

A Ciência na Sustentabilidade dos Sistemas Agrícolas

Sílvio Crestana¹; José Eloir Denardin²; Ricardo Alamino Figueiredo³

¹Pesquisador e Diretor-Presidente da Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, presid@embrapa.br, Embrapa Sede, PqEB, Av. W3 Norte, CP 040315, 70770-901, Brasília-DF;

²Pesquisador, Embrapa Trigo, Rod. BR 285 - km 294, CP 451, 99001-970, Passo Fundo-RS; ³ Pesquisador e Assessor da Diretoria Executiva, Embrapa Sede, Brasília – DF.

Introdução

O debate sobre desenvolvimento sustentável tem repercussões diretas sobre como o homem viverá e produzirá de agora em diante, ou seja, trata da redefinição dos modelos de consumo, da gestão empresarial do agronegócio, industrial ou de serviços, bem como, da essencial contribuição da Ciência e da formulação e implementação de novas políticas públicas nacionais e internacionais. Isto se evidencia por ser fisicamente impossível, manter os atuais níveis de população e de riquezas sem que sejam utilizados recursos naturais não renováveis (CRESTANA, 2001), (HALL, 2000).

Ciência e Revolução Verde

A Ciência, ao gerar e transferir tecnologias (C&T), alavancou a chamada primeira Revolução Verde que, partindo dos países desenvolvidos, possibilitou uma enorme expansão da produção e da produtividade agrícola em países menos desenvolvidos, particularmente a partir da década de 1970. No Brasil, durante esta “revolução”, a ciência por meio das instituições de C&T (ex.: Embrapa, Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, universidades e institutos de pesquisa) conquistou o conhecimento em Agricultura Tropical. Por meio deste conhecimento associado a políticas públicas adequadas, ao trabalho do agricultor e do setor privado, foi possível reduzir expressivamente o período necessário para melhoramentos e adaptações genéticas, bem como o ciclo de inovações no cultivo. Isto permitiu que fosse feito aqui, em três décadas, o que a Europa fez em três milênios (CASTRO, 2006). Foram, portanto, inegáveis os ganhos para as nações que conseguiram incorporar e adaptar novas tecnologias e manejos em sua produção, possibilitando geração de riquezas e equilíbrio de suas balanças comerciais, conquista de segurança alimentar e redução do preço dos alimentos. Em suma, trouxe bem-estar para o homem do campo e da cidade. Países como o Brasil e a Índia são fortes exemplos de beneficiados a partir deste fenômeno.

No entanto, se a agricultura foi a principal forma de utilização dos recursos naturais e de ocupação do ambiente pelo homem, permitindo produzir em quantidade e qualidade, alimentos e fibras para suas populações (TAVARES et al., 2008), esta foi e continua sendo uma das mais importantes fontes de impactos ao ambiente (CHIRAS, 1995; WHITE, 1997). O

intensivo uso de insumos derivados de petróleo, questões sociais como a dificuldade de incorporação das tecnologias e do modelo de gestão pela agricultura de menor escala, êxodo rural, poluição, riscos à biodiversidade, uso exaustivo de recursos naturais (ex.: solos, água e florestas), dentre outros, acabaram por descortinar um novo momento. Neste novo cenário, o setor agrícola é, por suas características, campo propício para se integrar o propósito da sustentabilidade ecológica com crescimento econômico socialmente desejável (ROMEIRO, 1998). Esta realidade que se apresenta é denominada por alguns de “Segunda Revolução Verde”. Ignacy Sachs reforça que se desenvolva o mais brevemente possível uma “Revolução Duplamente Verde”. Considerado um "ecossocioeconomista" e defendendo a interação destas dimensões desde os anos 1970, concebe o desenvolvimento como uma combinação do crescimento econômico, com aumento igualitário do bem-estar social e preservação ambiental. Desta forma, por meio de uma “Responsabilidade ou Solidariedade Sincrônica”, cuidar-se-ia adequadamente do aspecto social da geração atual e por uma “Responsabilidade ou Solidariedade Diacrônica” trabalhar-se-ia o social das gerações futuras, traduzidas na gestão do aspecto ambiental, hoje (SACHS, 1990). O aspecto econômico, as políticas públicas e a C&T seriam então, as formas de sistematizar estes componentes.

Portanto, a percepção do limite dos recursos naturais somada às demandas crescentes por alimentos, fibras e energia, decorrentes da expansão do mercado interno e externo, pelo crescimento de países emergentes (ex.: China, Índia, Rússia, Coréia do Sul, África do Sul, entre outros) e as expectativas de aumento no consumo mundial de biocombustíveis, traz consigo, o questionamento da sustentabilidade.

Sustentabilidade e Sistemas Agrícolas: Um Modelo Complexo

É bastante comum que o conceito de sustentabilidade seja associado ao sentido do adjetivo “sustentável” ou do verbo “sustentar”. Porém, é preciso considerar o verdadeiro significado do termo como algo a ser entendido num contexto sistêmico. Este discernimento pode ser percebido pela ilustração que se segue (Figura 1).

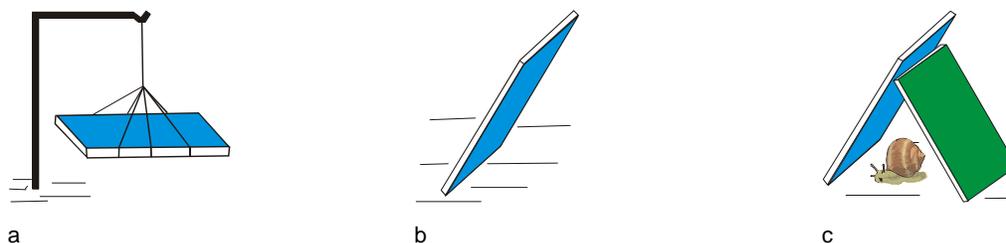


Figura 1. Relações entre componentes de um sistema e conseqüências da proposição: a) proposição sustentável e objeto sustentado; b) objeto sustentável e proposição insustentável; e c) objetos sustentáveis e proposição sustentável → emergência de sustentabilidade (D'AGOSTINI, 2004).

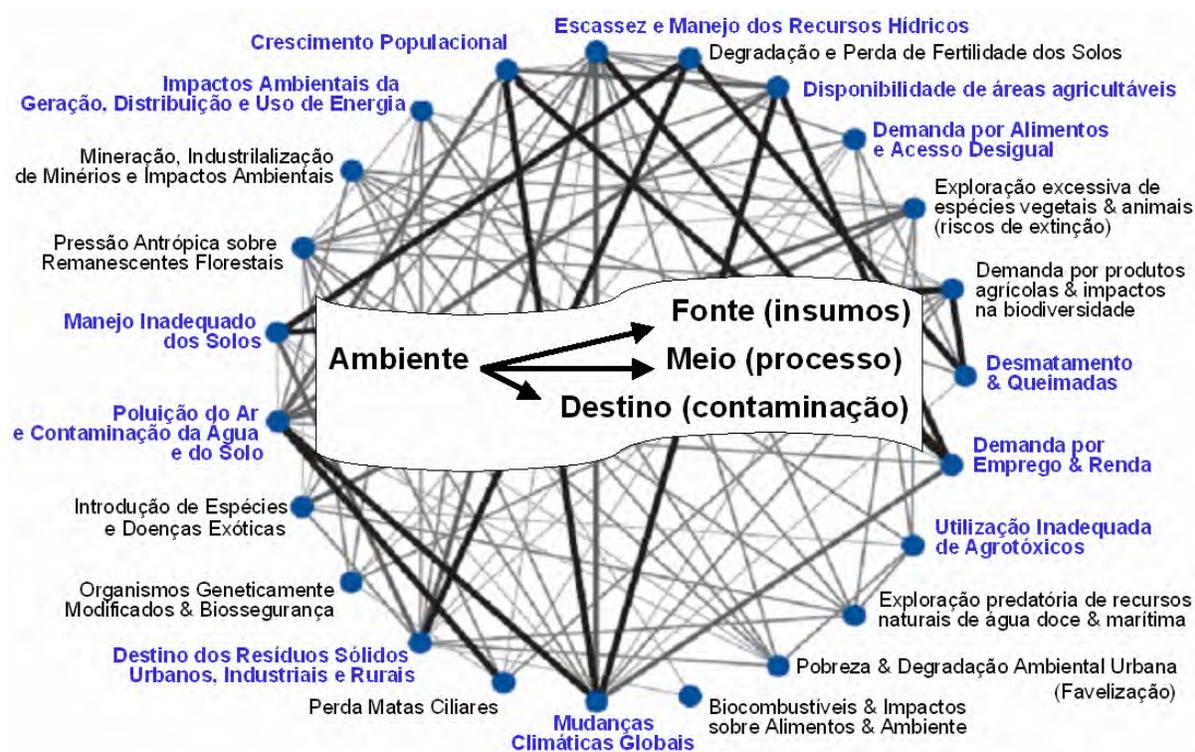
Verifica-se na representação que, alguns elementos, individualmente (Figura 1b), ou num sistema sem complexidade estrutural (Figura 1a), só podem ser sustentados, mas não se sustentam. Infere-se então que, quando se passa de sistemas apenas sustentáveis para sistemas de mínima complexidade organizacional entre seus componentes, o significado implícito no sustentável não trata apenas da possibilidade de sustentar o sistema, mas também da possibilidade de fazer emergir sustentabilidade dele (Figura 1c).

Aplicando-se esta concepção sistêmica às questões do componente solo, percebe-se que o conceito da fertilidade deste, restrito a fatores de natureza química, é insuficiente diante da complexidade das inter-relações envolvidas. Desta forma, a gestão de sistemas agrícolas, baseada apenas nas relações minerais de fertilidade do solo, não se insere no equilíbrio dinâmico do agroecossistema e de seu entorno. A estrutura do solo, por exemplo, exerce papel preponderante, já que a quantidade e a qualidade de carbono orgânico gerado, juntamente com o seqüestro de carbono orgânico e a prevenção de perdas de qualquer ordem (erosão, lixiviação, volatilização, eluviação, etc), são importantes referências para a gestão de sistemas agrícolas. Portanto, os sistemas agrícolas e os modelos de produção são peças - chave para realçar a relevância da biodiversidade na produção de carbono orgânico e na estruturação do solo. Menos visível, mas igualmente importante, é a miríade de microorganismos do solo, polinizadores e inimigos naturais de pragas e doenças que produzem papel regulatório essencial à produção agrícola (JARVIS et al., 2007). Assim, entende-se o sistema agrícola como a interação dos fatores ambiente (potencial energético), planta/animal (potencial genético) e solo (fertilidade) que resultará na produtividade agrícola. Esse relacionamento de fatores pode ser evidenciado em sistemas agrícolas extensivos, em que a qualidade e a quantidade de material orgânico gerado pelo fator genético, em interação com o ambiente e o solo, faz emergir fertilidade do solo.

Já o modelo de produção dos sistemas agrícolas, confere qualidade, quantidade e periodicidade ao aporte de carbono ao solo e, associado ao manejo aplicado aos resíduos culturais, também induz fertilidade ao solo. Isto poderá ocorrer, por exemplo, com modelos de produção que integrem espécies geneticamente melhoradas para características comportamentais e estruturais. Portanto, na busca por sustentabilidade, é fundamental a transdisciplinaridade das Ciências do Solo, da Genética, do Ambiente, da Mecânica, entre outras, estreitamente envolvidas nas complexas relações dos sistemas agrícolas.

Ampliando este raciocínio para o agronegócio, a visão isolada da otimização de sistemas agrícolas, apoiada apenas nos aspectos agronômicos, nos processos envolvidos

na produção “dentro da porteira” ou mesmo de cadeias produtivas justapostas, também não mais abarcam as necessidades atuais e futuras do homem e de seu *habitat*, a Terra. Observa-se que, a partir da interação social do homem e de sua interação com o ambiente, considerado fonte (insumos), meio (processo) e destino (contaminação) de sua produção, são geradas uma série de respostas, que podem ser interpretadas a partir de suas inter-relações, em um modelo matricial (Figura 2).



Fonte:
 Desenho da matriz adaptado de “Global Risks , World Economic Forum 2007”
 Vários tópicos: Adaptados de SALATI et al. in: “Dossiê Brasil: O país no futuro 2022, IEA-USP, 2006”

Figura 2. Matriz Ambiental-Sócio-Econômica da Agricultura.

Era do Conhecimento e Sustentabilidade

Portanto, no momento em que se vive uma onda de desenvolvimento intitulada “Era do Conhecimento”, a C&T se apresenta como um poderoso instrumento para forjar uma economia que contemple necessariamente o social e o ambiental. É, assim, fundamental que o conhecimento se transforme efetivamente em benefícios para a sociedade e para o planeta. Para fazer frente ao grande desafio da sustentabilidade, novas demandas e ferramentas ampliam a agenda de C&T, como agroenergia, biotecnologia e biossegurança, mudanças climáticas e monitoramento territorial por satélite, nanotecnologia e agricultura de precisão, modelagem de sistemas complexos, entre outras. A Embrapa junto ao SNPA e em parcerias com universidades, institutos de

pesquisa e setor privado, tem trabalhado sobre um modelo em matriz, que cubra os biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa) sob três vertentes: 1) Ordenamento, Monitoramento e Gestão do Território; 2) Manejo, Valorização e Valoração dos Recursos Naturais dos Biomas e, 3) Produção Agropecuária e Florestal Sustentável em Áreas Alteradas e de Uso Alternativo.

As monoculturas, embora mais simples de serem implementadas, tendem a manter os problemas originados pelas culturas anuais, principalmente milho, soja, trigo e algodão (JORDAN et al., 2007). Deste modo, a associação das tecnologias já existentes entre si e às novas descobertas, na forma de sistemas tecnológicos e não apenas de produtos ou processos isolados, pode trazer importantes soluções às necessidades atuais da sociedade e do ambiente. Dentre estas, destacam-se os sistemas integrados sustentáveis como: produção de biomassa com múltiplas espécies, sistema plantio direto com rotação e consorciação de culturas, uso consorciado de espécies perenes, recuperação de áreas degradadas, cultivo de florestas de espécies nativas, manejo de áreas alagadas, integração da produção de bioenergia e alimentos, controle biológico de pragas e doenças, insumos agrícolas e rotas biológicas como complemento às químicas dependentes de material fóssil (ex.: lodo de esgoto urbano e rural, resíduos da biomassa - bagaço, palha, torta, resíduos agroindustriais etc), entre outras. Tomando apenas resultados da integração lavoura-pecuária-floresta, na recuperação de áreas de pastagem degradadas no Cerrado, para cada hectare de pasto recuperado por este sistema, preserva-se 1,8 hectares de floresta nativa. Exerce ainda um papel relevante, o acompanhamento dos produtos e processos gerados pelas instituições de C&T, sejam públicas ou privadas, avaliando *ex-ante* e *ex-post*, os impactos econômicos e sócio-ambientais de suas tecnologias, conforme pode ser demonstrado por Magalhães et al. (2006), entre outros trabalhos. Para ser efetiva e eficaz na transferência destas tecnologias e na geração de inovação, a Embrapa faz parcerias estratégicas com grandes empresas e organizações público-privadas (ex.: *Bunge, Monsanto, Basf, Dow, Pioneer, Brasif, John Deere, Única, Jircas, Petrobrás, Infraero*), bem como, com médias e pequenas, inserindo-se no setor produtivo para ações de grande impacto comercial. São parcerias em biotecnologia de sementes, melhoramento genético animal e vegetal, máquinas, equipamentos e processos agrícolas, sistemas de produção sustentáveis, que são colocados no mercado nacional e quando estratégicos tornam-se objeto de negociação internacional. Para executar ações de grande impacto social, tendo como público alvo a agricultura familiar, assentados, comunidades tradicionais como indígenas e quilombolas, a Embrapa também faz parcerias institucionais com CONTAG, MST, SAF /

MDA, INCRA, Sec. Inclusão Social - MCT, MMA, Min. Integração, MDIC, ANVISA / MS, Sec. da Pesca, ANA, FUNASA, DRS - Banco do Brasil, Petrobrás, SENAR, entre outras. Pode-se assim, desenvolver diversas ações como Programa de Sementes e Mudanças, Projeto Barraginhas, Programa Balde Cheio, Fossa Asséptica, Agregação de Valor à Produção Agroindustrial Familiar, Tecnologias para Produção de Leite de Qualidade, Caprinos, Ovinos, Suínos, Aves, Piscicultura, Apicultura, Frutas, Hortaliças e Grãos. São usadas para isto diversas ferramentas, dentre elas o Programa de Rádio Prosa Rural, Dias de Campo, Dias de Campo na TV, dentre outras. Na esteira destas inovações, a proteção intelectual é trabalhada tanto com objetivos comerciais, quanto para finalidades sociais (ex.: proteção de sementes para uso na agricultura de menor escala).

Na esfera global, a busca por sustentabilidade dos sistemas agrícolas, bem como, a da espécie humana prescinde do fortalecimento dos fóruns de discussão dos modelos de desenvolvimento desejados para o planeta (ex.: Protocolo de Kyoto, Eco Rio 92, IPCC – Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas) e do consequente compromisso das nações com esta realidade (ex.: substituição gradual da matriz energética fóssil e redução da emissão de gases de efeito estufa, investimentos em P&D de mudanças climáticas, como avaliação de vulnerabilidades nos biomas, ações de mitigação dos efeitos e de adaptação, entre outras). Na esfera nacional, é imprescindível a formulação e a integração de políticas públicas à C&T para fazer frente à complexidade das demandas (ex.: investimentos na produção agrícola atrelados a um claro modelo de desenvolvimento e ao mercado, zoneamento agro-econômico-ecológico, produção de etanol e biodiesel com orientação social e ambiental, resolução das áreas de vazios institucionais e tecnológicos, parcerias público-públicas e público-privadas para C&T, rastreabilidade e certificação). Tendo em vista estas e outras complexas demandas, a Embrapa prepara seu próximo Plano Diretor (PDE 2008 – 2011) considerando os cenários da pesquisa agrícola no horizonte dos próximos 15 anos (2008 – 2023), quando ela completará 50 anos de sua criação. E, reconhecendo a importância que a pesquisa agrícola teve e terá no desenvolvimento sustentável do país, o Governo Federal, representado pelo presidente Lula, encomendou um Plano de Fortalecimento e Crescimento da Embrapa (2008 – 2010), no qual também se inclui o SNPA. O retorno social desta pesquisa pode ser comprovado no Balanço Social da Embrapa em 2006, onde se verifica que para cada Real aplicado, retornaram para a sociedade R\$ 13,20 (lucro social de R\$ 14 bilhões, 112.504 empregos gerados pelas tecnologias e 582 ações de relevante interesse social).

Considerações Finais

Na primeira Revolução Verde, a C&T aliada às políticas públicas trouxe significativo desenvolvimento, porém baseado particularmente na variável econômica (aumento de produção e produtividade com redução de custos). Já na esperada “Segunda Revolução”, a agricultura deverá produzir produtos, serviços e conhecimento sob novos desafios e oportunidades. Neste contexto, políticas públicas e C&T devem permitir que se desenvolvam e se viabilizem sistemas agroindustriais integrados e sustentáveis que contemplem as dimensões econômica, social, ambiental, de redução das desigualdades regionais e da inserção global soberana dos países menos desenvolvidos.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Sustentável, Ciência & Tecnologia, Agricultura.

Literatura Citada

CASTRO, M. C. Terceira Tentativa, Ponto de Vista, **Revista Veja**, São Paulo, v. 39, n. 20, p. 22, maio 2006.

CHIRAS, D. D. New Visions of Life Evolution of a Living Planet. In: ENVIRONMENTAL Science: action for a sustainable future. 3. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 1995.

CRESTANA, S. Harmonia e respeito entre homens e natureza: Uma questão de vida - A contribuição da agricultura.. In: CASTELLANO, E.G.; CHAUDHRY, F.H.. (Org.). **Desenvolvimento Sustentado**: Problemas e Estratégias.. São Carlos: EESC-USP, 2001. p. 169-180.

D’AGOSTINI, L. R. **Çal do saber sem sabor – Sal do sabor em saber**. Florianópolis, Ed. Do Autor, 2004. 96 p.

A GLOBAL Risk Network Report: A World Economic Forum Report in collaboration with Citigroup, Marsh & McLennan Companies (MMC), Swiss Re, Wharton School Risk Center. Geneva, January 2007. Disponível em: http://www.weforum.org/pdf/CSI/Long_Global_Risk_Report_2007.pdf , Acesso em: 20 nov. 2007

HALL, C. A. S. The mith of sustainable development. in: HALL, C. A. S. **Quantifyng sustainable development**: The Future of Tropical Economies. San Diego: Academic Press, 2000. p. 722

JARVIS, D. I.; PADOCH, C.; COOPER H. D. Biodiversity, Agriculture and Ecosystem Services. In: JARVIS, D. I.; PADOCH, C.; COOPER H. D. **Managing biodiversity in agricultural ecosystems**. New York: Columbia University Press, 2007. p.1

JORDAN, N.; BOODY, G.; BROUSSARD, W.; GLOVER, G. D.; KEENEY, D.; MCCOWN, B. H.; MCISAAC, G.; MULLER, M.; MURRAY, H.; NEAL, J.; PANSIN, C.; TURNER R. E.; WARNER K.; WYSE, D. Sustainable development of the agricultural bio-economy: a U.S. farm policy shift to joint production of commodities and ecological services will advance sustainable agriculture. **Science**, Washington, v. 316, n. 5831, p. 1570-1572, Jun 15, 2007.

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. de C. M. T.; ÁVILA, A. F. D. (Ed.). **Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa** : uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia, 2006. 243 p. (Embrapa. Secretaria de Gestão e Estratégia. Documentos, 13).

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume-FAPESP, 1998, 277 p.

SACHS, I. Recursos, emprego e financiamento do desenvolvimento: produzir sem destruir. O caso do Brasil. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 10, n. 1, Janeiro / Março 1990

SALATI, E.; SANTOS, A. A.; KLABIN, I. Temas Ambientais Relevantes, in: Dossiê Brasil: o país no futuro - 2022, IEA-USP. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 56, p.107-127, 2006

TAVARES, E. D.; SIQUEIRA, E. R.; DA SILVA, M. A. S. Agricultura e uso sustentável dos recursos naturais In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas, v.2 - Utilização sustentável dos recursos naturais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

WHITE, L. Jr. The Historical Roots of Our Ecological Crisis. In: NELISSEN, N.; STRAATEN, J.V. der; KLINKERS, L. (Ed.). **Classics in Environmental Studies: an overview of classic texts in environmental studies**. Utrecht: International Books, 1997. cap. 10, p. 143-152