
Agricultura e Ecologia: Um Paradigma Tecnológico Tropical para uma Agricultura Competitiva

Ronaldo Coutinho Garcia
DO IPEA

RESUMO

Este artigo procura analisar algumas das relações entre agricultura, economia e ecologia, tendo como foco principal a questão da competitividade com sustentabilidade. Discute-se a adequação das tecnologias e dos sistemas de produção originados dos países desenvolvidos, todos de clima temperado, às características ecológicas da agricultura tropical. As conclusões indicam não ser recomendável a transposição ou adaptação de tecnologias temperadas para os trópicos. Sugere-se, então, a necessidade de se pensar na construção de um paradigma tecnológico tropical como requisito para o desenvolvimento de uma agricultura autenticamente competitiva.

INTRODUÇÃO

Este texto representa uma tentativa de organizar uma preocupação que me acompanha há tempos: as dificuldades enfrentadas pela agricultura brasileira em desenvolver vantagens competitivas autênticas. Há décadas se arrastam os problemas nacionais na área de abastecimento alimentar. Por anos e anos os preços dos alimentos e matérias-primas agropecuárias têm constituído pressões inflacionárias autônomas. A maioria de nossas posições no comércio internacional de produtos agropecuários e agroindustriais é conseguida mediante a concessão de subsídios e quando se criam espaços pela retração de algum produtor mais eficiente ou pela ocorrência de fenômenos naturais que perturbam o mercado. Ainda não fomos capazes de criar novos produtos e mercados, mantendo-os em bases verdadeiramente competitivas que não impliquem predação de recursos naturais e o pagamento de baixos salários aos trabalhadores brasileiros.

São muitos os fatores que justificam esta situação. Alguns foram objeto de estudos, principalmente os referentes às políticas econômicas. Outros, talvez determinantes, ainda estão por serem analisados devidamente. Entre os últimos, acredito, encontram-se as questões relativas ao padrão tecnológico da agricultura e sua adequação às condições ambientais do trópico. O que vem a seguir não é mais do que um primeiro esforço — ainda que pretensioso, dadas as limitações do autor — de arrolar argumentos e evidências em prol da hipótese de uma inadequação básica da tecnologia utilizada às condições edafoclimáticas dominantes no agrobrasileiro. A partir desta hipótese passa-se a defender a necessidade de se pensar em uma outra tecnologia, baseada em um "paradigma tropical", como pressuposto para o desenvolvimento de vantagens competitivas e para a constituição de uma agricultura sustentada, eficiente e, talvez, com maior equidade.

Muitas pessoas auxiliaram-me nesta empreitada: Paulo Kitamura, Antônio Celso Novaes, Ahmed El-Dash e, principalmente, Angela Fagnani. Esta proporcionou-me acesso à grande parte do material aqui utilizado e, com enorme paciência, deu-me verdadeiras aulas particulares sobre climatologia, entre outros temas. Martha Cassiolato leu, discutiu e criticou com dedicação os originais, além de ter sido uma permanente incentivadora. Com Lélío Rodrigues e Luiz Guimarães Azevedo tenho aprendido a olhar um pouco mais longe do que permitiria minha formação acadêmica básica. Mais que nunca é necessário dizer que a responsabilidade pelos equívocos, omissões e precipitações é toda minha.

I

AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

A história da moderna agricultura registra inúmeros sucessos. O principal deles é o de ter conseguido alimentar uma população humana crescente e progressivamente concentrada nas áreas urbanas. Ou seja, a agricultura foi capaz de estender-se por regiões cada vez mais vastas, com um número de braços decrescente (relativa e depois absolutamente), produzindo quantidades cada vez maiores e mais diversificadas, satisfazendo uma diferenciada demanda por alimentos, fibras, óleos e várias outras matérias-primas.

Para tanto, foi necessário domesticar espécies, selecionar e melhorar variedades; construir equipamentos; descobrir e inventar adubos, defensivos e remédios; aprender a lidar com a falta e o excesso de água, com maior ou menor disponibilidade de sol. Não menos importante foi o desenvolvimento das técnicas de armazenagem, beneficiamento e processamento dos produtos de origem agropecuária, que permitiram guardar e transportar tais produtos por longos períodos e distâncias.

Mas a história da agricultura não é tão somente um acúmulo de grandes feitos. Neste processo, imensas áreas foram degradadas, um sem número de espécies desapareceram, milhões de quilômetros quadrados de florestas foram abatidos, levando consigo a fauna e a flora que compunham seu ambiente. Rios secaram, lagos

sumiram, desertos cresceram, populações humanas inteiras se viram privadas dos meios de subsistência, conhecendo a fome e a morte. As conseqüências econômicas e sociais disto não foram pequenas: os preços dos produtos agropecuários aumentavam; cresciam as distâncias necessárias para assegurar o abastecimento; incrementava-se a disputa pelo domínio dos recursos naturais; e aumentavam as iniquidades sociais.

A literatura sobre estas ocorrências é bastante volumosa e indica que os principais motivos foram dois: a ignorância e a avidez. Operando isoladas ou conjuntamente, construíram a face predatória do desenvolvimento agrícola (e também da indústria e da mineração).

A ignorância vem sendo paulatinamente vencida pelo avanço da ciência e da tecnologia. Para a avidez, no entanto, ainda não foi encontrado um antídoto eficiente, inclusive porque ela se transmuta ao longo do tempo e se reforça através de novas técnicas de afirmação.

As Revoluções Industriais, principalmente a Segunda, colocaram novos instrumentos e recursos à disposição do desenvolvimento da agricultura. A química, a geologia, a mecânica, a biologia passaram por substanciais progressos a partir do último terço do século passado, contribuindo para o melhor conhecimento das atividades agrícolas, suprindo-lhes de recursos e informações que permitiam ampliar os cultivos e aumentar a produtividade do trabalho. Novos meios de comunicação e transporte possibilitaram a constituição de mercados mundiais de produtos agropecuários, o que, adicionados ao aumento da escala das plantas industriais e do incremento da urbanização, impôs novas e crescentes demandas para a agricultura, estimulando-a a adotar tecnologias mais modernas e a incorporar maiores extensões de terra ao cultivo.

Neste processo, as florestas e os demais ecossistemas naturais eram sistematicamente dizimados ou alterados. Os novos conhecimentos e as tecnologias deles derivados não impediam o aparecimento de graves problemas ambientais. Concebia-se o meio natural como um fonte inesgotável de recursos, o qual também seria capaz de suportar indefinidamente o despejo de resíduos. Com o passar do tempo, e com o desenvolvimento de forças produtivas cada vez mais potentes, conformava-se um entendimento de que era possível produzir quase tudo, em qualquer lugar. A natureza era algo a ser conquistado, ou um botim a ser saqueado. Tal visão baseava-se na aparência imediata e nos resultados de curto prazo e era estimulado pelos crescentes aumentos de produção.

Na primeira metade deste século e, principalmente, após o término da Segunda Grande Guerra, presenciou-se um enorme surto de progresso tecnocientífico. Em particular nos Estados Unidos, tornam-se disponíveis conhecimentos e tecnologias que irão propiciar enormes ganhos de produtividade e espetaculares aumentos na produção agropecuária. Recursos naturais, tidos como inaproveitáveis, são agora incorporados à atividade primária; pragas e doenças são combatidas; máquinas prodigiosas passam a fazer o trabalho de dezenas de homens; e desertos são cultivados sob diversos sistemas de irrigação.

Mas nada disso será suficiente para impedir o surgimento de mais problemas ambientais, de efeitos nocivos à saúde humana, da perda progressiva de recursos

naturais, do desaparecimento de inúmeras espécies, e a perda da resistência em outras, entre várias manifestações de desequilíbrio ecológico. É a natureza reagindo. Cedo ou tarde ela cobra, quase sempre com "juros e correção monetária", o desrespeito às suas leis, a descon sideração por seus movimentos cíclicos, por sua complexidade dinâmica.

Só muito recentemente (anos 60) começa a fincar raízes uma visão mais complexa e completa a respeito da natureza. Por força da generalização dos problemas ambientais, provocando consideráveis danos à qualidade de vida, em quase todos os cantos da terra, surgem as primeiras críticas ao estilo predatório de desenvolvimento. São críticas dos mais variados matizes: românticas, idealistas, idílicas, revolucionárias, científicas, filosóficas, tecnológicas. Com o passar do tempo ganham as preocupações oficiais e o reconhecimento público mais amplo, sem contudo haver, ainda hoje, unanimidade sobre como e de qual perspectiva devem ser encarados e superados os problemas decorrentes da inadequada utilização dos recursos naturais. Até porque o que é o *adequado* continua sendo o objeto de polêmicas.

Alguns consensos, no entanto, foram alcançados. As ciências estabeleceram conceitos, teorias e modelos de aceitação mais geral. Um dos mais importantes é o de ecossistema, que permite abordar a natureza com um enfoque mais global e mais dinâmico. "Ecossistema é um sistema aberto, integrado por todos os organismos vivos e elementos não-vivos de um setor ambiental definido no espaço e no tempo, cujas propriedades globais de funcionamento e de auto-regulação derivam das inter-relações entre todos os seus componentes" [Di Castri (1970)].

No ecossistema, a natureza segue sua lógica evolutiva em direção a um climax no qual convive uma imensa e diversificada comunidade biótica em equilíbrio com o meio ambiente, maximizando a produção de matéria orgânica, a qual será quase que integralmente reciclada. Neste sistema natural não haverá produção de excedentes ao término do ciclo biológico. O ponto de equilíbrio buscado pelo ecossistema será aquele no qual possibilitará manter o maior número de seres vivos, dadas as restrições ambientais de suprimento de matéria e energia.¹

O objetivo do homem ao implantar a agricultura em um espaço determinado é outro. No agroecossistema a lógica imperante é a de produzir o maior excedente possível de matéria orgânica para exportá-lo do espaço onde foi produzido. Há pouca reciclagem e o sistema será sempre impedido de atingir seu climax. Para tanto, o agricultor haverá de substituir os vegetais nativos por plantas cultivadas, que absorvem uma proporção maior da energia fixável, e cuja matéria orgânica pode ser acumulada e consumida. Deverá ser reduzida ao

1 O que apresento, referente ao funcionamento dos ecossistemas e dos agroecossistemas, está embasado, em larga medida, no trabalho de Hueriga, Miguel A. - *A Tecnologia Agrícola e suas Relações com as Questões Social e Ambiental*. Minter/OEA, doc. n.º 8, Recife, out/82.

mínimo possível a concorrência de outras espécies vegetais e animais, bem como será minimizada a ação de fatores que restrinjam a fotossíntese.

Se a lógica da dinâmica do ecossistema é a de maximizar a produção de matéria orgânica e a estabilidade das condições biofísicas, sem produção de excedente orgânico, a lógica do agroecossistema, o objetivo do produtor, é o de produzir o maior excedente possível de alguns tipos particulares de matéria orgânica, tornando o sistema mais homogêneo e simples - poucos cultivos.

Isto posto, fica claro que a agricultura só será sustentável no mesmo espaço e por um longo tempo se as tecnologias utilizadas e as formas de exploração assegurarem as condições de produção para cada agroecossistema e, principalmente, os meios para a reprodução dos componentes biofísicos, sem os quais os ciclos vitais são comprometidos.

Como visto antes, historicamente este entendimento não tem predominado. No que se refere às condições de reprodução tem havido uma quase total desconsideração, residindo aí uma das principais causas da degradação ambiental. Tal postura não pode mais ser atribuída à ignorância, ao não conhecimento da dinâmica da natureza. A produção capitalista tem como objetivo, e se organiza técnica e socialmente, para a máxima valorização do capital, no mais curto espaço de tempo possível. Para o capital, a terra é não mais do que um meio de produção, um *locus* de produção de valor. Sua propriedade permite, ademais, a apropriação dos benefícios resultantes da fertilidade natural do solo.

Engels, ao final do século passado, já alertava para a incompatibilidade lógica da valorização capitalista com o sentido do movimento da natureza: "os capitalistas, cada um por se lado, produzem e trocam tendo em vista o lucro imediato e, assim sendo, só podem colocar em primeiro lugar os resultados mais próximos e diretos... O mesmo acontece com as conseqüências naturais dessas mesmas atividades... Em face da natureza, como em face da sociedade, o modo atual de produção só leva em conta o êxito inicial e mais palpável; e, no entanto, muita gente se surpreende ainda pelo fato de que as conseqüências remotas das atividades assim orientadas sejam inteiramente diferentes e, quase sempre, contrárias ao objetivo visado" [Engels (1969, p. 226)].

Na ótica do empresário capitalista não têm lugar considerações referentes ao longo prazo e à manutenção das condições de reprodução de um agroecossistema. A ele interessa o máximo ganho com um mínimo de custo, e que aquele venha rápido. Esta lógica será reforçada pela visão de que a natureza é inesgotável. E quanto maior for a disponibilidade de recursos naturais, menor será a pressão objetiva para a adoção de medidas que reponham as condições de reprodução, estimulando o uso de tecnologias predadoras ou ecologicamente ineficazes.

Para evidenciar esta relação entre disponibilidade de recursos e ausência de preocupações conservacionistas é interessante proceder às comparações entre a evolução da agricultura e das tecnologias agrícolas em países como os Estados Unidos, a China ou Japão. No primeiro, a vastidão territorial, a diversidade edafoclimática, a fronteira em movimento davam a idéia de uma visão que se

incorporou à cultura nacional e a ela se conformavam. "A noção de abundância é o princípio motor da marcha para o Oeste e, em consequência, a de esbanjamento... Abundância e esbanjamento são tradicionais traços americanos" [Fichou (1990, p. 23)]. A tecnologia agrícola americana é a da grande escala, do uso intensivo em matéria e energia, da alteração radical das condições naturais de produção. Se surgiram problemas, pragas, erosão, perda de fertilidade do solo, a produção migrava, ocupava áreas novas e inicialmente mais produtivas. Ainda hoje, a perda de terras de cultivo por erosão, salinização e outras formas de degradação se conta em centenas de milhares de hectares por ano, apesar de todo o avanço tecnológico ocorrido nas últimas décadas [National Research Council (1989, pp. 91 a 130)]. A força da tradição esbanjadora acoplada à lógica imediatista do capital geram resistências gigantescas que só o acúmulo de problemas e de pressões sócio-políticas podem romper.

Um tanto diferentes são as práticas agrícolas em países que não dispõem de abundantes recursos naturais e têm que manter grandes populações. Na China, por exemplo, data de mais de 4 mil anos o princípio de reciclagem de todas as fontes possíveis de material orgânico, e vem sendo aperfeiçoado com o passar do tempo. O manejo integrado de todos os recursos naturais e o aproveitamento integral de toda a matéria produzida são fundamentos básicos da agricultura chinesa. Por esta via e com as reformas estruturais implementadas, tem sido possível alimentar satisfatoriamente a gigantesca população que ultrapassa a casa do bilhão de habitantes [Paschoal (1984, pp. 141 a 146)].

Também no Japão vigora uma postura diferente, onde o respeito pela natureza parece ter uma dupla origem. De um lado a estreiteza da base de recursos que deve suportar uma grande população, de outro a filosofia budista, amplamente disseminada, que prega uma relação mais harmoniosa com o meio ambiente natural. Dispondo de uma superfície agricultável em torno de 15% do seu território e de uma cultura milenar, o Japão consegue manter extensas áreas de florestas (em regiões acidentadas) e aumentar a participação da produção doméstica no consumo total de produtos agropecuários, sem incorrer nos mesmos graves problemas agroambientais conhecidos no Ocidente [Morishima (1989)].

Um outro caso interessante é o da Inglaterra. Ao findar o século XII, não mais de 20% do território inglês ainda possuía cobertura florestal, tendo o resto dado lugar a culturas e pastagens. A degradação dos solos era fenômeno freqüente, assim como se foi tornando cada vez mais problemático o abastecimento de madeira (para combustível, habitação, navegação, etc.). Por este meio, a necessidade foi moldando, paulatinamente, uma outra consciência, a de que recursos naturais renováveis ou não, deveriam ser tratados com mais cuidado, com maior atenção. As florestas começaram a ser preservadas, as árvores passaram a ser plantadas e sua comercialização mostrava-se lucrativa, como ficou claro com a grande expansão da demanda por carvão vegetal durante os primeiros tempos da Revolução Industrial. [Thomas (1988, pp. 229 a 266)]. Isto não quer dizer que o capitalismo inglês tivesse uma lógica conservacionista, mas apenas que necessidades derivadas da insuficiência de recursos naturais podem conformar outras práticas sociais e gerar valores culturais distintos.

Nos países colonizados (ex-colônias de exploração), a lógica do colonizador é a de retirar o máximo proveito das riquezas naturais, sem qualquer consideração com o longo prazo. Suas tecnologias prediletas são as que permitem produzir o máximo, no mais rápido tempo, com o mínimo custo. A perspectiva é a do saque. Se aqui o homem foi transformado em bem de produção (escravo), a natureza não haveria de ser considerada, jamais objeto de estudo, com uma dinâmica própria que deveria ser conhecida para poder ser bem manejada. O fato de os países deixarem de ser colônias não significa que os colonizadores tenham levado com eles a cultura predatória. Ela permanecerá estimulada, inicialmente, pela lógica mercantil do capital dominante, adquirindo defensores e praticantes locais.

O Brasil é um bom exemplo disto. Sua extensão territorial irá constituir base objetiva para cultura da abundância e do esbanjamento, assemelhada à dos Estados Unidos, só que sem tecnologia autóctone e sem estrutura fundiária e econômica mais desconcentrada como a que se observou nos EUA. As consequências são hoje conhecidas.

Mudar este quadro não é tarefa fácil, não será obra de voluntarismos ou idealismos generosos. A ignorância específica não é vencida com o desenvolvimento da ciência em geral. Os conhecimentos, as teorias, as tecnologias têm *compromissos* que se impõem sobre as soluções encontradas para os problemas existentes e localizados no espaço e no tempo. Tais compromissos respondem a interesses econômicos, ideológicos, políticos e até mesmo científicos (ou das comunidades científicas).²

As soluções para os problemas colocados a cada momento histórico são as mais adequadas para os interesses que as condicionam e ambientes para os quais se destinam.. O "progresso" é seletivo e orientado. As tecnologias com as quais se pretende enfrentar as situações indesejadas (por alguns), como as apontadas anteriormente, podem ter capacidade para tanto. Teorias, concepções e práticas científicas podem não ser capazes de explicar por que certos fenômenos devem ser combatidos, consequentemente ficam impossibilitadas de nos fornecer os meios — tecnologias — eficazes para enfrentá-los.

É necessário procurar compreender alguns dos condicionantes da evolução do conhecimento científico e das tecnologias para se poder tentar construir armas mais apropriadas para lutar contra situações não desejadas.

2 Ainda que não sejam determinantes, os interesses da comunidade científica não são irrelevantes. Como espero mostrar na próxima seção, a agenda de pesquisas de uma determinada escola de pensamento é construída para reforçar a própria escola. Ela não tem muito interesse, e também tem dificuldades em selecionar temas que não sejam consistentes com os "princípios" que a orientam. O surgimento de novos temas, orientados por outros "princípios" gera insegurança entre os membros daquela escola. Eles estão mais seguros produzindo pesquisas que fortalecem os "princípios" que defendem.

II

PARADIGMAS E TRAJETÓRIAS: UMA OUTRA HISTÓRIA PARA A TECNOLOGIA

Não é o objetivo fazer aqui uma história da tecnologia, mas sim discutir as implicações históricas da difusão de uma tecnologia e as conseqüências de sua adoção. Serão também discutidas algumas razões pelas quais uma tecnologia se afirma como sendo "superior" a outras e com isto assume a posição de paradigma, influenciando os desdobramentos ou inovações tecnológicas posteriores em sua área particular de aplicação.

Parece ser de reconhecimento geral, não necessitando ser demonstrado, que a tecnologia agrícola hoje dominante é a gestada nos Estados Unidos e difundida, em escala mundial, por suas empresas transnacional, por seus centros de pesquisa e universidades, suas publicações e pelo *american way of life*. Não que com isto se queira desconsiderar o fato de que outros países desenvolveram tecnologias e até mantiveram liderança em alguns segmentos específicos. O que importa é o fato de o conceito de exploração agrícola e o padrão tecnológico hegemônicos serem os americanos. [Teixeira (1983)].

A grande onda de inovações para a agricultura americana tem início na primeira metade do século passado, estimulada pela abertura e ampliação acelerada do mercado britânico, no bojo das grandes transformações dos sistemas de transporte que reduziram significativamente os fretes. Por esta época, a fronteira agrícola americana inicia o movimento em direção ao Oeste, onde predominavam condições de solo e clima distintos, o que passa a exigir novas tecnologias. Até muito perto do "final do século XIX, as técnicas agrícolas estavam sendo melhoradas muito mais empiricamente, como resultado de experiências levadas a cabo por agricultores e fabricantes, do que como resultado de investigações científicas" [Derry e Williams (1977, p. 987)]. Ou seja, estavam sendo buscadas respostas particulares para problemas particulares, se bem que com algo em comum: a histórica e constante escassez de mão-de-obra com que sempre se defrontou a agricultura americana. Por outra parte, porção maior das técnicas que serão desenvolvidas destinar-se-á às culturas de cereais (principalmente trigo e milho) e à do algodão, que eram as mais dinâmicas e rentáveis.

A marcha para o Oeste encontrava solos pesados, bem estruturados, planos, das pradarias e das grandes planícies. O clima variava do regularmente úmido das pradarias até o árido das *Dry Plains*. Surge a aração profunda, as plantadeiras, adubadeiras, as ceifeiras, as colhedeiças, os descaroçadores. Com o trator, a mecanização conhece uma expansão sem precedentes, o número destas máquinas passa de mil unidades, em 1910, para 1.040.000 milhão em 1940, um crescimento de 104.800% [Câmara Neto (1984)].

Os tratores, as novas colhedeiças e, em particular, os insumos químicos e biológicos já são resultados de investigações científicas e tecnológicas,

desenvolvidas em empresas, universidades e centros de pesquisa mas sempre visando resolver problemas específicos da agricultura ou para permitir que as indústrias conquistem o amplo e diferenciado mercado americano. Afinal a agricultura dos EUA dispõe de condições edafoclimáticas muito variadas para um país de clima predominantemente temperado (o território contínuo dos EUA se insere entre os paralelos 25º e 48º, e os meridianos 68º 125º).

O capitalismo industrial americano encontra neste segmento — tecnologias agrícolas — um importante campo de expansão. Fazendo uso das modernas técnicas organizacionais de racionalização da produção, dos poderosos esquemas de comercialização e propaganda, da enorme capacidade do sistema financeiro e do mercado de capitais, contando ainda com o apoio do Estado e do aparato de ciência e tecnologia, as empresas americanas difundem o padrão tecnológico agrícola para o resto do mundo.

Depois da Segunda Guerra, quando os EUA assumem de forma incontestada a hegemonia mundial do sistema capitalista, o "pacote tecnológico", do que depois viria a ser conhecido como Revolução Verde, será apresentado como sinônimo de agricultura científica e moderna. Dada a sua capacidade de, mediante adequada combinação dos seus insumos constitutivos (sementes de alto rendimento, adubos e defensivos, tratores e máquinas) ser aplicável em quase todas as condições edáficas e climáticas, o pacote conquista primeiro a Europa e depois os países subdesenvolvidos, inclusive os de clima tropical.

Mas o que importa ressaltar é o fato de a tecnologia ser gerada para um ambiente específico e para solucionar problemas técnicos e econômicos particulares, próprios de um determinado momento do desenvolvimento dos países de onde se origina, os quais, por sua vez, são possuidores de características ecológicas determinadas. Seus posteriores desdobramentos — inovações tecnológicas secundárias — trazem consigo estas marcas histórico-ambientais, até que sejam superadas através de inovações radicais que apresentam outras soluções distintas para problemas assemelhados.

Ou, colocando em termos mais gerais, como o faz Marcuse, "determinados fins e interesses de dominação não são outorgados à técnica apenas *posteriormente* e a partir de fora — inserem-se já na própria construção do aparelho técnico; a técnica é, em cada caso, um projeto histórico-social; nele se projeta o que uma sociedade e os interesses nela dominantes pensam fazer com os homens e as coisas [Habermas (1987, pp. 46 a 47)].

A difusão de tecnologias historicamente datadas e ecologicamente orientadas para outras realidades sócio-econômico-ambientais irá exigir intenso trabalho de adaptação, o qual poderá encontrar limites dados por alguma incompatibilidade estrutural. Ou poderão até mesmo não ser passíveis de adaptação, caso sua especificidade seja muito grande. No entanto, por força de poderosos esquemas de divulgação, *marketing* e convencimento, elas poderão penetrar em ambientes com os quais não

guardam a menor consistência, e aí as conseqüências serão danosas, (ainda que a médio e longo prazos), seja em termos econômicos, seja social e ecologicamente.

A teoria econômica propõe que as tecnologias sejam selecionadas pelos mercados, porém a seleção não é feita apenas a partir de critérios de superioridade tecnológica. Neste processo têm papel de maior importância as capacidades financeira e mercadológica do detentor ou difusor as quais podem fazer com que uma tecnologia, não necessariamente a melhor, se imponha sobre outras, por conta de propaganda e persuasão, baixo preço de introdução, melhor esquema de assistência técnica, marca mais conhecida, entre outros aspectos. Quando uma tecnologia se afirma, utilizando-se de todos estes expedientes, ela se torna, então, superior. E passa a ser difundida sob este título.

É neste ponto que se torna interessante introduzir a discussão sobre paradigmas científicos e ciência normal, e sobre paradigmas e trajetórias tecnológicas.

As noções de paradigma científico e de ciência normal foram formuladas por Kuhn (1990). Para este autor, a ciência não se desenvolve tanto pelo acréscimo de conhecimento quanto pela superação das teorias anteriores por novas, que aprovelem uma verdadeira revolução na área específica onde ocorre. As revoluções acontecem quando os cientistas de um determinado ramo do conhecimento não podem mais explicar resultados não esperados, não conseguem solucionar certos problemas por meios de regras e procedimentos conhecidos. Quando os cientistas não mais conseguem "esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica, então começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos, a uma nova base para a prática da ciência" [Kuhn (1990, p. 25)].

Para Kuhn, revolução científica são os fatos ou episódios extraordinários nos quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais. As revoluções científicas dão espaço para o surgimento de paradigmas ou "realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante um certo tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência" [Kuhn (1990, p. 13)]. Os paradigmas conquistam este *status* porque conseguem obter mais sucesso na solução de alguns problemas considerados relevantes, do que as outras teorias com as quais competem. Por isso, o sucesso de um paradigma é, também e em larga medida, uma "promessa de sucesso que pode ser descoberto em exemplos selecionados e ainda incompletos. A ciência normal consiste, então, na atualização dessa promessa, atualização que se obtém ampliando-se o conhecimento daqueles fatos que o paradigma apresenta como particularmente relevantes, aumentando-se a correlação entre esses e as predições do paradigma, e articulando-se mais o próprio paradigma" [Kuhn (1990, p. 44)].

Desta forma, a ciência normal é toda a pesquisa, todo o esforço de fazer avançar o conhecimento, de descrever o funcionamento dos aspectos da realidade e de prescrever formas específicas para sobre eles atuar; prever as reações e comportamentos esperados, baseados em uma ou mais realizações científicas passadas que adquiriram o *status* de paradigmas. A ciência normal está baseada num pressuposto: o de que "a comunidade científica sabe como é o mundo" [Kuhn (1990, p. 24)].

Quando o novo paradigma se afirma, atraindo a maioria dos estudiosos e praticantes de um dado ramo da ciência, as outras teorias ou escolas de pensamento começam a definir, até desaparecerem por falta de novos adeptos. Os que permanecem fiéis a elas tendem a ser excluídos e ignorados. O paradigma emergente sempre impõe uma nova e mais rígida definição do campo de estudos e aqueles que não a aceitam são desconsiderados, enquanto interlocutores, válidos, legítimos. Por esta e outras vias, o paradigma novo acaba por adquirir uma força hegemônica, fazendo a sua ciência normal a única merecedora de crédito e respeito.

A pesquisa científica normal tem sua atenção voltada para a articulação dos fenômenos e teorias fornecidos pelo paradigma. Cientistas e pesquisadores que aderem a um paradigma adquirem critérios para a escolha de problemas, que serão aqueles, segundo o paradigma, dotados de uma solução possível, enquadrada em seus princípios. Em grande medida estes "são os únicos problemas que a comunidade admitirá como científicos ou encorajará seus membros a resolver" [Kuhn (1990, p. 60)].

Na pesquisa normal, resolver um problema é alcançar o antecipado, pelo paradigma, de uma nova maneira. É o que Kuhn chama resolução *quebra-cabeças*, ou seja, é a escolha de problemas com a certeza prévia de uma solução, sem interessar se estes têm importância intrínseca. Em contrapartida, os problemas realmente importantes não são "quebra-cabeças". Ademais, os problemas "quebra-cabeças" devem obedecer "a regras que limitam tanto a natureza das soluções aceitáveis como os passos necessários para obtê-las... Se aceitarmos uma utilização consideravelmente mais ampla do termo regra - identificando-o eventualmente com ponto de vista estabelecido ou concepção prévia - então os problemas aceitáveis a uma determinada tradição de pesquisa apresentam características muito similares às do quebra-cabeças [Kuhn (1990, p. 62)].

Por conta disso, muitos problemas, mesmo os que eram considerados como relevantes antes do paradigma se tornar hegemônico, são rejeitados como metafísicos, ou por demais complexos, ou como não sendo pertinentes a uma área ou disciplina científica. "Assim um paradigma pode até mesmo afastar uma comunidade daqueles problemas sociais relevantes que não são redutíveis à forma de quebra-cabeças, pois não podem ser enumerados nos termos compatíveis com os instrumentos e conceitos proporcionados pelo paradigma" [Kuhn (1990, p. 60)].

Tudo isso faz com que o paradigma desenvolvido para um particular conjunto de problemas seja ambíguo quando de sua aplicação a outros fenômenos estreitamente relacionados. É difícil, para aqueles profissionais que adotam um determinado paradigma, estabelecer nexos entre problemas que surgem do movimento da realidade, mas que escapam do esquema "quebra-cabeças", e os problemas propostos pelo paradigma, ainda que localizados na mesma disciplina. A tendência inevitável é a de reduzir o novo problema às regras de solução do paradigma, sem nenhum compromisso com a sua realidade específica. Assegura-se o rigor lógico-formal da solução (que se revelará insatisfatória), em prejuízo de sua adesão ao real-concreto.

"A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômenos; na verdade, aqueles que não se ajustam aos limites do paradigma freqüentemente nem são vistos... As áreas investigadas pela ciência normal são

certamente minúsculas; ela restringe drasticamente a visão do cientista" [Kuhn (1990, p. 45)].

É razoável pensar em algum tipo de *cegueira paradigmática*³ que faz com que os adeptos de um determinado paradigma fiquem impossibilitados de enxergar fenômenos ou problemas por ele não selecionados. Não parece absurdo falar também, por analogia, em *surdez paradigmática* como sendo a impossibilidade, ou pelo menos uma grande dificuldade, de ser estabelecido diálogo entre os praticantes de uma determinada ciência normal e aqueles que não professam o mesmo "ponto de vista" estabelecido pelo paradigma.

Estas duas "deficiências" têm impedido que muitos dos problemas colocados pelos defensores de uma agricultura "alternativa", "orgânica", "intermediária", "sustentada", "ecológica", ou sob qualquer outra denominação, mas sempre não pautada no padrão químico-mecânico da agricultura temperada dos Estados Unidos, sejam considerados, vistos ou ouvidos pela ciência normal. Mesmo os problemas relativos ao alto consumo de energia, à contaminação ambiental, à erosão e degradação dos solos - todos eles relevantes do ponto de vista econômico e social - estão longe de ser satisfatoriamente entendidos e equacionados. As adaptações feitas nos modelos de exploração e nas tecnologias não têm sido suficientes para conseguir a resolução definitiva daqueles problemas. É isto porque estas adaptações são presididas pela mesma "concepção prévia" da ciência normal que originalmente os concebeu.

Abre-se, então, a oportunidade para se discutir as propostas de paradigmas tecnológicos e trajetórias tecnológicas, conforme formuladas por Giovanni Dosi [Dosi (1984)] numa transposição adaptada das noções de paradigma científico e ciência normal tal como concebidas por Kuhn. Segundo Dosi, o paradigma tecnológico é um modelo e um padrão de solução de problemas tecnológicos *selecionados*, baseado em princípios *selecionados* derivados das ciências naturais e em tecnologias materiais *selecionadas*. Da mesma forma como um paradigma científico determina o campo de pesquisa, os problemas, os procedimentos, as tarefas, também o faz o paradigma tecnológico no que se refere ao progresso técnico. E assim como a ciência normal é a atualização de uma promessa contida em um paradigma científico, também o é o progresso técnico de finido por um certo paradigma tecnológico. Assim sendo, Dosi define *trajetória tecnológica* como o padrão de atividade normal que soluciona problemas (isto é, progresso) no campo de um paradigma tecnológico.

Os paradigmas tecnológicos também possuem as suas concepções prévias que selecionam os problemas relevantes e os critérios de progresso na solução dos mesmos. Ou, como diz Mário Possas, "haveria no paradigma tecnológico, como no científico, prescrições habituais (nem sempre conscientes) sobre que direção tomar e quais evitar; isto é, heurísticas positiva e negativa. Os esforços tendem a focalizar

³ Uma adaptação do conceito de cegueira situacional, desenvolvido por Carlos Matus em *Política, Planificación y Gobierno*. OPAS/OEA, Washington, 1987.

determinadas soluções enquanto excluem outras, porque o paradigma é cego a estas" [Possas (1989, pp. 157 a 177)].

A cegueira paradigmática se aplicaria também ao progresso técnico, e aqui, com maior razão, por conta da natureza intrinsecamente econômica da tecnologia. Mas não só por isto. Recordando a citação anterior de Marcuse, não se deve esquecer que os interesses de dominação, do homem ou da natureza, se inserem na tecnologia desde o momento inicial de sua concepção. Estão embutidos nas próprias perguntas que são feitas, quando se busca solução para determinado problema, o qual, por sua vez, foi selecionado a partir de objetivos específicos econômicos e de dominação.

A razão de toda essa discussão é a de obter um referencial que permita situar com alguma clareza as relações entre ecologia, tecnologia e economia. Não acredito que possamos avançar satisfatoriamente no entendimento dos muitos problemas a afligir a agricultura brasileira, a ponto mesmo de não permitir que ela desenvolva vantagens competitivas, enquanto não tivermos equacionado as relações específicas que se têm estabelecido entre aquelas três dimensões anteriormente citadas: tudo que já foi frito, nesta e na primeira parte do texto, são como pré-requisitos para o que se segue, uma comparação entre sistemas ecológicos temperados e tropicais, entre as tecnologias desenvolvidas para um e transferidas ou adaptadas para o outro, uma discussão a respeito das dificuldades de se desenvolver tecnologias apropriadas às nossas condições, entre outras questões.

III

ECOLOGIA, PARADIGMA E TECNOLOGIAS: A TRAJETÓRIA DA "SUPERIORIDADE"

O padrão tecnológico agrícola mundialmente hegemônico é o americano. No entanto, os Estados Unidos são um país dotado, basicamente, de ecossistemas temperados. Em virtude disso, as tecnologias agrícolas americanas trazem o sinal de origem de sua destinação. Dada a diversidade ecológica do território estadunidense, entre outras razões, sua tecnologia possui uma maior flexibilidade - maior "amplitude ecológica" - na aplicação, difundindo-se (sob o poderio de empresas transacionais) com maior facilidade para os outros países da região temperada. Mas não só. Conquistou, e de maneira mais absoluta, os trópicos. E neste caso a conquista foi ampla e profunda, dada a quase inexistência de tecnologias próprias e de capacidade de desenvolvimento científico-tecnológico.

A hipótese que aqui se levanta é a de uma incompatibilidade básica, originária, entre a tecnologia gerada em clima temperado (quase toda por nós utilizada) e os ecossistemas tropicais. A defesa de tal hipótese será feita com consciência das enormes limitações de quem a faz. Acredita-se, no entanto, que se a idéia central possuir alguma validade, especialistas nas áreas pertinentes poderão melhor fundamentá-la.

Inicialmente, serão apresentadas as principais macro-características dos ecossistemas temperados que suportam, há muito tempo, atividades agrícolas ou

agropecuárias, comparando-as com as dos ecossistemas tropicais, para que se possa tirar alguma conclusão sobre a dinâmica de cada um desses sistemas. Dinâmicas diferentes exigirão manejos e técnicas diferentes, caso contrário não haverá domínio sobre a natureza e sim expoliação.⁴

A primeira comparação será feita confrontando-se os traços principais das áreas florestais nativas dessas duas regiões, por considerá-las as mais representativas do funcionamento mais completo e natural dos respectivos ecossistemas.⁵

Nas regiões temperadas as florestas acusam somente a presença de plantas gimnospermas. Destacam-se as coníferas, cuja forma cônica destina-se a evitar que a neve fique acumulada sobre elas. Possuem folhas rígidas e finas, muitas vezes duradouras (a depender da extensão do inverno), revestidas de cera e impregnadas de resinas para impedir a transpiração excessiva. Crescem muito próximas umas das outras como forma de proteção contra os rigores dos ventos e do frio. As folhas caídas no chão demoram a se decompor devido às baixas temperaturas, o que, associado à regularidade do terreno, resulta em solos úmidos. Também como forma de proteção, as formações florestais temperadas são menos densas. O solo destas comunidades é recoberto por plantas erbáceas, proporcionando um habitat mais diversificado.

É muito pequeno o número de espécies de coníferas — cerca de 570 — na cobertura original dos ambientes temperados. No entanto, é grande o número de indivíduos de cada espécie, chegando a formar bosques quase puros. É possível viajar por muitos quilômetros em uma floresta setentrional e encontrar não mais do que quatro ou cinco espécies.

As coníferas compreendem as mais extensas florestas do mundo. Sua madeira mole ou resinosa representa a mais importante fonte de madeira, para todas as finalidades (daí que as tecnologias para as indústrias de processamento, inclusive papel e celulose — e uma boa parte da silvicultura — tenham sido desenvolvidas para as coníferas).

Os solos dominantes das florestas temperadas são muito férteis, ricos praticamente em todos os nutrientes. Só assim é explicada a capacidade de suporte de muitos indivíduos da mesma espécie. A topografia é predominantemente suave, pouco irregular. Os solos não são muito profundos, mas bem estruturados. As árvores retiram a maior parte de seus nutrientes do solo, no que são auxiliadas

4 *E assim, somos a cada passo advertidos de que não podemos dominar a Natureza como um conquistador domina um povo estrangeiro, como alguém situado fora da Natureza; mas sim que lhe pertencemos, com a nossa carne, nosso sangue, nosso cérebro; que estamos no meio dela; e que todo nosso domínio sobre ela consiste na vantagem que levamos sobre os demais seres de poder chegar a conhecer suas leis e aplicá-las corretamente. Engels, F., op. cit., pag.224.

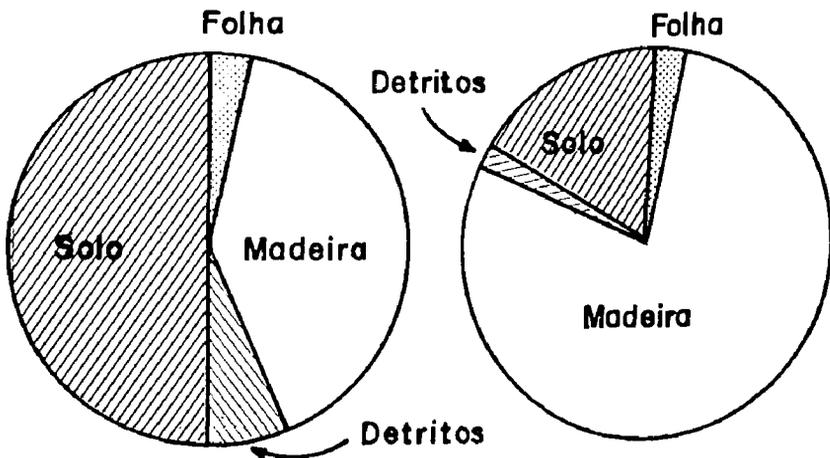
5 As informações sobre florestas tropicais e temperadas foram retiradas de Beazley, Mitchell - *O Grande Livro Internacional de Selvas e Florestas*. Art. Editora/Círculo do Livro, São Paulo, SP, 1982.

por micorrizas fixadoras. Em um ambiente assim, e com estações climáticas muito bem definidas, a fauna terrestre possui cadeia trófica especializada, evitando a competição, o que também contribui para aumentar o número de indivíduos de cada espécie. Nas florestas temperadas são freqüentes as espécies animais terrestres de maior porte, na medida em que existem nutrientes em quantidade a suportar a constituição de organismos de tamanho avantajado.

A seguir são descritas as principais características das florestas tropicais. Nelas predominam as angiospermas, organismos mais complexos por exigência do próprio ambiente. Nas regiões úmidas as árvores nunca perdem suas folhas macias e largas, conformando um extenso corpo para captar a luz solar (regiões quase sempre cobertas por nuvens). Em muitas espécies, as folhas ajustam suas posições em relação à luz, possuem extremidades na forma de pingadouro, possibilitando a drenagem do excesso de água. Em regiões úmidas e com pouco vento a umidade sobre as folhas reduz a transpiração, dificultando a absorção de sais minerais do solo, essenciais e escassos.

Nas regiões equatoriais essas características se acentuam devido a chuvas constantes e temperatura uniforme. Não há variação climática estacional. É sempre estação de crescimento e, em todo o tempo haverá espécies de árvores florescendo.

Figura I
Reciclagem de Nutrientes



A maior parte da fertilidade da terra nas florestas tropicais úmidas é armazenada na vegetação e não no solo: raízes, formigas, térmitas, fungos, bactérias, etc. reciclam de maneira eficiente os nutrientes. Os solos são raros e pobres, suportando apenas um pequeno número de indivíduos de cada espécie. Em compensação, existe um enorme número de espécies, uma outra forma de evitar a competição, para facilitar a reciclagem e alcançar um equilíbrio mais complexo. Em um hectare de floresta tropical pluvial há no mínimo 20 espécies, podendo chegar a 1700. O exato contrário das florestas temperadas.

Na Amazônia, a maior floresta tropical do mundo, existem mais de um milhão de espécies vegetais conhecidas; lá se encontra mais de 30% de plantas floríferas do globo, mais de metade das espécies de aves classificadas, os rios e as florestas pululam de peixes e insetos em tal abundância que jamais foi possível identificá-los e classificá-los por completo. A despeito da enorme diversificação, bem como do grande número de animais, são raros os casos em que são encontrados em grupos mais densos. É infima a quantidade de mamíferos vivendo no chão, mais um atestado da pobreza do solo e da eficiência dos mecanismos naturais de reciclagem.

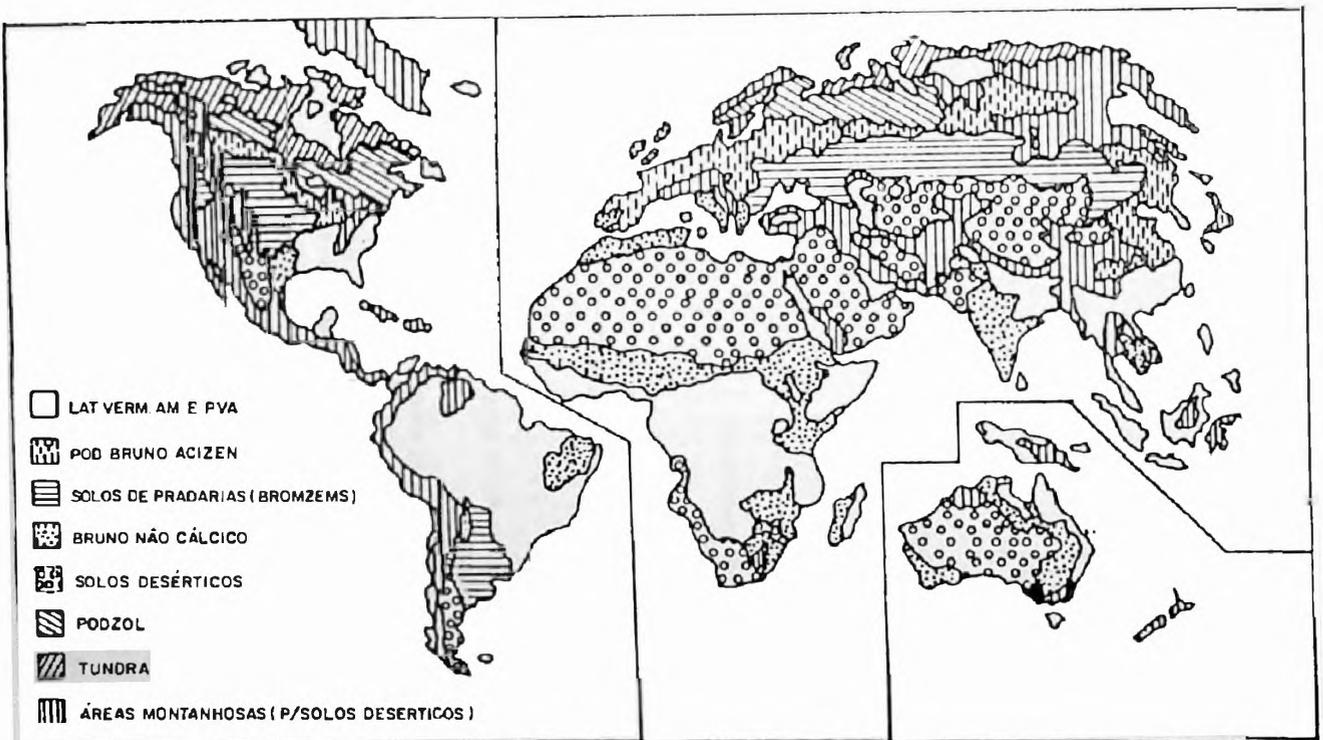
Na floresta tropical pluvial, a maioria dos nutrientes minerais não se encontra no solo. Quando uma planta ou animal morre, fungos dos solo, os micorrizas, rapidamente se abatem sobre o material orgânico e transferem-no para as células vivas de raízes. Essa rápida reciclagem faz com que poucos minerais sejam lavados do solo pelas chuvas. A distribuição de nutrientes numa floresta de coníferas setentrional e numa floresta tropical pluvial é mostrada na Figura 1.

Vejamos agora outras macrocaracterísticas das regiões tropicais e temperadas (insisto que se trata de traços dominantes das áreas agrícolas). As chuvas ocorrem em menor quantidade e estão melhor distribuídas no tempo nas regiões temperadas. Nos trópicos, ao contrário, chove mais e de forma concentrada. Em extensas áreas de regiões tropicais úmidas ocorrem chuvas em quase todos os dias, com as precipitações médias anuais podendo chegar, no extremo, aos 10 mil mm. Na maioria das áreas tropicais agricultáveis as precipitações médias durante o ano estão entre 1000 mm. e 2000 mm., enquanto que nas suas equivalentes temperadas os valores variam de 500 a 1000 mm. Há de se destacar que as chuvas nos trópicos são torrenciais, o que lhes confere um forte poder de provocar erosão hídrica superficial.

Em relação à temperatura, as regiões tropicais são quentes com pequena variação entre o mês mais frio e o mais quente. A amplitude térmica média oscila entre 0°C e 10°C. As temperaturas nas regiões temperadas oscilam bastante, a amplitude térmica média varia de 20°C a bem mais de 30°C. Em grande parte do espaço dominado pelo clima temperado o inverno traz neve por longos períodos, estabelecendo um rígido cronograma para as atividades agrícolas, enquanto nos trópicos há uma maior flexibilidade. A neve, ademais, protege o solo durante o período em que não há cultivos, retarda a decomposição da matéria orgânica favorecendo a abundante acumulação de húmus. A neve reflete os raios solares para as plantas e atmosfera. Nos trópicos, a luz solar é absorvida pelas plantas e pelo solo, acelerando a decomposição da matéria orgânica.

A topografia das áreas onde se concentra a agricultura nas regiões temperadas é predominantemente plana. Nos trópicos é bastante acidentada e a heterogeneidade é bem maior, resultado da formação geológica e da idade mais antiga. O relevo

Figura II
Distribuição Mundial dos Tipos de Solo



Quadro I

Comparação das Características de Solo

TROPICAL (predomina caulinita)	TEMPERADO (predomina montmoril)
- mais profundos- mais rasos	- mais rasos
- mais intemperizado	- menos intemperizado
- baixa capacidade de troca de cátions (Ca, Mg, K, Na)	- elevada capacidade de troca de cátions
- pobre em sílica, rico em Al e Fe (óxidos)- mais rico em sílica e menos em Fe e Al	- mais rico em sílica e menos em Fe e Al
- pouca fixação de K e NH ₄	- apreciável capacidade de fixar K e NH ₄
- grande capacidade de fixar P	- baixa capacidade de fixar P
- maior capacidade de trocar ânions(P,S,Cl,NO ₃)	- menor capacidade de trocar ânions
- é mais ácido	- é menos ácido
- é friável	- é pegajoso
- possui estrutura mais grumosa em estado ativo	- possui estrutura menos grumosa
- decompõe rapidamente a matéria orgânica	- decompõe lentamente a matéria orgânica
- raramente acumula húmus	- pode acumular húmus em grande quantidade
- possui microvida muito ativa, necessitando limitá-la	- possui microvida pouco ativa, necessitando "mobilizá-la"
- sofre facilmente erosão com chuvas torrenciais	- raramente ocorre erosão devido a chuvas fracas
- sofre de superaquecimento, necessita de proteção contra insolação direta	- é muito frio, necessita ser aquecido por insolação indireta
- baixa capacidade de retenção de água	- alta capacidade de retenção de água

Fonte: Primavesi, Ana. *O manejo do Solo* Livraria Nobel, SP, 1982.

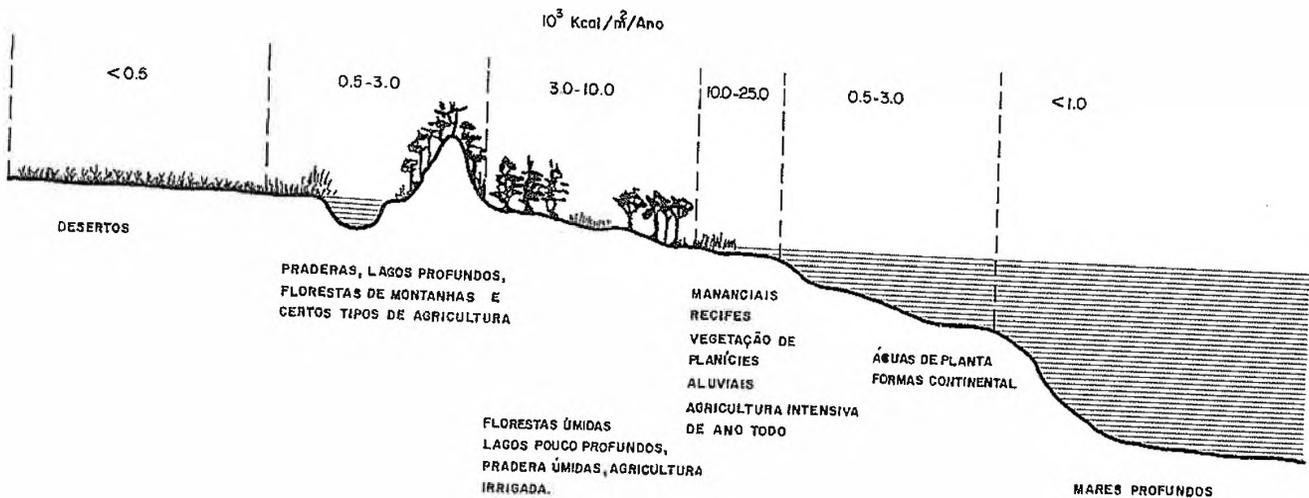
altera a isolação e a penetração de água. No Brasil, por exemplo, a topografia dominante é mais quebrada.

A quantidade de luz que incide sobre a terra também é aspecto relevante a diferenciar os dois tipos de clima. Nos trópicos a quantidade de dias com sol é muito maior do que nas regiões temperadas, o que significa um maior potencial de captação de energia solar, e de produção de biomassa, num espaço de tempo maior. No entanto, a isolação é mais intensa no verão nas regiões temperadas do hemisfério Norte.

Quanto aos solos, em cada uma das regiões consideradas, as diferenças são ainda mais pronunciadas. A seguir, o Quadro I apresenta, de forma sintética, uma listagem das capacidades dos solos com respeito a diversos itens. Os solos lateríticos, mais pobres devido ao intemperismo, ocorrem quase que exclusivamente nos trópicos.

As diferenças apresentadas são suficientes, acredita-se, para fundamentar uma primeira conclusão: as macrocaracterísticas das regiões tropicais são muito

Figura III
 Distribuição Mundial da Produção Primária Anual Bruta



FONTE: UM, EUGENE, 1972

Retirado de Huerga, op.cit. pag. 19

distintas das encontradas nas regiões temperadas. Mas o que foi visto até agora representa um panorama estático de ambas as realidades. Mais interessante é o movimento cíclico dos dois ecossistemas.

No trópico úmido a vida é intensa durante todo o ano. Nas áreas tropicais, com estação seca, a intensidade dos processos biológicos é um pouco menor. Todavia, ainda assim o período de maior atividade biológica é bem mais longo, resultando em maior produção primária bruta e são ampliadas as possibilidades temporais de aumentar a produtividade primária líquida (isto é, colheitas em um agroecossistema) — ver Figura II.

Em regiões temperadas, por conta de uma sazonalidade bem acentuada e da tremenda redução da atividade biológica durante o inverno (que nas altas latitudes pode se estender por mais de seis meses) as possibilidades de produção de excedentes restringem-se no tempo. Daí, ser imperiosa a obtenção de máxima produção no período apropriado. Só que tanto a fertilidade natural do solo quanto a intensidade de isolação na época oportuna propiciam este esforço.

Tais diferenças são fundamentais para se entender a concepção que orienta os sistemas de exploração e as tecnologias agrícolas que se originam das regiões temperada e tropical.

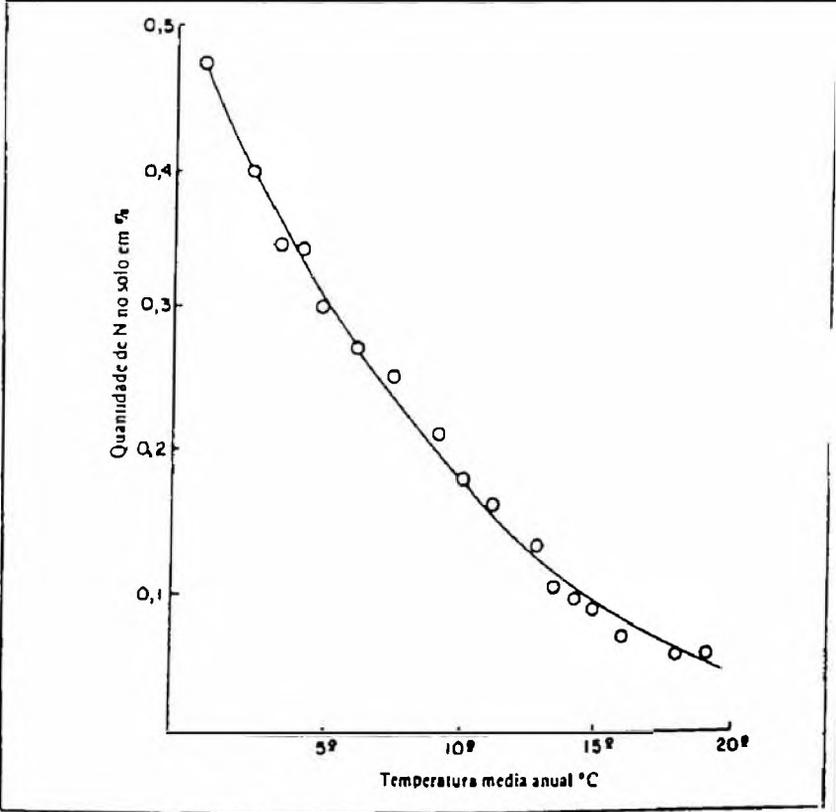
A partir deste ponto o nível de abstração será reduzido. Serão trabalhados exemplos mais concretos extraídos das realidades brasileira e americana e, eventualmente, da Europa Ocidental.

Parte maior dos territórios da América do Norte e da Europa possui inverno rigoroso, com neve abundante, disto resultando a necessidade de se produzir grandes quantidades dos principais alimentos, em período curto de tempo, para poder satisfazer a demanda de uma vasta população no restante do ano. Como os solos são eutróficos (possuem quase todos os principais nutrientes em abundância) suportam uma exploração monocultural, já que nos ecossistemas naturais havia um grande número de indivíduos da mesma espécie. Nos Estados Unidos o esforço de empreender uma grande produção monocultural, em pouco tempo (calendário agrícola apertado) e com escassez de mão-de-obra, exigia intensa mecanização. Mesmo na Europa, a potencialização do trabalho pela máquina era desejável para poder aproveitar ao máximo o curto espaço de tempo disponível (inverno longo); afinal, a demanda era crescente, pressionada pelo aumento vegetativo da população e pela urbanização.

Os riscos de pragas, devido à expansão das monoculturas, é algo minimizado pela ocorrência regular de nevascas. A neve, por outro lado, protege o solo, após a colheita, contra a erosão eólica e hídrica, permite a acumulação de húmus, auxiliando a reabsorção de nutrientes pela terra, e mantém a umidade do solo. No entanto, uma grossa camada de neve (e gelo) por um tempo prolongado compacta o solo. Disto decorre a prática de aração, que é utilizada para descompactar e, revolvendo o solo, expor as partes mais profundas, eliminar excesso de umidade e incorporar a matéria orgânica produzida na superfície.

Temos assim um sistema de exploração baseado no conceito de produzir o máximo, em menos tempo, e com alguns poucos produtos: monocultivos. Mas, é prática comum o rodízio de culturas que enriquece o solo e atende às necessidades diversificadas. Neste sistema, aumentar a potência do trabalho à disposição do

Figura IV
Relação Entre a Quantidade de Nitrogênio no Solo e a Temperatura Média Anual



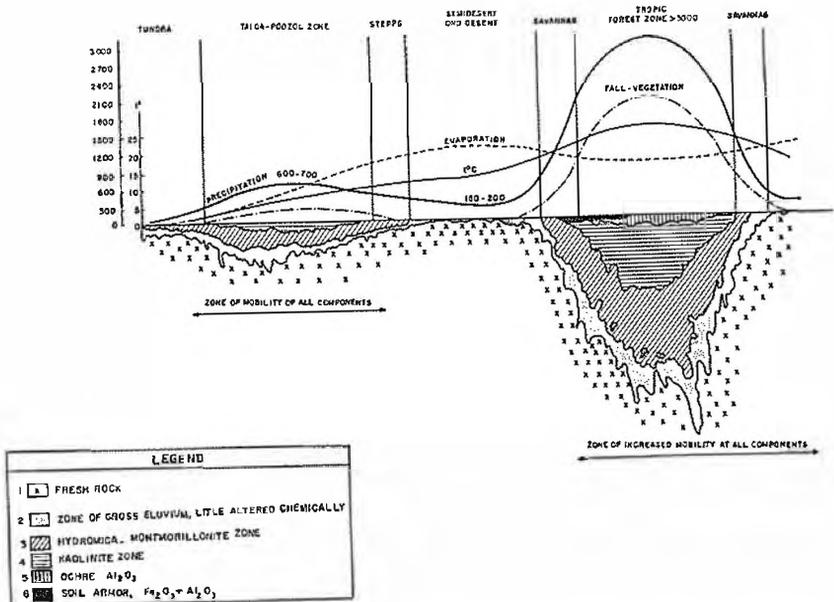
homem é um imperativo ao mesmo tempo natural/social e econômico. A mecanização e os cultivos anuais não conduzem, *em princípio*, à erosão — dadas as características do solo, o relevo pouco acidentado - e às chuvas não torrenciais. Ou seja, sistema monoculturais intensivos mecanizados, em regiões temperadas com solos eutróficos e bem estruturados, com inverno nevado, guardam alguma compatibilidade ecológica com a dinâmica ambiental, principalmente se se adota o rodízio de cultivos, o pousio, a reciclagem.

No nosso caso a situação é bem outra. A cobertura vegetal original é extremamente heterogênea, com a diversidade de espécies refletindo a pobreza dos solos, predominantemente distróficos. Solos quentes, sob insolação intensa, não acumulam húmus (ver Figura IV).

Chuvas torrenciais levam os nutrientes, mas a terra não retém a água e a erosão é freqüente por conta da estrutura física do solo. O intemperismo é uma constante nos solos tropicais, por estarem submetidos a chuvas intensas e a altas temperaturas, e por serem geologicamente mais antigos (ver Figura V).

Também a topografia favorece a erosão eólica. Nas regiões quentes, os ventos sopram em sua direção. Nas elevações, sopram das regiões quentes (mais baixas) em direção às mais frias.

Figura V
Sketch of the Formation of the Weathering Mantle in Areas That are Tectonically Inactive (After Strakhov, 1967)



Nosso clima não exige atividades agrícolas tão concentradas no tempo. Se a erosão é sempre uma ameaça não devemos privilegiar cultivos anuais de ciclo curto, que expõem o solo excessivamente. A mecanização não é uma imposição do calendário e deve ser conduzida com extrema cautela por conta da fragilidade do solo. Pela mesma razão as culturas perenes, de maior porte, são as mais indicadas, pois protegem o solo da chuva, dos ventos e do sol excessivos. Uma das práticas mais antitropicais é a da monocultura de ciclo curto. O custo de sua implantação aqui será sempre (pelo menos a médio prazo) superior ao do clima temperado, pois mais energia e matéria haverão de ser supridos ao agroecossistema. A topografia não favorece nem culturas anuais, nem mecanização, pelos riscos de erosão (que leva nutrientes, matéria orgânica e o próprio solo). Terrenos ondulados, com rampas compridas podem perder grandes quantidades de solo, como mostra o Quadro II.

Quadro II

Perdas de Solo e Comprimento da Rampa

Comprimento da rampa (m)	Perdas de solo (t/ha/ano)
25	14
50	20
100	32

Fonte: Bertoni, José, IAC, 1970, *in* Hueriga, *op. cit.*, pag. 60.

Como pode ser visto pelas informações e evidências apresentadas, os manejos apropriados aos ecossistemas dominantes em regiões tropicais e temperadas são muito diferentes. Em diversos aspectos são quase opostos. Todavia, o que temos presenciado é a difusão em larga escala do sistema de produção e das tecnologias de clima temperado para toda a nossa agricultura. Por quê?

A posição assumida é a de que a resposta satisfatória pode ser obtida retomando os conceitos de ciência normal, paradigmas e trajetórias, assim como inserindo esse processo no quadro mais amplo das relações entre países.

As ciências agrárias produzidas nos Estados Unidos ganham o *status* de ciência normal por conta do poderio tecnológico, industrial e comercial da grande empresa americana que se internacionaliza (no pós-Segunda Guerra). É verdade que antes disso os EUA já eram a potência agrícola mundial, devido ao seu enorme, diversificado e rico território, à sua extensa e eficiente infra-estrutura, ao aparato de pesquisa e extensão agrícolas, à estrutura sócio-econômica e fundiária da sua agricultura, à organização e capacidade financeira de seu parque industrial.

O sucesso da tecnologia americana em sua própria agricultura permitiu que ela fosse exportada, com igual sucesso para a Europa (facilitado pelas condições edofoclimáticas assemelhadas). Tais sucessos fizeram das ciências agrárias americanas a ciência normal. As tecnologias agrícolas — a monocultura de grãos,

a grande escala, a semente híbrida, os tratores Fordson (da Ford), Farnall (international Harvester) e Fergusson, a colhedora Deere, entre outras — tornaram-se paradigmas e definiram trajetórias tecnológicas [Fonseca (1990)]. A difusão das tecnologias paradigmáticas transformou as ciências agrárias americanas na ciência normal.

A internacionalização das empresas americanas teria que alcançar também a América Latina. Interesses geopolíticos e estratégicos (Guerra Fria, revoluções) fazem os EUA (governo, forças armadas, universidade e empresas) se voltarem para o sul do continente, procurando estabelecer, de forma categórica, sua influência em todas as dimensões — econômica, tecnológica, política, cultural, etc. O importante era difundir o *americanway of life and production*.

A propaganda (através de filmes, revistas, livros, música), a moda (bebida, cigarros, vestuários), os bens de consumo (produzidos por empresas americanas) são instrumentos importantes do imperialismo cultural que, na opinião de Fichou (*op. cit.*, p. 119) "é assassino na escala de gerações, pois os produtos transformam o modo de vida, e as técnicas provocam a mutação dos modos de pensamento e das heranças (culturais)". A americanização passa a ser sinônimo de progresso, de moderno.

No que diz respeito à difusão tecnológica agrícola, instrumentos mais sofisticados foram utilizados. Devido à restrição de espaço e tempo, serão destacados apenas alguns aspectos do processo que, normalmente, não são objeto de análise mais demorada em estudos sobre o tema.

Não resta dúvida de que a implantação das empresas americanas (e européias) produtoras de máquinas, insumos químicos, sementes, além de agroindustriais e indústrias alimentares foi fundamental, entre outros fatores. Mas não se pode deixar de atribuir importância decisiva à formação de técnicos, professores e cientistas ligados à agricultura, para a consolidação da ciência normal e dos paradigmas e trajetórias tecnológicos "temperados" entre nós.

A dependência cultural e tecnológica não é fenômeno novo do lado de baixo do Equador. Desde os seus primórdios o ensino técnico e científico no Brasil contou com influência determinante de cientistas, pesquisadores, professores e autores estrangeiros, notadamente europeus [Ferri e Motoyama (1979/80)]. No caso das ciências da natureza, a presença estrangeira é dominante, senão pelos professores e cientistas, pelo menos pela literatura especializada. Ou seja, desde sempre — com as exceções de praxe — tivemos grande dificuldade de pensar autonomamente nossa ecologia e formas de apropriá-la. A investida americana irá encontrar terreno próspero.

Esta começará, no imediato pós-Segunda Guerra pelo estabelecimento de diversos programas de ajuda, assistência e intercâmbio técnico e cultural por parte das agências do governo e fundações privadas americanas. Milhares de estudantes, professores, técnicos e profissionais do setor privado; técnicos e administradores do setor público; militares, religiosos, lideranças estudantis, trabalhistas e empresariais viajaram aos EUA para conhecer suas realizações, tomar contato com a cultura, a economia, as instituições americanas. Mas, principalmente, para estudar e aprender como e o quê deve ser produzido e consumido.

No caso das ciências agrárias diversos convênios entre universidades americanas e brasileiras criaram as bases para que um grande contingente de professores, profissionais e estudantes da área fossem para lá realizar cursos de curta, média e longa duração (mestrados e doutorados) [Malavolta (1979/80, pp. 105 a 151)]. Professores e pesquisadores americanos vieram aqui ensinar teorias e práticas, convencer autoridades do que era o moderno, o eficiente. O convênio MEC/USAID intensificou e estendeu esse processo a todos os centros de ensino e pesquisa. No seu bojo foi realizada uma reforma dos currículos das ciências agrárias, de onde foi depurado tudo que não fosse coerente com a ciência normal (a quase totalidade da literatura hoje utilizada é de origem americana). Todos os programas de pós-graduação nas universidades brasileiras foram montados com maioria de professores americanos ou formados nos EUA [Tavares (1982, nº 7)].

O coroamento desse processo se dará com a constituição da Embrapa, em final de 1972. Concebida por especialistas americanos que tinham elaborado a estratégia da Revolução Verde, e por brasileiros — professores, cientistas e técnicos governamentais — com formação americanófila e convertidos à ciência normal, a Embrapa concretiza todos os principais componentes do esquema desenhado pelo Grupo Consultivo sobre Pesquisa Agronômica Internacional (CGIAR — criado em 1971 pelas empresas e fundações privadas americanas com interesses na agricultura e na agroindústria e, posteriormente, incorporado à ONU, sob a presidência do BIRD para disseminar a Revolução Verde e o padrão alimentar americano em escala mundial.

Financiada e assessorada pelo BIRD, a Embrapa organizou-se da maneira mais apropriada para difundir o pacote tecnológico do paradigma temperado [Souza e Stagno (1991)] centros de pesquisa por produto que distribuem pelo país o pacote submetido a adaptações de caráter geral que será, por sua vez, adaptado às peculiaridades locais pela UEPAE e empresas de pesquisa dos estados. A difusão em nível de produtor seria atribuição da Embrater (também financiada pelo Banco Mundial), originada da organização montada pela Fundação Rockefeller — ABCAR — para mecanização e a adoção de tecnologias "modernas". Mas, para o que interessa mais de perto, a formação de cientistas e pesquisadores, a contribuição da Embrapa não se esgota nisso.

Ela organizará um enorme programa de treinamento e capacitação, monopolizando, durante seus dez primeiros anos, a formação dos pesquisadores agrícolas. A Embrapa dirigiu seus bolsistas, quase que exclusivamente, para as universidades americanas que gestaram a Revolução Verde. No Brasil, passou a financiar os principais centros de pós-graduação em todas as disciplinas das ciências agrárias, em economia e sociologia rural, discutindo currículos, escolhendo professores, selecionando alunos e concedendo-lhes bolsas de estudos. Interferiam, inclusive, nas decisões sobre os temas de tese e nome dos orientadores. A partir da implementação deste programa, a concessão de bolsas pelo CNPq e Capes para a área chegou a quase zero [Tavares (1982, nº 07 e CNPq — tabulações especiais)].

O resultado de tudo isso é que, se no passado muitos pesquisadores, cientistas e professores foram formados nas ciências agrárias *normais*, após o programa da Usaid e, principalmente, após a Embrapa, toda uma geração de agrônomos, veterinários, engenheiros agrícolas e demais profissionais ligados à área, os mestres e doutores em todas as disciplinas, os pesquisadores da rede pública de C&T em agricultura, a maioria

ou os principais professores de todos os centros de ensino e pesquisa agrária foram formados no paradigma temperado.

Tal processo não exclui a possibilidade de muitos, entre os formados na *ciência normal*, conseguirem a cura para a surdez e a cegueira paradigmáticas, interessando-se por outros problemas, ou buscarem soluções fora das trajetórias estabelecidas. Contudo, ainda são minoria.

Os profissionais treinados sob o paradigma temperado conseguiram realizar verdadeiras proezas na adaptação do padrão tecnológico americano às nossas condições ecológicas. Acabaram com o consórcio e com o rodízio, introduziram espécies exóticas, o trator foi tomado como símbolo do moderno, colhedoras passaram a ser indispensáveis, a capina manual passou a ser sinônimo de atraso, quando se dispõe de herbicidas, e assim por diante. É verdade que foram alcançados substanciais ganhos de produtividade em muitas culturas (milho, arroz, soja, trigo) por conta de pesquisas bem conduzidas na adaptação, na seleção e melhoramento. Sempre com uso intensivo de máquinas, adubos químicos e agrotóxicos. Os poucos programas de pesquisa mais adequados ao nosso ecossistema e ao tipo de agricultura que praticávamos — como os existentes em alguns centros de pesquisas agrárias nos estados de São Paulo, Minas, Bahia, e Rio Grande do Sul até meados dos anos 60 — foram definindo (e, muitas vezes, também as instituições que os conduziam), por serem discrepantes para com a *ciência normal* e, também, porque Embrapa, que controlava a distribuição de recursos financeiros para a pesquisa em nível acional, discriminava projetos não enquadrados nas suas concepções.

A *politécnica*, de que fala Lewis [Mumdord (1972)], ofertando variadas (ainda que poucas, no nosso caso) respostas locais a determinados problemas mais ou menos gerais, dá lugar à *monotécnica*, respostas específicas, com uma ou poucas técnicas, predominantes em cada campo de atividade.

A adoção generalizada do pacote tecnológico, incentivada por políticas governamentais com subsídios generosos, tem feito surgir uma plêiade de problemas econômicos, sociais e ecológicos: produção de alimentos básicos comprometida e com preços elevados, desemprego e migrações rurais em níveis alarmantes, destruição dos solos e de espécies, contaminação ambiental, assoreamento de rios, barragens e estuários, destruição de estradas, entre outras consequências.

Os esforços em adaptar a tecnologia têm encontrado limites, devido à incompatibilidade da "concepção prévia" que lhe deu origem e a dinâmica da ecologia tropical. Nossos pesquisadores não conseguem percorrer a trajetória tecnológica fundada pelo paradigma temperado porque certos princípios que regulam o funcionamento de nossa agricultura não se encaixam nas regras "quebra-cabeças" que os orientam.

O aparecimento de problemas decorrentes da adoção de tecnologias inadequadas faz surgir soluções, orientadas pelo mesmo paradigma, que trarão, mais à frente, novos problemas, numa perversa espiral descendente. Isto porque quase todas as soluções implicam aumentos de custos e/ou de investimentos que acabam por comprometer a lucratividade da exploração. Os países de clima temperado não incorrem nestes mesmos custos. Daí que, tendencialmente, deveremos nos tornar menos competitivos. Perda de competitividade pode ser o problema que acabará alertando a todos para a necessidade de se pensar outros paradigmas que não o temperado.

Um paradigma científico e tecnológico, que seja capaz de compreender e revelar as características estruturais dos trópicos, sua dinâmica e sua complexidade, criará as bases para o seu apropriado manejo, tomando possível estabelecer condições favoráveis ao desenvolvimento de vantagens competitivas autênticas e não a simples exploração, quase sempre predatória, de vantagens comparativas naturais.

Como o conceito de competitividade autêntica ainda não está precisamente definido e amplamente difundido, aqui se adota um entendimento que se aproxima bastante da formulação de Fernando Fajnzylber, acrescida dos comentários de Mário Possas:⁶ competitividade autêntica seria a capacidade de um país conseguir, persistentemente, gerar diferenciais de produtividade e lucratividade que possibilitem a ampliação do mercado interno e o aumento de sua participação no comércio internacional. Isto sem recorrer a artifícios espúrios como a proteção exagerada, a desvalorização cambial casuística, aos subsídios elevados, à degradação ambiental e aos baixos salários. Supõe a introdução continuada de progresso técnico, a melhoria progressiva do nível de bem-estar da população e a exploração sustentada dos recursos naturais.

Na seção seguinte será tentada a apresentação — evidentemente bastante superficial — de alguns traços do que se imagina poder ser o conteúdo de um paradigma tropical, a partir do qual poderiam ser desenvolvidas autênticas vantagens competitivas na agricultura brasileira.

IV

UM PARADIGMA TECNOLÓGICO TROPICAL (?)

Muitas informações, argumentos e evidências foram aqui arrolados em um esforço para compreender a lógica e os interesses que presidem a geração e difusão de tecnologias e para sugerir uma forma de avaliá-las quando adotadas em ambientes tropicais. Entende-se, no entanto, que uma avaliação mais criteriosa das tecnologias temperadas em uso nos trópicos deve ser capaz de responder, satisfatoriamente, às seguintes perguntas [Huerga (1982, pp. 39 e 40)]:

- a) Tais tecnologias permitem um processo eficiente de "colheita e uso" de energia solar?
- b) Possibilitam uma eficiente dissipação da energia cinética?
- c) Qual é a eficiência das tecnologias temperadas para manter a dinâmica dos ciclos bioquímicos em sistemas tropicais sob evolução constante?

6 Fajnzylber, F. "Competitividad Internacional: Evolución y Lecciones." *Revista de la Cepal* n° 36, Santiago, 1988.

d) Estas tecnologias são capazes de relacionar eficientemente tais ciclos e fluxos, obtendo o uso agroecológico adequado?

Não se tem a pretensão de respondê-las, pois esta é tarefa para especialistas em ciências agrárias conduzindo pesquisas com o explícito propósito de fazê-lo. Mas existem razões bastante fortes para não se esperar por respostas que validem o uso das tecnologias temperadas e as ciências agrárias *normais* nos trópicos. Vejamos alguns exemplos que suportam esta posição.

A ciência da química agrícola está apoiada em um conceito de Justus von Liebig, seu fundador, segundo o qual "as plantas obtêm seus nutrientes de certos elementos químicos em solução. Como o húmus é insolúvel não podia ser fator importante no crescimento vegetal. Tudo que a planta requer pode ser encontrado nos sais minerais presentes nas cinzas desta planta, após a matéria orgânica ter sido destruída" [Pachol (1984, p. 21)]. Ora, a matéria orgânica é vital para os solos e os cultivos em condições edafoclimáticas como a nossa, onde a reciclagem de nutrientes é fator decisivo. Já nas regiões temperadas predominam solos eutróficos. No entanto, as teorias de Liebig tiveram tão grande impacto que deram origem a toda a indústria de fertilizantes, com o que ficaram relegadas a plano absolutamente secundário as práticas e as pesquisas relativas à reciclagem e ao uso de adubação verde.

Um outro exemplo refere-se à mecanização. Nossa frota de tratores tem aumentado progressivamente sua potência, e a produção de tratores com potência acima de 100 cv dobrou sua participação no mercado nos últimos cinco anos [Guia Rural (1991)].

$$\text{Potência} = \frac{\text{força} \times \text{deslocamento}}{\text{tempo}} = \text{força} \times \text{velocidade}$$

Maior potência representa maior capacidade de vencer uma resistência no mesmo tempo. Ou seja, justifica-se aumentar a potência sempre e quando for necessário realizar um trabalho em menor lapso de tempo. Acontece que nossos solos médios não oferecem muita resistência e nem temos um calendário agrícola tão apertado como no clima temperado. O aumento de potência tem implicado elevar o peso dos tratores, sem elevação correspondente na capacidade de tração. Máquinas mais pesadas aumentam a compactação do solo, principalmente nos tratores de tração traseira, com bitola mais estreita. Assim, o aparente "progresso" tecnológico aprofunda a incompatibilidade com a ecologia, elevando os custos de produção a médio prazo.

Mas não é só este o problema dos tratores que utilizamos. As próprias máquinas e as formas de utilizá-las são, ao lado da monocultura de ciclo curto, uma das principais causas da erosão. No Brasil, segundo diversas estimativas, perde-se algo entre 500 milhões e 1 bilhão de toneladas de solos férteis por ano por causa da erosão. Cerca de 200 milhões de toneladas de sedimentos são depositados nos recursos hídricos superficiais ocasionando assoreamento e provocando enchentes e destruição [Correa (1991)]. Em São Paulo, por exemplo, em consequência do uso indevido e indiscriminado de máquinas e implementos agrícolas inadequados, durante o ano agrícola de 1985/86 foram perdidos 194 milhões de toneladas de solo. Destes, quase 40 milhões de toneladas de solos erodidos levaram consigo semente, adubos e agrotóxicos [Daniel (1989)]. A perda de solo reduz a produtividade das lavouras,

exigindo gastos crescentes com a reposição da fertilidade. Uma idéia disto é dada pelo consumo de adubos em culturas alimentares nos países em desenvolvimento (maioria com clima tropical) que cresceu 250% na década de 70, enquanto a produção de grãos aumentou em apenas 21%, no mesmo período [Daniel (1977)]. No Brasil, com a tecnologia "temperada", perde-se, em média, 10 kg e 12 kg de solo para se produzir 1 kg de soja e de algodão respectivamente [Almeida (1990)].

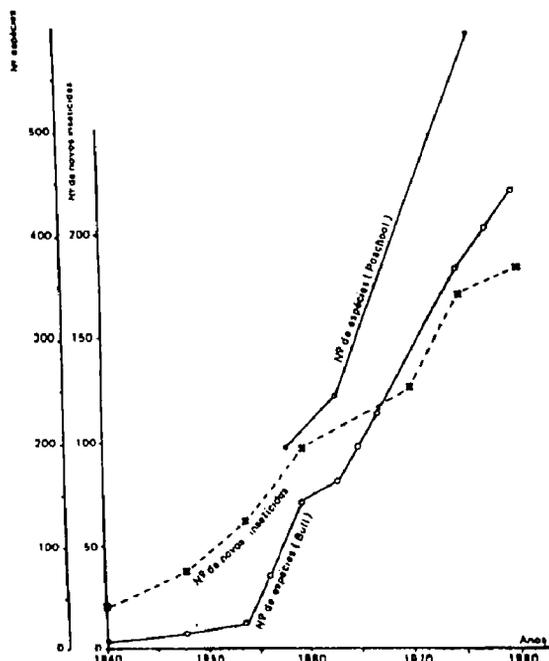
Os trabalhos e obras de conservação do solo implicam um incremento considerável nos custos de produção e de investimento, além do que, desviam as terras do uso produtivo. A recuperação de terrenos degradados tem limites relativamente precisos para ser executada; se ultrapassados, a reconstituição é inexequível [Correa (1986)].

A erosão é um dos principais problemas da agricultura e está disseminada por todo o território brasileiro. Em sua maior parte, é o resultado de manejos inadequados, baseados em mecanização com técnicas e máquinas de origem temperada. A aração tradicional, a gradagem profunda não são apropriadas ao trópico. Aqui não se deve virar o solo, não se deve inverter suas camadas, nem perturbar a atividade microbiana da superfície; ou colocar a matéria orgânica em maior profundidade, onde são desfavoráveis nas condições de decomposição. Os solos tropicais não retêm tanta umidade e nem se compactam como os de clima temperado, que sofrem a ação da neve. O revolvimento excessivo expõe o solo e a microfauna às chuvas torrenciais, ao vento e ao sol causticante. Sua fertilidade decresce podendo se tornar irremediavelmente improdutivo.

Mas não é só no preparo do solo, no plantio e nos tratos culturais que a "mecanização temperada" se mostra inadequada. Segundo estudos diversos e até avaliações de órgãos governamentais, no Brasil, dependendo da cultura, perde-se entre 20% e 30% de produção de grãos por falta de tecnologias adequadas para colheita e armazenagem [Correia (1990)].

Processos assemelhados ocorrem com o uso de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas). Estes se tornam necessários com a adoção do modelo temperado de exploração agrícola: monocultura em larga escala, espécies oriundas de clima temperado, variedades de alto rendimento e baixa resistência. A grande monocultura altera radicalmente qualquer ecossistema tropical. Elimina cadeias tróficas estabelecidas, destrói o equilíbrio entre populações diversas e seus predadores naturais. Um único cultivo sobre uma extensa área favorece o desenvolvimento de pragas e doenças, que encontram na uniformidade genética espaço apropriado para sua expansão. Apresentando baixa rusticidade, variedades de alto rendimento não competem com as espécies nativas do lugar, ilogicamente chamadas de *invasoras*. Apela-se, então, para o uso dos agrotóxicos, os quais dificilmente eliminarão todos os indivíduos da espécie indesejada. Surgem as variedades resistentes, "capazes de sobreviver até mesmo quando pesadas doses de agrotóxicos são aplicadas. Os resistentes, ao se reproduzirem, transformam-se em pragas ainda mais poderosas [Ramiro (1987, p. 212)]. Tem-se, por esta via, uma verdadeira corrida controlista: os agrotóxicos tomam pragas resistentes, o que coloca a necessidade de sintetização de novos pesticidas, para fazer frente às linhagens resistentes. Em pouco tempo, por seleção, surgirão também outras resistentes a esses novos produtos, reforçando a corrida e criando um círculo vicioso que apresenta, ainda, o efeito colateral

Figura VI
Números de espécies de pragas resistentes e novos inseticidas sintetizados e comercializados



Fonte: Bull e Paschoal, retirado de Rueg, Pug e outros "Impactos dos Agrotóxicos sobre o Ambiente e a Saúde", in Martine e Garcia op. cit. pag. 189

de eliminar inimigos naturais das pragas e insetos úteis como os polinizadores, entre outros grandes problemas ambientais. Observe-se na figura VI como as espécies resistentes vêm liderando a disputa com os agrotóxicos.

Uma prática que tende, também, a se revelar portadora de muitos problemas é a da irrigação. As técnicas e equipamentos utilizados no Brasil são oriundos, principalmente, dos EUA e Israel. Nestes países predominam condições que não favorecem o intemperismo. No Brasil, ao contrário, altas temperaturas, elevada pluviosidade e antiguidade geológica são traços dominantes. E os dois primeiros são os fatores que mais favorecem o intemperismo. Em regiões quentes, baixas precipitações reduzem ao intemperismo. No entanto, se procede-se à irrigação, notadamente com água abundante, como é prática corrente no Brasil, aquele fenômeno se acentua.

Nos EUA são perdidos, anualmente, milhares de hectares irrigados por conta de manejo inadequado. Trazidas para os trópicos, as técnicas lá utilizadas devem se mostrar mais danosas ainda. O tempo médio para salinizar (e perder irremediavelmente) áreas irrigadas no Brasil é bastante inferior ao dos Estados Unidos. Mesmo as técnicas israelenses não estão isentas de problemas quando utilizadas no Brasil. Estas se destinam a uma região desértica, com períodos de baixa temperatura. A nossa região mais seca —

o semi-árido nordestino — possui precipitações médias anuais em torno de 700 mm e as temperaturas são sempre elevadas.

Somente essas diferenças são suficientes para não gerar expectativas favoráveis quanto ao futuro da irrigação no Brasil. Todavia, além disso, não há registro de qualquer esforço significativo de pesquisa sobre irrigação, no país, com vistas a adaptar e desenvolver tecnologias apropriadas aos nossos ecossistemas. Os problemas que existem atualmente — e são inúmeros — só não têm trazido alertas suficientes, por conta da área relativamente pequena e irrigada que o Brasil possui. Mas são indícios do que pode vir a acontecer, principalmente após a implantação do Programa Nacional de Irrigação.

Além dos problemas indicados, acrescenta-se os decorrentes da importação de espécies e variedades oriundas de regiões temperadas. A maioria destas só são passíveis de cultivo nos trópicos incorrendo em práticas que contrariam profundamente a dinâmica ecológica. Não raro, aqui são cultivadas plantas que, mesmo exigindo utilização intensiva de fertilizantes e agrotóxicos, não alcançam os rendimentos conseguidos em suas origens. Submetidas a elevadas temperaturas e a ambientes úmidos — propícios à proliferação de pragas — estas plantas não realizam todo o seu potencial. Exigindo recursos e meios adicionais para se viabilizarem economicamente, não permitem aqui a mesma lucratividade auferida nos países temperados. Algo parecido se dá quando as espécies tropicais são cultivadas sob sistema de produção concebido para climas temperados. Elas, também, não produzem tudo o que podem. Desta forma duas inadequações impedem o desenvolvimento de vantagens competitivas autênticas, condenando a agricultura praticada nos trópicos ao mimetismo, à baixa produtividade, à busca de instáveis brechas no mercado externo, à produção de bens agrícolas com custos monetários, ecológicos e sociais elevados.

Talvez o avolumar dos problemas possa trazer alguma esperança, pois como diz Kuhn, "a consciência da anomalia desempenha um papel na emergência de novos tipos de fenômenos ... uma consciência semelhante, embora mais profunda, é um pré-requisito para todas as mudanças nas teorias aceitáveis" [Kuhn (1990, p. 94)]. Admitindo que as crises são pré-condições necessárias para o surgimento de novas teorias e, conseqüentemente, de novas tecnologias, a situação atual parece propícia para que os especialistas das ciências agrárias e os centros de ensino e pesquisa, hoje dominados pela *ciência normal*, comecem a se inquietar com os problemas derivados da inadequação do paradigma temperado.

"A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnicas da ciência normal... essa insegurança é gerada pelo fracasso constante de ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o pré-júrio para uma busca de novas regras" [Kuhn (1990, p. 95)].

Hoje, no Brasil, amplia-se o leque de questões para as quais a ciência normal e o paradigma tecnológico temperado não têm respostas satisfatórias. Também cresce o número de profissionais insatisfeitos com as soluções existentes para problemas que se agravam. Aumenta a busca de alternativas às propostas e recomendações inspiradas pelo paradigma temperado.

Isto, no entanto, não tem sido suficiente para desencadear um esforço concentrado e coordenado, visando à criação de um paradigma tecnológico adequado aos trópicos. E, neste ponto, não há como deixar de se tentar uma noção do que deve ser tecnologia

adequada. Tomando a proposta de Huerga, admite-se como tecnologia adequada aquela capaz de "aumentar a quantidade e ou qualidade das colheitas, ou melhorar a época das mesmas por unidade de área, de energia e de matéria aplicadas, sem comprometer as condições iniciais de produção, isto é, a estabilidade do sistema" [Huerga (1982, p. 69)]. Esta poderia ser a avaliação de sistemas de produção.

Assim, não haveria por que comparar rendimentos de nossos cultivos com os da agricultura temperada à base de toneladas por hectare. Lá, via de regra, obtém-se uma colheita por ano; aqui podemos produzir duas, até três. O indicador mais apropriado para os trópicos seria tonelada/hectare/ano. E aí, a policultura, o consórcio, os cultivos perenes podem se revelar superiores se forem bem-conduzidos.

Para estabelecer uma agricultura *tropical*, temos que romper com a submissão cultural, pensar globalmente nossa realidade, dedicar atenção às peculiaridades locais. Revelar nossa base de recursos naturais é decisivo, pois não são conhecidas muitas das espécies nativas, não se sabe para que servem, como se reproduzem. E esta é uma riqueza ímpar.

Explorar a diversidade ecológica, o gigantesco banco de genoplasmata, o maior tempo de isolamento, as espécies perenes que podem concorrer, com vantagens, com outras anuais de clima temperado. Altas temperaturas e chuvas abundantes podem ser problemas para o paradigma temperado, mas é próprio dos trópicos, e disto se pode tirar vantagens. A produção bruta de matéria orgânica é mais elevada nos trópicos. Como obter, então, maiores excedentes, sem degradar o ambiente? Esta pode ser a pergunta chave, o problema básico para um novo paradigma.

Ênfase em policulturas, em espécies perenes, em reciclagem, em mecanização leve, em pouca irrigação e em melhor zoneamento agroecológico-econômico. Pode ser este o caminho?

Por que não pensar em tratores com tração nas quadro rodas, mais leves, com pneus mais largos, capazes de puxar dois, três, quatro implementos diferentes, realizando, simultaneamente, várias tarefas? Tratores dotados de microprocessadores, com ampla capacidade de proceder a diferenças regulagens finas, adaptando-se às diferenças de topografia e de cultivos.

Pensar os trópicos exige interdisciplinaridade. Estarão adequados a esta tarefa os currículos de nossas universidades? As biotecnologias, a microeletrônica e a informática sustentarão boa parte do esforço de geração do novo paradigma. Não é possível pensar em agricultura tropical sem uma agroclimatologia avançada, sem um sistema meteorológico confiável, sem um detalhamento pedológico apropriado, sem uma hidrologia desenvolvida, sem uma genética que domine as melhores técnicas, entre outros requisitos.

Conhecendo a base de recursos, dominando as leis do movimento da natureza tropical, seus ciclos vitais, sua complexa dinâmica, torna-se possível contruir vantagens competitivas, desenvolver produtos e tecnologias novos e adequados, com os quais são criados empregos, renda, mercados interno e externo.

São muitos os indícios que levam a crer que uma agricultura a partir de um paradigma tropical poderá ser ecologicamente sustentada, eficiente do ponto de vista econômico e com maior potencial de equidade: mais policultura (com mais

alimentos); mais regionalização (aproveitando vantagens e vocações regionais, com menores gastos em insumos e em transportes); mais cultivos perenes (maior ocupação da mão-de-obra); com processamento industrial especialmente desconcentrado (mais reciclagem, mais empregos, menos migrações, renda melhor distribuída); com escala menor (um requisito para a diversidade, para o manejo sustentado, para melhor explorar as peculiaridades de forma integrada, mas também democratizando a propriedade e as oportunidades); entre outros tantos.

É evidente que algo com tal amplitude e complexidade enfrentará enormes obstáculos e irá exigir um esforço descomunal, intensa e extensa mobilização, coordenação legítima, articulação permanente. Como afirma Sagasti, é um ato de afirmação nacional que "deve incluir medidas que permitam regular os investimentos, modificar as pautas de consumo (e os hábitos alimentares), dirigir a orientação das atividades sociais produtivas, e determinar o uso dos recursos naturais" [Sagasti, (1986, pp. 130 e 131)]. Deve incluir, também, a montagem e operação de um sistema nacional de inovações, colocando em estreita articulação o setor público, empresas, sindicatos, universidades, centros de pesquisa, para, em grande sinergia, promover a circulação de problemas e idéias, a busca de soluções, a divulgação de resultados e tudo o mais que o sistema possibilita.

Se o Brasil conseguiu, em determinado momento, construir um subsistema nacional de inovações (mais forte em difusão) — Embrapa, Embrater, empresas industriais, cooperativas, grandes produtores rurais, universidades, bancos, etc. — para difundir as tecnologias do paradigma temperado, será que não conseguiria fazer um outro para o paradigma tropical?

Ainda que aqui se defenda a necessidade de se construir um paradigma tropical, ele não será visto como panacéia, caso se mostre viável e factível. Em primeiro lugar, é preciso ter-se clareza de que serão muitos os interesses a enfrentar na superação do paradigma temperado. Em segundo, devemos lembrar, com Thomas Kuhn, que uma teoria científica, após atingir *status* de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la [Kuhn (1990, p. 108)]. Até alcançar este ponto muito haverá de ser feito. Em terceiro lugar, um paradigma será apenas, e não mais do que isto, o estabelecimento de outra base científico-tecnológica para o desenvolvimento da agricultura. Poderá ser um instrumento de luta por um novo estilo de desenvolvimento capitalista, caso existam forças políticas e sociais organizadas para utilizá-lo com esta perspectiva. E só neste caso. Mas, como o futuro não está escrito e a história se faz a cada momento, não há como por que não ter esperanças e não lutar por alternativas. Afinal, o longo prazo começa hoje.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, Moacir J. P. C. Desenvolvimento da atividade agrícola e o meio ambiente no Brasil. *Reforma Agrária*, v. 20, n. 1/3, abr./dez. 1990.
- ALTIERI, Miguel. *Agroecologia*. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- ARAPIRACA, J. A *USAID e a educação brasileira*. São Paulo: Cortez, 1982.

- BASALLA, George. *The evolution of technology*. New York: Cambridge Univ. Press, 1989.
- BEAZLEY, Mitchell. *O grande livro internacional de selvas e florestas*. São Paulo: Art; Círculo do Livro, 1982.
- BETON, Ted. Marxism and natural limits: an ecological critique and reconstruction. *New Left Review*, n. 178, Nov./Dec. 1989.
- CÂMARA NETO, Alcino F. *A maturidade da economia americana no pós-guerra*. Rio de Janeiro: UFRJ.FEA, 1984. Dissertação de mestrado.
- CORREA, Altir A. M. *Contribuição ao desenvolvimento de conservação do solo*. Rio de Janeiro, 1990.
- DERRY, T. K.; WILLIAMS, Trevor. *Historia de la tecnologia*. México: Siglo Veintiuno, 1977.
- DI CASTRI, Francesco. *La revolución ecologica y America Latina*. Valdivia: Instituto de Economia de la Universidad Austral, 1970.
- DOSI, Giovanni. The nature of the innovative process. In: *Technical change and economic theory*. London: Frances Pinter, 1988.
- _____. Technological paradigms and technological trajectories. In: FREEMAN, C. *Long waves in the world economy*. London: Frances Pinter, 1984.
- ENGELS, Friedrich. *Dialética da natureza*. Rio de Janeiro: Leitura, 1969.
- FAJNZYLBER, F. Competitividad internacional: evolución y lecciones. *Revista de la CEPAL*, n. 36, p. 7-24, dec. 1988.
- FERRI, Mário G.; MOTOYAMA, Shozo (coords.). *História das ciências no Brasil*. São Paulo: EDUSP; CNPq, 1979-1981. 3 v.
- FICHOU, Jean Pierre. *A civilização americana*. Campinas: Papirus, 1990.
- FONSECA, M. G. D. *Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para a agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas*. Campinas: UNICAMP.IE, 1990. Tese de doutoramento.
- GUIA Rural: tratores. Rio de Janeiro: Abril, 1991.
- HABERMAS, Jurgen. *Técnica e ciência como ideologia*. Lisboa: Edições 70, 1987.
- HAGUENAUER, Lia. *Competitividade: conceitos e medidas; uma resenha da literatura recente*. Rio de Janeiro: UFRJ.IEI, 1990. (Texto para Discussão, 211).
- HUERGA, Miguel A. *A tecnologia agrícola e suas relações com as questões social e ambiental*. Recife: MINTER; OEA, 1982.
- ILIN, M. *El hombre y la naturaleza*. Buenos Aires: Ed. Futuro, 1955.
- KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1990.

- KUPFER, David Sérgio. *Padrões de concorrência e competitividade*. Rio de Janeiro: UFRJ, IEI, 1991.
- MacNEILL, Jim. Strategies for sustainable economic development. *Scientific American*, Sept. 1989.
- MARTINE, Geoge; GARCIA, R. C. (coords.) *Os impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Cactés, 1987.
- MATUS ROMO, Carlos. *Política, planificación y gobierno*. Washington: OPAS; OEA, 1987.
- MIRANDA, Eduardo E. *Estrategias y iniciativas para ampliar la sostenibilidad agrícola en el Cone Sur*. Buenos Aires: IICA, 1991.
- MORISHIMA, Michio. *Por que triunfou o Japão?* Lisboa: Gradiva, 1989.
- MUNFORD, Lewis. *The myth of the machine*. New York: Harcourt Brace Javanovich, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Washington. *Alternative agriculture*. Washington: National Academic Press, 1989.
- PASCHOAL, Adilson. *Instituições e técnicas de agricultura alternativa: relatório de viagem*. Brasília: CNPq, 1984.
- PINTO, A.; SUNKEL, O. Economistas latinoamericanos en Estados Unidos. *Economía*, v. 22, n. 82, 1964.
- POSSAS, Maria Sílvia. *O processo de concorrência em uma perspectiva estrutural e dinâmica*. Campinas: UNICAMP, IE, 1989.
- POSSAS, Mário. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E. (org.). *Ensaio sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico*. São Paulo: Marco Zero, 1989.
- PRIMAVESI, Ana. *O manejo ecológico do solo*. São Paulo: Nobel, 1982.
- REGANOLD, J. P. et alii. Sustainable agriculture. *Scientific American*, v. 262, n. 6, June 1990.
- ROMEIRO, Ademar R. Dinâmica da introdução de inovações na agricultura: uma crítica à abordagem neoclássica. *Revista de Economia Política*, v. 11, n. 1 (41), p. 43-55, jan./mar. 1991.
- SAGASTI, Francisco. *Tecnologia, planejamento e desenvolvimento autônomo*. São Paulo: Perspectiva, 1986.
- SILVA, José Graziano. Perspectivas da agricultura alternativa. *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, v. 4, n. 2, maio/ago. 1987.
- SOUTO, João J. P. *Deserto: uma ameaça?* Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do RS, 1985.
- SOUZA, Ivan S. F.; STAGNO, Horácio. *Organismos de investigação agropecuária nos países do Cone Sul: o caso da EMBRAPA, Brasil*. Montevideo: IICA, 1991.

TAVARES, José Nilo. Educação e imperialismo. *Educação e Sociedade*, n. 7, set. 1980.

TEIXEIRA, Aluísio. *O movimento da industrialização nas economias capitalistas centrais no pós-guerra*. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1983.

THOMAS, Keith. *O homem e o mundo natural*. São Paulo: Cia. das Letras, 1988.