

## Introdução

A agricultura brasileira experimentou uma evolução importante de produção, produtividade e eficiência. Ao longo dos últimos 50 anos, passamos de importador de alimentos para um país soberano em segurança alimentar e capaz de abastecer o mundo com cereais, fibras, proteína vegetal e animal, frutas e oleaginosas, dentre outros.

Esse processo se deu com base na geração de conhecimentos pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), a partir das contribuições de instituições públicas e do setor privado, pelo desenvolvimento de soluções tecnológicas em diferentes temas e setores, notadamente: em genética animal e vegetal; em insumos (fertilizantes, inoculantes, agrotóxicos, máquinas e equipamentos agrícolas, etc); em práticas e processos agropecuários e agroindustriais, especialmente em sistemas conservacionistas de manejo do solo e da água; em manejo integrado de pragas, irrigação, cultivo protegido, colheita e pós-colheita de alimentos; em ferramentas de suporte à tomada de decisão, como os zoneamento de risco climático (ZARC); não menos importante, pelo investimento em assistência técnica e extensão rural, igualmente públicos e privados. Houve avanços importantes no desenvolvimento de tecnologias e processos ambientalmente amigáveis em vários setores, tornando o Brasil referência mundial em sistemas conservacionistas de manejo do solo, na produção de energia a partir de fontes renováveis, na bioeconomia e na conservação dos recursos naturais, especialmente da biodiversidade.

A sociedade tem sinalizado fortemente a preocupação com algumas pautas de interesse global, a exemplo das mudanças do clima e seus impactos sobre os ecossistemas, a vida e a produção de alimentos; com a produção de alimentos saudáveis, com forte percepção de que alimento de qualidade promove saúde e qualidade de vida; e com a sustentabilidade.

Nesse contexto, os conhecimentos e as boas práticas agropecuárias sistematizados neste documento se alinham fortemente a vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), contribuindo para o alcance das metas: 2.4) “até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, por meio de políticas de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, entre outras, visando implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produção e a produtividade e, ao mesmo tempo, ajudem a proteger, recuperar e conservar os serviços ecossistêmicos, fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças do clima, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, melhorando progressivamente a qualidade da terra, do solo, da água e do ar”; e 2.5.1) “até 2020, garantir a conservação da diversidade genética de espécies nativas e domesticadas de plantas, animais e microrganismos importantes para a alimentação e agricultura, adotando estratégias de conservação *ex situ*, *in situ* e *on farm*, incluindo bancos de germoplasma, casas ou bancos comunitários de sementes e núcleos de criação e outras formas de conservação adequadamente geridos em nível local, regional e internacional”.

## Sustentabilidade: evolução conceitual e aplicações na história recente

João Carlos Costa Gomes; José Ernani Schwengber

O conceito sustentabilidade aparece na visão mundial incorporado às tradições de povos indígenas desde tempos remotos. A obediência a “um preceito de Gayanashagowa, ou a Grande Lei da Paz (Seis Nações da Confederação dos Iroquois), levava os chefes (indígenas) a avaliar o impacto das suas decisões sobre a sétima geração futura”. Na Europa, o primeiro uso conhecido de sustentabilidade ocorreu em 1712, no livro *Sylvicultura Oeconomica*, pelo silvicultor e cientista alemão Hans Carl von Carlowitz. Mais tarde, os silvicultores franceses e ingleses adotaram a prática de plantar árvores como um caminho para a “silvicultura de rendimento contínuo” (Heinberg, 2007).

Nos tempos “modernos”, a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, foi o primeiro grande evento promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU) para tratar da relação entre sociedade e natureza, inaugurando um marco na busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento econômico e redução da degradação ambiental, que acabou evoluindo para os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. Portanto, o conceito sustentabilidade traz na sua gênese moderna a preocupação econômica sobre o uso dos recursos naturais. Afinal, houve a tomada de consciência de que esses recursos são finitos. A Declaração de Estocolmo foi um marco no reconhecimento mundial sobre o direito do cidadão de manter uma qualidade ambiental que lhe permita viver com dignidade (Unep, 1972).

Na década de 1980, a ONU retomou o debate, designando a ex-primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, para chefiar a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada para estudar o assunto. Havia a percepção de que “o modelo de desenvolvimento e produção então vigente comprometeria o equilíbrio do uso do mundo natural, em escala global”.

Em 1987, foi divulgado o Relatório Brundtland, que definiu que “desenvolvimento sustentável” por aquele que satisfaz as necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades”. O Relatório de Brundtland apontou a necessidade de que o crescimento econômico deveria também promover equidade social e equilíbrio ecológico, condições para que o desenvolvimento fosse sustentável (CMMAD, 1991).

Uma consideração sobre o conceito de “sustentável” é sua origem do latim, *sustinere*, que pode significar a necessidade de apoio para garantir a manutenção ou existência de algo ou algum estado ao longo do tempo. Portanto, não se pode inferir, a partir do conceito de sustentável, de modo automático, somente as bondades que o mesmo abriga, dado que ele também apresenta em si as modalidades de permanência ou de intervenção, as quais podem ser indesejáveis. Em outras palavras, sustentável não significa, a priori, sinônimo de bom (Gomes, 2005).

A dubiedade conceitual existe em outros idiomas. Em espanhol existem *sustentable* e *sostenible*, que significa processo que pode manter-se por si mesmo, por exemplo um desenvolvimento socioeconômico autossustentado, sem ajuda externa e sem diminuição dos recursos existentes. A ambivalência do discurso da sustentabilidade também surge da polissemia do conceito *sustainability*, no idioma inglês, que integra dois significados: um aplicado à durabilidade do processo econômico, outro que implica a internalização das condições ecológicas de suporte do processo econômico. Nesse caso, a sustentabilidade ecológica se constitui numa condição da sustentabilidade do processo econômico (Gomes, 2005).

A ambiguidade conceitual permitiu que o discurso sobre a sustentabilidade fosse aplicado com foco no “crescimento econômico sustentável” por meio dos mecanismos de mercado, sem a internalização das condições da sustentabilidade econômica nem a incorporação dos diversos processos implicados na própria sustentabilidade: o ambiente, o tempo ecológico de produtividade e regeneração da natureza, os valores culturais e humanos, a qualidade de vida, entre outros.

Nesse sentido, a consideração única dos valores e medições de mercado como indicadores de sustentabilidade acabou seguindo caminho contrário à sustentabilidade, quando consideradas as dimensões socioambientais. Ou seja, a noção de sustentabilidade se divulgou e vulgarizou até formar parte do discurso oficial e do sentido comum (Gomes, 2005). Esse discurso, gerado pelo uso retórico do conceito, escondeu o sentido epistemológico da sustentabilidade (Leff, 2000).

Com o passar do tempo, diferentes abordagens foram sendo incorporadas ao discurso sobre a sustentabilidade. Por exemplo, Caporal e Costabeber (2002) propõem uma análise multidimensional para a sustentabilidade a partir dos princípios da Agroecologia. Para esses autores, a sustentabilidade é composta por várias dimensões:

- a) ecológica, que implica a “manutenção e recuperação da base de recursos naturais – sobre a qual se sustentam e estruturam a vida e a reprodução das comunidades humanas e demais seres vivos”;

- b) social, “que representa um dos pilares básicos da sustentabilidade – uma vez que a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais somente adquirem significado e relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas, em bases renováveis, também possa ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade”;
- c) econômica, já que “os resultados econômicos obtidos pelos agricultores são elementos-chave para fortalecer estratégias de Desenvolvimento Rural Sustentável – mas não se trata somente de buscar aumentos de produção e produtividade agropecuária a qualquer custo, pois eles podem ocasionar reduções de renda e dependências crescentes em relação a fatores externos, além de danos ambientais que podem resultar em perdas econômicas no curto ou médio prazos”, haja vista que “a insustentabilidade de agroecossistemas pode se expressar pela obtenção de resultados econômicos favoráveis às custas da depredação da base de recursos naturais que são fundamentais para as gerações futuras;
- d) cultural, já que nos “processos de manejo de agroecossistemas – dentro da perspectiva da Agroecologia – deve-se considerar a necessidade de que as intervenções sejam respeitadas para com a cultura local”. Os saberes, os conhecimentos e os valores locais das populações rurais precisam ser analisados, compreendidos e utilizados como ponto de partida nos processos de desenvolvimento rural que, por sua vez, devem espelhar a “identidade cultural” das pessoas que vivem e trabalham em um dado agroecossistema;
- e) política, que “tem a ver com os processos participativos e democráticos que se desenvolvem no contexto da produção agrícola e do desenvolvimento rural, assim como com as redes de organização social e de representações dos diversos segmentos da população rural. Nesse contexto, o desenvolvimento rural sustentável deve ser concebido a partir das concepções culturais e políticas próprias dos grupos sociais, considerando-se suas relações de diálogo e de integração com a sociedade maior”;
- f) ética, que “se relaciona diretamente com a solidariedade intra e entre as gerações e com novas responsabilidades dos indivíduos com respeito à preservação do meio ambiente. Todavia, como sabemos, a crise em que estamos imersos é uma crise socioambiental, até porque a história da natureza não é apenas ecológica, mas também social”.

Heinberg (2007) apresenta aquilo que chama de os cinco axiomas da sustentabilidade: 1) qualquer sociedade, que use continuamente recursos críticos de modo insustentável, entrará em colapso; 2) o crescimento populacional e/ou o crescimento das taxas de consumo dos recursos não é sustentável; 3) para ser sustentável, o uso dos recursos renováveis deve seguir uma taxa que deverá ser inferior ou igual à taxa de reposição; 4) para ser sustentável, o uso de recursos não renováveis tem que evoluir a uma taxa em declínio, e a taxa de declínio deve ser maior ou igual à taxa de esgotamento; 5) a sustentabilidade requer que as substâncias introduzidas no ambiente pela atividade humana sejam minimizadas e tornadas inofensivas para as funções da biosfera.

Não há um caminho único para promover o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade. Na busca por novos modelos de desenvolvimento, diferentes paradigmas podem ser identificados: o paradigma da bioeconomia e o paradigma da ecoeconomia, por exemplo, cada qual sustentando modelos alternativos para o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável. Ambos os paradigmas têm seus próprios argumentos para a sustentabilidade, e podem ser analisados no contexto abrangente da teoria do desenvolvimento chamada modernização ecológica (Horlings; Marsden, 2011). Para esses autores o desenvolvimento local é um processo intencional promovido pelas pessoas que vivem em um determinado território, que, a partir de seus ativos, de suas potencialidades e vocações, constroem um processo no qual vêm de dentro para fora, de baixo para cima, em busca de equidade e sustentabilidade.

A elaboração de programas e projetos com foco no desenvolvimento sustentável e na sustentabilidade, que englobe as questões social, ambiental e econômica, deve ter consequências práticas objetivas, como estar orientado a deter e reverter os processos causadores da degradação socioambiental e permitir reorientar o sistema produtivo, definido não só pela produtividade e conservação do ambiente, mas como condição

necessária para que os benefícios gerados permitam elevar o nível de vida das populações envolvidas nos processos produtivos locais (García, 1994; Gomes; Guasp, 2002).

Considerando-se as dimensões social, econômica e ambiental, o alcance da sustentabilidade necessita o mantimento da integridade dos sistemas biofísicos, a vitalidade social, por meio de satisfações sociais fundamentais e a autossuficiência econômica. A sustentabilidade significa o desenvolvimento equilibrado do ser humano com a natureza, a satisfação das necessidades básicas com qualidade de vida, igualmente a disponibilidade e utilização do meio ambiente com a preservação e/ou proteção dos recursos naturais (Carvalho; Aquino, 2017).

Segundo Altieri (1999), desde o ponto de vista do manejo de um agroecossistema, a sustentabilidade tem que considerar alguns fatores: manutenção da cobertura vegetal como medida de conservação de água e solo, pelo uso de sistemas de produção de cultivo mínimo ou culturas de cobertura; incorporação de matéria orgânica para aumentar a atividade biótica no solo; fortalecimento de mecanismos de reciclagem de nutrientes, seja por rotação de cultivos, uso de leguminosas, culturas intercaladas etc.; fortalecimento da biodiversidade e uso de inimigos naturais para o controle de pragas e doenças; aumento do controle biológico; aumento da capacidade de uso múltiplo da paisagem; e produção baseada no uso de insumos que não causem degradação ambiental. Além disso, deve incentivar cultivos adaptados ao meio local e produzir excedente líquido. Assim, “um sistema agrícola será potencialmente resiliente”.

Outro autor de referência sobre o tema indica que a produção agrícola para ser sustentável deve ser capaz de colher biomassa de forma permanente em um sistema sem comprometer sua capacidade de renovação (Gliessman, 2005), sendo que somente no futuro poderá haver comprovação da sustentabilidade (Costa, 2010).

Ainda segundo Gliessman (2005), para ser sustentável, a agricultura deve: a) ter efeitos negativos mínimos no ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, água superficial ou subterrânea; b) preservar e recompor a fertilidade, prevenindo a erosão e mantendo a saúde ecológica do solo; c) usar água de maneira que permita a recarga dos depósitos aquíferos e satisfaça as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas; d) depender, principalmente, de recursos de dentro do agroecossistema, incluindo comunidades próximas, ao substituir insumos externos por ciclagem de nutrientes, melhor conservação e uma base ampliada de conhecimento ecológico; e) trabalhar para valorizar e conservar a diversidade biológica, tanto em paisagens silvestres quanto em paisagens domesticadas, garantindo igualdade de acesso a práticas, conhecimentos e tecnologias agrícolas adequadas. Isso também significa a possibilidade de controle local dos recursos naturais sem comprometer o capital social de uma comunidade em seu território (Gomes et al., 2017).

Ao serem definidas as características de um agroecossistema sustentável, uma nova problemática surge: como avaliar essa sustentabilidade, considerando-se os aspectos envolvidos (ambiental, social, econômico, cultural, etc.)? É, no entanto, clara a ideia de que a sustentabilidade só pode ser avaliada de forma retrospectiva, ou por meio de um processo de monitoramento e avaliação constantes ao longo do tempo (Rigby; Cáceres, 2001).

Para Maser e López-Ridaura (2000), os enfoques até então dados aos métodos de avaliação da sustentabilidade não permitem a integração dos resultados, restringindo-se à proposição e elaboração de indicadores, índices e metodologias de intervenção e coleta dos dados. Para Gliessman (2005), indicadores servem para medir condições específicas e pontuais do agroecossistema, estabelecendo uma fotografia desse. O grande desafio está na seleção de indicadores que forneçam, mediante seu monitoramento no tempo, informações sobre a evolução da sustentabilidade do agroecossistema, a partir das intervenções propostas nesse ambiente, além dos aspectos que precisam ser melhorados ou modificados (Deponti et al., 2002).

Vários autores partilham a ideia de que não há um conjunto de indicadores universais, adaptados a toda e qualquer realidade (Deponti et al., 2002; Marques et al., 2003). Assim, cada processo específico deve ter seu conjunto de indicadores, selecionados ao fim a que se destina o estudo ou monitoramento e adequados aos usuários da informação (Marzall; Almeida, 2000). Porém, algumas características básicas devem ser aten-

didadas pelos indicadores: a) facilidade na mensuração e monitoramento; b) baixo custo; c) ser de fácil compreensão; d) permitir a integração entre os atributos do sistema; e) ser sensível às mudanças e tendências; f) confiabilidade; g) permitir a participação dos envolvidos (Masera et al., 1999; Deponti et al., 2002; Marques et al., 2003).

Nesse contexto, surgiram ferramentas que propõem a integração de informações sobre sustentabilidade, como a *Framework for Evaluation of Sustainable Land Management* (FESLM) (Smyth et al, 1993), a *Pressure-State-Response* (PSR) (OECD, 1993); o método *Reflective and Participative Mapping of Sustainability* (IUCN–IDRC, 1995) e o *Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (Mesmis) (Masera et al., 1999).

A metodologia Mesmis, intitulada em português “Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade”, por estar inserida no contexto de agricultura sustentável e por permitir a avaliação da sustentabilidade no tempo (avaliação longitudinal) e de forma comparativa entre sistemas de manejo (avaliação transversal), tem sido amplamente utilizada.

Além disso, para Matos Filho (2004) o método Mesmis se baseia nas seguintes premissas básicas para a sustentabilidade: 1) a sustentabilidade para agroecossistemas considera os atributos de: (a) produtividade; (b) resiliência, confiabilidade e estabilidade; (c) adaptabilidade; (d) equidade; (e) autogestão; 2) a avaliação de sustentabilidade é válida, apenas, para situações definidas em um determinado espaço geográfico, sistema de manejo, contexto social e político, escala espacial (parcela, unidade de produção, comunidade, bacia hidrográfica), e em uma escala temporal; 3) a avaliação é uma atividade participativa, com perspectiva e trabalho multidisciplinar.

Essas características do método Mesmis o tornam um grande aliado nos estudos sobre os processos de avaliação da sustentabilidade, despontando como uma ferramenta para a reflexão crítica quanto aos processos de intervenção nos agroecossistemas.

## Manejo conservacionista e qualidade do solo

**Clenio Nailto Pillon; Mariana Rockenbach de Ávila**

O manejo do solo representa a combinação de todas as operações de preparo do solo, práticas culturais, calagem, adubação e outros tratamentos conduzidos ou aplicados ao solo, visando à produção das culturas (Souza et al., 2019).

O solo é um sistema vivo, complexo e, termodinamicamente aberto, com fluxos de energia e matéria entre os compartimentos solo e água, atmosfera, flora e fauna. A energia solar e, especialmente, o processo de fotossíntese, alimentam a maioria dos processos determinantes para a funcionalidade de um agroecossistema.

O solo é um recurso natural constituído de materiais minerais e orgânicos, resultantes da interação dos fatores de formação (clima, organismos vivos, material de origem e relevo) ao longo do tempo. Desempenha funções básicas, como: sustentar o crescimento das plantas e dos animais, armazenar e reter água, utilizar resíduos e suportar as obras da engenharia humana, em adição a outros serviços ecossistêmicos importantes. Porém, se manejado inadequadamente, contribuirá para a degradação do ecossistema (Streck et al., 2008; Meurer, 2010).

O sistema solo é constituído pela fase líquida, representada pela água armazenada num determinado momento; pela fase gasosa, da qual fazem parte oxigênio, gás carbônico, metano e outros; pela fase mineral, constituída por minerais e/ou rochas em diferentes estágios de alteração e com diferentes granulometrias (tamanhos de partícula); por uma fração orgânica, representada pela matéria orgânica (MO); pelos integrantes da fauna do solo, que são organismos vivos como ácaros, colêmbolos, térmitas, minhocas, etc. Nesse contexto, sistemas de complexas reações químicas, físicas e biológicas interagem entre si.