



Capítulo 1

Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios

Luiz Carlos Balbino

Armando Neivo Kichel (in memoriam)

Davi José Bungenstab

Roberto Giolo de Almeida

A integração lavoura-pecuária-floresta como sistema: conceitos básicos

Agricultura sustentável, intensificação sustentável com preservação ambiental e inovação estão cada vez mais nas pautas de discussões para a maximização da produção agrícola de elevada qualidade que ao mesmo tempo poupa recursos do sistema. Assim, enfrentamos desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais.

Por outro lado, o aumento inevitável dos custos de produção e um mercado mais competitivo, têm exigido aumento na produtividade da atividade agropecuária, com qualidade e rentabilidade, sempre sem comprometer o meio ambiente.

Cada vez mais esses desafios têm alavancado mudanças no setor e o desenvolvimento agrícola sustentável depende da formulação de uma estratégia que considere além das técnicas agrônômicas, também os seguintes aspectos:

- Conservação, melhoria e comprovação da qualidade do solo e da água;
- Conservação da biodiversidade e de serviços ambientais;
- Redução da poluição/contaminação do ambiente e do homem;
- Manejo integrado de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas;
- Sistemas tradicionais de manejo dos recursos revisitados, com inclusão de ferramentas de tecnologia da informação e internet das coisas;
- Redução da pressão antrópica na ocupação e uso de ecossistemas e ambientes frágeis;
- Adequação às novas exigências do mercado.

Para atingir tais objetivos, uma alternativa que tem se destacado é o uso de sistemas de integração que incorporam atividades de produção agrícola, pecuária e florestal, em dimensão espacial e/ou temporal, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema para a sustentabilidade da unidade de produção, contemplando sua adequação ambiental e a valorização do capital natural (Balbino et al., 2011a).

Esses sistemas, com enfoque no agronegócio, são denominados sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e tem como grande objetivo a mudança do sistema de uso da terra, especialmente em locais ou situações onde monocultivos estão perdendo desempenho, sobremaneira nas áreas de pastagens degradadas. A ILPF fundamenta-se na associação e sinergismo dos componentes do sistema produtivo, para atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade. A ILPF é uma estratégia promissora capaz de conciliar ecoeficiência com desenvolvimento socioeconômico, porém, para seu sucesso, necessita esforços dos setores público e privado além do terceiro setor.

A ILPF é uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica. (Balbino et al., 2011a)

A ILPF integra sistemas produtivos diversificados, de origem vegetal e animal, realizados para otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos.

A sistêmica dessa estratégia congrega, também, outros atributos desejáveis ao agroecossistema no que diz respeito à sua adequação ambiental, como a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL), reconhecendo os benefícios dos serviços ambientais por elas prestados aos sistemas de produção, que vão além do simples cumprimento de leis e normas.

Atualmente, os sistemas de integração estão se expandindo, especialmente para produção de grãos, fibra, energia, florestas e bovinos de corte e leite, além de ovinos e caprinos, dependendo da região. A utilização desses sistemas, nas situações em que é exequível a sua adoção, passa a ser de grande importância para a recuperação de áreas em degradação, tanto de pastagens como de lavouras.

Os sistemas de ILPF, desde que corretamente conduzidos, são tecnicamente eficientes e ambientalmente corretos, porque partem da premissa de serem implantados em áreas com condições edafoclimáticas favoráveis: solo corrigido; pluviometria adequada; temperatura e luz não limitantes; e água disponível para pecuária em quantidade e qualidade adequadas. Além disso, são baseados em alguns princípios motivadores fundamentais: (i) manejo e conservação do solo e da água; (ii) manejo integrado de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas; (iii) respeito à capacidade de uso da terra, ao zoneamento climático agrícola, e ao zoneamento agroecológico (ZAE); (iv) redução da pressão para abertura de novas áreas; (v) diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4); (vi) sequestro de carbono; (vii) estímulo ao cumprimento da legislação ambiental, principalmente quanto à regularização das reservas legais (regeneração ou compensação) e das áreas de preservação permanente; (viii) dos serviços ambientais, (ix) adoção de boas práticas agropecuárias (BPA); (x) certificação da produção; e (xi) ampliação positiva do balanço energético.

Alguns dos fundamentos básicos da sua viabilidade econômica, são: (i) otimização dos recursos de produção imobilizados na propriedade rural, como terra e maquinários; (ii) sinergia entre as atividades de produção vegetal e animal, levando, por exemplo, à utilização de resíduos agrícolas, à fixação de nitrogênio pelas leguminosas, e à reciclagem de nutrientes; (iii) diversificação de receitas, mediante a produção e a venda de grãos, carne, leite, biocombustível, fibras e madeira; (iv) redução do custo total do sistema agropecuário em decorrência, sobretudo, do melhor uso da infraestrutura de produção e da menor demanda por insumos agrícolas, com redução dos custos decorrentes da utilização dos resíduos agrícolas na alimentação animal e da oferta de pastagens de

melhor qualidade; (v) aumento da receita líquida (lucro) do sistema devido ao aumento das receitas e à redução do custo total; (vi) maior estabilidade temporal da receita líquida diante das externalidades; e (vii) dinamização de vários setores da economia, principalmente a regional.

Diversas particularidades os tornam socialmente receptivos no Brasil, entre as quais destacam-se: (i) possibilidade de o sistema ser empregado por qualquer produtor rural, independente do porte de sua propriedade (pequena, média ou grande); (ii) ampliação da inserção social pela melhor distribuição de renda e geração de empregos; (iii) aumento da renda do produtor rural; (iv) melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores rurais, pois concilia atividade produtiva e preservação do meio ambiente; (v) aumento da competitividade do agronegócio brasileiro; (vi) redução do processo migratório; e (vii) estímulo à qualificação profissional.

Segundo Balbino et al. (2011a), os sistemas de integração podem ser classificados e definidos, basicamente, em quatro grandes grupos:

- 1) **Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril:** sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados.
- 2) **Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril:** sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio. Este sistema de produção é mais direcionado para áreas com dificuldade de implantação de lavouras.
- 3) **Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola:** sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes, ocorre especialmente em pequenas propriedades ou com cultivos de culturas anuais para aproveitamento da área durante o crescimento do componente florestal.
- 4) **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril:** sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma área. O componente "lavoura" restringe-se ou não à fase inicial de implantação do componente florestal.

Na implantação desses sistemas, são identificadas quatro situações distintas: aquela em que a agricultura é introduzida nas áreas de pastagens; aquela em que a pastagem é introduzida nas áreas de lavouras de grãos e aquelas em que o componente florestal é introduzido nas áreas de pastagens ou de lavouras, seguindo-se com uso da área para pastagem.

O tempo de utilização da lavoura, da pecuária ou da floresta é muito variável e vai depender do sistema adotado, podendo-se utilizar a pecuária por períodos de três meses a cinco anos e retornar novamente com a lavoura, que por sua vez pode ser utilizada por

apenas cinco meses, chegando até cinco anos. O componente florestal (madeireiro e/ou não madeireiro) pode ser utilizado por um período curto ou longo, dependendo da espécie utilizada e sua finalidade.

Em regiões com clima e solo favoráveis à cultura de grãos, sem introdução do componente florestal, pode-se utilizar, por exemplo, a pecuária por períodos de 6 a 18 meses, na entressafra da lavoura, utilizando-se lavoura por dois a cinco anos. Os principais objetivos do uso da pastagem em sistemas predominantemente agrícolas são:

- Rotação de culturas;
- Aumento da produção de palhada para o sistema de plantio direto (SPD);
- Manutenção do solo com cobertura vegetal pelo maior tempo possível;
- Reestruturação física do solo;
- Aumento do teor de matéria orgânica do solo;
- Redução de pragas, doenças e plantas daninhas.

Nas regiões onde a infraestrutura é insipiente ou ausente, com clima desfavorável e solos marginais, de pouca tradição agrícola e com restrições para uso de lavouras de grãos, deve-se consultar o zoneamento agrícola e limitar os cultivos a culturas mais rústicas, como o sorgo. Nesses casos, a pecuária permanece por períodos mais prolongados. Nesses sistemas, as lavouras de grãos têm como objetivo principal a recuperação da qualidade química e física dos solos das pastagens degradadas ou em degradação. A produção de grãos cobre parte dos custos da formação da pastagem, devido à receita gerada pelo grão. A nova pastagem é implantada na sequência, aproveitando a correção da fertilidade do solo, resultando em maior produtividade e qualidade das forrageiras, principalmente nos períodos mais críticos do ano, que na maioria das regiões brasileiras é entre os meses de maio e outubro.

Alguns exemplos de alternativas práticas para esses sistemas são:

- Renovação da área com plantio de lavoura por um ou mais anos, seguida pela implantação da forrageira na safra ou safrinha, solteira ou em consórcio, utilizando-se as pastagens por seis meses ou permanecer por um ou mais anos e na sequência retornando com lavoura;
- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal, em região com clima e solo favoráveis para grãos. Nesse sistema, é feita correção do solo, o plantio de árvores em nível e o cultivo de grãos usualmente por dois anos enquanto o componente florestal se estabelece, sendo que depois é implantada a pastagem associada ou não à lavoura e o componente florestal permanece por vários anos, até o final do ciclo produtivo (não madeireiro) ou corte (madeireiro);

- Recuperação da pastagem com implantação do componente florestal. Em regiões tecnicamente impróprias para culturas anuais de grãos, fibra e energia, a opção de adoção mais viável é o sistema silvipastoril. Neste sistema, as árvores são plantadas na área das pastagens que foram recuperadas ou renovadas. Nos primeiros anos, a forrageira poderá ser utilizada para a produção de feno ou silagem até o estabelecimento do componente arbóreo, evitando que o mesmo seja danificado pelos animais. Dependendo do tamanho da área, pode-se utilizar cerca elétrica, permitindo que os animais utilizem a área já no primeiro ano. A partir do segundo ano da implantação da floresta, a forrageira poderá ser utilizada em pastejo, especialmente por categorias de animais jovens.

Esses modelos de sistemas de integração são definidos em função dos aspectos socioeconômicos e ambientais dos diferentes agroecossistemas como ilustrado na Figura 1 e contemplam as diferentes alternativas e soluções para os principais problemas dos sistemas de produção, especialmente, dentro da unidade de produção. Os resultados esperados traduzem a expectativa imediata do empreendedor rural e estão orientados para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Balbino et al., 2011a).

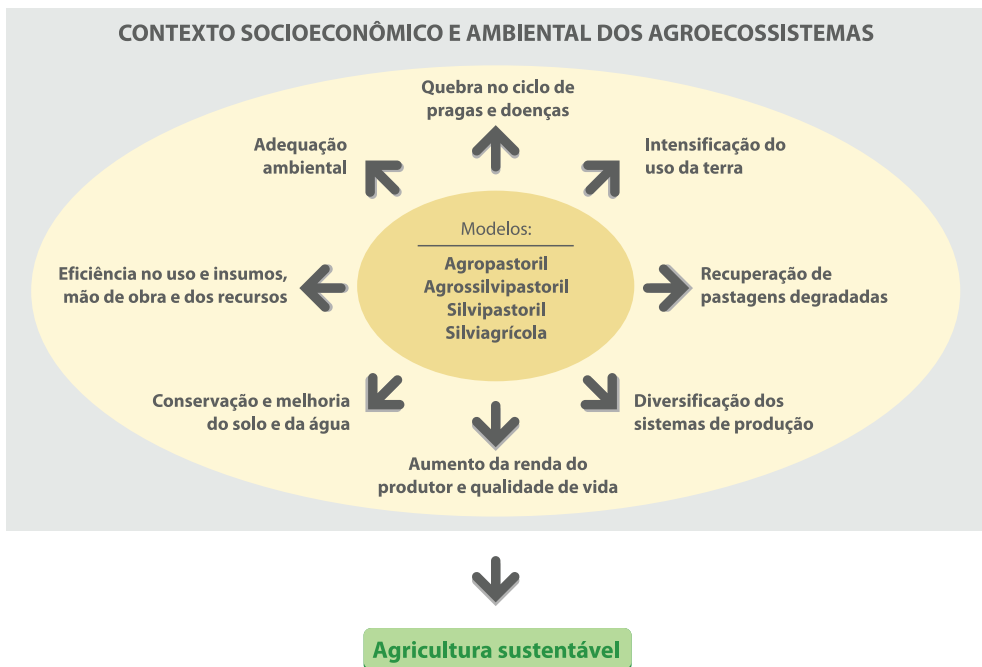


Figura 1. Objetivos imediatos e reflexos na adoção de sistemas de integração nos agroecossistemas
 Fonte: adaptado de Balbino et al. (2011a).

Com a introdução dos sistemas de ILPF, além da intensificação e maior eficiência do uso da terra, são gerados, também, outros benefícios ao ambiente, tais como: maior sequestro de carbono, aumento da matéria orgânica do solo, redução da erosão, melhoria das

condições microclimáticas e do bem-estar animal. Quanto aos benefícios econômicos gerados pela diversificação do sistema de produção, destacam-se: redução dos custos de produção, aumento de produtividade e diminuição do risco inerente à agropecuária, especialmente por variações climáticas e oscilações de mercado.

No âmbito da pesquisa e desenvolvimento para a produção sustentável de alimentos, fibras, energia e serviços ambientais, segundo Balbino et al. (2011a), os sistemas de integração têm papel preponderante e o trabalho é pautado nos eixos de atuação voltados para o desenvolvimento de sistemas agrícolas que utilizem especialmente os seguintes itens:

- Sistemas de produção economicamente viáveis, com garantia de segurança alimentar;
- Insumos alternativos, ambientalmente seguros e que reduzam contaminantes;
- Tecnologias de alta precisão, que reduzam desperdícios de insumos;
- Práticas de manejo ambiental e novos equipamentos, que melhorem a eficiência dos sistemas de produção e seu monitoramento;
- Tecnologias modernas, com novos desenhos e integração de sistemas produtivos;
- Sistemas que aumentem a diversidade biológica e o sinergismo interno;
- Tecnologias de regeneração/biorremediação, que viabilizem a recuperação de ambientes degradados/poluídos;
- Ordenamento territorial, seus instrumentos e monitoramento, que otimizem o uso dos recursos naturais;
- Fontes alternativas de energia (álcool, madeira, fibra e biodiesel);
- Sistemas de gestão e certificação ambiental, que fortaleçam a competitividade a partir de estratégias preventivas e de antecipação de problemas ambientais;
- Novos arranjos institucionais, formas de produção e de gestão como componentes da competitividade no mercado;
- Valoração dos serviços ambientais que os sistemas agropecuários e o seu entorno prestam tanto à comunidade do entorno, quando globalmente, como sequestro de carbono.

Nesse processo de desenvolvimento dos sistemas de integração, de suas tecnologias de suporte e diferentes arranjos e combinações dos componentes, já se teve a oportunidade de conhecer e avaliar diversas vantagens dos mesmos, assim como já foram detectados diversos desafios a serem enfrentados, especialmente em sua implantação.

Segundo Balbino et al. (2011c) sistemas ILPF vêm sendo adotados em todo o País, em diferentes combinações entre seus componentes. Por exemplo, na região Sul do Brasil estão sendo utilizadas aveia-branca, milho, soja e trigo em rotação com pastagens anuais de inverno (aveia-preta, azevém, ervilhaca, etc.) e de verão (milheto), ou com pastagens perenes compostas por alfafa, festuca ou pensacola consorciadas à trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão. No Bioma Pampa são testados

sistemas silvipastoris com *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*. No Bioma Mata Atlântica da Região Centro-Sul do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul utilizam-se a aveia-preta e azevém em cultivo solteiro ou consorciado com ervilhaca ou trevos, para produção de forragem após as culturas de verão, e o cultivo de culturas de inverno de duplo propósito (trigo, aveia-branca, triticale, centeio e cevada), para produzir forragem no outono-inverno. No Paraná, a grevilea (*Grevillea robusta*) e espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* representam a maior parte da ocorrência de espécies florestais identificadas neste sistema. No Bioma Cerrado e na Região Norte do Paraná pode ser utilizado o Sistema Barreirão, ou o Sistema Santa Fé, ou Sistemas Mistos. Assim, são viabilizados os consórcios de grãos com forrageiras tropicais (*Urochloa*, *Panicum*, *Andropogon* e leguminosas forrageiras), além de milheto, aveias e sorgo, para produção de forragem no período seco e plantio no final da estação chuvosa. Na região Central de Minas Gerais (Bioma Cerrado), arranjos de iLPF são geralmente formados pelos consórcios de eucalipto, pastagem de capim braquiária e milho para silagem ou grão. Já no Mato Grosso do Sul, o uso do sorgo de corte e pastejo, em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em sistemas de iLP, em sucessão à soja, antecipa o primeiro período de pastejo, sendo indicado para utilização pelos animais no final do período da seca. Por sua vez, no Bioma Amazônia são utilizadas diversas espécies forrageiras e arbóreas nativas e exóticas, com sistemas ILPF realizados nos estados do Amazonas, Acre, Amapá, Pará, Rondônia e Roraima, onde apresentam os arranjos que integram, principalmente, os seguintes componentes: i) florestal, com mogno africano (*Khaya ivorensis*), teca (*Tectonia grandis* L.), eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*); ii) agrícola, com milho e feijão-caupi; e, iii) forrageiro, com *Urochloa ruziziensis*. E na Caatinga estão sendo propostos sistemas de iLP envolvendo espécies de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill ou *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), milho, gramíneas e leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido, que contribuem com a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite. São indicados para a região, como resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana quanto para os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos. Os sistemas agrossilvipastoris para caprinos e os sistemas agropastoris para o Agreste e o Sertão vêm sendo difundidos como alternativas sustentáveis para o Semiárido. A introdução de animais em lavouras comerciais de espécies arbóreas permanentes, favorecendo a manutenção dessas áreas por meio do controle da vegetação herbácea e da adição de esterco, vem sendo adotada por produtores de áreas irrigadas (exemplos: culturas de manga, goiaba, acerola e pinha) e dependentes de chuva na região Semiárida (caju, olicuri e algaroba).

Os principais benefícios e desafios, citados por Balbino et al. (2011b) estão listados neste trabalho, sem, todavia, estarem agrupados em ordem crescente ou decrescente de importância ou por componente do sistema.

As principais contribuições dos sistemas de integração

Benefícios e contribuições tecnológicas

Os principais benefícios tecnológicos que podem ser obtidos com a adoção de sistemas de iLPF são enumerados por Balbino et al. (2011a): melhoria dos atributos físicos, químicos

e biológicos do solo devido ao aumento da matéria orgânica do solo; redução de perdas de produtividade na ocorrência de veranicos, quando associado a práticas de correção da fertilidade do solo e ao SPD; minimização da ocorrência de doenças e plantas daninhas; aumento do bem-estar animal em decorrência do maior conforto térmico; maior eficiência na utilização de insumos e ampliação do balanço positivo de energia; e, possibilidade de aplicação em diversos sistemas e unidades de produção (grandes, médias e pequenas propriedades rurais).

Sendo os sistemas integrados com florestas uma evolução da ILP, é importante tentar entender como essa foi contextualizada por diferentes autores. Assim, a ILP é descrita como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que haja benefícios para ambas (Alvarenga; Noce, 2005; Kluthcouski; Yokoyama, 2003; Vilela et al., 2001). A ILP possibilita que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo entre lavoura e pastagem.

Segundo Kichel e Miranda (2001), as principais vantagens do uso da iLP são: recuperação da fertilidade do solo; facilidade na aplicação de práticas de conservação do solo e recuperação de pastagens com custos mais baixos; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; uso eficiente de fertilizantes; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão-de-obra; diversificação do sistema produtivo; e, aumento da produtividade do negócio agropecuário, tornando-o sustentável em termos econômicos e agroecológicos.

Os sistemas de ILP são alternativas para a recuperação de pastagens degradadas e para a agricultura anual, melhorando a produção de palha para o SPD, as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, assim como a utilização eficiente de equipamentos, além de aumento de emprego e renda no campo (Macedo, 2009; Mello et al., 2004).

O aumento de produtividade dos componentes lavoura e animal em sistemas de ILP é resultante da interação de vários fatores e, muitas vezes, de difícil separação. Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos deletérios (pragas e doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema. A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a iLP (Vilela et al., 2008).

As fazendas que adotam a rotação lavoura-pasto na ILP como estratégia de produção agrícola na região do Cerrado podem se beneficiar da melhor estabilidade de produção de forragem para alimentar o rebanho durante o ano todo. No período das chuvas, as pastagens são mais produtivas, em virtude da melhoria da fertilidade do solo pelas lavouras. No período da seca, além da palhada e dos subprodutos de colheita, os pastos recém-estabelecidos permanecem verdes e com qualidade e quantidade para conferir ganhos de peso positivos ao invés de perda de peso, comum neste período do ano, na maioria das fazendas do Cerrado (Vilela et al., 2011).

Observa-se que anteriormente ao conceito de sistemas integrados o foco principal era o sistema produtivo da propriedade, podemos dizer que não existia uma visão holística do agroecossistema.

Benefícios e contribuições econômicas e sociais

Destacam-se como benefícios econômicos e sociais da iLPF, segundo Balbino et al. (2011a): incremento da produção anual de alimentos a menor custo; aumento da produção anual de fibras, biocombustíveis e biomassa; aumento da competitividade das cadeias de produtos de origem animal nos mercados nacional e internacional; aumento da produtividade e da qualidade do leite e redução da sazonalidade de produção; dinamização de vários setores da economia, principalmente em nível regional; possibilidade de novos arranjos de uso da terra, com possibilidade de exploração das especialidades e habilidades dos diferentes atores tais como arrendatários e proprietários; redução de riscos em razão de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais; fixação e maior inserção social pela geração de emprego e renda no campo; aumento da oferta de alimentos de qualidade; estímulo à qualificação profissional; melhoria da qualidade de vida do produtor e da sua família; estímulo à participação da sociedade civil organizada; melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois concilia atividade produtiva e meio ambiente; maiores vantagens comparativas na inserção das questões ambientais nas discussões e negociações da Organização Mundial do Comércio (OMC); e, aumento da renda dos empreendimentos rurais.

Benefícios e contribuições ecológicas e ambientais

Como principais benefícios ecológicos e ambientais, Balbino et al. (2011a) apresentam: redução da pressão para a abertura de novas áreas; melhoria na utilização dos recursos naturais pela complementaridade e sinergia entre os componentes vegetais e animais; diminuição no uso de agroquímicos para controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas; redução dos riscos de erosão; melhoria da recarga e da qualidade da água; mitigação do efeito estufa, resultante da maior capacidade de sequestro de carbono; menor emissão de metano por quilograma de carne produzido; promoção da biodiversidade, e favorecimento de novos nichos e habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-praga e doenças; intensificação da ciclagem de nutrientes; aumento da capacidade de biorremediação do solo; reconstituição do paisagismo, possibilitando atividades de agroturismo; e, melhoria da imagem pública dos agricultores perante a sociedade, atrelada à conscientização ambiental.

Os sistemas de ILPF potencializam a melhor dinâmica hídrica, principalmente, com a inserção do componente florestal, pois, ocorre a melhoria na distribuição de vapor de água, estabilização da temperatura e da umidade relativa do ar, proteção da superfície do solo, sendo consideradas ferramentas eficientes de combate ao aquecimento global e às mudanças climáticas. Os componentes arbóreos atuam não somente como estabilizadores térmicos e formadores de nuvens interceptadoras de radiação solar, mas, com seus resíduos vegetais sobre o solo, também atuam como interceptadores e armazenadores de águas pluviais (Primavesi, 2007).

Principais contribuições dos sistemas integrados em síntese

- Possibilidade de aplicação dos sistemas para grandes, médias e pequenas propriedades rurais;
- Controle mais eficiente de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas, com a possibilidade de diminuição no uso de agrotóxicos;
- Melhoria de condições microclimáticas, pela contribuição do componente arbóreo: redução da amplitude térmica, aumento da umidade relativa do ar, diminuição da intensidade dos ventos;
- Aumento do bem-estar animal, em decorrência do maior conforto térmico;
- Possibilidade de uso de espécies e cultivares mais apropriadas para cada região;
- Possibilidade de redução da pressão para a abertura de novas áreas de vegetação natural;
- Plantas indesejadas, que normalmente ocorrem nas plantações florestais jovens, são substituídas por culturas de grãos e/ou forrageiras, tornando sua manutenção menos dispendiosa;
- Mitigação do efeito estufa pelo sequestro de carbono especialmente pelos componentes forrageiro e florestal;
- Promoção da biodiversidade, especialmente pela abundância de “efeitos de borda” ou interfaces, o que permite uma melhoria sinérgica, por favorecer novos nichos e habitats para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-pragas e doenças;
- Intensificação da ciclagem de nutrientes;
- Criação de paisagens atrativas e que possam inclusive favorecer atividades de turismo rural;
- Incremento da produção regional de grãos, carne, leite, fibra, madeira e energia;
- Aumento da competitividade das cadeias de carne nos mercados nacional e internacional, com produção de carcaças de melhor qualidade, por uma pecuária de ciclo curto, pautadas em alimentação de qualidade, controle sanitário e melhoramento genético;
- Aumento da produtividade e da qualidade do leite, inclusive na entressafra (período seco), também, em pasto, especialmente por pequenos e médios produtores;
- Dinamização de vários setores da economia regional;
- Redução de riscos operacionais e de mercado em função de melhorias nas condições de produção e da diversificação de atividades comerciais;
- Redução do processo migratório e maior inserção social pela geração de emprego e renda;
- Estímulo à qualificação profissional;
- Favorecimento à participação da sociedade civil organizada;

- Diversificação das atividades rurais, com melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano;
- Aumento da cobertura do solo pela palhada proporcionada pelos restos das lavouras e das pastagens. Essa interação atua prevenindo as perdas por erosão (solo, água, matéria orgânica e nutrientes), estimulando a biota e a recuperação física do mesmo;
- Recuperação de nutrientes lixiviados ou drenados para camadas mais profundas do solo, especialmente pelas raízes das árvores e das forrageiras, e incremento da matéria orgânica do solo pela serapilheira e raízes mortas das árvores, das lavouras e das forrageiras;
- Possibilidade de realização de parcerias sólidas que ofereçam mais benefícios para proprietários de terras e arrendatários.
- Redução dos custos de implantação das árvores pelo cultivo de pastagens e/ou culturas anuais;
- Alternativa para o plantio florestal comercial e lavoura de grãos, permitindo a introdução da atividade em terras cujo potencial agropecuário é alto. Com isso, não são deslocadas as atividades agropecuárias, ao contrário, elas são mantidas em bases sustentáveis, o que pode reduzir a pressão para abertura de novas áreas para plantios;
- Aumento da capacidade de suporte das pastagens pela melhoria da fertilidade do solo e manutenção mais frequente das mesmas;
- Estímulo à substituição da forrageira por espécie mais produtiva;
- Aceleração do crescimento, em diâmetro, das árvores devido ao maior espaçamento;
- Custeio ou redução no custo de implantação das árvores e/ou reforma de pastagens, devido ao menor número de árvores plantadas (em alguns arranjos) e pela renda oriunda dos componentes agrícola e pecuário;
- Melhoria na qualidade da madeira produzida devido à maior regularidade da espessura de anéis de crescimento, adequando-se melhor às necessidades da indústria;
- Devido aos cultivos intercalares de lavouras e consumo das pastagens pelos animais, existe a tendência de maior proteção contra fogo;
- Permite o desenvolvimento de madeira de alta qualidade, com espécies de árvores que são pouco utilizadas nos plantios florestais tradicionais, mas que possuem elevado valor, em projetos de ILPF em médio e longo prazos;
- Benefícios diretos e indiretos gerados pela preservação da biodiversidade, como na polinização das culturas;
- A diversidade de espécies e rotação de culturas ajuda no controle da erosão, no aumento da porosidade do solo e conseqüentemente da infiltração de água para recomposição dos lençóis freáticos.

Os principais desafios dos sistemas integrados de produção

Atualmente existem muitas propriedades agrícolas de diferentes tamanhos e aptidões que estão utilizando sistemas de integração, a diversidade de condições regionais do país indica a necessidade de estudos regionalizados sobre a viabilidade da combinação de diferentes espécies. Fazem-se necessários a ampliação e adequação de mecanismos de política pública para que produtores rurais consigam superar barreiras econômicas, como, por exemplo, a necessidade de investimento inicial. Da mesma forma esses mecanismos ajudarão superar barreiras operacionais, como a necessidade de conhecimento tecnológico, mais investimento em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e escolas profissionalizantes da área agrária.

Talvez o maior desafio seja dominar e gerenciar a diversidade de variáveis que atuam nesses sistemas, há que se pensar basicamente no processo de transferência de conhecimentos e tecnologias. O principal desafio seria o fortalecimento da ATER, por meio de parcerias com o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e a iniciativa privada. Isso envolve contato direto com técnicos da ATER pública e privada, por meio da implantação e do acompanhamento de unidades de referência tecnológicas (URT) junto aos produtores rurais (Balbino, et al., 2011c, 2011d).

O envolvimento em ações diretas na unidade de produção agrícola, como, por exemplo, a instalação de URTs, em que os extensionistas e grupos de produtores participam da elaboração do plano de trabalho e das ações a serem executadas, possibilitará que os conhecimentos produzidos nessa integração possam retroalimentar a pesquisa científica. Os extensionistas envolvidos serão os responsáveis pela multiplicação junto aos seus pares e aos produtores rurais.

Outro grande desafio envolve a proteção e a comercialização de conhecimentos e tecnologias gerados. Ambas deverão interagir e valer-se de ferramentas e procedimentos de negociação, comercialização, licenciamento, gestão da informação, material didático, prospecção de demandas, formalização de parcerias, captação de recursos, avaliação de impactos, entre outros.

Diversos fatores devem ser levados em conta nas ações de validação e transferência de conhecimento e tecnologia, pois podem exercer grandes influências sobre a velocidade e o nível da adoção dos sistemas integrados. Tradicionalmente, os produtores rurais herdaram a cultura dos seus antepassados, e nesta cultura está a forma de produzir. Apegam-se às atividades na qual a família dedicou-se ao longo do tempo, tornando-se uma tradição, passada de pai para filho e, muitas vezes, tendo dificuldade em adotar outros sistemas de produção, os quais não tenham pleno domínio. Essa falta de tradição em sistemas integrados também atinge técnicos, professores e pesquisadores, sendo reforçada por uma formação profissional que muitas vezes desconhece ou aborda o sistema de forma superficial. Outro fator podemos caracterizar como sendo o medo de mudança ou o receio de sair da zona de conforto, que é característica do ser humano ter aversão ao risco quando se depara com a necessidade de mudanças. Temos ainda o desconhecimento

dos sistemas integrados, em toda a cadeia produtiva, muitos produtores, extensionistas, professores e pesquisadores desconhecem as atividades e os benefícios dos sistemas de produção que envolvem o sistema. Essa falta de conhecimento tem origem principal na formação profissional que é focada em disciplinas isoladas, que, muitas vezes, desconhecem ou abordam esse sistema de forma superficial. Não menos importante é a deficiência de pessoal qualificado, que está cada vez mais presente, pois a geração de novas tecnologias e sistemas integrados exige maior agilidade na validação, na transferência de tecnologias e na qualificação da mão de obra. A deficiência tecnológica, carência na geração, validação e transferência de tecnologias adequadas a cada sistema de produção, como também a falta de zoneamento agroecológico para algumas atividades importantes nesses sistemas. A deficiência na aplicação de métodos de transferência de conhecimento e tecnologias para validação e transferência aos técnicos e produtores. Preencher essas lacunas exigirá um grande esforço dos atores envolvidos com esses sistemas. Importante fazer a prospecção de demandas, diagnosticando o sistema de produção utilizado, identificando seus pontos fracos que podem ser melhorados. A oferta de tecnologia sem o real conhecimento da demanda do setor produtivo certamente contribuirá para o insucesso do sistema proposto. A adoção de sistemas integrados não pode estar alijada regionalmente de infraestruturas adequadas e necessárias para adoção e produção sustentável. Podemos citar, como exemplo, dentre outras; deficiências em logística de armazenamento e transporte, disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos, insumos, presença de cooperativas e agroindústria e energia. Dentro da unidade produtiva, precisam ser verificados a existência de máquinas, equipamentos, comunicação e energia adequados aos sistemas propostos. Quando são propostos novos componentes aos agroecossistemas, é importante realizar um estudo de mercado, as dificuldades de comercialização de produtos agrícolas, pecuários e florestais e/ou grandes distâncias entre regiões consumidoras e de agroindústrias processadoras podem dificultar o sucesso do sistema.

Levantamentos e planejamento das necessidades de infraestrutura específica para cada tipo de atividade são primordiais para propor novos sistemas de produção. Para o produtor de grãos fazer pecuária (carne, leite, lã, etc.), é imperativo realizar investimentos em animais e instalações (cercas, bebedouros, curral, balança, moradia, tropa, etc.). Já para o pecuarista produzir grãos, fibra ou energia, deve haver investimentos em máquinas, equipamentos, instalações (barracão de máquinas e insumos, estrutura de armazenamento, oficina, etc.). E para o produtor florestal são necessários ambos os investimentos. Assim uma análise criteriosa do custo de implantação do sistema deve ser bem elaborada. Como alternativa pode-se pensar em realizar uma parceria ou arrendamento, dependendo da região; porém essa possibilidade também deve ser avaliada cuidadosamente. Caso os produtores estejam descapitalizados, sem condições próprias para realizar os investimentos necessários visando a adotar esse novo sistema, verificar se existem impedimentos para acesso ao crédito rural.

Sistemas integrados de produção tendem a ser mais complexos, pois envolvem uma série de atividades e, em geral, demandam maiores necessidades de investimentos. Por isso, visando a diminuir riscos de insucessos, requer que o produtor rural amplie seus conhecimentos técnicos e mercadológicos associados a várias atividades produtivas. Entre as atividades

contempladas pelos novos sistemas, a produção de grãos tende a apresentar maiores riscos, tais como: climáticos, insetos-pragas e doenças, armazenamento, mercado, etc.

Visando apoiar a adoção de sistemas integrados existem, por parte dos órgãos governamentais, carências importantes em termos de políticas públicas de incentivos à produção, tais como: aumento de crédito; diminuição de taxas de juros; ampliação do período de carência, garantia de preços mínimos; redução da carga fiscal sobre produtos e insumos; e seguro agrícola amplo e eficiente. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) possui Política de incentivos através de linha de financiamento agrícola, onde os sistemas integrados podem ser contemplados, intitulado Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC). O Programa ABC é uma linha de crédito aprovada mediante a Resolução BACEN nº3.896 de 17/08/10 e é tratado em um capítulo específico nesse livro.

Sistemas de produção em que os retornos econômicos esperados são obtidos em médio a longo prazo, como tende a ser o caso desses sistemas, são vistos com mais receios por parte de muitos produtores devido ao tempo para obtenção dos resultados.

Existem já iniciativas comerciais já em aplicação que são desdobramentos dos sistemas de ILPF, agregando valor à carne produzida nesses sistemas. A primeira delas foi a CARNE CARBONO NEUTRO, uma marca-conceito criada pela Embrapa e tem alto potencial de contribuição para o sucesso da sustentabilidade da pecuária de corte brasileira. Essa iniciativa será apresentada em detalhes em outro capítulo deste livro.

A Embrapa, através de seus técnicos apoiou também a formulação da Lei no. 12.805 que instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, cujo texto pode ser verificado na seção de anexos. A Lei foi sancionada no dia 29 de abril de 2013. Essa Lei estende os incentivos especiais previstos pela política agrícola (Lei 8.171/91) aos produtores que adotarem técnicas de integração entre lavoura, pecuária e silvicultura (exploração de florestas). Entre os incentivos oferecidos pela Lei estão a prioridade na obtenção de empréstimos de bancos oficiais, benefícios associados a programas de infraestrutura rural e preferência na prestação de serviços oficiais de assistência técnica e fomento.

Outro fator que deve ser levado em consideração são as barreiras fitossanitárias e tarifárias, ou sejam, restrições no transporte e no mercado para alguns produtos gerados no sistema entre diferentes estados da confederação.

Principais desafios dos sistemas integrados em síntese

- Tradicionalismo e resistência à adoção de novas tecnologias por parte dos produtores;
- Exigência de maior qualificação e dedicação por parte dos produtores, gestores, técnicos e colaboradores;
- Necessidade de maior investimento financeiro na atividade;
- Retorno apenas em médio a longo prazo, especialmente, do componente florestal;

- Disponibilidade do volume de capital financeiro suficiente para investimento ou acesso ao crédito;
- Altos investimentos em infraestrutura para implantação de cada um dos componentes dos sistemas de integração;
- Falta de infraestrutura básica regional e mercado local para os produtos. A produção depende da disponibilidade e manutenção de máquinas e equipamentos, e também de fatores externos à unidade produtiva, como energia, armazenamento e transporte;
- Longas distâncias até as regiões consumidoras e as agroindústrias. Em algumas regiões, há dificuldade de aquisição de insumos como fertilizantes, sementes, mudas, agroquímicos e animais, bem como comercialização dos produtos;
- Pouca disponibilidade de pessoal qualificado, principalmente, de técnicos de nível superior;
- A adoção de novas tecnologias exige maior agilidade na validação e na transferência daquelas mais adequadas a cada sistema de integração, bem como na qualificação da mão-de-obra;
- Pouca ênfase aos sistemas de integração nas grades curriculares de cursos de ciências agrárias;
- Política governamental de incentivos e estímulos à adoção dos sistemas de integração ainda em desenvolvimento;
- Maior complexidade agregando riscos ao sistema, especialmente devido ao componente agrícola.

Considerações finais

Apesar de alguns entraves iniciais à sua adoção, os sistemas de ILPF, por sua maior complexidade de gestão, acabam por incorporar no sistema produtivo, práticas e cuidados ambientais e sociais que são cada vez mais considerados como requisitos para agregação de valor e garantida de mercado para produtos agropecuários.

Além de certificações de qualidade realizadas por instituições públicas e privadas, a tendência é que estabelecimentos rurais que adotem sistemas de integração, sejam também, pioneiros na adoção de programas sistemáticos de melhoria no sistema produtivo.

Instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação, como a Embrapa, trabalham não apenas no desenvolvimento de tecnologias, mas também no fortalecimento de metodologias de transferência de tecnologias e de conhecimentos, técnicas e processos de produção, monitoramento e industrialização para sistemas de integração. Busca-se a formação de redes sistêmicas e contínuas, envolvendo de forma participativa a pesquisa, assistência técnica, produtores rurais e parceiros estratégicos com o objetivo de capacitar agentes multiplicadores.

A estratégia que vem sendo adotada é capacitar continuamente representantes da assistência técnica e de agentes financeiros, revendedores de insumos, produtores, administradores e

trabalhadores rurais, pela implantação de unidades de referência tecnológica (URT) e/ou unidades de demonstração (UD), além de publicações, palestras, dias de campo e visitas técnicas. São priorizadas ações participativas que envolvam produtores rurais, técnicos, estudantes, professores além das indústrias e revendedores de insumos.

Por sua vez, o empresário rural disposto a assumir uma postura empreendedora, deve também buscar sua própria qualificação e montar equipes multidisciplinares para enfrentar o desafio da implantação de um projeto sustentável de integração, contando sempre com o apoio das redes de pesquisa e transferência de tecnologia.

Referências

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco Referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011b.

BALBINO, L. C.; MARTINEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de Transferência de Tecnologia de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta 2007-2011**. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011c. 52 p.

BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual Orientador para Implantação de Unidades de Referência Tecnológica de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta URT iLPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011d. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistema de integração agricultura x pecuária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 6 p. (Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga, 53).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-141.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009. Suplemento especial. Edição dos Anais da 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 42 p. (Documentos, 72).

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração Lavoura-Pecuária. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 931-962.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.