



TCC/UNICAMP
R61a
IE

Monografia de Graduação



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP

INSTITUTO DE ECONOMIA

Monografia de Graduação

Agroecologia – A agricultura e o desafio da sustentabilidade

CEDOC - IE - UNICAMP

11 de Junho de 2010

Orientador: Ademar Ribeiro Romeiro
Aluno: Rafael Alves do N. A. Roda
ra:045831

Campinas
Junho - 2010

TCC/UNICAMP
R61a
1290004902/IE

2010 7835

Resumo:

O presente trabalho tem por objetivo mostrar como o ideal de sustentabilidade na agricultura surge e ganha força à medida que se evidenciam os aspectos de fragilidade do padrão agrícola convencional, caracterizados fundamentalmente pelos impactos ambientais e pela baixa eficiência energética. Diante da necessidade da busca por modelos agrícolas capazes de aliar produção, conservação ambiental e viabilidade econômica, procuraremos mostrar a potencialidade da pesquisa agroecológica, no sentido de servir como um “paradigma” científico apto a apontar caminhos para o desenvolvimento rural sustentável.

Inicialmente apresentaremos um breve histórico do processo de modernização da agricultura, mostrando como se estabelece o padrão convencional a partir do início do século XX e como paralelamente se originam e se popularizam modelos produtivos dissidentes deste padrão. Em um segundo momento, apresentaremos como surge e se desenvolve o ideal de sustentabilidade na agricultura. Por fim, abordaremos a Agroecologia mostrando como essa disciplina se insere na discussão relativa à agricultura sustentável, apresentando como objetivo fundamental a construção de conhecimento capaz de viabilizar os processos de transição agroecológica.

Palavras-chave:

Agroecologia, sustentabilidade, agroecossistemas, transição agroecológica.

Sumário:

Introdução	3
Objetivos	5
Justificativa	6
Capítulo 1 - A modernização da agricultura e os movimentos dissidentes	8
1.1 – A modernização	10
1.2 – Os movimentos dissidentes	17
1.2.1 – Movimento Biodinâmico	19
1.2.2 – Agricultura Orgânica	20
1.2.3 – Agricultura Biológica	23
1.2.4 – Agricultura Natural	25
Capítulo 2 – O Desafio da Sustentabilidade	28
2.1 – Agricultura Sustentável	30
Capítulo 3 – Agroecologia	41
3.1 – O que é agroecologia	42
3.2 – O enfoque multidisciplinar	46
3.3 – Sustentabilidade em agroecossistemas	48
3.4 – Transição Agroecológica	52
Considerações Finais	55
Bibliografia	59

1 - Introdução:

No contexto atual, onde observamos o fortalecimento da discussão em torno do ideal de desenvolvimento sustentável, coloca-se como prioridade incontestável a busca por um padrão de desenvolvimento que seja capaz de conciliar produção, conservação ambiental e viabilidade econômica.

O debate em torno do referido tema dissemina-se e evolui de forma concomitante em diversos setores importantes das sociedades modernas sendo que o ideal de sustentabilidade na agricultura passa a ganhar força dado o atual modelo de desenvolvimento do setor. Ao longo do tempo, a produção de alimentos evoluiu do extrativismo e da agricultura de subsistência para uma exploração baseada na agroindústria intensiva. Neste modo de produção, verifica-se a aplicação de tecnologias modernas e, freqüentemente, a ocupação e utilização desordenada dos recursos naturais.

A preocupação com o desenvolvimento da produção de alimentos tem levado a um debate acerca do futuro da produção agroalimentar, uma vez que tal desenvolvimento depende intrinsecamente de pressões cada vez mais fortes originadas do relacionamento do sistema agrícola com o meio ambiente. Em contraposição ao modelo "convencional" atualmente caracterizado pela agroindústria moderna, podemos observar ocorrendo de forma paralela durante todo o período de evolução da atividade agrícola, o surgimento de uma série de vertentes dissidentes que manifestam insatisfação com o *status quo*, através da busca de um padrão produtivo capaz de garantir a produção minimizando os impactos ambientais.

Partindo do princípio de que recursos como o solo, sementes, água, etc. são renováveis e verificando a importância dos mesmos como base para a produção de alimentos, não seria difícil concluir que a agricultura deveria ser uma atividade altamente sustentável.

Entretanto, a convivência da necessidade de produzir volumes crescentes de alimentos e matérias primas com o objetivo de gerar superávits econômicos leva a agricultura moderna a assumir características que mais a aproximam de uma indústria extrativa, o que tende a torná-la não-sustentável. A isto acrescentam-se os custos não ambientais envolvidos, como impactos para os trabalhadores, para as comunidades, as regiões e os consumidores, em diferentes graus, dependendo da atividade.

Dentro do panorama apresentado, pode parecer evidente a necessidade da busca por um modelo de produção dotado de maior sustentabilidade. No entanto, não é nada simples apontar os caminhos capazes de levar a este novo modelo. Mesmo ganhando crescente importância, a idéia de agricultura sustentável permanece cercada de dúvidas e contradições, como aponta Eduardo Ehlers:

"será a noção de "agricultura sustentável" simplesmente uma nova expressão para designar todas as tendências embutidas na agricultura "alternativa"? Ou, ao contrário, a crescente popularidade desta expressão reflete mais a necessidade de evolução da própria agricultura "convencional" como resposta às pressões da sociedade por uma produção mais "limpa", isto é, que conserve os recursos naturais e garanta a qualidade nutricional dos alimentos? Neste caso, será que o surgimento dessa expressão é um sintoma de que o atual padrão produtivo está se tornando insustentável?". (EHLERS, p.87. 1999)

As questões levantadas por Ehlers tocam em pontos fundamentais do debate e as respostas a tais perguntas podem fornecer ferramentas importantes. Tendo por base tais questões, bem como o panorama anteriormente exposto, o presente trabalho pretende expor como se apresenta, ao longo do processo de modernização da atividade agrícola, o debate acerca do ideal de sustentabilidade na agricultura e de que maneira este pode contribuir no processo de transição dos modelos de produção atuais para outros mais sustentáveis.

1.1 - Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo inicialmente apresentar um breve histórico da evolução da agricultura dita como "convencional", discutindo como ocorre a transição de sistemas tradicionais intensivos em trabalho e caracterizados pelo uso de fertilização orgânica para o modelo atual fortemente dependente de insumos industriais e energia fóssil. Mostraremos também como paralelamente a tal processo surgem as correntes dissidentes configuradas nas formas "alternativas" de cultivo.

Em um segundo momento, serão discriminados os principais movimentos expoentes da "agricultura alternativa" e apontados os princípios básicos de cada um. Explicitados os fundamentos tanto da corrente "convencional" quanto da "alternativa", partiremos para uma abordagem das principais reflexões acerca da agricultura sustentável desde o início do debate até o momento mais recente, onde daremos ênfase à corrente agroecológica de pensamento.

A agroecologia, corrente ideológica que se tornou popular durante a década de 80, será alvo de uma análise posterior que terá por objetivo expor as diretrizes desta corrente de pensamento. Esta parte final do trabalho abordará a agroecologia como campo do conhecimento capaz de fornecer o paradigma científico necessário à elaboração de estratégias de desenvolvimento rural.

Procuraremos inserir uma abordagem conceitual do tema, esclarecendo algumas confusões comuns acerca do termo e dispendo sobre aspectos centrais da pesquisa agroecológica, tais como critérios de sustentabilidade, o enfoque multidisciplinar e o ideal de transição agroecológica. Deste modo, será possível buscar um melhor entendimento acerca da questão da sustentabilidade na agricultura e apontar caminhos que conduzam à resolução dos problemas encontrados.

1.2 – Justificativa

A atual discussão relativa ao desenvolvimento sustentável é gerada principalmente pela perspectiva de esgotabilidade dos recursos naturais, dado o panorama já apresentado onde o homem no decorrer do processo de desenvolvimento vem abusando dos recursos da natureza sem se preocupar com o que pode acontecer a longo e médio prazo.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável como conhecemos hoje é colocado pela primeira vez em 1980, num relatório denominado a Estratégia Global Para a Conservação, publicado pela União Internacional para a Conservação da Natureza. Este mesmo conceito é formalizado sete anos mais tarde no Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada em 1983 pela Assembléia das Nações Unidas. Deste relatório extraímos a seguinte definição:

“O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.” (CMMAD, p. 9 1991).

O modelo desenvolvimentista resultante deste debate preconiza a sociedade como sistema que percebe a importância do uso racional dos recursos naturais, integrando e reestruturando as atividades econômicas do homem com um trabalho contínuo de renovação destes recursos, de modo que o modelo reformado encontre condições de perpetuar-se minimizando os impactos.

Esta nova abordagem trata, além de aspectos econômicos, também de aspectos sociais e culturais. O maior obstáculo para que se instale um modelo de desenvolvimento sustentável, é sem dúvida, a dimensão econômica que será profundamente alterada, pois, a percepção atual é de uma concepção onde se apegam lucros de modo extrativista e predatório, que definitivamente se contrapõe à proposta de sustentabilidade.

No que tange ao setor agropecuário, o ideal de sustentabilidade começa a atrair um número cada vez maior de profissionais, pesquisadores e produtores. Paralelamente à formalização do conceito de desenvolvimento sustentável é possível verificar o surgimento de uma série de tentativas na busca de uma definição para “agricultura sustentável”, o que mostra de modo claro o interesse cada vez maior por modos de produção agropecuária que sejam adequados aos novos valores colocados pelo desenvolvimento sustentável.

A discussão em torno do ideal de sustentabilidade na agricultura cria o contexto favorável ao surgimento da agroecologia. Altieri reconhece a importância da sustentabilidade na agricultura e defende que a produtividade dos sistemas agrícolas deve ser vista de modo integrado com aspectos econômicos, sociais e ambientais. Segundo o autor: *"Sustentabilidade refere-se à habilidade de um ecossistema em manter a produção através do tempo, face a distúrbios ecológicos e pressões sócio-econômicas de longo prazo"* (ALTIERI, 2002).

A agroecologia surge na década de 1970 como uma disciplina científica que tem por objeto de estudo os ecossistemas agrícolas. A construção do enfoque agroecológico caracteriza-se pelo aspecto multidisciplinar, preocupando-se de forma crescente com a aplicação direta de seus princípios na agricultura, na organização social e no estabelecimento de novas formas de relação entre sociedade e natureza.

De acordo com a Agroecologia, a agricultura sustentável teria por objetivo a manutenção da produtividade agrícola reduzindo ao mínimo os impactos ambientais sendo capaz de garantir retornos econômicos adequados ao intuito de diminuição da pobreza e satisfação das necessidades sociais da população.

Diante da necessidade da busca por modelos agrícolas capazes de aliar produção e conservação ambiental. Procuraremos mostrar a potencialidade da pesquisa agroecológica no sentido de servir como um "paradigma científico" capaz de apontar caminhos para o desenvolvimento rural sustentável.

Capítulo 1 - A modernização da agricultura e os movimentos dissidentes.

O presente capítulo tem por objetivo em um primeiro momento retratar o processo de desenvolvimento da produção agrícola desde o período conhecido como Primeira Revolução Agrícola até os dias atuais. Posteriormente serão discriminados e contextualizados os principais “movimentos rebeldes” dentro da agricultura, processo que virá seguido de uma breve explanação sobre os princípios básicos de cada um.

Apesar da experiência milenar verificada na prática do cultivo da terra, na Europa até o final do século XVII, o domínio técnico geralmente precário tornava a produção de alimentos um grande desafio. Durante toda a Antiguidade, a idade média e a Renascença, centenas de milhares de pessoas foram dizimadas pela fome e fatores como o crescimento populacional e a queda da fertilidade dos solos contribuíram para o agravamento da escassez de alimentos.

A partir do século XVIII, é possível verificar um processo de transformações no modo de produção agrícola baseado fundamentalmente na intensificação da adoção de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras e na integração entre as atividades de pecuária e agricultura. Esta fase é conhecida como Primeira Revolução Agrícola.

Em meados do século XIX, o surgimento de uma série de descobertas científicas e tecnológicas possibilitou o progressivo abandono das antigas práticas em benefício de uma maior especialização na produção rural e do distanciamento entre produção animal e vegetal. Inaugurava-se uma nova fase nos sistemas agropecuários, caracterizada pelo emprego intensivo de insumos industriais. Este período é chamado de Segunda Revolução Agrícola. Entre as inovações tecnológicas do período destacamos os fertilizantes químicos, os processos de melhoramento genético e a mecanização proporcionada pelos motores à combustão.

O padrão produtivo inaugurado com a Segunda Revolução Agrícola se intensifica a partir da Segunda Guerra Mundial e atinge o ápice na década de 70 com a chamada Revolução Verde.

O surgimento de movimentos contrários à agricultura convencional pode ser observado durante a Segunda Revolução Agrícola. Na passagem para o século XX, o panorama geral era de otimismo com as recentes descobertas como a adubação química, que permitiram um aumento vertiginoso na produção. A partir de 1920, verifica-se o surgimento dos primeiros movimentos contrários à adubação química valorizando o uso da matéria orgânica e de outras práticas favoráveis aos processos biológicos.

Para efeito de análise, estes movimentos dissidentes serão divididos neste capítulo em quatro vertentes principais: a agricultura biodinâmica, surgida na Europa em 1924 e introduzida por Rudolf Steiner; a agricultura orgânica, também de origem européia, tendo seus princípios estabelecidos durante a segunda metade desta mesma década por Albert Howard, e sendo difundida nos EUA na década de 40 por Jerome Irving Rodale; a agricultura biológica, apresentando como principais expoentes Hans Peter Muller e Claude Aubert; e a agricultura natural, surgida no Japão a partir de 1935 com base nas idéias de Mokiti Okada.

Estas vertentes e suas variações ganham força no decorrer do século à medida que aumentam os questionamentos acerca dos impactos ambientais resultantes das práticas da agricultura convencional. Nos anos 70, observamos o surgimento e a progressiva popularização do termo “agricultura alternativa” para designar o conjunto destes movimentos.

1.1 – A modernização

As mudanças tecnológicas, sociais e econômicas características da Primeira Revolução Agrícola contribuíram decisivamente para o fim de um problema comum durante toda a história da civilização humana até então: a escassez crônica de alimentos. Uma das características principais deste período é a maior integração entre as atividades agrícolas e a pecuária, que ocorre não como fruto de um processo de ruptura e sim do amadurecimento de práticas desenvolvidas ao longo de séculos.

A implantação paulatina de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras leguminosas foi importante para a aproximação entre agricultura e pecuária. A rotação permitia o aumento da diversidade de culturas ao passo que crescia o número de cabeças de gado nas propriedades, o que contribuía positivamente para a fertilidade dos solos.

Nenhum destes processos pode ser considerado novo na atividade agrícola européia, o caráter revolucionário atribuído ao período se deve principalmente à expansão de tais práticas, que passaram a ser aplicadas em escalas nunca vistas anteriormente, contribuindo decisivamente para o abandono dos sistemas de pousio, onde entre períodos de plantação a terra é deixada em repouso por um período variável.

A importância da criação animal se dava em virtude das necessidades de obtenção de produtos de origem animal para abastecimento interno das propriedades, do uso dos mesmos como força de tração e do aproveitamento dos dejetos com o objetivo de fornecer a matéria orgânica importante aos processos de fertilização do solo.

Entretanto, alguns problemas passam a se verificar. A crescente necessidade de fertilização dos solos com o fim dos sistemas de pousio cria uma demanda por matéria orgânica que a produção de esterco não mostrava capaz de suprir. Além da falta de esterco, a fertilização orgânica apresentava outros problemas por configurar um processo exigente em tempo e mão de obra. Outro problema relaciona-se à manutenção dos animais, uma vez que a mesma exigia que grandes porções de terra fossem ocupadas por plantas forrageiras.

Dado o aumento da demanda por grãos e a conseqüente valorização destes é natural que se verifique uma tendência cada vez maior de substituição das áreas de pastagens pela expansão do cultivo de grãos, o que acentuaria a necessidade de desenvolvimento de um processo mais eficiente de fertilização dos solos.

Em 1840, o químico alemão Justus Von Liebig (cit. In EHLERS, 1999) lança sua obra principal intitulada *Organic Chemistry in its application to agriculture and physiology*. Em seu trabalho Liebig apresenta, com base em experimentações científicas, que a nutrição dos vegetais se dá através de componentes químicos presentes no solo. O papel da matéria orgânica na nutrição vegetal é completamente desprezado pelo cientista, utilizando como argumento a característica de insolubilidade do humus.

Partindo destes princípios, Liebig conclui que o aumento da produtividade agrícola se relaciona diretamente com a quantidade de substâncias químicas adicionadas ao solo uma vez que as plantas responderiam positivamente à presença de quantidades mínimas de elementos químicos necessários ao seu crescimento e negativamente à ausência ou quantidades muito reduzidas destes. Estes princípios conformam a chamada Lei do Mínimo, fundamental na difusão dos processos de adubação química na agricultura.

A importância dada ao trabalho de Liebig, ao lado de outros cientistas importantes como Jean Baptiste Boussingault, que estudou a fixação do nitrogênio pelas leguminosas, e de Theodore de Saussure, com seus trabalhos sobre a fotossíntese, se deve ao fato de colocarem fim a uma fase onde o conhecimento agrônomo era fundamentalmente empírico apoiando suas afirmações em experimentações científicas.

As afirmações de Liebig sobre o papel da matéria orgânica representaram um grande choque na "comunidade agrônoma" uma vez que iam de encontro à milenar "teoria húmica". Mesmo contestado, o quimismo de Liebig encontrou rápida aceitação. Como o conhecimento comportamental da matéria orgânica na nutrição das plantas era muito pequeno e baseado muito mais em crenças e tradições do que em experimentações científicas, ficava difícil para os opositores de Liebig sustentarem seus pontos de vista.

O impacto das idéias de Liebig teve consequências importantes não só no setor agrícola como também no setor industrial, onde pode ser observada a criação de um novo e lucrativo setor de atividade: o de fertilizantes químicos, que encontravam mercado crescente à medida que a atividade agrícola se tornava cada vez mais dependente de tais insumos industriais.

Paralelamente ao desenvolvimento do quimismo de Liebig, uma série de descobertas científicas revitalizam as teorias humistas. Esta nova fase é inaugurada por Pasteur e tem sequência em estudos de Beijerinck e Winogradsky. Pasteur (cit. cit. In EHLERS, 1999) destaca a importância das bactérias no processo de nitrificação e seus seguidores fazem sucessivas descobertas como a identificação de novos tipos fisiológicos de bactérias e o isolamento da bactéria responsável pela nitrificação, por Winogradsky (cit. In EHLERS, 1999) em 1890.

Mesmo após a revitalização da teoria húmica e verificada a possibilidade de contestar as idéias de Liebig sobre o papel da matéria orgânica na nutrição vegetal com fundamentos científicos, o aumento de produtividade proporcionado pelo advento dos fertilizantes químicos criou condições para a substituição dos sistemas rotacionais diversificados por outros mais simples, voltados principalmente para a produção de culturas economicamente mais lucrativas.

O abandono dos sistemas rotacionais tem por consequência o afastamento entre as atividades agrícola e de criação de animais. Deste modo, a partir das idéias de Liebig observamos a desestruturação das bases do sistema de produção agrícola vigentes desde a Primeira Revolução Agrícola, tendo início uma nova etapa da história da agricultura, a Segunda Revolução Agrícola.

O padrão produtivo deste novo período baseava-se em uma lógica comercial que visava culturas mais rentáveis, o que trazia por consequência a predominância de sistemas monoculturais, que contavam com uma organização mais simples do processo produtivo e traziam a possibilidade de obtenção de rendas diferenciais significativas, entre as quais vale destacar a exacerbação das diferenças naturais entre as propriedades beneficiando os detentores dos melhores solos.

Além do advento dos adubos químicos, outras inovações tecnológicas caracterizaram o período. A consolidação da estrutura produtiva da segunda revolução agrícola é marcada por um processo de apropriação, onde o setor industrial passa gradativamente a realizar processos que em conjunturas passadas seriam considerados inerentes à produção agrícola. Consideram-se três etapas principais deste processo, inicialmente, a substituição das técnicas de adubação orgânica permite a inserção das indústrias de fertilizantes químicos, posteriormente seria a vez das indústrias de implementos motomecanizados e de variedades genéticas selecionadas

A ciência genética tem origem nas descobertas do Monge austriaco Johann Gregor Mendell (cit. In EHLERS, 1999). Seus primeiros estudos sobre hereditariedade foram feitos em 1865 e praticamente ignorados pela comunidade científica de então. A partir da passagem para o século XX, seus estudos foram “redescobertos” e ganharam importância.

Através das descobertas de Mendel, que atribuía a transmissão de características de organismos a pares de fatores que se uniam no processo de formação de gametas, foi possível o desenvolvimento de técnicas relacionadas à seleção de características desejáveis às plantas como maior resistência a pragas ou maior produtividade. Já na década de 30 eram consideráveis os ganhos de produtividade oriundos da utilização de técnicas como a de hibridação, onde novas espécies vegetais são obtidas através do cruzamento entre espécies distintas.

O surgimento dos motores a combustão interna foi outro fator crucial ao possibilitar a mudança da base energética da produção agrícola. A eficiência do padrão produtivo motomecanizado levou praticamente à eliminação da tração animal, permitindo ganhos de produtividade aliados a uma sensível redução na necessidade de mão de obra. Este processo de “motomecanização” na agricultura é característico do período imediatamente posterior à Primeira Guerra Mundial (que deu origem à motomecanização) e marca a fase “mecânica” do apropriação. Posteriormente viria o apropriação genético e biológico.

O aumento de produtividade proporcionado pelos insumos químicos, pela motomecanização e pela manipulação genética de espécies vegetais, foi fundamental na consolidação do modo de produção inaugurado na segunda revolução agrícola como modelo convencional de produção agrícola. O desenvolvimento deste padrão produtivo culminaria na chamada “Revolução Verde”, verificada no fim da década de 60 e início da década de 70.

As duas grandes guerras mundiais trouxeram avanços tecnológicos importantes que acabaram adaptados pela agricultura, além do já citado processo de motomecanização característico da Primeira Guerra Mundial, muitos compostos tóxicos produzidos inicialmente como armas químicas acabariam adaptados para o controle de pragas e doenças na produção agrícola.

A Revolução Verde tem origem no ciclo de inovações observado desde o início do século que se intensifica a partir do pós-guerra. O termo faz referência ao aumento brutal de produtividade observado no período graças à disseminação das novas práticas agrícolas para as regiões tropicais. A homogeneização do modo de produção atinge países menos desenvolvidos suprimindo práticas agrícolas tradicionais ou locais.

Tal modelo baseia-se fundamentalmente na utilização de um “pacote tecnológico” buscando maior independência da produção em relação às condições naturais do meio. Este conjunto mais homogêneo de práticas tecnológicas incluía a utilização de variedades vegetais geneticamente melhoradas, muito exigentes em fertilizantes químicos de alta solubilidade, agrotóxicos, irrigação e motomecanização.

A Revolução Verde configurou um esforço importante no sentido de internacionalizar o processo de apropriação. Avanços com o melhoramento genético de plantas assim como o restante dos componentes tecnológicos deste padrão, já utilizados com sucesso em regiões de clima temperado, puderam ser repassados para países de clima tropical.

Quanto ao aumento da produtividade, é inegável o sucesso da Revolução Verde. Como destaca Ehlers:

“Entre 1950 e 1985, a produção mundial de cereais passou de 700 milhões para 1,8 bilhão de toneladas, uma taxa de crescimento anual de 2,7%. Entre 1950 e 1984, a produção alimentar dobrou e a disponibilidade de alimento por habitante aumentou em 40%. Esses resultados pareciam mostrar que o problema da fome no mundo seria superado pelas novas descobertas agronômicas.” (EHLERS, p. 33. 1999)

A disseminação da Revolução Verde, quase sempre apoiada por órgãos governamentais e defendida por pesquisadores dos países industrializados sob o pretexto de que o aumento da produtividade seria a chave para a resolução do problema da falta de alimentos em países em desenvolvimento, logo daria origem a uma série de preocupações acerca de seus impactos ambientais, da viabilidade energética e das conseqüências sociais.

Dentre as conseqüências ambientais do uso intensivo de insumos industriais podemos destacar a perda de fertilidade e a contaminação dos solos e a contaminação da água, do homem do campo, dos animais e dos alimentos. Mesmo com os impactos cada vez mais evidentes, as empresas agroquímicas continuavam aumentando suas vendas.

A migração de empresas agroquímicas para países do terceiro mundo foi um dos fatores responsáveis pelo aumento observado nas vendas de seus produtos. Legislações ambientais mais permissivas e órgãos de fiscalização menos eficientes, além da demanda crescente resultante da disseminação da Revolução Verde criaram o panorama favorável ao sucesso.

O aumento da necessidade de fertilização resultante do empobrecimento dos solos e o desenvolvimento de resistência aos agrotóxicos por parte das pragas fazem com que sejam utilizadas quantidades cada vez maiores destes insumos. Como resultado observa-se a diminuição da eficiência energética e o aumento dos custos de produção.

Nos países subdesenvolvidos, o otimismo causado pelas grandes safras foi aos poucos perdendo espaço para as preocupações relacionadas a problemas socioeconômicos e ambientais provocados por este padrão. Além da destruição de florestas e da contaminação dos recursos naturais e dos alimentos, verificamos o aumento da dependência tecnológica para com os países desenvolvidos.

Tal processo repetiu-se também no Brasil, onde é possível observar um período de aumento vertiginoso na produção, com expansão da fronteira agrícola e disseminação de culturas como a soja, o milho e o algodão.

O país apresentou um quadro distinto do restante do mundo subdesenvolvido no que se refere ao desenvolvimento de tecnologia. A ampliação do crédito pelo governo incentivou a criação de um amplo parque industrial de insumos agrícolas e o desenvolvimento de tecnologia própria se deu tanto em instituições privadas quanto em agências governamentais (como a Embrapa).

A partir da década de 90, o processo intensificou-se e o país atingiu recordes de exportação e produtividade em culturas como as já citadas. O setor primário passou a assumir importância cada vez maior na economia do país. Há quem chame este período de “Era do Agronegócio”.

Ao passo que verificamos o aumento de produtividade nas culturas direcionadas ao mercado externo, pudemos observar no Brasil a ampliação de problemas relacionados aos impactos ambientais. A expansão da fronteira agrícola teve como consequência o desmatamento de áreas de vegetação nativa e o aumento uso dos insumos químicos contribuiu para a perda de fertilidade dos solos e para a contaminação dos alimentos e dos recursos naturais, consequências quase inerentes ao modo de produção agrícola disseminado durante a Revolução Verde.

Durante a crise econômica da década de 80, o agravamento do desequilíbrio do setor público levou à extinção de mecanismos que asseguraram o sucesso da modernização da agricultura brasileira como: linhas de crédito, políticas de preços mínimos, incentivos, financiamentos, etc. Entretanto, mesmo diante de tal quadro os índices de produção e produtividade apresentaram crescimento em relação à década anterior. A redução dos incentivos também contribuiu para o aumento de interesse por práticas alternativas de conservação e fertilização do solo e de controle de pragas.

1.2 – Os movimentos dissidentes:

O surgimento de movimentos agrícolas contrários ao convencional tem início da década de 20 do século passado. Desde o início do século XX o clima dentro da comunidade agrônômica era de otimismo com as teorias quimistas de Liebig e o crescente aumento de produtividade.

Os movimentos dissidentes podem ser agrupados dentro de quatro grandes vertentes: a agricultura orgânica, a biodinâmica, a natural e a biológica. Em comum entre tais movimentos verificamos a negação da adubação química e a valorização do uso de processos orgânicos e de outras práticas favorecendo a interação entre espécies e os processos biológicos.

É comum o emprego de outras denominações como: método Lemaire-Boucher, permacultura, agricultura ecológica, agricultura ecologicamente apropriada, agricultura regenerativa, agricultura poupadora de insumos, renovável, sunshine, mazdaznan, macrobiótica, etc. Entretanto, por se tratarem de métodos variantes das vertentes citadas ou de denominações de uso mais restrito, consideraremos aqui apenas as quatro vertentes principais.

As raízes de tais movimentos, como ressalta a pesquisadora Margareth Merrill (cit. In EHLERS, 1999) em seu estudo sobre a história da “eco-agricultura” intitulado “*Eco-agriculture: a review of its history and philosophy*”, encontram-se em estudos do final do século XIX. Para a estudiosa, os fundamentos científicos da “eco-agricultura” podem ser atribuídos ao trio formado por Charles Darwin, A. B. Frank e F.H King.

Darwin (cit. In EHLERS, 1999), em seu trabalho “*The formation of vegetable mould through the action of worms, with observation on their habits*”, publicado em 1881, ressalta a importância das minhocas na formação do húmus vegetal, dando novo fôlego às teorias húmicas. Frank, quatro anos mais tarde, apresenta os resultados de suas pesquisas com microrrizas ou raízes fúngicas.

King (cit. In EHLERS, 1999), já na segunda década do século passado, após visitas ao oriente, descreve em seu trabalho “*farmers for forty centuries*” descreve as práticas agrícolas ambientais dando ênfase aos processos de reciclagem de matéria orgânica. O trabalho de King é pioneiro também em questionar a sustentabilidade das então recentes práticas agrícolas convencionais, indagando até que ponto seriam mantidos os níveis de produtividade e a fertilidade do solo diante de práticas consideradas predatórias pelo autor.

Apesar do destaque dado a tais autores, apenas com os movimentos dissidentes inaugurados a partir de 1920 e com as pesquisas em torno dos mesmos é que podemos observar o início da coexistência de duas correntes distintas de pensamento dentro da agronomia.

1.2.1 – Movimento Biodinâmico

O Movimento Biodinâmico tem início a partir dos trabalhos do filósofo austríaco Rudolph Steiner (cit. In EHLERS, 1999). A partir de reclamações de fazendeiros de toda a Europa que observavam problemas como a diminuição do tempo de cultivo e a perda de qualidade das sementes, Steiner empenhou-se na criação de um curso agrícola que resultou em 1924 em uma série de oito conferências realizadas na fazenda Koberwitz (próxima à atual Polônia), sobre agricultura cujo conteúdo deu início a um sistema de produção que mais tarde ficaria conhecido com agricultura biodinâmica.

Em suas conferências, o filósofo dava importância à manutenção da qualidade do solo para o desenvolvimento saudável dos vegetais, foram apontadas também maneiras de recuperar a nutrição dos solos através da utilização do esterco e de uma série de aditivos preparados a partir de substâncias minerais, vegetais e animais. Tais compostos visavam reestimular as "forças naturais" do solo e ficaram conhecidos como preparados biodinâmicos.

Rudolph Steiner coloca a agricultura biodinâmica como uma "ciência espiritual", diretamente ligada à antroposofia, movimento filosófico criado pelo próprio com manifestações em diferentes campos como a medicina, a pedagogia a farmacologia e a agricultura. Neste modelo, a propriedade deve ser entendida como um organismo e preconizam-se práticas que permitam a interação entre animais e vegetais, respeito ao calendário astrológico biodinâmico, utilização de preparados biodinâmicos, além de outras medidas de proteção e conservação do meio ambiente.

Após as conferências de Koberwitz, verificou-se um esforço no sentido de colocar em prática as idéias de Steiner. Ainda durante as conferências verificamos a criação do Círculo Experimental de Agricultores Antroposóficos, com o objetivo de pesquisar e difundir as práticas biodinâmicas. Este grupo cresceu e resultou na formação do movimento biodinâmico, na Alemanha, que em pouco tempo espalhou-se por outros países da Europa e para os Estados Unidos. Com a popularização do movimento crescia também a demanda por produtos obtidos a partir do método biodinâmico. Com o fim de atender a nascente demanda, surgia na Alemanha em 1934 a Cooperativa Agrícola Demeter.

O desenvolvimento do movimento é freado na Europa durante o período da segunda guerra mundial mas continua nos EUA, onde merece destaque o trabalho de Ehrenfried E. Pfeifer, seguidor das idéias de Steiner que se transfere para os EUA em 1939, onde cria o Biochemical Research Laboratory, em Spring Valley-NY.

O modelo biodinâmico possui uma raiz comum com as demais formas de produção "alternativas" no que se refere à diversificação e interação entre produções vegetais e animais, além da adoção de esquemas de reciclagem de matéria orgânica nos processos de adubação. Basicamente estes movimentos têm raízes em comum na sistematização de práticas da primeira revolução agrícola.

A agricultura biodinâmica diferencia-se das demais vertentes alternativas basicamente em dois pontos. O primeiro refere-se ao já citado uso dos preparados biodinâmicos, que são compostos de alta diluição, preparados segundo os princípios da homeopatia com o objetivo de revitalizar solos e plantas. O segundo diz respeito ao manejo das operações agrícolas de acordo com o chamado calendário biodinâmico, um calendário elaborado seguindo princípios astrológicos, onde o posicionamento da lua e dos planetas determina os melhores momentos para a realização das atividades.

A agricultura biodinâmica possui, nos diferentes países em que é empregada, sistemas próprios de certificação, fiscalização e credenciamento de produtores. Estes sistemas são aplicados com o objetivo de garantir a integridade dos produtos de modo a satisfazer a crescente demanda por alimentos produzidos através deste método, que vem se consolidando como uma das principais vertentes dissidentes do padrão convencional.

1.2.2 – Agricultura Orgânica

Considerada a forma mais difundida de cultivo alternativo, a agricultura orgânica tem início da década de 20 do século passado a partir dos trabalhos do pesquisador inglês Sir Albert Howard (cit. In EHLERS, 1999). Vale a pena destacar o trabalho do norte-americano Jerome Irving Rodale (cit. In EHLERS, 1999), responsável pela difusão e aplicação prática das idéias elaboradas por Howard.

No início do século passado, enquanto trabalhava na Índia, Howard observou os métodos de cultivo empregados pelos camponeses, que não utilizavam insumos químicos e empregavam vários métodos de reciclagem de material orgânico. Durante a segunda metade da década de 20 do mesmo século, Howard dirigiu em Indore, Índia, um instituto de pesquisas de vegetais onde desenvolveu métodos de compostagem e adubação orgânica.

Neste período, foi desenvolvido o método Indore de compostagem, onde os resíduos da fazenda são aproveitados para serem transformados em húmus. A aplicação do húmus ao solo no momento conveniente seria responsável pela restauração da fertilidade do solo através de processos biológicos.

Howard contrariava a visão quimista reinante na comunidade científica da época ao considerar a importância dos processos biológicos. Para Howard, o fator primordial para a saúde das plantas e dos animais era a fertilidade do solo, que não deveria ser entendido como um conjunto de substâncias químicas uma vez que nele se verifica a ação de uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais ao desenvolvimento vegetal.

As idéias de Howard foram hostilizadas pela comunidade agrônoma da época, sendo aceitas apenas por um grupo muito reduzido de pesquisadores. Entre estes, vale a pena destacar a importância de J. I. Rodale, principal responsável pela introdução da agricultura orgânica nos EUA.

Convencido dos benefícios dos alimentos produzidos a partir deste método, Rodale adquiriu no estado da Pensilvânia uma fazenda onde passou a colocar em prática os ensinamentos de Howard. Os esforços no sentido de disseminar os princípios da agricultura orgânica pelo pesquisador manifestam-se também no lançamento do livro "The Organic Front", em 1948 e da revista "Organic Gardening and Farm".

A partir da década de 60, com o surgimento da “terceira onda preservacionista-conservacionista”, movimento que formou as bases do atual ambientalismo, as idéias do movimento orgânico ganham força. Neste período verifica-se o início de uma maior preocupação do público com a qualidade dos alimentos, o que incrementou a demanda por alimentos orgânicos.

Em 1972, vale a pena destacar a criação em Versales, na França, da Federação Internacional para a Agricultura Orgânica em Movimento (IFOAM), órgão que reunia quatrocentas entidades agro-ambientais e tinha por objetivo o fortalecimento da agricultura alternativa. As atividades da federação giravam em torno da troca de informações entre associados, da padronização internacional de normas técnicas e da certificação de produtos orgânicos.

No final da década de 70, a produção de alimentos orgânicos já encontrava regulamentação em alguns estados dos EUA, onde os produtores deveriam se enquadrar em certos requisitos legais, como mostra a Lei dos Alimentos Orgânicos, de 1979, Califórnia, que definia que os alimentos orgânicos deveriam atender os seguintes requisitos:

“serem produzidos, colhidos, distribuídos, armazenadas, processados e embalados sem aplicação de fertilizantes, pesticidas ou reguladores de crescimento sinteticamente compostos;

- no caso de culturas perenes, nenhum fertilizante, pesticida ou regulador de crescimento sinteticamente composto deverá ser aplicado na área onde o produto for cultivado num período de doze meses antes do aparecimento dos botões florais e durante todo o seu período de crescimento e colheita;
- no caso de culturas anuais e bianuais, nenhum fertilizante, pesticida ou regulador de crescimento sinteticamente composto deverá ser aplicado na área onde o produto for cultivado num período de doze meses antes da sementeira ou transplante e durante todo o período de seu crescimento e colheita”. (USDA, p. 24. 1984)

Atualmente, a agricultura orgânica constitui um campo importante e reconhecido da ciência e da prática agrícola, apresentando um conjunto de normas bem definidas determinadas e aceitas internacionalmente, relacionadas à produção e comercialização de alimentos orgânicos.

1.2.3 – Agricultura Biológica:

No início dos anos 30 do século XX, posterior a Steiner e Howard, verificamos os esforços do político e cientista suíço Hans Peter Müller (cit. In EHLERS, 1999) ao desenvolver estudos tendo como foco a relação da microbiologia com a fertilidade do solo. Destes estudos nasceu a agricultura organo-biológica, que ficou conhecida mais posteriormente apenas por agricultura biológica.

Seus objetivos iniciais eram fundamentalmente socioeconômicos e políticos, com foco na autonomia do produtor e na comercialização direta. Anos mais tarde, na década de 1960, quando o médico alemão Hans Peter Rusch (cit. In EHLERS, 1999) empregou esforços no sentido de sistematizar e difundir este método.

Durante a década de 60, dado o contexto da "terceira onda preservacionista-conservacionista" a agricultura biológica respondia aos anseios do movimento ecológico de proteção do meio ambiente, qualidade dos alimentos e desenvolvimento de fontes de energia renováveis.

Para Müller e Rusch é importante que exista uma articulação entre as propriedades bem como uma interação com o conjunto das atividades socioeconômicas regionais. Rusch também achava importante a associação da agricultura com a pecuária, porém não essencial.

O uso de matéria orgânica era recomendado, porém, a mesma poderia vir de fontes externas à unidade de produção, ao contrário do que preconizava a escola biodinâmica e não precisava ser necessariamente de origem animal, como propunha Howard. A prática da incorporação de rochas moídas ao solo, uma vez que estas se decompõe lentamente e não são facilmente lixiviadas, também é recomendada pelos biodinâmicos.

Os princípios da agricultura biológica foram difundidos inicialmente na Alemanha, com a criação da Bioladen, associação voltada para o cultivo de alimentos seguindo o método biológico, na Suíça, verificamos o surgimento das cooperativas Müller e na França da fundação natureza e progresso. Na França foi onde a vertente biológica mais se desenvolveu, vale a pena destacar que no país o termo "agricultura biológica" passa neste país a abrigar diversas vertentes alternativas como a orgânica e a biodinâmica, virando praticamente um termo para designar todas as formas de agricultura alternativa.

No início dos anos 60, o agrônomo Jean Boucher juntamente com o médico Raoul Lemaire, elaborara o "método Lemaire-Boucher", que preconizava, entre outras coisas, a utilização de substâncias de origem marinha como fertilizantes agrícolas, principalmente a lithotamne, alga rica em calcário e comercializada pela sociedade formada entre ambos. O método teve muito sucesso em solos ácidos e graníticos como os da região da Bretanha e do Norte da França.

Seguindo a tendência de desenvolvimento da vertente biológica, cabe salientar a participação de dois pesquisadores franceses. O primeiro é Claude Aubert (cit. In EHLERS, 1999), que publicou *L'Agriculture Biologique* ou "A Agricultura Biológica", em que destaca a essência deste modelo de produção ao colocar a importância da manutenção da saúde dos solos para melhorar a saúde das plantas e, em consequência, a saúde do homem. Para Aubert a manutenção da saúde dos solos depende de três fatores igualmente importantes: o manejo dos solos, a fertilização e a rotação de culturas.

O segundo pesquisador a ser destacado é Francis Chaboussou (cit. In EHLERS, 1999), responsável pelo lançamento, em 1980, do livro *Les plantes malades des pesticides*, que no Brasil ficou conhecido como "Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: A teoria da trofobiose". O trabalho de Chaboussou mostra que uma planta em bom estado nutricional torna-se mais resistente ao ataque de pragas e doenças. Outro ponto importante colocado pelo autor é que o uso de agrotóxicos causa um desequilíbrio nutricional e metabólico à planta, aumentando sua vulnerabilidade e comprometendo a qualidade do alimento que virá a ser consumido pelo homem.

Segundo a teoria da trofobiose, o uso de agrotóxicos desencadeia um processo de desordem metabólica que desregula os mecanismos de quebra e síntese de proteínas. Por consequência, sobram na seiva das plantas nutrientes que servirão de alimento a parasitas. Como os agrotóxicos eliminam além dos parasitas seus inimigos naturais e certas espécies adquirem resistência após sucessivas aplicações, novas populações de pragas encontram ambiente propício para proliferarem, com menos inimigos naturais e abundância de alimento encontrado na seiva "enriquecida" dos vegetais.

Mesmo não tendo sido Chaboussou um ativista da agricultura biológica, seu trabalho inspirou Aubert a desenvolver a essência da agricultura biológica moderna. O esforço de Claude Aubert foi fundamental no sentido de sistematizar e disseminar as principais idéias de Chaboussou, em um processo semelhante ao realizado por Rush, nos anos 60, ao organizar e difundir os princípios de Müller.

1.2.4 – Agricultura Natural

A agricultura natural surgiu no Japão em 1935 e tem como fundador o "mestre" Mokiti Okada (cit. In EHLERS, 1999). O movimento representa uma das bases de uma religião criada por Okada e tem por princípio básico a idéia de que as atividades agrícolas devem obedecer às leis da natureza, ou seja, tais práticas devem se dar de modo que a interferência nos ecossistemas seja a mínima possível.

Dentro das práticas defendidas pelo mestre, não é recomendado o revolvimento do solo nem a utilização de composto orgânico de origem animal, sendo o uso de esterco animal rejeitado a partir da justificativa de que os dejetos animais causam aumento do teor de nitratos na água potável, atraem insetos e propiciam a proliferação de parasitas. A rotação de culturas, apesar de aceita em momentos posteriores, também não é vista com bons olhos nos princípios formulados por Okada, uma vez que tal processo não ocorre espontaneamente na natureza.

Mokiti Okada foi um empresário japonês bem sucedido no início do século XX, após ver seus negócios ruírem a partir da crise que atingiu o país na década de 20, passou a dedicar-se ao estudo de filosofia, artes e agricultura.

A religião criada por Okada baseava-se no princípio da purificação, para ele a purificação do espírito deve ser acompanhada pela purificação do corpo. Assim como as artes tinham o poder de purificar o espírito, a agricultura tinha sua função na purificação do corpo dada a necessidade de evitar o consumo de alimentos obtidos através de métodos que defendiam o uso de substâncias tóxicas. O princípio dessa proposta é o de que a atividade agrícola deve aproveitar ao máximo os processos já existentes na natureza, sem esforços desnecessários e perdas de energia.

Suas idéias foram reforçadas e difundidas internacionalmente pelas pesquisas de Masanobu Fukuoka (cit. In EHLERS, 1999). Mesmo os dois não tendo desenvolvido trabalhos em conjunto, chegaram a conclusões muito semelhantes. Assim como Okada, Fukuoka defendia a idéia de artificializar o mínimo possível o processo de produção, aproximando o sistema agrícola ao máximo dos sistemas naturais.

Outra característica do método natural está na prática de utilização de produtos especiais para preparação de compostos orgânicos, chamados de microrganismos eficientes (EM). Estes microrganismos são empregados com a função de auxiliar nos processos de decomposição.

Na Austrália, as idéias de Fukuoka evoluíram a partir de pesquisas do Dr. Bill Mollison e deram origem a um novo método conhecido como permacultura, baseado no cultivo alternado de gramíneas e leguminosas e na utilização de palha como cobertura do solo.

No Japão, as idéias de Mokiti Okada alcançam maior popularidade que as de Fukuoka, mesmo ocupando posição marginal no cenário agrícola japonês. Após a morte de seu criador observamos que a agricultura natural deu alguns passos importantes, entre os quais vale destacar a criação da associação Mokiti Okada (MOA), em 1968, com o objetivo de comercializar alimentos cultivados a partir do método natural.

Em 1980, em Washington D.C., temos a inauguração da MOA Internacional. Em 1991, na sede da ONU, verificamos a criação da *World Sustainable Agriculture Association*, WSAA (Associação mundial para a agricultura sustentável), que apesar da troca do termo "natural" por "sustentável", tinha por objetivo difundir as idéias de Okada, cinco anos mais tarde, a WSAA encontrava-se espalhada pelo mundo, com 56 filiais em 36 países.

Mesmo verificando a semelhança entre os princípios formulados por Okada e os de outras vertentes como a orgânica e a biológica, vale a pena destacar o fato de que o uso limitado de matéria orgânica de origem animal levou a desenvolvimentos importantes relacionados às técnicas para compostagem de vegetais e à utilização de microorganismos que ajudam na decomposição, duas características importantes do método natural.

Capítulo 2 – O Desafio da Sustentabilidade

Nos primeiros anos da década de 1930, observamos nos EUA o começo de uma movimentação em torno da instalação de centros de pesquisas relacionadas à conservação dos solos. Tais pesquisas foram impulsionadas inicialmente por fenômenos naturais de erosão verificados no estado de Oklahoma, onde um volume significativo de solos férteis foi atingido em um processo que ficou conhecido como *dust bowl* (caldeirão de poeira). A causa da erosão foi atribuída ao desgaste provocado pela mecanização da agricultura.

Anos mais tarde, em 1938, a publicação do relatório anual do Departamento de Agricultura - USDA denominado *Soils and men*, foi dedicada ao assunto. Este relatório é considerado por muitos defensores dos métodos alternativos como um marco, uma vez que despertou o interesse de pesquisadores para métodos de controle e prevenção de erosão e apresentou resultados de pesquisas referentes à conservação de solos que tiveram grande impacto no pensamento agrônomo mundial.

Entretanto, mesmo com os efeitos positivos anteriormente observados, o pensamento predominante na comunidade agrônoma era de euforia com os progressos da segunda revolução agrícola. Nas décadas que se seguiram, podemos observar a crescente marginalização das práticas alternativas, que de forma geral eram vistas como retrógradas e desprovidas de fundamentos científicos.

Posteriormente, na década de 1960, verificamos na opinião pública norte-americana uma crescente preocupação com os impactos da agricultura convencional. Os reflexos dos problemas de contaminação da água, solos e alimentos por resíduos de agrotóxicos começaram a ser sentidos pelas populações urbana e rural. Em 1972, a recém criada *Environmental Protection Agency* - EPA (agência de proteção ambiental) suspendeu o uso agrícola do inseticida DDT e do herbicida 2,4,5-T. Posteriormente outros inseticidas tiveram seu uso suspenso e a tolerância (quantidade máxima permitida de resíduos nos alimentos) legal relacionada ao uso de várias substâncias tornou-se mais restritiva.

À medida que a opinião pública europeia e americana se conscientizava dos riscos de consumir alimentos produzidos com o auxílio de agrotóxicos, começamos a verificar um cenário favorável ao desenvolvimento da agricultura alternativa. O aumento do interesse por métodos de produção menos agressivos ao meio-ambiente e dotados da capacidade de produzirem alimentos saudáveis, levou, timidamente, ao aparecimento de propriedades agrícolas com projetos menos impactantes ao ambiente que objetivavam a produção sem uso de agrotóxicos.

A partir da década de 1970, observamos uma grande expansão da literatura relacionada à agricultura alternativa, com o aparecimento de novos estudos no campo microbiologia e da relação entre fertilidade dos solos e saúde vegetal e humana.

Verificamos também pesquisas em torno da relação entre profundezas de solo e plantio e de espécies capazes de recompor os nutrientes no solo através da fixação do nitrogênio do ar, como as leguminosas.

Vale a pena destacar no período o significativo desenvolvimento das técnicas de controle biológico de pragas, caracterizadas pelo manejo de diferentes espécies visando reduzir populações de pestes, através da introdução de uma combinação de inimigos naturais e variedades de plantas resistentes. Desenvolve-se também o manejo integrado de pragas, caracterizado pela mesclagem de métodos biológicos com produtos químicos, prática criticada por não excluir totalmente o uso de produtos químicos.

Em comum a todas as vertentes alternativas, podemos citar o objetivo de desenvolver uma agricultura ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável. Um dos princípios da agricultura alternativa é a redução do uso de produtos agroquímicos e a valorização dos processos biológicos e vegetativos nos sistemas produtivos.

No que se refere às práticas agrícolas, As principais vertentes trazem em comum a valorização da adubação orgânica, o controle biológico de pragas, a rotação de culturas e o plantio consorciado. O conjunto de práticas adotadas pela agricultura alternativa evidencia o caráter de reação ao padrão produtivo predominante no século XX, em especial à Revolução Verde.

2.1 - Agricultura Sustentável:

A partir da década de 80, verificamos o fortalecimento do debate em torno da questão ambiental. O questionamento em torno dos limites suportados pelos recursos naturais frente ao atual modelo de desenvolvimento, leva ao surgimento do ideal de sustentabilidade. Em 1987, com a publicação do *relatório bruntland*, temos a disseminação do ideal de desenvolvimento sustentável, abrangendo diferentes setores como a agricultura e a economia.

A Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (Rio 92), teve papel importante contribuindo para a consolidação do ideal de sustentabilidade e colocação de questões referentes ao desenvolvimento sustentável em pauta na agenda de discussões internacionais.

O termo desenvolvimento sustentável encontra grande dificuldade do ponto de vista conceitual. Visto que abrange desde os que se contentam com simples ajustes no modelo atual até os defensores de profundas transformações, as distorções e contradições em torno da expressão resultam da existência de disputas ideológicas e de interesses divergentes.

Tal dificuldade mostra-se ainda maior uma vez que não existe sequer um consenso a respeito do conceito de desenvolvimento. Acredita-se que a noção de desenvolvimento sustentável tenha tido origem na de agricultura sustentável, que já apresentava certa tradição em debates envolvendo pesquisadores da área.

Em 1980, a noção de desenvolvimento sustentável aparece pela primeira vez em um documento chamado *World Conservation Strategy*, anos mais tarde, em 1987, o *Relatório Bruntland* apresenta uma definição que até hoje serve de referência ao sugerir um tipo de desenvolvimento que atenda as necessidades desta e das próximas gerações e que garanta a conservação dos recursos naturais. Sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, o relatório afirma:

“A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável – de garantir que ele atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras também atenderem às suas. O conceito de desenvolvimento sustentável tem, é claro, limites – não limites absolutos, mas limitações impostas pelo estágio atual de tecnologia e de organização social, no tocante aos recursos ambientais, e pela capacidade de a biosfera absorver os efeitos da atividade humana.” (CMMAD, p. 70. 1991).

Entre outras tentativas de definições, vale a pena destacar a de Henrique Rattner, que coloca o desenvolvimento sustentável como:

“Um processo contínuo de melhoramento das condições de vida, que minimiza o uso de recursos naturais e ocasiona o mínimo de impactos e desequilíbrios no ecossistema” (RATTNER, 1991).

Como é possível observar, a definição de Rattner é bem mais concisa e pragmática do que a colocada pelo *Relatório Brundland*, o que a aproxima do atual contexto socioeconômico e ambiental.

O pressuposto de que a noção de desenvolvimento sustentável deve contemplar as esferas sociais, econômicas e ambientais sugere que o ideal de sustentabilidade exige uma estratégia de desenvolvimento muito mais complexa que a atual, o que faz com que se coloque, pelo menos atualmente, como um objetivo desejável, porém ainda distante.

No setor agropecuário, a idéia de sustentabilidade passa a atrair um número cada vez maior de profissionais. A fragilidade do modelo predominantemente praticado mostra-se cada vez mais evidente frente a fatores como a ineficiência energética e os impactos ambientais. A consciência de que a dilapidação dos recursos naturais poderia resultar na inviabilidade dos modelos de produção atuais, além de trazer prejuízo às gerações futuras, que teriam o acesso a esses recursos prejudicado, mostra-se cada vez mais forte no período.

Segundo Altieri, um agroecossistema pode ser considerado "insustentável" quando acusa:

- . *“redução da capacidade produtiva provocada por erosão ou contaminação dos solos por agrotóxicos;*
- . *redução da capacidade homeostática, tanto nos mecanismos de controle de pragas como nos processos de reciclagem de nutrientes.*
- . *redução da capacidade “evolutiva” do sistema, em função da erosão genética ou da homogeneização genética provocada pelas monoculturas.*
- . *redução da disponibilidade e qualidade de recursos que atendam necessidades básicas (acesso à terra, água, etc.)*
- . *redução da capacidade de utilização adequada dos recursos disponíveis, principalmente, devido ao emprego de tecnologias impróprias.” (ALTIERI, 1993).*

As evidências de que o padrão moderno manifesta muitos destes sintomas aparecem no trabalho de vários autores desde a década de 60, entretanto, tais preocupações encontram maior aceitação pela comunidade científica apenas em 1989, quando o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA publicou *Alternative agriculture* (Agricultura alternativa). Este trabalho analisava o desempenho de 14 propriedades alternativas além de apresentar os principais problemas ambientais resultantes das atividades agrícolas nos EUA.

Entre os principais problemas apontados podemos destacar a erosão e a salinização dos solos, a contaminação das águas e solos por nitratos e agrotóxicos, a contaminação do homem do campo e dos alimentos, a destruição de áreas florestais, a diminuição da biodiversidade, a homogeneização genética, a utilização intensiva de recursos não renováveis e a ineficiência energética.

Apesar dos esforços em pesquisas e dos recursos governamentais investidos desde o *dust bowl*, na década de 30, toneladas de solo ainda são consumidos pela erosão todos os anos nos EUA. A erosão é consequência do manejo inadequado e da diminuição dos níveis de matéria orgânica, em consequência, os solos têm sua estrutura física prejudicada, o que facilita os processos de erosão.

Os solos erodidos são carentes em nutrientes e matéria orgânica, o que diminui a capacidade dos mesmos de suprirem as necessidades nutricionais das plantas, estas, por sua vez, ficam mais sujeitas à doenças e ataques de parasitas. Como consequência, os produtores aumentam as quantidades utilizadas de inseticidas e fertilizantes químicos, causando uma série de impactos nos ecossistemas.

Os resíduos de agrotóxicos são fontes de poluição para a água, solos, animais silvestres, animais domésticos, alimentos e por consequência o homem. A contaminação humana pode se dar por contato direto nas indústrias produtoras e durante o manejo agrícola, ou através do consumo de alimentos ou água contaminada.

É comum em propriedades convencionais o manejo intensivo do solo feito por máquinas pesadas através de processos de arações profundas ou sucessivas gradagens. Como consequência, verificamos a degradação da estrutura física e a compactação dos solos.

Solos compactados tornam-se mais suscetíveis à erosão uma vez que dificultam a penetração da água das chuvas, esta por sua vez escorre levando consigo a camada superficial do solo, além de grandes quantidades de matéria orgânica e nutrientes importantes. A menor porosidade dos solos dificulta a circulação do ar, o que aliado à menor penetração de água e às perdas de nutrientes e matéria orgânica, torna o solo impróprio à existência de microorganismos vivos como fungos e bactérias, que exercem papel fundamental na reciclagem de nutrientes.

O uso de fertilizantes químicos no solo leva à contaminação da água uma vez que grande parte dos solos erodidos é carregada para o leito de rios e de outros cursos, causando, além da contaminação, o assoreamento dos leitos dos rios. Assim como os sedimentos erodidos do solo, os resíduos de agrotóxicos também são fontes de poluição para os corpos d'água.

Verificamos também a ocorrência de processos de eutrofização. Os sedimentos arrastados para os cursos d'água podem conter nutrientes como nitrogênio e fósforo. Estes, tendo seus níveis aumentados na água, favorecem a proliferação de algas, o que eleva o consumo de oxigênio levando à morte de outros seres vivos como peixes e crustáceos.

Os produtores de agrotóxicos defendem-se das críticas dizendo que os efeitos citados resultam de manejo inadequado ou da não observância de “boas práticas agrícolas”. Os produtores de fertilizantes químicos também fazem questão de frisar os efeitos menos danosos de seus produtos em comparação com os agrotóxicos. Outro argumento comumente utilizado é que a substituição dos insumos químicos ainda não é possível sem que ocorra queda significativa da produtividade.

Quanto à eficiência energética, além da alta demanda energética da agricultura convencional, verificamos o problema de a matriz energética do setor ter por base combustíveis fósseis de fontes não renováveis. A alta dependência de insumos externos torna-se um problema ainda maior quando relacionamos a taxa de utilização de insumos provenientes de fontes não renováveis pela agropecuária e as reservas disponíveis destes insumos.

No início da década de 70, podemos observar o aumento do interesse dos pesquisadores em torno da questão energética na agricultura. Inicialmente em 1973 David Pimentel (cit. In EHLERS, 1999) publica um estudo clássico onde constata a ineficiência energética da monocultura de milho, cuja produção envolve alta dependência de recursos naturais e energéticos externos, como combustíveis fósseis e fósforo.

Posteriormente, entre 1974 e 75, Lockeretz (cit. In EHLERS, 1999) comparou o rendimento energético de 16 propriedades convencionais com 16 propriedades alternativas. O experimento de Lockeretz foi favorável aos métodos alternativos, onde a demanda energética foi 2,3 vezes inferior.

Durante a década de 80, uma maior pressão por parte da opinião pública sobre órgãos do governo no que se refere a temas como qualidade dos alimentos e impactos ambientais, torna cada vez mais urgente a busca por modelos de produção agrícolas capazes de conciliar a viabilidade econômica com a preservação do meio ambiente.

Em 1980, com a publicação do *Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica*, o Departamento de Agricultura dos EUA divulga o resultado de estudos sobre sistemas alternativos de produção. Mesmo a reação da comunidade científica não tendo sido favorável, para os defensores de tais vertentes a publicação do relatório representou o reconhecimento da importância destes modelos agrícolas por um dos principais órgãos de pesquisa oficial dos EUA.

No decorrer da década, os efeitos mais evidentes do modelo convencional aliados à já citada crescente pressão da opinião pública provocam uma mudança de atitude. Verifica-se nos meios científico, produtivo e político um esforço em torno do objetivo de redução do uso de agroquímicos, estratégia que incluía a noção de sustentabilidade.

Esta mudança de postura tem reflexos na política agrícola dos EUA. Estudos realizados pelo Departamento de Agricultura no decorrer da década, cujos recursos foram garantidos por leis aprovadas no *Food and Security Act*, de 1985, resultaram em 1988 em um programa de pesquisa e treinamento denominado LISA (Low Input/Sustainable Agriculture).

Em 1990, a formulação e aprovação do FACTA-90 (*Food, Agriculture, Conservation and Trade Act of 1990*) Determinou que o USDA deveria desenvolver programas de pesquisa, educação e extensão voltados à agricultura sustentável. Para tal fim utilizou o programa LISA, que foi expandido e transformado no SARE (*Sustainable Agriculture Research and Education*).

O FACTA-90 também determinou ao USDA a condução de programas voltados à redução do uso de materiais tóxicos, economia de insumos e promoção da diversificação de culturas e da produção animal. Tais determinações estavam contidas em um capítulo denominado BUBA (*Best Utilization of Biological Applications*).

Verificamos também, dentro do FACTA-90, a incorporação de um projeto denominado *Sustainable Agriculture Adjustment Act*, que tinha o objetivo de criar incentivos para as rotações de culturas. Pela primeira vez as preocupações ambientais passam a integrar o *Program Commodity Provision* (programa de provisionamento de commodity), programa de importância central na política agrícola dos EUA.

Na década de 90, o ideal de sustentabilidade já se espalhava por diversos países e mesmo os críticos dos sistemas alternativos já defendiam a legitimidade da agricultura sustentável. Após a publicação do Relatório Bruntland de 1987, a ampliação do debate em torno da idéia de desenvolvimento sustentável embute as preocupações sobre o futuro da produção agrícola. Neste contexto surgem diversas tentativas de definições e explicações sobre o conceito de agricultura sustentável.

Entre as definições conhecidas de agricultura sustentável, O Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA (NRC), reconhece os seguintes itens em comum:

- . *"manutenção a longo prazo dos recursos naturais e da atividade agrícola;*
- . *o mínimo de impacto adversos ao ambiente;*
- . *otimização da produção das culturas com o mínimo de insumos químicos;*
- . *satisfação das necessidades humanas de alimentos e de renda;*
- . *atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais."* (NRC. p.2. 1991).

No período que antecedeu a votação do FACTA-90, as discussões conceituais sobre o termo agricultura sustentável ganharam importância. Enquanto um grupo de congressistas apoiava a definição proposta pelo NRC, reconhecendo a importância do objetivo de redução da utilização de insumos químicos, outro grupo de congressistas considerava tais propostas "alternativas" em excesso.

A pressão de empresas produtoras de insumos químicos e grupos interessados fez com que estes congressistas contrários à definição do NRC adotassem um outro conceito, proposto pelo USDA, que tinha por princípio a utilização eficiente dos produtos agroquímicos. Dentro desta definição a agricultura sustentável deveria ser ambiental e economicamente correta.

Partindo do conceito proposto pelo USDA, temos a definição adotada pelo LISA, que reconhece a necessidade de sustentação da viabilidade econômica da produção agrícola deve vir acompanhada da utilização eficiente de recursos não-renováveis.

Segundo esta definição elaborada pelo USDA e adotada pelo LISA, agricultura sustentável é:

“Um sistema integrado de práticas de cultivo e criação animal com aplicação local específica que, no longo prazo, suprirá todas as necessidades humanas de alimentos e fibras, melhorará a qualidade do meio ambiente e a base de recursos naturais da qual depende a economia agrícola, fará uso mais eficiente dos recursos não-renováveis e integrará, quando apropriado, ciclos e controle biológicos naturais; sustentará ainda a viabilidade econômica das explorações agrícolas e elevará a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade como um todo.” (USDA, p.1. 1991)

De acordo com uma afirmação do NRC de 1991, o que caracteriza a agricultura sustentável é o objetivo de consolidar um sistema de produção capaz de aumentar a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, produzir alimentos saudáveis e garantir a renda do agricultor:

“Agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, mas sim um objetivo: alcançar um sistema produtivo de alimentos e fibras que: (a) aumente a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, permitindo que os produtores respondam aos níveis de demanda engendrados pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico; (b) produza alimentos saudáveis, integrais e nutritivos que permitam o bem-estar humano; (c) garanta uma renda líquida suficiente para que os agricultores tenham um nível de vida aceitável e possam investir no aumento da produtividade do solo, da água e de outros recursos e (d) corresponda às normas e expectativas da comunidade.” (NRC, p.6. 1991)

Altieri, em seu trabalho “*Agroecologia, as bases científicas da agricultura alternativa*” entra na discussão reconhecendo a importância do termo “agricultura sustentável”. Para o autor, a busca de um modelo de produção agrícola sustentável deve integrar a produtividade a aspectos econômicos e sociais:

“*Sustentabilidade refere-se à habilidade de um agroecossistema em manter a produção através do tempo, face a distúrbios ecológicos e pressões sócio-econômicas de longo prazo.*” (ALTIERI, p.60. 2002)

Como principal expoente da Agroecologia, Altieri defende o uso da mesma no sentido de servir como um “paradigma científico” capaz de estabelecer as bases para a construção de modelos sustentáveis de agricultura, bem como de estratégias de desenvolvimento rural sustentável, uma vez que esta ciência tem por objeto de estudo os agroecossistemas, que são encarados de acordo com uma perspectiva ecológica e socioeconômica.

Algumas idéias colocam a agricultura sustentável como sinônimo de agricultura alternativa ou como um termo utilizado para abranger todas as formas de agricultura que divergem da tradicional. Outros colocam a agricultura sustentável como evolução do modelo convencional, surgindo como resposta aos problemas gerados.

A idéia de que a agricultura sustentável poderia configurar uma evolução dos sistemas convencionais aparece no relatório *Alternative Agriculture*, de 1989. Segundo este, as práticas empregadas nas fazendas estudadas, como rotação de culturas, adubação verde, emprego de matéria orgânica e controle biológico de pragas, derivam de práticas agrônômicas tradicionais. Tal publicação influenciou a posição do NRC e do programa LISA, em ambos os casos a agricultura sustentável é colocada como uma resposta aos problemas enfrentados pelas propriedades convencionais.

Além do NRC e do USDA, a posição da FAO (organização das nações unidas para agricultura e alimentação) representa uma postura mais convencional que exerce grande influência na comunidade agrônômica internacional. As propostas da FAO para agricultura e desenvolvimento rurais sustentáveis defendem, por exemplo, o uso mais racional dos insumos químicos, o que incluiria a intensificação do uso destes em regiões de “alto potencial produtivo” com o intuito de conter o avanço das fronteiras agrícolas.

Mesmo diante da falta de consenso e da dificuldade conceitual, pode-se dizer que a diversidade de visões contidas na noção de agricultura sustentável demonstra uma insatisfação cada vez mais geral com os modelos agrícolas convencionais. O surgimento de diferentes manifestações em torno do termo evidencia um processo de mudanças em curso, resta saber até que ponto tais mudanças serão significativas e se resultarão em modelos capazes de proporcionar o desenvolvimento sustentável do setor agrícola.

Futuramente, é provável que a agricultura sustentável represente uma “evolução” do modelo atual que deverá incorporar elementos tradicionais e da agricultura alternativa. O mais importante é que o processo possa ser orientado de modo que as mudanças tenham reflexos positivos na qualidade de vida da população.

Para tanto, vale destacar a importância da pesquisa agroecológica, que através do estudo dos agroecossistemas sob a ótica da interdisciplinaridade, promete fornecer o paradigma científico necessário à elaboração de estratégias de desenvolvimento rural sustentável. Como coloca Ehlers:

“Durante todo o século XX, o padrão convencional acumulou amplo conhecimento científico e tecnológico e, apesar de criticado pelo seu enfoque científico, é inegável que seus avanços foram cruciais para garantir a segurança alimentar de alguns povos. No entanto, conciliar a segurança alimentar de uma população mundial, que em 2025 deverá atingir a casa dos 8,5 bilhões de habitantes, e a necessidade de conservar os recursos naturais, como exige a noção de sustentabilidade, será, na opinião de vários autores e instituições, um dos maiores desafios do século XXI. Para enfrentá-lo será necessário aliar alguns campos do saber específico da agronomia convencional ao conhecimento sistêmico, proveniente da agroecologia.

É bem provável que muitos elementos do conhecimento que servirá de base ao padrão sustentável já existam; a “chave” parece ser a pesquisa agroecológica, baseada nas experiências bem sucedidas e na incorporação do conhecimento acumulado pelos agricultores. Não se trata, portanto, de uma volta ao passado ou de um retrocesso ao padrão produtivo que caracterizou a Primeira revolução agrícola mas, sim, de uma meta, um objetivo. Sem dúvida, seu atingimento dependerá, em grande parte, da aptidão para transpor os limites do saber específico e assumir perspectivas interdisciplinares.” (EHLERS, p.145. 1999)

A agroecologia será alvo de análise no próximo capítulo do presente trabalho. O objetivo será inserir uma abordagem conceitual, expondo os princípios fundamentais desta corrente de pensamento e destacando como se forma o enfoque multidisciplinar e qual a importância da interdisciplinaridade para o desenvolvimento agrícola.

Capítulo 3 – Agroecologia:

No decorrer das últimas décadas, o interesse em agricultura sustentável tem crescido em proporções mundiais, com vários setores da sociedade lentamente se dando conta de que fatores como a escassez de recursos naturais, a degradação ambiental, o crescimento populacional e o crescimento econômico desordenado estão ameaçando seriamente o desenvolvimento da agricultura em longo prazo.

A busca por modelos mais sustentáveis de produção agrícola representa um grande desafio e é vista atualmente como um objetivo comum a diversos setores da sociedade. A transição do atual padrão agrícola moderno para modelos sustentáveis representa um dos objetivos principais da pesquisa agroecológica, que por sua vez será alvo de análise neste momento do trabalho.

O presente capítulo aborda a agroecologia como uma ciência que, a partir do estudo dos ecossistemas agrícolas, pode oferecer os elementos necessários para que sejam traçadas estratégias de desenvolvimento rural sustentável. O estudo dos sistemas agrícolas permite identificar problemas nos modelos utilizados e propor alternativas, contribuindo para o manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis.

A pesquisa agroecológica parte do princípio que o desenvolvimento de modelos agrícolas mais auto-suficientes e sustentáveis só é possível através do conhecimento profundo da natureza dos sistemas agrícolas e dos princípios que regem seu funcionamento.

A análise dos agroecossistemas segundo os princípios da agroecologia apresenta por característica básica o enfoque multidisciplinar. A contribuição de diversas áreas do conhecimento científico possibilita uma abordagem sistêmica e permite um entendimento mais completo acerca do objeto de estudo.

Através da multidisciplinaridade, a agroecologia procura ir além de uma visão unidimensional limitada a aspectos físicos e biológicos. A idéia é incluir elementos de outras disciplinas como a Ecologia e as ciências sociais a fim de contribuir para o entendimento de aspectos relacionados, por exemplo, à formação, evolução e funcionalidade dos agroecossistemas.

Como destaca Caporal: *“Entendida a partir de seu enfoque teórico e metodológico próprio e com a contribuição de diversas disciplinas científicas, a ciência Agroecológica passa a constituir uma matriz disciplinar integradora de saberes, conhecimentos e experiências de distintos atores sociais, dando suporte à emergência de um novo paradigma de desenvolvimento rural.”* (CAPORAL, pag 1, 2006)

O objetivo do presente capítulo está em inicialmente procurar explicar o que é agroecologia, expondo os princípios básicos desta área de conhecimento e mostrando como se forma e como se justifica o enfoque multidisciplinar.

Em seguida tentaremos apresentar os critérios de sustentabilidade a partir do ponto de vista agroecológico para, por fim, abordar a questão da transição agroecológica, mostrando como esta disciplina pode fornecer o paradigma científico capaz de auxiliar a criação de modelos de desenvolvimento rural sustentável.

3.1- O que é agroecologia:

A utilização do termo agroecologia adquire desde seu surgimento uma série de significados distintos que abrangem desde métodos de cultivo alternativos até seu emprego como sinônimo de agricultura sustentável.

Para evitar possíveis confusões, inicialmente é importante ressaltar o que não é agroecologia, uma vez que, quando falamos de métodos de agricultura alternativa e de agroecologia, é comum vermos termos empregados de forma confusa e tudo sendo tratado como se fosse a mesma coisa, o que pode prejudicar o entendimento da agroecologia como ciência destinada a apoiar a construção de modelos agrícolas de base ecológica.

A respeito das confusões terminológicas e conceituais, vale a pena apresentar o seguinte trecho de Caporal: *“Não raro, tem-se confundido a Agroecologia com um modelo de agricultura, com a adoção de determinadas práticas ou tecnologias agrícolas e até com a oferta de produtos “limpos” ou ecológicos, em oposição àqueles característicos dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde. Exemplificando, é cada vez mais comum ouvirmos frases equivocadas do tipo: “existe mercado para a Agroecologia”; “a Agroecologia produz tanto quanto a agricultura convencional”; “a Agroecologia é menos rentável que a agricultura convencional”; “a Agroecologia é um novo modelo tecnológico”. Em algumas situações, chega-se a ouvir que, “agora, a Agroecologia é uma política pública” ou “vamos fazer uma feira de Agroecologia”. Apesar da provável boa intenção do seu emprego, todas essas frases estão equivocadas, se entendermos a Agroecologia como um enfoque científico. Na verdade, essas interpretações expressam um enorme reducionismo do significado mais amplo do termo Agroecologia, mascarando sua potencialidade para apoiar processos de desenvolvimento rural sustentável.” (CAPORAL, 2002)*

Como abordamos anteriormente, ao passo que verificamos o processo de modernização da agricultura, observamos também o surgimento de vertentes dissidentes que posteriormente passaram a ser denominadas pelo termo agricultura alternativa. A negação do padrão convencional, entretanto, não implica necessariamente na adoção de modelos de produção de base ecológica. A agroecologia, portanto, não configura um tipo de agricultura alternativa ou um termo utilizado para acampar várias correntes deste tipo.

De modo mais geral, é possível considerar a agroecologia como um método que incorpora idéias com o objetivo de compreender os sistemas agrícolas a partir da maneira como estes se relacionam com o meio ambiente e de como interferem ou são determinados por fatores socioeconômicos.

Nascida na década de 80, a ciência agroecológica foi criada a partir de um enfoque que procurava integrar a Agronomia com a Ecologia, tendo por objeto de estudo os ecossistemas agrícolas. Como destaca Caporal:

“A Agroecologia stricto sensu pode ser definida como uma nova e mais qualificada aproximação entre a Agronomia e a Ecologia, isto é, a disciplina científica que estuda e classifica os sistemas agrícolas desde uma perspectiva ecológica, de modo a orientar o desenho ou o redesenho de agroecossistemas em bases mais sustentáveis.”
(CAPORAL, pag 12, 2006)

Durante todo o período de formação e desenvolvimento da agricultura convencional, verifica-se o afastamento entre agronomia e ecologia, ficando o desenvolvimento da atividade agrícola sob domínio quase exclusivo das ciências agrônomicas. Esta reaproximação entre as duas ciências foi possível graças ao aumento da consciência ambiental verificado como consequência do aumento dos impactos dos modos convencionais de produção.

“Esta nova aproximação entre Agronomia e Ecologia deve permitir um entendimento, por exemplo, de que o controle de pragas não é um problema químico, mas sim ecológico e que, portanto, exige conhecimentos diferenciados daqueles proporcionados pelos pacotes da Revolução Verde. Isto é, devemos buscar sempre o aumento dos processos ecológicos auto-reguladores das populações que possam vir a causar danos (insetos, doenças ou ervas infestantes). Do mesmo modo, a agricultura sustentável, que se orienta pelos princípios da Agroecologia, procura restaurar as funções naturais de fluxos e de ciclos minerais, hidrológicos e de energia dentro dos agroecossistemas. Isto requer ensinamentos da Ecologia, para que se possa trabalhar a necessária integração de processos complexos que ocorrem na agricultura, como são as interações e as sinergias. Assim mesmo, cabe destacar a necessidade de melhor compreender-se o papel e a função da biodiversidade dentro dos sistemas agrícolas, para usá-la a favor da busca de maior sustentabilidade e equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas.” (CAPORAL, pag 13, 2006)

A ciência agroecológica deve à Ecologia grande parte de suas bases científicas e de sua estrutura conceitual. Como destaca Rocha, isto se deve a quatro motivos principais: *“a) pelo fato da estrutura conceitual e a linguagem da agroecologia serem essencialmente ecológicas; b) devido aos sistemas agrícolas constituírem um interessante campo de pesquisa para a ecologia, pois constituem ambientes naturais controlados e manejados pelo homem e que podem ser comparados com os ecossistemas naturais; c) o crescimento das pesquisas em regiões tropicais demonstrou os diversos impactos ambientais da expansão dos sistemas monoculturais nesses ambientes e, d) devido à atenção de grupos de ecólogos que começavam a voltar sua atenção para sistemas agrícolas tradicionais”* (ROCHA, pag 49, 2006)

Entretanto, é importante ressaltar que a Agroecologia não deve ser reduzida a uma simples fusão entre a agronomia e a ecologia. A construção do conhecimento agroecológico é muito mais complexa, incorporando a importância do saber popular e aportes de outros campos de conhecimento como Sociologia, Antropologia, Física, Economia, História e qualquer outra área que possa auxiliar no entendimento do agroecossistema e de sua relação com o meio.

Ao considerar agroecologia como a ciência que estuda os agroecossistemas, é preciso compreender este objeto de estudo como uma unidade produtiva ou local de produção agrícola compreendido em estrutura e funcionamento como um ecossistema natural. Gliessman destaca a importância deste conceito de agroecossistema: *“o conceito é capaz de proporcionar uma estrutura com o qual se pode estudar sistemas agrícolas como um todo, incluindo seu fluxo de insumos, a produção e as complexas interconexões entre as partes que o compõem.”* (GLIESSMAN, 2000)

São essenciais dentro da agroecologia o aspecto da interdisciplinaridade e a idéia de transição agroecológica. A pesquisa agroecológica é orientada no sentido da utilização dos princípios e conceitos da Ecologia como ferramentas capazes de auxiliar no manejo e na construção de agroecossistemas sustentáveis. O enfoque parte do saber empírico local e absorve conhecimento científico proveniente de diferentes áreas a fim de fornecer o paradigma científico para que sejam traçadas estratégias de desenvolvimento rural.

Além da influência da ecologia, vale destacar a forte contribuição das ciências sociais. Uma vez que os agroecossistemas são por natureza sistemas formados por manipulação humana, é justificável que sejam estudados também a partir de uma perspectiva socioeconômica.

O conceito de “transição agroecológica” pode ser entendido na idéia de substituição de um modelo agroquímico de produção, que pode ser mais ou menos intensivo em insumos industriais, a estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias mais sustentáveis. Esta idéia é central uma vez que um dos principais objetivos da agroecologia é fornecer a base científica necessária à elaboração de estratégias de desenvolvimento rural sustentável.

3.2- O enfoque multidisciplinar

Como lembra Altieri, a “*Agroecologia é o estudo holístico dos agroecossistemas*” (ALTIERI, 2002) e, portanto, é necessário entender este “sistema complexo no qual processos ecológicos, que se encontram de forma natural, podem ocorrer”.

A idéia de estudo “holístico” exposta por Altieri permeia a base da construção do conhecimento agroecológico uma vez que explicita a necessidade de que o agroecossistema seja compreendido de maneira sistêmica. Para tanto, a agroecologia se vale do conhecimento popular e do conhecimento científico proveniente de áreas distintas, qualquer tipo de informação que possa ser útil ao entendimento de aspectos relacionados ao objeto de estudo deve ser absorvida.

Por ser uma ciência que procura incorporar princípios ecológicos à agronomia, é natural que o enfoque assuma uma perspectiva multidisciplinar uma vez que encontramos tanto na Ecologia quanto na Agronomia conhecimento proveniente de diversas áreas.

O aspecto particular na proposta multidisciplinar da ciência agroecológica está no fato de que esta se caracteriza também pela fusão com as ciências sociais, deste modo, além da visão ecológica, a abordagem dos agroecossistemas passa a considerar uma perspectiva sócio-econômica.

A visão ecológica parte do princípio que como em qualquer ecossistema vegetal, observamos em uma unidade de produção agrícola uma série de processos ecológicos tais como ciclos de nutrientes e interações entre espécies. Para a agroecologia, o conhecimento destes processos e relações torna possível uma melhor administração dos sistemas, com redução dos impactos no meio ambiente e na sociedade, maior sustentabilidade e menor utilização de insumos externos.

Todavia, de forma diversa do que ocorre em um ecossistema natural, alguns aspectos que influenciam a formação de um ecossistema agrícola são de determinação externa. Juntamente com fatores biológicos e ambientais, a formação destes sistemas depende de variáveis socioeconômicas como o valor de mercado de certos produtos ou do câmbio. Nestes sistemas, um colapso de preços ou do cambial pode ser tão impactante quanto um ataque de pragas ou o empobrecimento dos solos.

Deste modo, justifica-se a integração de elementos sociais dentro da proposta de interdisciplinaridade da ciência agroecológica. Uma vez que se tem por objeto de estudo um ecossistema agrícola, que por natureza se caracteriza pela profunda intervenção humana, é compreensível que a análise dos aspectos naturais e dos impactos ambientais da produção agrícola seja feita em colaboração com as ciências sociais.

Além da integração e articulação do conhecimento científico proveniente de diferentes áreas, a agroecologia também reconhece e prevê a incorporação dos saberes populares presentes nos conhecimentos e experiências acumulados pelos agricultores locais nas mais diferentes formas de cultivo ao redor do mundo. Para a agroecologia, o potencial endógeno, isto é, presente no local de cultivo, constitui um elemento importante na elaboração de estratégias de desenvolvimento rural uma vez que ajuda na compreensão de elementos sociais e culturais importantes à compreensão de certos aspectos do agroecossistema.

A agroecologia incorpora conhecimentos de diferentes ciências, assim como o saber popular, com o objetivo de reunir o maior número de elementos para que seja possível desde a compreensão, análise e crítica dos atuais modelos de desenvolvimento agrícola, até a elaboração de novas estratégias para o desenvolvimento de agroecossistemas sustentáveis.

Segundo Caporal é possível agrupar os elementos centrais da Agroecologia em três dimensões principais: a) ecológica e técnico-agronômica; b) socioeconômica e cultural; e c) sócio-política. Para o autor: *“Estas dimensões não são isoladas. Na realidade concreta elas se influem uma à outra e interagem o tempo todo, de modo que estudá-las, entendê-las e propor alternativas mais sustentáveis supõe, necessariamente, uma abordagem inter, multi e transdisciplinar, razão pela qual os agroecólogos lançam mão de ensinamentos presentes no saber popular, mas também de conhecimentos gerados no âmbito da Física, da Economia Ecológica e Ecologia Política, da Agronomia, da Ecologia, da Biologia, da Educação e Comunicação, da História, da Antropologia e da Sociologia, para ficarmos apenas em alguns exemplos que orientam esta reflexão.”* (CAPORAL, pag 6, 2006)

Assim, é possível verificar que a proposta de interdisciplinaridade inerente à pesquisa agroecológica tem por objetivo compor as bases de um paradigma científico que procura ser integrador, permitindo a construção de um conhecimento mais completo acerca do objeto de estudo.

3.3- Sustentabilidade em Agroecossistemas:

Como um dos principais objetivos da agroecologia é a transição para modelos de produção agrícola mais sustentáveis, é fundamental que se estabeleçam critérios de sustentabilidade em agroecossistemas para que possam ser orientadas as estratégias de desenvolvimento rural.

Eugene Odum, tendo por base unidades de produção modernas como as que observamos nos EUA, caracteriza os agroecossistemas a partir de quatro aspectos principais:

- “1. *Os agroecossistemas dependem de fontes auxiliares de energia, que podem ser de origem humana, animal ou fóssil (combustíveis).*
2. *A diversidade pode ser muito reduzida em comparação com outros ecossistemas.*
3. *Os animais e plantas que dominam são selecionados artificialmente e não através de seleção natural.*
4. *Os controles do sistema são, em sua maioria, externos e não internos e exercidos através de retroalimentação do sistema.”* (Odum, 1984)

A explicação para a instabilidade dos agroecossistemas convencionais encontra-se nas profundas modificações a que foi submetido o ecossistema original, uma vez que a conformação de um sistema agrícola causa alterações estruturais e funcionais profundas ao ecossistema natural. Os ecossistemas naturais reinvertem parte significativa de seu potencial produtivo para a manutenção de sua estrutura física e biológica. Este processo é fundamental à manutenção da fertilidade do solo e da estabilidade biótica. Nos agroecossistemas, a lógica produtiva prejudica esta reinversão ao concentrar todo o potencial na obtenção do produto final. Como consequência, os sistemas ficam dependentes de insumos externos para compensar as deficiências em processos naturais como os ciclos de nutrientes e de interação entre as espécies.

O modelo de Odum, ao caracterizar propriedades convencionais, pode representar um ponto de partida interessante para a definição dos critérios de sustentabilidade, pois aponta para áreas de investigação importantes à definição das bases ecológicas da sustentabilidade em agroecossistemas, como a questão energética, o papel da biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e as interações entre espécies.

CEDOC - IE - UNICAMP

A análise energética de um agroecossistema é importante pois torna possível estimar a quantidade de energia investida na obtenção de um produto agrícola. A busca por modelos mais sustentáveis de produção tem como ponto fundamental a questão da eficiência energética. A eficiência energética de um sistema agrícola é maior quanto menor a quantidade de energia aplicada na obtenção de uma mesma quantidade de determinado produto final.

A compreensão dos fluxos de energia de um agroecossistema é fundamental, visto que permite a identificação de pontos onde ocorrem desperdícios e de componentes que podem ser substituídos por outros de maior eficiência energética. Deste modo, torna-se possível a intervenção no sistema no sentido de melhorá-lo.

O estudo do papel da biodiversidade e das interações entre espécies é vital à compreensão dos agroecossistemas uma vez que processos básicos de ciclagem de nutrientes, fluxos de energia e de regulação de populações de pragas viabilizam-se através de interações interespecíficas ou sofrem interferência direta destas. A agroecologia procura evidenciar a necessidade de compreensão de todos os processos que ocorrem na natureza para que tais conhecimentos possam ser úteis à concepção e manejo dos agroecossistemas.

Entre as tentativas de estabelecer critérios de sustentabilidade para sistemas agrícolas vale destacar a de Gliessman, para quem são considerados sustentáveis os agroecossistemas capazes de atender de maneira integrada aos seguintes itens:

- a) baixa dependência de inputs comerciais;*
- b) uso de recursos renováveis localmente acessíveis;*
- c) utilização dos impactos benéficos ou benignos do meio ambiente local;*
- d) aceitação e/ou tolerância das condições locais, antes que a dependência da intensa alteração ou tentativa de controle sobre o meio ambiente;*
- e) manutenção a longo prazo da capacidade produtiva;*
- f) preservação da diversidade biológica e cultural;*
- g) utilização do conhecimento e da cultura da população local;*
- h) produção de mercadorias para o consumo interno e para a exportação"*

(GLIESSMAN, S. R. 1990)

Gliessman defende a idéia de que a sustentabilidade de um sistema agrícola é um teste de tempo onde o que deve ser considerada é a capacidade do agroecossistema manter seus níveis de produção sem agredir o meio ambiente

A partir do proposto por Gliessmann, Altieri (2002) define como agroecossistema sustentável aquele capaz de manter um rendimento constante ao longo do tempo, mesmo quando submetido a perturbações externas. O autor acrescenta que, para que isso seja possível, o agroecossistema deve se aproximar o máximo de um ecossistema natural sem perder a capacidade de produzir de modo economicamente eficiente.

A construção de agroecossistemas sustentáveis exige a manutenção de um equilíbrio dinâmico a fim de constituir uma base ecológica capaz de garantir a sustentabilidade. Este equilíbrio é característico dos ecossistemas naturais e o desafio consiste em incorporar aos sistemas agrícolas características presentes nos sistemas naturais como: resiliência, estabilidade e produtividade.

A tabela seguinte compara agroecossistemas com ecossistemas naturais a partir de critérios ecológicos. O objetivo é mostrar que quanto mais próximo de um ecossistema natural se encontra o agroecossistema maiores são as possibilidades de a produção agrícola ser sustentável.

Tabela 1. Propriedades de ecossistemas naturais, agroecossistemas ecologicamente sustentáveis e agroecossistemas convencionais.

Propriedades	Ecossistemas naturais	Agroecossistemas sustentáveis	Agroecossistemas convencionais
<i>Produtividade</i>	<i>Média</i>	<i>média/alta</i>	<i>baixa/média</i>
<i>Diversidade</i>	<i>Alta</i>	<i>Média</i>	<i>baixa</i>
<i>Resiliência</i>	<i>Alta</i>	<i>Média</i>	<i>baixa</i>
<i>Flexibilidade</i>	<i>Alta</i>	<i>Média</i>	<i>baixa</i>
<i>Autonomia</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>	<i>baixa</i>
<i>Perturbações antrópicas aos processos ecológicos</i>	<i>Baixo</i>	<i>Médio</i>	<i>alto</i>
<i>Dependência de insumos humanos externos</i>	<i>Baixa</i>	<i>Média</i>	<i>alta</i>

Fonte: (ROCHA. pag 57, 2006)

3.4 - Transição Agroecológica:

Um dos principais objetivos da agroecologia está em proporcionar as bases científicas necessárias para a criação de estratégias de desenvolvimento rural que garantam a transição dos atuais métodos convencionais para modelos de agricultura e de desenvolvimento rural sustentáveis.

O conceito de transição agroecológica é central dentro do enfoque proposto. A pesquisa agroecológica é feita visando constituir um corpo teórico e metodológico capaz de auxiliar na transformação dos sistemas agrícolas em modelos mais sustentáveis. O objetivo final é a aplicação prática.

Como destaca Caporal: *“mais do que uma disciplina específica, a Agroecologia se constitui num campo de conhecimento que reúne várias “reflexões teóricas e avanços científicos, oriundos de distintas disciplinas” que têm contribuído para conformar o seu atual corpus teórico e metodológico. Por outro lado, o enfoque agroecológico pode ser definido como “a aplicação dos princípios e conceitos da Ecologia no manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis”, num horizonte temporal, partindo do conhecimento local que, integrando ao conhecimento científico, dará lugar à construção e expansão de novos saberes socioambientais, alimentando assim, permanentemente, o processo de transição agroecológica”.* (CAPORAL, F. R. 2002)

A idéia de transição agroecológica deve ser compreendida como um processo gradual, sem um final específico, onde o objetivo é uma crescente incorporação de princípios ecológicos e de tecnologias menos agressivas ao meio ambiente nos sistemas produtivos.

A pesquisa agroecológica é importante no sentido de orientar os processos de transição para modelos mais sustentáveis. Entretanto, vale a pena ressaltar que a agroecologia não tenta estabelecer, por exemplo, algum tipo de teoria de desenvolvimento rural nem oferece um pacote tecnológico a ser aplicado nos processos de transição. O objetivo não é o de oferecer modelos de desenvolvimento rural e sim o paradigma científico para que estes sejam criados.

Gliessman destaca três níveis principais dentro do processo de transição agroecológica:

“O primeiro, diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso e consumo de inputs externos caros, escassos e daninhos ao meio ambiente. Esta tem sido a principal ênfase da investigação agrícola convencional, resultando disso muitas práticas e tecnologias que ajudam a reduzir os impactos negativos da agricultura convencional.

O segundo nível da transição se refere à substituição de inputs e práticas convencionais por práticas alternativas. A meta seria a substituição de insumos e práticas intensivas em capital, contaminantes e degradadoras do meio ambiente por outras mais benignas sob o ponto de vista ecológico. Neste nível, a estrutura básica do agroecossistema seria pouco alterada, podendo ocorrer, então, problemas similares aos que se verificam nos sistemas convencionais.

O terceiro e mais complexo nível da transição é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que estes funcionem com base a um novo conjunto de processos ecológicos. Nesse caso, se buscaria eliminar as causas daqueles problemas que não foram resolvidos nos dois níveis anteriores.” (GLIESSMAN, 2000)

Os níveis de transição propostos por Gliessman envolvem elementos socioeconômicos e ecológicos típicos do enfoque agroecológico que permitem a compreensão da complexidade do processo. As considerações do autor também são úteis no sentido de desfazer o equívoco comum presente na comparação entre agroecologia e um tipo de agricultura ou tecnologia agrícola.

Por fim, convém destacar que, dada a grande dependência do modelo de produção agrícola convencional em relação a recursos naturais escassos e não renováveis e os crescentes impactos ambientais causados pelo mesmo, é evidente a necessidade de buscar modelos de desenvolvimento rural e de produção agrícola que apresentem maior sustentabilidade ecológica. O ideal de sustentabilidade na agricultura tem estimulado o aparecimento de uma série de iniciativas visando incorporar princípios ecológicos ao desenvolvimento rural. Neste contexto, a pesquisa agroecológica constitui uma ferramenta importante no sentido de fornecer o paradigma científico necessário à orientação dos processos de transição agroecológica.

Considerações Finais:

O processo de modernização da agricultura considerado na primeira parte do presente trabalho leva em conta três períodos fundamentais, a primeira revolução agrícola, a segunda revolução agrícola e a revolução verde.

A Primeira Revolução agrícola iniciou-se a partir do século XVIII, no continente europeu, tendo por base um conjunto de mudanças caracterizado pela intensificação dos processos de rotação de cultura com plantas forrageiras e pela aproximação entre a agricultura e a pecuária. Tais transformações resultaram em aumentos de produtividade e contribuíram para minimizar o problema da escassez crônica de alimentos em diversas partes da Europa.

Na passagem do século XIX para o século XX, uma série de descobertas científicas e tecnológicas aplicadas à atividade agrícola permitiu o progressivo abandono das práticas homogêneas durante a Primeira Revolução Agrícola e contribuiu para a consolidação de um novo padrão produtivo baseado na crescente incorporação de insumos industriais à agricultura. Esta fase ficou conhecida como Segunda Revolução Agrícola.

Entre as inovações tecnológicas características da Segunda Revolução Agrícola, vale a pena destacar o advento dos fertilizantes químicos, os avanços no campo da genética e os motores à combustão interna. As novas tecnologias representaram um campo lucrativo para a indústria e a crescente demanda por tais insumos permitiu ao setor industrial uma inserção cada vez maior na atividade agrícola, caracterizando o apropriacionismo típico do período.

O padrão produtivo inaugurado com a Segunda Revolução Agrícola permitiu ganhos de produtividade em escalas nunca vistas anteriormente. Este modelo logo se consolidou passando posteriormente a ser chamado de “agricultura convencional”, evoluindo nas décadas seguintes, com destaque para o período após a segunda guerra mundial, até culminar na década de 70 com a Revolução Verde.

A Revolução Verde consistiu na homogeneização de práticas tecnológicas e na difusão do padrão já considerado convencional em grandes centros como a Europa e os EUA para os países subdesenvolvidos. A adoção dos “pacotes tecnológicos” da Revolução Verde foi em muitos casos apoiada por órgãos governamentais e vinha acompanhada da promessa de resolver o problema da escassez de alimentos.

Do ponto de vista produtivo, a Revolução agrícola foi um grande sucesso. Porém, a euforia das grandes safras logo daria lugar a preocupações relacionadas aos impactos cada vez mais evidentes provocados por este padrão produtivo.

Paralelamente ao processo de modernização da agricultura, verifica-se o surgimento e o desenvolvimento de vertentes dissidentes do padrão produtivo convencional. Estes modelos de produção caracterizam-se pela valorização dos métodos de adubação orgânica e dos potenciais biológicos e vegetativos dos processos produtivos.

Entre as principais correntes dissidentes do padrão convencional destaca-se na Europa o surgimento, na década de 30, das agriculturas orgânica, biodinâmica e biológica e no Japão da natural. Inicialmente hostilizados e considerados retrógrados pela comunidade agrônômica, tais movimentos ganham força à medida que se tornam evidentes os impactos ambientais do modelo convencional.

A partir da década de 60, verifica-se um crescimento da conscientização ambiental por parte da opinião pública na Europa e nos EUA. Nos anos 70, as evidências dos efeitos adversos do padrão convencional, ainda mais fortes e atingindo proporções globais graças à homogeneização provocada pela Revolução Verde, contribuem para o fortalecimento de um conjunto de vertentes que passaram a ser denominadas “alternativas”.

Na década de 80, o fortalecimento do ideal de sustentabilidade desperta a reflexão a respeito das relações entre meio ambiente e desenvolvimento. A busca por um modelo de desenvolvimento capaz de garantir o crescimento econômico aliado à conservação dos recursos naturais, coloca-se aos poucos como uma necessidade reconhecida por diversos setores da sociedade.

Na agricultura, o ideal de sustentabilidade também se populariza e passa a chamar a atenção de um número cada vez maior de pesquisadores e especialistas. No sistema oficial de pesquisas norte-americano é possível verificar, em órgãos como o Departamento de Agricultura (USDA) e o Conselho Nacional de Pesquisa (NRC), o crescimento do interesse por práticas alternativas além de contribuições importantes para o debate referente à “agricultura sustentável”.

Existe uma grande dificuldade conceitual em torno da noção de agricultura sustentável. O debate acerca do tema é marcado por diversas tentativas de definições que estão longe de um consenso. Em comum pode-se destacar que quase todas expressam a necessidade de que se estabeleça um novo padrão produtivo capaz de aliar produção e conservação ambiental.

A título de considerações finais, vale destacar que diante da “fragilidade” do padrão agrícola convencional, que se manifesta tanto do ponto de vista energético quanto nos impactos ambientais, aparece com destaque a necessidade da busca por modelos de desenvolvimento rural e de agricultura que assegurem maior sustentabilidade ecológica.

A transição do padrão convencional para estilos mais sustentáveis de produção, cuja importância é consensual entre todos os envolvidos com o tema, é um dos objetivos principais da pesquisa agroecológica.

É provável que a agricultura sustentável incorpore elementos do padrão convencional e das vertentes alternativas. Entretanto, é difícil imaginar que constituirá um conjunto definido de práticas como o expresso nos “pacotes tecnológicos” da Revolução Verde, uma vez que cada agroecossistema possui características distintas que exigem soluções específicas.

O enfoque interdisciplinar característico da agroecologia pode ser importante nos processos de desenvolvimento rural. Considerando os aspectos específicos de cada sistema agrícola a partir de uma perspectiva sistêmica, é possível identificar problemas e propor soluções que levem em conta as realidades dos distintos agroecossistemas.

A agroecologia coloca-se como uma ferramenta importante no sentido de fornecer o paradigma científico capaz de auxiliar os processos de transição. A consolidação de modelos sustentáveis de agricultura exige uma série de transformações que envolvem fatores socioeconômicos além de aspectos agronômicos e ecológicos.

Por fim, cabe destacar mais uma vez que os impactos verificados durante o processo de modernização da agricultura, ainda mais claros e intensos após a homogeneização típica da Revolução Verde, evidenciam a fragilidade do padrão produtivo convencional e tornam clara a necessidade de transição para modelos de agricultura sustentável.

Diante das dificuldades que permeiam a discussão em torno do ideal de sustentabilidade, procuramos mostrar a potencialidade da agroecologia, enquanto ciência integradora de distintas disciplinas científicas, no sentido de constituir a base de um novo paradigma de desenvolvimento rural sustentável.

Bibliografia:

ALTIERI, M.A, Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002.

- Sustainability and the rural poor: a latin american perspective. In ALLEN, Patrícia (org). Food for the future. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1993.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável, Brasília- DF, 2006.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. Agroecologia: conceitos e princípios para a construção de estilos de agricultura sustentáveis, Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002.

CMMAD. Nosso Futuro Comum, Rio de Janeiro: FGV. 1991.

EHLERS, Eduardo, Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. Guaíba: Ed Agropecuária. 1999.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processo ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

- Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer-Verlag, 1990.

NRC. Toward sustainability, a plain of collaborative research on agriculture and natural resource management. Washington, D.C. 1991.

Odum, E. P. Properties of agroecosystems. In: *Agricultural Ecosystems*. Lowrance et al.eds. New York: Wiley Interscience. 1984.

USDA - United States Department of Agriculture, The basic principles of sustainable agriculture. Washington D.C. 1991.

- Relatório e recomendações sobre a agricultura orgânica, Brasília: CNPq/coord editorial, 1984, trad. Iara Maria Correa Della Senta

RATTNER, Henrique. Sustainable development – trends and perspectives, São Paulo: FEA-USP, set 1991

ROCHA, Eduardo. Agroflorestas sucessionais no assentamento Fruta D'anta/MG: Potenciais e limitações para a transição agroecológica, UNB/Brasília-DF, 2006