, native forest. Source: Photo archive of Odo Primavesi.

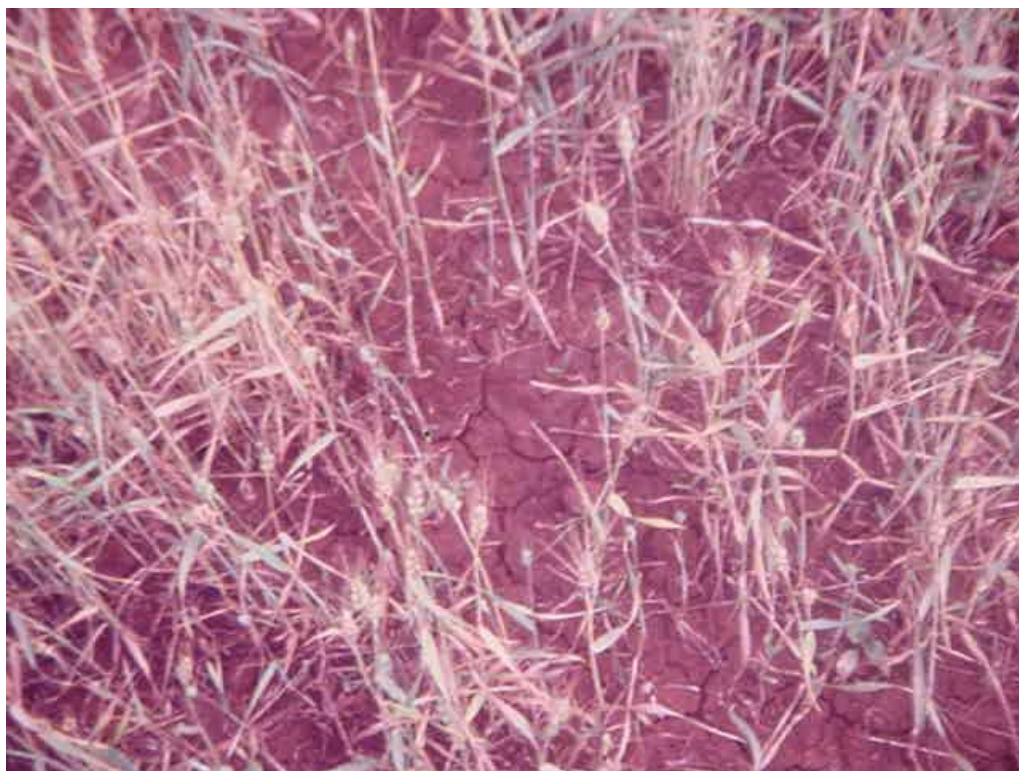


Figura 26. Manejo predador de trigo, com práticas de região de clima temperado. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 26. Predatory management of wheat, with temperate climate management practices. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 27. Trigo manejado com boas práticas e com conservação ambiental. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 27. Wheat managed with good practices and with environmental conservation. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 28. Manejo predador de soja, com práticas de de manejo de solo de região de clima temperado, dez meses após a eliminação de cerradão sobre solo frágil. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 28. Predatory management of soybean, with soil management practices of temperate climate, ten months after removal of Cerrado vegetation on sandy soil. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 29. Soja manejada com boas práticas e com conservação ambiental. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 29. Soybean managed with good practices and with environmental conservation. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 30. Manejo predador de algodão. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 30. Predatory management of cotton. Source: Photo archive of Odo Primavesi.



Figura 31. Algodão manejado com boas práticas e com conservação ambiental. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 31. Cotton managed with good practices and with environmental conservation. Source: Photo archive of Odo Primavesi.

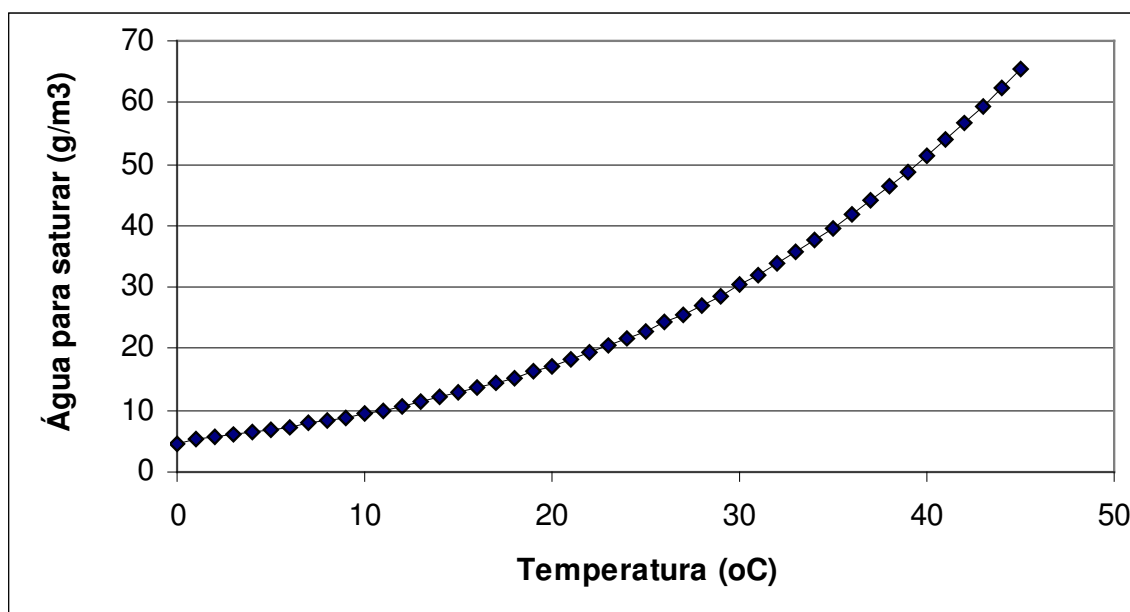


Figura 32. Relação entre temperatura atmosférica e teor de água para saturar um metro cúbico de ar. Representa a demanda evapotranspirativa da atmosfera de acordo com o aumento da temperatura e mostra como funciona a variação na umidade relativa (UR) do ar. Grandes variações diárias de temperatura e falta de estruturas vaporizadoras ou umidificadoras podem reduzir a UR e prejudicar a produção e a saúde, especialmente acima de 30°C. Fonte: Adaptado de Ometto (1981).

Figure 32. Relationship between air temperature and water content for saturation of one cubic meter of air. Represents atmospheric request of water according to the increase in air temperature and shows how relative air humidity (RH) varies. Great daily temperature variations and lack of vaporizer structures may reduce RH and negatively affect yield and health, mainly above 30°C. Source: Adapted from Ometto (1981).

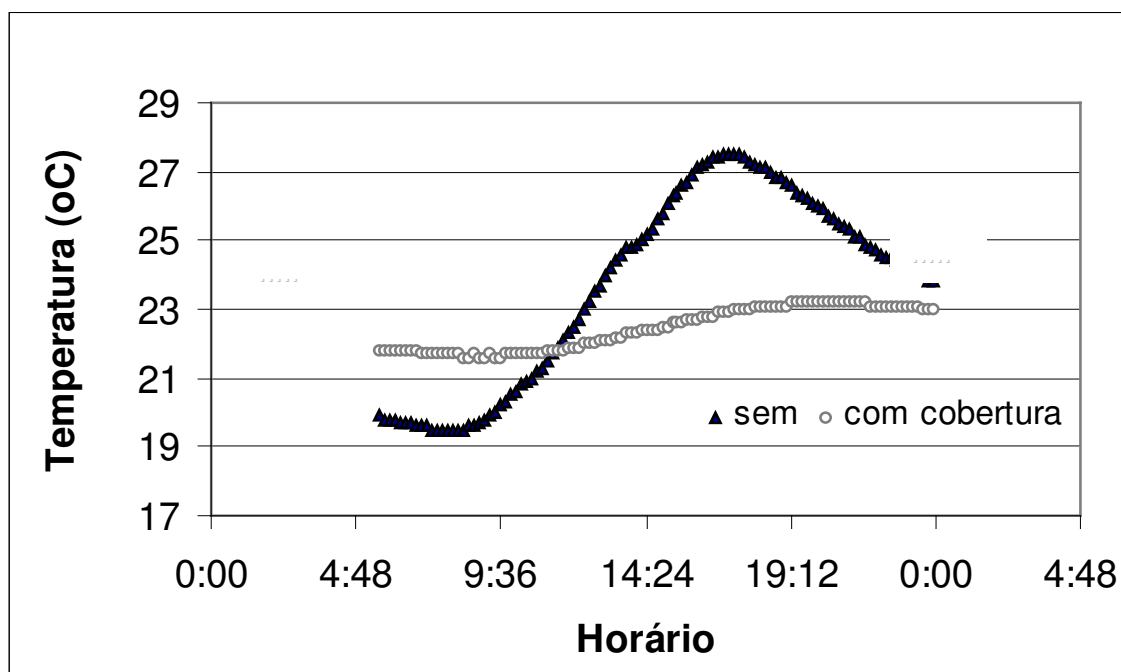


Figura 33. Variação da temperatura (amplitude térmica), a 15 cm de profundidade, em Latossolo Vermelho-Amarelo ocupado por vegetação de capim-tobiatã (*Panicum maximum*), com e sem cobertura de solo com restos vegetais, na Fazenda Canchim, em São Carlos, SP, em 20/11/1997. Fonte: André Torres, citado em Primavesi et al. (1999). Representa também a variação diária da intensidade de irradiação de ondas longas (infravermelhas) pelo solo e a relação com o manejo utilizado.

Figure 33. Temperature variation (amplitude), at 15-cm depth, in a Red-Yellow Latosol (Hapludox) under Tobiata grass (*Panicum maximum*), with and without soil covered with plant residues (mulch), at Canchin's Farm, in São Carlos, São Paulo state, in November 20, 1997. Source: André Torres, quoted by Primavesi et al. (1999). It represents also the daily variation of radiation intensity of long waves (infrared) by soil due to management.

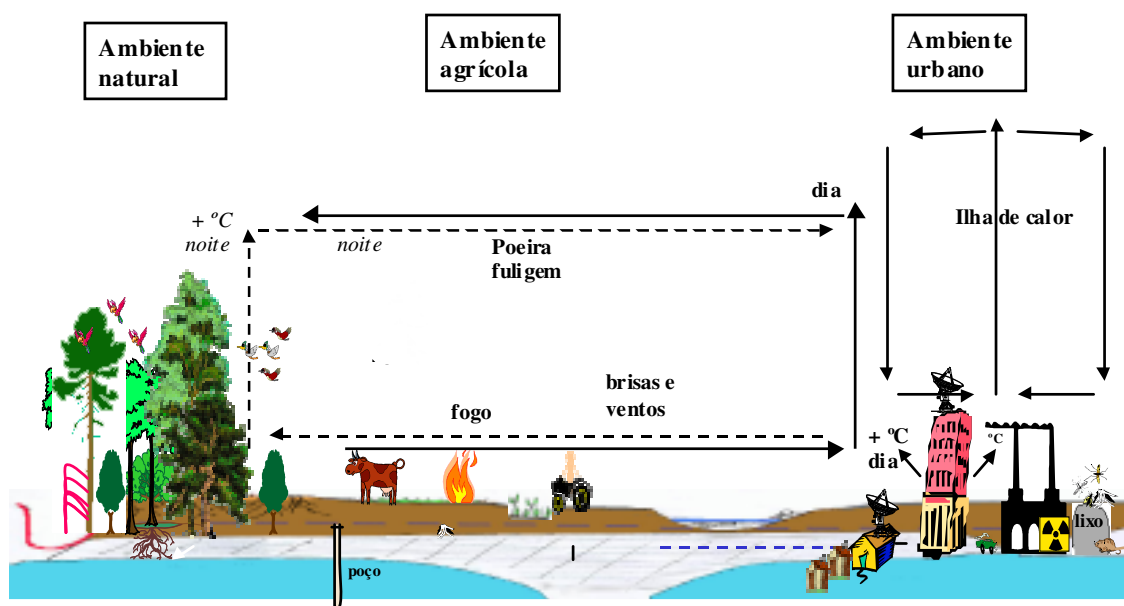


Figura 34. Esquema de circulação de ar ou de brisas ou de ventos, durante o dia e à noite, em função da amplitude térmica entre ambientes extremos: naturais e urbanos. A amplitude térmica geralmente é maior em ambiente urbano e em ambiente agrícola e é menor, com variação de temperatura mais estabilizada, em ambiente natural ou em corpo de água. No esquema, pode-se visualizar a direção do lançamento de poluentes agrícolas, tais como cinzas de queimadas ou ozônio. Fonte: arquivo pessoal de Odo Primavesi.

Figure 34. Outline of air circulation or breezes or winds, during daytime and at night, as a function of temperature amplitude between extreme environments: natural and urban. Temperature amplitude in general is greater in urban and in agricultural environments and it is smaller, with more stabilized temperature variation, under natural environments and in water bodies. In the picture is it possible to follow the direction of agricultural pollutant fall, such as fly ash of burnings or ozone. Source: Photo archive of Odo Primavesi.

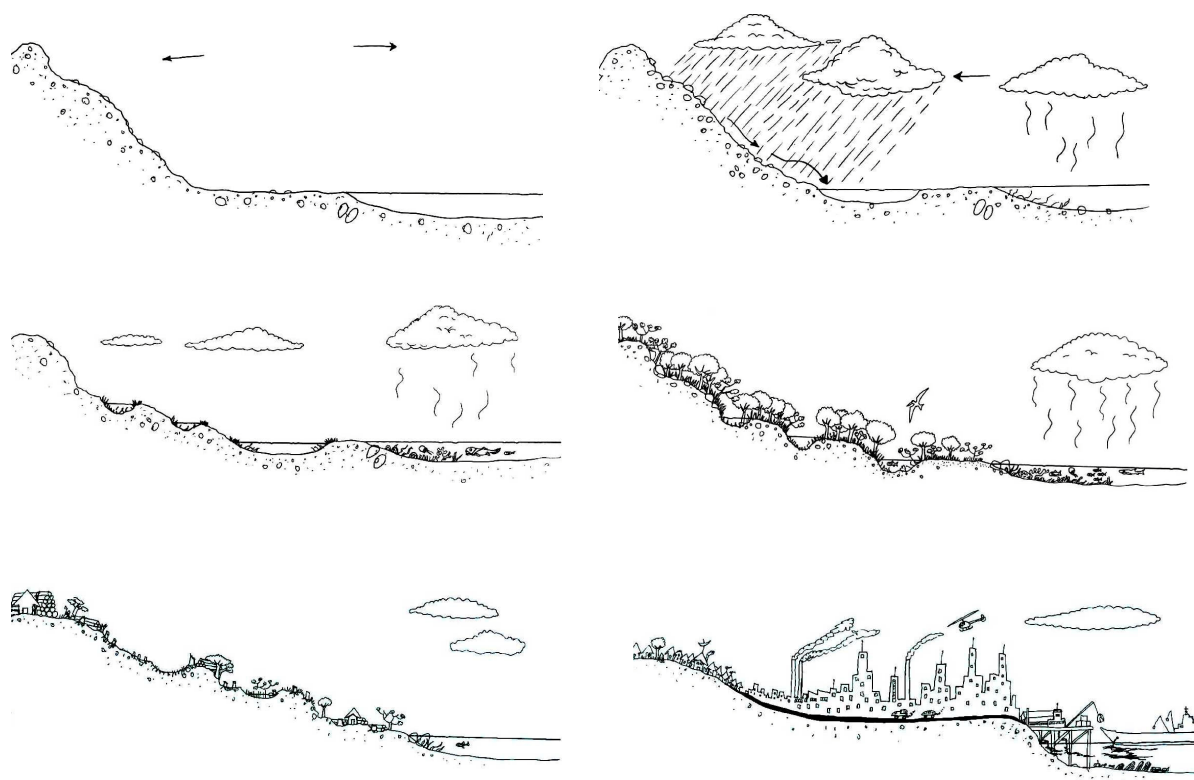


Figura 35. Mudança seqüencial da paisagem, desde o desenvolvimento do ambiente natural primário até ao ambiente-clímax natural, e sua transformação em ambiente urbanizado. Desenvolvimento seguido de regressão ecológica. (Obs: da esquerda para direita, de cima para baixo). Desenhos de Washington Luiz da Silva Vieira, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, PI

Figure 35. Sequential change of landscape, starting from the development at the primary natural to the climax natural environment, and changes to urban environment. Development followed by ecological regression (Note: from left to right, and from top to bottom). Drawings by Washington Luiz da Silva Vieira, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, PI

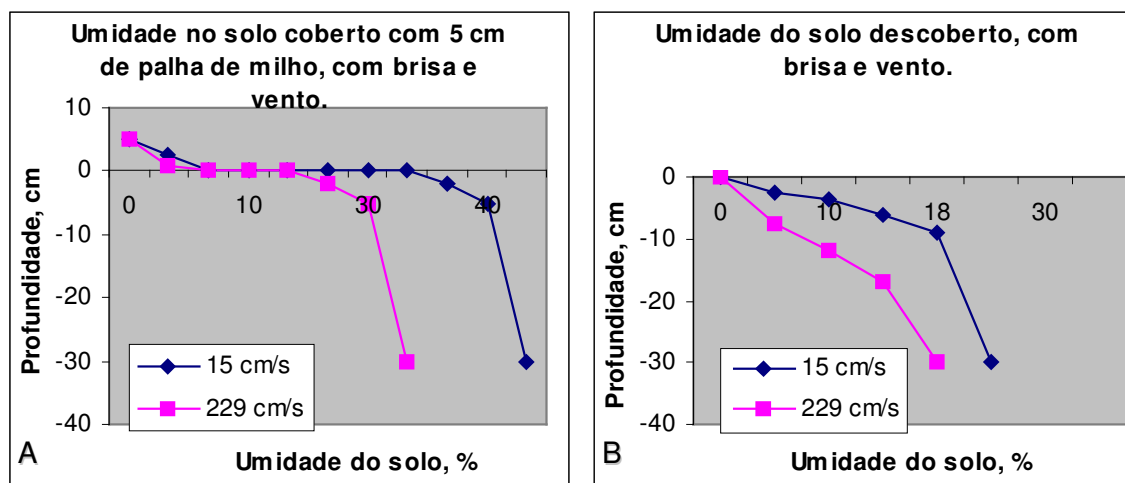


Figura 36. Alteração da umidade, em profundidade, de solo coberto e de solo descoberto, em função de brisas e de ventos. Fonte: Benoit & Kirkham (1963).

Figure 36. Breezes and winds changing soil humidity in depth of covered and of bare soil. Source: Benoit & Kirkham (1963).

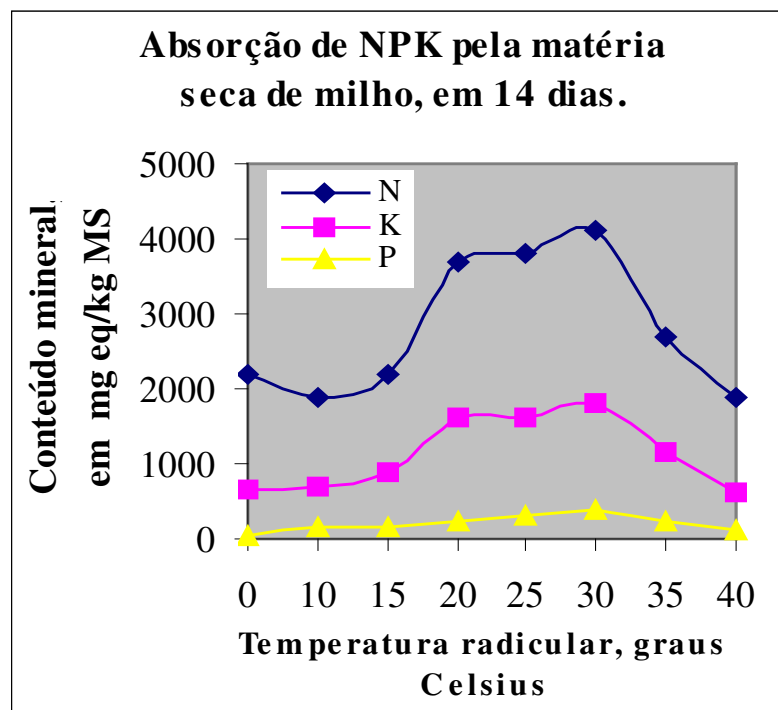


Figura 37. Temperatura do solo e absorção de nutrientes. Fonte: Grobbelaar (1963), citado por Arnon (1975).

Figure 37. Soil temperature and nutrient absorption. Source: Grobbelaar (1963), quoted by Arnon (1975).