

# O PROGRESSO TÉCNICO NA AGRICULTURA E SUA REPERCUSSÃO AMBIENTAL

Sandro Alves CORRÊA<sup>1</sup>  
Tamara Renata Machado RIBEIRO<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir a necessidade da internalização da questão ambiental nos programas de desenvolvimento agrícola. Os artigos e estudos encontrados na literatura que dizem respeito a estes assuntos são, na sua maioria, fragmentados e unilaterais, tanto no que diz respeito às questões ambientais como ao desenvolvimento agrícola. A ideia de preservação como a de produção a qualquer custo passa pela utopia. Não podemos permitir que o processo de degradação ambiental e social provocado pela exploração excessiva, principalmente, monoculturas, continue desenfreado como está, assim, como não podemos interromper o processo de produção necessário ao desenvolvimento. Não se pretende aqui colocar posições extremadas, mas sim uma posição que paute na moderação buscando uma reflexão, na medida do possível, neutra; embora isso seja difícil ao analisar tais questões, já que, historicamente, apenas o desenvolvimento agrícola teve ênfase científica e tecnológica. Considerando que os sistemas (eco ou agro) são dependentes de energia e esta tem assumido uma posição valorativa, buscou-se também discutir como esse processo ocorre em sistemas agroindustriais.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento agrícola. Incorporação ambiental.

## O USO DA TERRA E A MECANIZAÇÃO NA AGRICULTURA

O desenvolvimento histórico da agricultura passa, necessariamente, pelos tipos de cultivo praticados associado a inovações tecnológicas. A intensidade do uso da terra varia, dentre outros fatores, em função de sua localização, da cultura, do tipo de solo e da disponibilidade de tecnologia. De maneira geral pode-se dizer que existe uma forte associação entre tipos de cultivo e tecnologia, isto é, o tipo de ferramenta necessária num dado contexto depende do sistema de uso da terra: “mudanças técnicas materializam-se somente se o sistema de uso da terra se modifica concomitantemente, da mesma forma que outras mudanças de sistema de cultivo são possíveis com a introdução de novas ferramentas” (BOSERUP, 1987).

---

<sup>1</sup> Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás – UFG; Mestre em Zootecnia pela Universidade de São Paulo; Graduado em Ciências Biológicas pela Fundação Hermínio Ometto. Docente da Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul-SP/FUNEC  
Sandro\_bio@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Pós-Graduada em Análises Clínicas pela Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto-SP e Graduada em Ciências Biológicas pela Fundação Municipal de Educação e Cultura de Santa Fé do Sul-SP., tah.bio@hotmail.com

Os sistemas de uso da terra são divididos em cinco grupos, cada um apresenta características específicas no que se refere às ferramentas aplicadas: 1) O *cultivo com pousio longo ou florestal* caracteriza-se pela abertura de clareiras nas florestas cultivadas por um ou dois anos e em seguida são abandonadas durante um longo período (de vinte a trinta anos), o qual é suficiente para que haja um reflorestamento por uma vegetação secundária. 2) *Cultivo com pousio arbustivo* que tem características similares, porém, com um período menor de pousio, de seis a dez anos. Este período é suficiente apenas para o surgimento de arbustos e pequenas árvores. 3) *Cultivo com pousio curto* no qual a terra é deixada em *pousio* por um ou dois anos. Este curto período possibilita apenas o surgimento de capim e mato rasteiro. 4) *Cultivo anual*, no qual a terra é deixada em repouso por alguns meses entre a colheita e o plantio seguinte. 5) *Cultivos múltiplos*, sendo este o mais intensivo dos sistemas de uso da terra, no qual o período entre colheita e plantio é bastante curto (BOSERUP, 1987).

A escassez de áreas a serem abertas, associada à pressão da população crescente provocou mudanças nos sistemas de cultivo preconizando os sistemas mais intensivos, que por sua vez, requerem maiores necessidades. A mudança de um sistema a outro tem necessariamente ligação com alterações na tecnologia empregada, isto é, alterações dos tipos de ferramentas utilizadas. Historicamente passou-se pela vara de plantar, a mais primitiva e mais antiga ferramenta, pelo arado, com a finalidade de revolver a terra e as raízes das gramíneas, não destruídas pelo fogo, até chegarmos às modernas máquinas e implementos utilizados atualmente. A necessidade do desenvolvimento e implantação de novas técnicas deve-se à implantação de sistemas de cultivo mais intensivos, nos quais o progresso tecnológico é direcionado ao desenvolvimento do capital no setor agrícola.

O desenvolvimento tecnológico faz com que a produtividade deixe de ser dependente, pelo menos em parte, das condições naturais, como colocado por Silva (1981, p.24):

[...] a terra deixa de ser o meio de produção fundamental, a produção agrícola deixa de se guiar apenas pela fertilidade dos solos, pela água da chuva, enfim pelas condições naturais que afetam, a produtividade do trabalho... o próprio capital cria essas condições, controla e desperta as forças da natureza, tornando a produção agrícola mais intensiva sob seu domínio.

Todo o avanço tecnológico, que tem suas bases no desenvolvimento da ciência, serve aos desígnios do capital, de acordo com Silva (1981) o progresso da ciência no capitalismo deve ser analisado como o desenvolvimento de técnicas que permitem ampliar a dominação do capital

sobre o processo de trabalho. Não pode-se aplicar um julgamento moral do tipo “a técnica é boa, o seu uso é que é impróprio”. A tecnologia não é adequada senão aos desígnios do capital, enquanto relação social; e seu uso determinado pela divisão do trabalho própria da sociedade capitalista.

A aplicação tecnológica foi a base de uma das grandes transformações ocorridas na nossa agricultura, a partir dos anos 50, a chamada “Revolução Verde”, cujo pacote básico se montou a partir das sementes de Variedades de Alto Rendimento e de um conjunto de práticas e insumos agrícolas necessários para assegurar as condições para que os novos cultivares alcançassem níveis crescentes de produtividade. Essa transformação foi responsável pelo extraordinário aumento da produção de cereais em diversos países, principalmente, na Ásia, onde reduziu dramaticamente os problemas da fome, com destaque para a Índia, o Paquistão e, posteriormente, a China. O impacto social que essa nova tecnologia teve, pelo aumento da produção de alimentos de países em desenvolvimento, foi de tal ordem, que resultou em reconhecimento mundial, concretizado pela concessão do Prêmio Nobel da Paz de 1970 a Norman E. Borlaug, tido como o "pai" da Revolução Verde.

Passados os anos, a agricultura da revolução verde passou a sofrer críticas, que continuam nos dias de hoje. Tem sido questionada a sustentabilidade de uma tecnologia baseada em monoculturas, altamente dependente de fertilizantes e pesticidas, insumos de alto custo e com potencial de poluição ambiental. Na realidade, essa crítica tem sido estendida à agricultura de altos insumos praticada em todo o mundo, colocada por alguns, em termos genéricos, sob o "paradigma da Revolução Verde".

A implantação da Revolução Verde, com todo seu pacote tecnológico e metodologias que persistem até hoje, foi extremamente benéfica em diversos aspectos, principalmente, no combate a fome. É notório que o baixo custo de produtos alimentícios que possibilita o acesso da população, como o caso do frango, se deu através da inovação tecnológica, independente desta estar subjugada e destinada ao capital. Entretanto, as críticas feitas ao modelo podem ser extremadas e unilaterais, mas não são infundadas.

O processo histórico de desenvolvimento agrícola levou, na atualidade, a uma série de problemas de ordem ambiental que não existiam na época em que o modelo foi implantado. Como relatado por Boserup (1987, p.21):

Populações em crescimento podem ter, no passado, destruído mais do que aperfeiçoado as terras que cultivaram. Mas não há razão para extrapolar tendência do passado, porque cada dia sabemos mais a respeito de métodos de preservação do solo e podemos, portanto, usando técnicas modernas, recuperar para o cultivo muito da terra que nosso antepassados tornaram estéril.

No contexto atual, no qual conhecemos e reconhecemos os impactos ambientais e sociais causados pelos nossos modelos de produção, é de responsabilidade dos profissionais que atuam na área a busca de alternativas tecnológicas que melhorem o processo produtivo nas áreas já destinadas a tal fim, reduzindo assim a necessidade de abertura de novas áreas, e que sejam menos impactantes ambiental e socialmente.

Não se pretende aqui discutir os diversos impactos provocados pelo sistema agrícola, erosão, contaminação do solo da água, dos alimentos, entre outros, pelo simples fato de que esses processos já se transformaram em senso comum. Pretende-se aqui, discutir o direcionamento e a aplicação da ciência e da tecnologia nos processos produtivos e suas consequências.

## **A NECESSIDADE DE UMA NOVA ABORDAGEM CIENTÍFICO/TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA**

As informações e críticas sobre os impactos causados pelas atividades agrícolas como desmatamento, contaminação da água, consumo de pesticidas, erosão do solo, entre outros, são encontradas em grande escala na literatura que trata do assunto. Porém, o que pouco se vê são propostas concretas para reverter esse quadro. Isso se deve, provavelmente, a complexidade envolvida nos sistemas agroindustriais, devido a sua amplitude de abordagens, associada aos interesses econômicos.

O aperfeiçoamento dos modos de produção capitalista facilitou a luta do homem na produção de alimentos com o desenvolvimento de técnicas inovadoras. Essas alterações no processo de produção passaram, necessariamente, por uma inovação tecnológica, entretanto, essa tecnologia não tem um objetivo social, isto é, não está direcionada a uma melhoria na qualidade de vida dos indivíduos e sim, unicamente, ao capital.

Ao discutir essa questão Silva (1981, p.27) coloca que:

[...] a aplicação do progresso técnico não é dirigida “contra os trabalhadores” ou “contra a natureza”, como fazem crer certas “análises ecológicas” muito em voga nos nossos dias. A tecnologia é, isto sim, a “favor do capital”, ou seja, o seu sentido último é o de elevar a taxa de lucro, seja do capitalista que a emprega, considerado individualmente, seja do sistema econômico como um todo.

A justificativa acima, na tentativa de eximir o progresso técnico, ou a modernização da agricultura, da culpa da degradação ambiental e social não pode ser de maneira alguma aceita como válida, pois, dessa forma poderíamos justificar qualquer ação prejudicial à sociedade em favorecimento do capital de uma minoria.

Neste contexto, Castor (1983) ressalta que “algumas tecnologias contribuem decisivamente para o aumento do bem estar de indivíduos e também para o aprimoramento dos sistemas sociais, enquanto outras levam progressivamente à degradação da qualidade da vida humana. O autor ainda propõe uma discussão sobre “tecnologia apropriada” que foi complementada por Bonilla (1992) que propôs o termo “tecnologia socialmente apropriada”, já que toda técnica produtiva é apropriada ao interesse de alguém. Nesta proposta o autor coloca que:

A eficiência econômica é necessária, mas a tecnologia não é criada para servir a economia, que deixará de ser regente da vida humana e será simplesmente um meio que os homens utilizarão para regular sua produtividade [...] o que interessa é *para que e para quem* vai ser desenvolvida uma certa tecnologia (BONILLA, 1992, p.20).

Analisando a colocação de Bonilla sobre o *para que e para quem* vai ser desenvolvida uma determinada tecnologia, vemos que na agricultura esse direcionamento perdeu seu foco com o decorrer da história. O que era uma atividade que consistia em produzir alimentos para saciar a fome passa a ser um meio que serve exclusivamente ao capital. Segundo Silva (1981), “o capital tem no progresso técnico, que nada mais é que uma das facetas do seu próprio desenvolvimento, a chave do processo de subordinação da terra e, por extensão, da própria natureza”.

As pesquisas agrícolas que tinham como pressuposto a necessidade de produção de mais alimentos para combater a fome não pode mais se apoiar em tal justificativa. O que se vê é um direcionamento das pesquisas científicas no aprimoramento técnico da produção de culturas de exportação, como cana-de-açúcar e soja, em detrimento de culturas alimentícias básicas para a população – milho, arroz, feijão, entre outros. Esse processo também resultou no aumento da dificuldade da obtenção de alimentos pelas camadas mais desprovidas de recurso da sociedade. Segundo Silva (1981, p.28), “Não aumentou a dificuldade para se produzir alimento, senão a dificuldade dos trabalhadores para obtê-los. Dando mais ênfase a questão Graziano Neto (1985, p.87) ressalta que:

Mais fome e mais miséria foram provocadas, pois somente os grandes produtores tiveram condições de aplicar todo o pacote tecnológico que acompanhava as sementes milagrosas desenvolvidas nos centros de pesquisa. A concentração de terra agravou-se. Mas agravaram-se também os desequilíbrios ecológicos: surgiram pragas e doenças antes desconhecidas que exigiram mais doses de veneno, que, por sua vez, desequilibraram mais ainda o ecossistema e comprometeram toda a produção; surgiram problemas de conservação do solo e erosão. E os problemas sociais e econômicos agravaram-se.

O infundado discurso justificando a produção para saciar a fome da população: “É preciso produzir, custe o que custar, pois grande parte da população brasileira passa fome” (GRAZIANO NETO, 1985, p.141) passa a ser ridículo. Está claro que o problema da fome no Brasil e no mundo não depende da quantidade que se produz, mas, sim de uma exacerbação das diferenças sócio- econômicas provocadas pela má distribuição de renda.

A citação acima, de Graziano Neto, resume de maneira clara a problemática socioambiental provocada pelo desenvolvimento agrícola nas últimas décadas. Porém, são indiscutíveis a extrema importância e a necessidade da agricultura para o desenvolvimento do país e sua participação na balança comercial.

Parece que estamos imersos em uma dicotomia um tanto difícil de ser rompida, porém, necessária. Esse rompimento, passa pela necessidade de um tratamento interdisciplinar na busca de tecnologia que visem a produtividade sem que esta ocorra em detrimento do meio e dos indivíduos.

O homem necessita de um norte, um rumo, um guia exterior que direcione suas ações. Esse processo passou por alterações com o decorrer do tempo. Num retrocesso histórico, podemos ver que esse norte esteve apoiado numa visão sacralizada da natureza politeísta e foi transferida para uma visão monoteísta durante a Idade Média, período em que fomos conduzidos pela religião, e atualmente está sendo substituída pela ciência que surge como uma estrela guia.

Neste contexto, a ciência - que tinha como objetivo maior, conhecer a natureza em todas as suas expressões para o bem estar humano – perde sua neutralidade. Nenhum método criado e aplicado pelo homem é neutro, pois todos refletem, necessariamente, uma orientação básica. “Esta orientação está voltada para a lucratividade em curto prazo, adaptada a economia e a política, isto não é neutralidade” (BONILLA, 1992).

Acreditando que a tecnologia é filha da ciência não devemos condenar o desenvolvimento tecnológico e sim o direcionamento da ciência que se prostituiu ao capital. Segundo Bonilla

(1992, p.32), “A ciência que se dizia pura, neutra e objetiva, adaptou-se as necessidades da economia e da política” e, como diz Alves (1982), “O poder arrastou o saber”.

O objetivismo da ciência e a exaltação a razão não encontra saída para problemas emergentes como a degradação ambiental e social. Esta crise teve sua instalação acentuada pela inserção da necessidade multidisciplinar inerente aos novos problemas. Como colocado por Fazenda (2001), “A ciência nas suas objetividades não encontra pátria nas atuais subjetividades”.

A ciência objetivista, filha de Newton e Bacon com ênfase a “genialidade da razão” de Descartes, culminou no afunilamento, na especificidade e no unicismo na busca de resolver questões relativas à produção, especialidades médicas e avanços científicos em áreas específicas; nas quais foram bastante promissoras. Porém, no mundo contemporâneo, começam a surgir questões que não podem ser respondidas e problemas que não podem ser solucionados com base nas especialidades. Isso levou a uma crise na ciência, nas teorias, nos modelos e nos paradigmas e passa na atualidade por um período de mudança.

Neste contexto Prigogine e Stengers (1984, p.1), faz a seguinte colocação:

[...] chegamos hoje a uma situação teórica completamente diferente, a uma descrição que situa o homem no mundo que ele mesmo descreve e implica a abertura desse mundo. Não é exagero falar dessa transformação conceitual como de uma verdadeira *metamorfose* da ciência.

Ao questionarmos a ciência voltada para a evolução de tecnologia agrícola, podemos supor que a associação entre os processos de produção na agricultura e a conservação ambiental devem ser pensadas e discutidas de forma integrada, já que ambas são necessárias. Recorremos dessa maneira às bases da interdisciplinaridade, embora não se trate de disciplinas específicas.

Para Etges (1993, p.18 apud JANTSCH; BIANCHETTI, 2001, p.14):

[...] a interdisciplinaridade, enquanto princípio mediador entre as diferentes disciplinas, não pode jamais ser elemento de redução a um denominador comum, mas elemento teórico-metodológico da diferença e da criatividade. A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão de seus limites, mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade.

Na citação acima, ressaltamos a seguinte situação: *máxima exploração das potencialidades de cada ciência*. A partir desta assertiva podemos sugerir que o rompimento da dicotomia produção/conservação pauta na busca do desenvolvimento de tecnologias agrícolas que visem o desenvolvimento e a produtividade e que também minimize os impactos provocados no meio ambiente e na sociedade.

Nesta busca, Leff (2002) propõe um conceito de formação econômica, social e ambiental em que os processos tecnológicos, ecológicos e culturais, operantes local ou regionalmente, com os aparelhos do Estado, os regimes políticos e os processos econômicos em nível nacional, juntamente com a ordem econômica mundial que gera os padrões de uso e valorização dos recursos, determinem os processos de transformação socioambiental.

Talvez o termo interdisciplinaridade não seja convenientemente aplicado ao processo de evolução agrícola, pois, pode-se dizer que o processo de avanço tecnológico na área já passa por uma prática interdisciplinar. Os avanços na química, na física, estudo dos solos etc., são partes integrantes dos processos tecnológicos produtivos, entretanto, falta internalizar as questões ambientais e sociais neste contexto.

Segundo Leff (2002), internalizar as questões ambientais na teoria e prática econômica, exige a implantação de políticas científicas e tecnológicas que produzam instrumentos eficazes refuncionalizando, assim, a racionalidade ecológica predominante, para que se consiga um melhor balanço entre crescimento e conservação e para gerar um processo sustentável de desenvolvimento sobre bases ecológicas e apropriados processos tecnológicos.

Na perspectiva de construção de uma racionalidade ambiental, que não só assegure condições de sustentabilidade ecológica, mas sugere um potencial ambiental de desenvolvimento a partir dos princípios materiais de uma produtividade ecotecnológica, a internalização da questão ambiental – com ênfase na ecologia - passa pelo estudo de técnicas e procedimentos que minimizem a perda da complexidade do ecossistema. Neste contexto, e, em contraposição à Agricultura Moderna, surge a proposta da “Agricultura Ecológica” - aparentemente uma das melhores propostas para romper a dicotomia produção/conservação - com os seguintes pressupostos: aproveitar ao máximo o disponível, a racionalizar, a otimizar não apenas em forma econômica, mas integral, considerando os custos ecológicos, a qualidade dos alimentos, a manutenção da capacidade produtiva dos solos e o equilíbrio dos ecossistemas (BONILLA, 1992).

Entretanto, a Agricultura Ecológica sofre inúmeras críticas, e vale ressaltar, pertinentes. A mais importante destas críticas refere-se aos custos de produção, como citado por Graziano Neto (1985, p.136): “A viabilidade de uma agricultura alternativa, mais ecológica, tem que ver, evidentemente, com os custos econômicos da produção, porque em qualquer economia os custos

influenciam os preços dos produtos”. Não há como desconsiderar tal crítica, mas nos direcionamos novamente à questão tecnológica e, conseqüentemente, à ciência. O desenvolvimento de técnicas que permitam uma produtividade satisfatória dentro das bases de uma agricultura ecológica deve, necessariamente, partir de pesquisas científicas voltadas para tal fim, rompendo com o modelo atual que “direciona a pesquisa agrônômica e o ensino de Agronomia sob a *ideologia da modernização*” (GRAZIANO NETO, 1985).

A agricultura alternativa tem apresentado resultados interessantes como as pesquisas realizadas por Oelhaf, (1978 apud GRAZIANO NETO, 1985) nos EUA que demonstraram pequenas diferenças entre os dois modelos em várias culturas. Apesar de essas pesquisas terem sido realizadas a cerca de 25 anos, esse tipo de atividades ainda permanecem longe da realidade brasileira, aparentemente devido a diversos interesses econômicos envolvidos, principalmente, na comercialização de insumos.

Embora se reconheça a importância ambiental da adoção de um modelo de Agricultura Ecológica deve-se ressaltar a dificuldade de sua implantação em função das mudanças que este modelo demanda. Para isso, o modelo de maximização lucrativa da Agricultura Moderna deveria ser substituído, entretanto, isso envolveria interesses econômicos, daí a sua dificuldade.

A principal diferença entre um agroecossistema intensivo e o pré-industrial está na inserção de energia para produção (ODUM, 1983). No primeiro caso, a injeção de energia é maior (insumos, máquinas, etc.), o que aumenta a produtividade e, conseqüentemente, os custos sócio-ambientais, já no segundo caso a injeção energética é menor (trabalho humano, animal e adubos orgânicos) o que reflete numa menor produtividade. Entretanto, vale enfatizar, que a inserção de um novo modelo de agricultura não esbarra apenas nas discussões econômicas sobre a produtividade, mas também no interesse das multinacionais produtoras de insumos e defensivos.

A busca da maximização lucrativa ocorre devido ao fato da produção agrícola estar submetida a leis biológicas não controláveis. Isso faz com que nos períodos em que a produção é facilitada - devido ao regime climático, principalmente as chuvas - haja uma exploração máxima dos recursos disponíveis, ao contrário de uma indústria que está isenta dessa submissão. Desta forma:

[...] o desenvolvimento tecnológico proposto para a agricultura visa diminuir o ciclo de produção das culturas e criações, e distribuir a produção ao longo do ano, reduzindo as diferenças entre os tempos de produção e de trabalho, buscando maiores taxas de lucro, através da elevação da produtividade do trabalho e rotação mais rápida do capital... por mais que se tenha tentado não se conseguiu libertar os ciclos de produção na agricultura de forças naturais ou de leis biológicas (GRAZIANO NETO, 1985, p.84).

Porém, “como ocorre com todo uso intensivo e especializado da terra, além dos benefícios, existem custos, que incluem a erosão do solo, a poluição pelo escoamento de pesticidas e fertilizante, o alto custo dos subsídios de combustível e a aumentada vulnerabilidade às mudanças meteorológicas e às pragas”. Podemos observar essa colocação nas palavras de Lutzemberger (1980) apud Graziano Neto, 1985, p.86):

A mecanização intensiva pressupõe grandes monoculturas. Essas monoculturas significam radical simplificação do ecossistema agrícola. Mas uma das leis mais fundamentais da Ecologia é que a homeostase é diretamente proporcional à complexidade do sistema. Um ecossistema simplificado é tanto mais vulnerável quanto maior for a simplificação. Um desequilíbrio traz outro e inicia-se um ciclo diabólico que leva a agressões sempre mais violentas.

Quando falamos em homeostasia e em desequilíbrio homeostático nos direcionamos à causa deste desequilíbrio, isto é, o estresse. O termo foi definido primeiramente no âmbito da fisiologia animal por Selye (1950) como: “o estado interno de desequilíbrio do organismo que promove respostas fisiológicas e comportamentais específicas frente a um agente estressor”. Nas últimas duas décadas, mais precisamente a partir de 1981 no simpósio internacional editado por Barrett e Rosenberg<sup>3</sup>, os estudos do estresse antropogênico sobre ecossistemas passam a adotar os termos e as definições da ciência animal: *estresse agudo* – caracterizado pelo início repentino da perturbação, um aumento abrupto da intensidade e a curta duração, e *estresse crônico* – que envolve uma longa duração com pequena intensidade.

O ambiente possui meios mais eficientes para se recuperar de um estresse agudo que de um estresse crônico, como por exemplo, sementes em estado de dormência que germinam após um desmatamento. Entretanto, o impacto mais preocupante é o estresse crônico provocado pela agricultura de grande porte que normalmente é de difícil ou impossível recuperação. Neste contexto, Odum (1983) ressalta a preocupação com resíduos químicos que são potencialmente estressores, e por serem novas combinações ou criações químicas, os organismos vivos não tiveram ainda um período histórico de adaptação evolutiva para utilização destes compostos. Esta

---

<sup>3</sup> BARRET, G. W.; ROSENBERG (Ed.). **Stress Effects on Natural Ecosystems**. New York: John Wiley & Sons, 1981.

questão parece ser uma das mais graves, ou a mais grave, no que diz respeito a evolução agrícola pelo simples fato de que esse tipo de poluição impacta não somente o meio agrícola, mas também os seres humanos através do consumo de alimentos e água que recebem uma grande quantidade desses resíduos tóxicos.

## **A ENERGIA NOS ECOSISTEMAS NATURAIS E NOS AGROECOSSISTEMAS**

Obviamente, as leis ecossistêmicas sofrem grandes alterações com a implantação dos sistemas agrícolas. Segundo Odum (1983) uma das maneiras básicas pelas quais esse processo ocorre, e que o diferencia dos sistemas naturais, é a inserção de energia auxiliar que aumenta, ou subsidia, a entrada de energia solar, que consiste em trabalho humano e animal, fertilizantes, pesticidas, água para irrigação, etc. Assim, podemos dizer que os agroecossistemas são projetados para canalizar o máximo de energia solar possível permitindo que esta seja convertida em alimento, associada à inserção de plantas e animais geneticamente alterados (seja por manipulação gênica ou seleção reprodutiva) explorando ao máximo o potencial de produtividade primária<sup>4</sup> em um ambiente otimizado.

A exploração de um ecossistema nada mais é que explorar seu potencial energético. A história da civilização está intimamente ligada às fontes energéticas disponíveis. Com o desenvolvimento da agricultura a capacidade de suporte<sup>5</sup> aumentou muito, à medida que os seres humanos tornavam-se mais hábeis em cultivar plantas e domesticar animais e em subsidiar a produção primária comestível. Durante muitos séculos, a lenha e outras formas de biomassa forneciam a principal fonte de energia, esse período foi definido como a idade da potência muscular. Nos últimos séculos a utilização de combustíveis fósseis tem fornecido energia em abundância, o que fez com que a população dobrasse em cinquenta anos.

Segundo as leis da física, energia é definida como a capacidade de realizar trabalho e seu comportamento é descrito por duas leis: *lei da conservação de energia* que afirma que a energia pode ser transformada de um nível a outro, mas não pode ser criada nem destruída e *a lei da termodinâmica ou entropia* que postula que como alguma energia sempre se dispersa em energia

---

<sup>4</sup> Define-se por produtividade primária de um sistema ecológico, de uma comunidade ou de qualquer parte deles, como a taxa na qual a energia radiante é convertida, pela atividade fotossintética e quimiossintética de organismos produtores em substâncias orgânicas (ODUM, 1983, p.62).

<sup>5</sup> Defini-se por capacidade de suporte a quantidade de biomassa que pode ser sustentada sob determinadas condições.

térmica não disponível, nenhuma transformação espontânea de energia em energia potencial é 100% eficiente. Os organismos, os ecossistemas e a biosfera inteira possuem a característica termodinâmica essencial: eles conseguem manter um alto grau de ordem interna, isto é, uma baixa entropia. Quanto mais complexo o ecossistema mais baixa a entropia.

Antes de aplicarmos os conceitos de energia ao sistema agrícola, vale elucidar algumas questões básicas. Uma certa quantidade de energia tem que ser gasta para se desenvolver e manter um fluxo de energia aproveitável a partir de uma fonte. Assim, as melhores fontes são aquelas que prometem uma maior produção líquida de energia, ou seja, uma maior quantidade de energia disponível para o trabalho, depois de pagos todos os custos energéticos.

Assim como nos ecossistemas naturais, os agroecossistemas simplificados passam, necessariamente, por uma questão energética. A energia gerada no final do processo de produção é convertida em dinheiro, o produto final, seja ele animal ou vegetal, é constituído de energia proveniente de duas fontes. Uma é o trabalho dos recursos naturais através do fornecimento de condições básicas à produção, como fertilidade natural do solo, água para irrigação (chuva ou proveniente de lençóis freáticos – que vale ressaltar são interdependentes), e outra através da inserção de energia por meios artificiais, onde se insere o capital, com o objetivo de subsidiar a produção primária pela entrada de energia solar, isto é, fornece condições favoráveis para que haja uma maior transferência de energia solar em energia química seguindo a lei de conservação de energia discutida anteriormente.

Podemos dizer que nos sistemas agroindustriais os fluxos de dinheiro e energia estão intimamente associados, pois o dinheiro constitui um contrafluxo ao fluxo de energia. Porém, o dinheiro circula, mas a energia não. O dinheiro entra em cena somente quando um recurso natural é convertido em bens fabricados ou serviços humanos e retorna convertido em energia ao sistema de produção, deixando sem preço o trabalho da natureza que sustenta o recurso inteiro. Gosselink, Odum e Pope (1974 apud ODUM, 1983, p.109) analisando um sistema de produção de peixes faz a seguinte colocação:

[...] na economia convencional, o dinheiro não está envolvido antes de os peixes serem pescados, o trabalho do estuário em produzir os peixes não recebe qualquer valor. O valor total do estuário, em termos de trabalho útil em prol do homem, é de pelo menos dez vezes o valor dos produtos colhidos” e ainda, “ fluxos de dinheiro acompanham os fluxos de energia de ecossistemas artificiais, mas não de ecossistemas naturais.

Dessa forma podemos associar o fluxo energético ao dinheiro que circula para pagar o trabalho tecnológico, os bens e serviços nos sistemas agrícolas, mas não a entrada, igualmente vital, de bens e serviços dos ecossistemas naturais. Como colocado por Brown (1978, apud ODUM, 1983, p.110):

[...] a economia global depende, no final das contas, de certos ecossistemas básicos, como os mares, as florestas e da agricultura. Quando estes recursos são gastos ou perturbados, a economia mundial sofre junto; os bens e serviços de todos os tipos tornam-se mais escassos, custando mais para serem produzidos ou preservados, o que resulta numa inflação mundial.

O fato da produção ser dependente da energia inserida no sistema, que por sua vez apresenta um valor, nos direciona a recente e polêmica discussão sobre a atribuição de valor a energia proveniente dos ecossistemas naturais, denominada valoração ambiental.

A partir do momento em que o homem criou um sistema econômico que não é mais compatível com o sistema ecológico, passa a existir a necessidade de uma nova adaptação das relações entre o Homem e a Natureza. Contudo, surge a proposta da avaliação econômica do meio ambiente, que tem como objetivo apontar o valor econômico que ele pode oferecer e o irrecuperável prejuízo, que pode ocorrer caso seja degradado, não tendo assim o intuito de atribuir um “preço” (FIGUEROA, 1996).

Os custos da degradação ambiental e do consumo de recursos naturais não têm sido computados nos processos econômicos. Para que esse processo econômico continue a ser produtivo um preço terá que ser pago. A valoração ambiental é essencial, caso se pretenda que a degradação da maioria dos recursos naturais seja interrompida antes que ultrapasse o limite da irreversibilidade.

Uma das maiores dificuldades e impasses encontrados pelos autores que se debruçam sobre o tema passa pela forma de avaliação e atribuição de valor. Segundo Merico (1996), não há dinheiro ou tecnologia capaz de substituir os serviços ambientais proporcionados pela biodiversidade, regulação climática, ciclo hidrológico, proteção da camada de ozônio e por tantos outros.

A pressão crescente, em nível mundial, que existe sobre as organizações industriais para que adotem medidas de proteção ao meio ambiente, faz com que as empresas, dependendo do contexto em que atuam, reformulem suas estratégias competitivas incluindo a variável ambiental (MIRANDA; SAMUDIO; DOURADO, 1997).

Na dificuldade de inserção deste modelo de valoração está a discussão sobre a abrangência dos recursos a serem valorizados. Marques e Pereira (2004), realizaram um estudo com a finalidade de estabelecer uma valoração a degradação do solo na região que forma a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, no interior do estado de São Paulo. Os autores colocam que as partículas do solo liberadas pela erosão de natureza antrópica, terão seu destino determinado, principalmente, pelos cursos d'água, causando assim danos e impactos em vários compartimentos do ambiente. Esse processo de erosão das terras agrícolas causará impactos no setor agrícola e no setor não-agrícola, como o ambiente aquático e as diversas formas de vida aí contidas, a pesca, reservatórios de água para geração de energia elétrica e abastecimento, a navegação, contudo, provoca degradação na qualidade da água, espalhando efeitos deletérios a vários setores dependentes da água ou que estão permanentemente em contato com ela.

Neste contexto, devido à abrangência dos impactos, vemos a grande dificuldade em se estabelecer um padrão de avaliação. Várias fórmulas matemáticas têm sido propostas para se calcular o valor do impacto de uma determinada atividade, entretanto, esta ainda é uma área de estudo que engatinha e sua maturidade ainda está longe de ser alcançada.

## **CONCLUSÃO**

Fazer críticas a posições extremas também nos coloca no extremo oposto. A iminente necessidade da internalização das questões ambientais no desenvolvimento agrícola, principalmente, no que diz respeito às tecnologias aplicadas, nos coloca diante da necessidade de repensar e buscar uma nova abordagem tecnológica. É claro que esses processos se desenvolveram acoplados aos interesses do capital e isso deve continuar.

A valoração de recursos naturais, que são a base dos sistemas produtivos, pode ser o caminho a ser trilhado para uma re-significação da importância da manutenção de sistemas ecológicos que mantêm os sistemas produtivos. Algumas medidas têm sido implantadas neste sentido, embora ainda insuficientes e discretas, como a cobrança pelo uso da água em empresas com alto consumo. Ações como estas podem evitar que futuramente esses recursos não gerem seu próprio valor de mercado. Para tal, devemos pensar e agir interdisciplinarmente reconhecendo a importância das mudanças conceituais no que se refere à manutenção dos sistemas produtivos.

Pensar numa agricultura voltada para a conservação do ambiente é uma utopia, porém, colocar as questões ambientais e, principalmente, seus custos como integrantes do processo produtivo é uma necessidade.

## **THE AGRICULTURE TECHNICAL PROGRESS AND ITS ENVIRONMENTAL REFLECTION**

### **ABSTRACT**

The aim of this study is to discuss the need of incorporation of the environmental issue into the programs of agricultural development. The articles and the studies seen in the literature related to such matters are mostly fragmented and unilateral, both as its regard to environmental issues as well as to the agricultural development. The idea of preservation as production at any cost is on the verge of utopia. We cannot allow that the social and environmental degradation process promoted by overexploitation, mainly those connected to monocultures, goes on uncontrolled as it is. At the same time, we cannot interrupt the production process required for the development. It is not intended in this paper to support extreme point of views, but rather to present an argument based on prudence and sense, in the look for, as much as possible, an impartial reflection. However, it is difficult to analyze such issues through a neutral point of view, since, historically, only the agricultural development had scientific and technological emphasis. Considering that eco or agro systems are dependent on energy, and the late has taken a valuable position, it was also sought to discuss how this process occurs in agro industrial systems.

**Keywords:** Agricultural development. Environmental incorporation.

### **REFERÊNCIAS**

ALVES, R. **Filosofia da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992.

BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec, 1987.

BROWN, L. The global economic prospect. **Science**, v.190, p.1053-59, 1978 apud ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

CASTOR, B. V. J. Tecnologia apropriada: uma proposta de critérios de avaliações e sua aplicação. **Revista de Administração**, v.18, n.2, p.41-7, 1983.

ETGES, N. Produção do conhecimento e interdisciplinaridade. **Educação e realidade**, v.18, n2, p.73-82, 1993 apud JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2001.

FAZENDA, I. C. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 2001.

FIGUEROA, F. E. V. **Avaliação econômica de ambientes naturais: o caso das áreas alagadas - uma proposta para a represa do Lobo (Broa) – Itirapina – SP**. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 1996.

GOSSELINK, J. G.; ODUM, E. P.; POPE, R. M. **The value of the tidal marsh**, LSU-SG-74-03. Center Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, 1974.

GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEFF, H. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2002.

LUTZEMBERGER, J. A. **O Programa Energético Brasileiro e o Meio Ambiente. In: Reforma Agrária**, Boletim da ABRA, v.10, n.1, 1980 apud GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

MARQUES, J. F., PEREIRA, L. C. Valoração econômica dos efeitos da erosão: estudo de caso em bacias hidrográficas. **Boletim da Embrapa – Doc 40**, Ministério da Agricultura, Brasil, 2004.

MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau:FURB, 1996.

MIRANDA, N. G. M.; SAMUDIO, E. M. M.; DOURADO, F. F. M. A estratégia de operações e a variável Ambiental. **Revista de Administração**, São Paulo, jan./mar. 1997.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

OELHAF, R. C. **Organic agriculture. economic and ecological caparisons with conventional methods**. New York, Allmanheld, Osmum and Co, 1978 apud GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Brasília: UNB, 1984.

SELYE, H. Stress ande the general adaptation syndrome. **British Journal of Medical and Biological Research**, v1, p 1383-1392, 1950.

SILVA, J. G. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo: Hucitec, 1981.