

A INTENSIFICAÇÃO DO USO AGRÍCOLA DO SOLO: UMA TRAJETÓRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz⁷⁹

Patrick Calvano Kuchler⁸⁰

Margareth Simões⁸¹

INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil sempre desempenhou um papel de destaque na economia nacional. Dentro de uma perspectiva histórica o país testemunhou sucessivos ciclos agroeconômicos caracterizados pela expansão de diversas monoculturas, orientadas sobretudo à produção de commodities de exportação como, por exemplo o ciclo colonial da cana-de açúcar, o ciclo do café do século XIX e início do XX, o ciclo do cacau no período da República Velha (1889 – 1930), algodão durante os séculos XVIII e XIX, dentre outros (FERRAZ; SKORUPA, 2017). A produção agropecuária no país se baseava principalmente nos baixos custos de produção, na mão-de-obra barata ou escrava e na existência de mercados internacionais. Tratava-se, portanto, de um modelo essencialmente extensivo de produção agrícola com baixa produtividade e emprego de tecnologia, no qual o aumento da escala de produção se relacionava muito mais com a expansão da área de produção do que com ganhos efetivos de produtividade, esta realidade começa a se transformar, assumindo diferentes papéis na configuração paisagem rural brasileira.

⁷⁹ Doutor em Ciências Ambientais UERJ. Pesquisador Embrapa Solos.
CV: <http://lattes.cnpq.br/0247544575715086>

⁸⁰ Doutorado em Meio Ambiente (UERJ). Doutorado em Geomatique (UM1-França). Professor (UERJ). CV: <http://lattes.cnpq.br/5956337420658418>

⁸¹ Doutora em Geografia (UFRJ). Pesquisadora Embrapa Solos.
CV: <http://lattes.cnpq.br/0134693605452082>

DESENVOLVIMENTO

A partir dos anos 70, na esteira da revolução verde, a agricultura nacional começa a se modernizar, baseada em crescente tecnificação, emprego de capital e robusta pesquisa agrônômica. O setor agropecuário nacional ganha a partir de então um novo impulso, alcançando notáveis avanços em termos de produtividade e produção. O Brasil que nos anos 70 dependia da importação de alimentos básicos deu um salto sem precedentes no cenário mundial em termos de aumento da produtividade e produção nacional de grãos. Cultivando 22 milhões de hectares, aproximadamente, a produtividade média a época era muito baixa, cerca de apenas 783 quilos por hectare. Em 2010, registrou-se no país uma produtividade média de 3.173 quilos por hectare, o que representa um salto na ordem de 774% de aumento (LOPES; CONTINI, 2012). Em grande medida, as transformações da agricultura nacional se deve, além do pioneirismo dos produtores, da tecnificação e do maior emprego de capital, à notável pesquisa agropecuária que, dentre outros feitos, tem permitido a “tropicalização da agricultura” nacional (FERRAZ; SKORUPA, 2017; VIEIRA FILHO et al., 2016). Tecnologias como o plantio direto na palha, o controle biológico e do manejo integrado de pragas (MIP), a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a geração de cultivares adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas e/ou resistentes ou tolerantes a diversas pragas e doenças, dentre outras, vem dando suporte tecnológico e conferindo vantagens competitivas ao setor da agropecuária nacional (FERRAZ; SKORUPA, 2017).

Nos últimos 25 anos o país se consolidou como o maior exportador líquido - diferença entre exportações e importações - de produtos agropecuários do mundo e, segundo a Organização Mundial do Comércio (OMC) (SNA, 2020), no ranking das exportações, o Brasil ocupa, a partir de 2019, o terceiro lugar das exportações mundiais.

O modelo de desenvolvimento da agricultura no Brasil, de forma geral, ainda se baseia, em grande medida, no paradigma da intensificação horizontal, no qual extensas áreas são cultivadas continuamente com monoculturas agrícolas (FERRAZ e SKORUPA, 2017). A implementação desse modelo de capital e tecnologia, conduziu sem dúvidas o país

a desempenhar um papel significativo na produção global de alimentos e energia, contudo, induzindo direta ou indiretamente, à expansão da fronteira agrícola e às conversões de extensas áreas, promovendo desmatamento, destruição de ecossistemas locais e meios de subsistência de populações tradicionais. Processos de degradação ambiental como a perda da biodiversidade, a erosão dos solos, assoreamentos de corpos hídricos e escassez dos recursos hídricos estão intrinsecamente relacionados às mudanças de uso da terra e à exploração não sustentável dos recursos naturais (PARUELO; BURKE; LAUENROTH, 2001; WU, 2008). A expansão da agricultura nacional tem gerado passivos socioeconômicos e/ou ambientais que em muitos casos conduzem ao abandono ou subutilização de áreas em processo de degradação. Intensifica-se assim, a busca por novas áreas de produção, gerando grande pressão em áreas de fronteira agrícola, especialmente nos biomas da Amazônia e Cerrado (BARONA et al., 2010; DE MATTOS SCARAMUZZA et al., 2017).

Nas últimas décadas a agropecuária nacional sofreu profundas transformações do ponto de vista da migração espacial, partindo dos estados sulistas e ocupando novas áreas, especialmente, na região Centro-Oeste, Norte (CAMPOS, 2011) e, atualmente, se deslocando aceleradamente para o MATOPIBA⁸². Enquanto a frente pioneira vai avançando na direção norte/nordeste e expandindo a fronteira agrícola onde, após a supressão da vegetação nativa, predominam a pecuária extensiva de corte e alguns cultivos orientados aos mercados locais ou sub-regionais (feijão, arroz, milho e mandioca), as áreas de emigração deixadas para trás sofrem, de modo simplista, dois destinos distintos. Algumas áreas, já exauridas, sofrem desvalorização e são abandonadas ou, como normalmente ocorre, subutilizadas com atividades agropecuárias de baixa produtividade, notadamente, com uma pecuária de baixo rendimento conduzida sobre pastagens degradadas. Outras áreas, ao contrário, por conta da centralização de capitais se valorizam e se consolidam como áreas de agricultura e/ou pecuária comerciais,

⁸² Delimitação geográfica instituída pelo decreto Decreto presidencial nº 8.447 que criou o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba. que inclui parte estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

tecnificadas e de alto desempenho. Neste contexto, surgem polos de desenvolvimento agrícola, onde a transformação do espaço rural ocorre, tanto por conta do desenvolvimento urbano de pequenos municípios que oferecem suporte às cadeias produtivas, comércio e serviços, quanto por causa da consolidação agrária em um modelo monopolista de capital com enorme valorização da terra, como também, observa-se a estabilização da paisagem rural (MARTINS, 1997). A estabilização da paisagem rural ocorre em função do aproveitamento quase que total das áreas aptas disponíveis, em termos de solos férteis e topografia adequada.

No processo de consolidação da agricultura e estabilização da paisagem no meio rural, a consolidação e a intensificação da agricultura, portanto, constituem processos intrinsecamente relacionados, condicionados pela oportunidade e demanda crescente dos mercados, internos e externo e commodities agropecuários.

A expressão “intensificação da agricultura” pode conotar diferentes significados. Contudo, entende-se a princípio como agricultura intensiva os sistemas de produção que perseguem constantemente a maximização da produção e o aumento da produtividade, por meio da aplicação massiva de capital e do uso intensivo de energia, insumos, mecanização e tecnologia. Acresce a estes, o uso extremo de recursos naturais, notadamente, do solo e da água. Neste contexto, pode-se distinguir a intensificação da agricultura em termos técnico-tecnológicos, de capital empregado, de consumo de recursos naturais e energéticos. Entretanto, esses modelos de produção comercial de alto desempenho, que predominam nos grandes países produtores e exportadores de produtos agropecuários, têm apresentado claros sinais de insustentabilidade, em virtude da elevada demanda por energia e consumo de recursos naturais. (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011).

Considerando a crescente demanda mundial por alimentos, bioenergia e produtos florestais e a oportunidade para o incremento das exportações, em contraposição à necessidade de redução do desmatamento, manutenção dos serviços ecossistêmicos, preservação dos recursos naturais e de mitigação das emissões de GEE, a edificação de

um modelo de desenvolvimento agrário e agrícola, com sustentabilidade ambiental é fundamental.

Neste cenário, o conceito de “intensificação ecológica” ganha espaço na busca por uma agricultura mais sustentável, alicerçada por sistemas de produção que possibilitem maximizar a produção de alimentos com baixos impactos ambientais (GODFRAY et al., 2010; ROYAL SOCIETY OF LONDON, 2009). A base da “intensificação ecológica” da agricultura consiste na aplicação de práticas de manejo que visam aumentar a produção através do incremento dos serviços ecossistêmicos e da preservação dos recursos naturais que se revertem em benefícios para o próprio sistema produtivo, surgindo, portanto, como uma alternativa aos sistemas convencionais de agricultura intensiva de alto custo ambiental (KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI et al., 2017; RAMOS, 2017). A intensificação ecológica consiste na otimização da produção agropecuária, não apenas evitando a degradação dos recursos naturais e/ou o comprometimento dos serviços ambientais, mas além disso, valendo-se dos processos ecossistêmicos para aumentar a produtividade agrícola de modo mais sustentável. Deste modo, diversas práticas agroecológicas, tais como: manejo integrado de pragas (MIP), adubação orgânica ou organo-mineral, plantio direto, cobertura verde ou morta do solo, sucessão, rotação e consórcio de culturas, dentre outras, podem ser potencializadas visando à intensificação ecológica dos sistemas de produção agrícola (TITTONELL, 2014).

Há muito que o conhecimento empírico ou científico dos benefícios da agroecologia já está bem estabelecido. Diversos sistemas alternativos de produção, relativamente de baixa escala de produção, como, a agricultura orgânica; os sistemas agroflorestais (SAFs); a agricultura biodinâmica (ASSIS, 2005), dentre vários outros, já contemplam os princípios e se valem dos benefícios agroecológicos. Porém, até meados dos anos 90, não havia nenhum sistema de alto rendimento e larga escala de produção, plenamente consolidado, baseado nos pressupostos agroecológicos.

Entretanto, nas últimas 3 décadas, com a participação de alguns produtores, a pesquisa agropecuária vem aperfeiçoando sistemas integrados de produção que seguem os princípios da intensificação ecológica

e, ao mesmo tempo, são apropriados para a produção agropecuária em larga escala. São os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (serão discutidos no próximo item) que permitem a produção intensiva em todas as suas dimensões - intensificação tecnológica; a intensificação do uso dos recursos naturais (solo e água), intensificação do capital empregado, e, por fim, completando o *nexus* da sustentabilidade a intensificação ecológica. Integração lavoura-pecuária-floresta, como destaca (VILELA; JR; MARCHÃO, 2012), tem sido apontada como alternativa técnica viável que concilia a produção em larga escala com os preceitos conservacionistas e agroecológicos, aumentando o potencial de produção e a produtividade agropecuária em bases mais sustentáveis.

No contexto da intensificação sustentável da agricultura nacional, os Sistemas integrados de produção agropecuária (SIs), atualmente, surgem como advento da evolução tecnológica calcada nos preceitos da intensificação ecológica, maximizando os ganhos econômicos e ambientais. A integração da agricultura com a pecuária e/ou com as atividades silviculturais, em uma mesma área, tem demonstrado ser uma solução viável e eficiente, melhorando a produção pecuária, maior produtividade agrícola, notadamente de grãos, além da produção madeireira (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011; HERRERO et al., 2010)

Diversos sistemas ancestrais, em diferentes partes do mundo, já contemplavam à lógica, mesmo de modo empírico, da integração agropecuária através da inter-relação das atividades agrícolas e a criação de animais. Assim, colocar os animais para pastejar os restos de culturas agrícolas e manejar os dejetos animais para adubação orgânica das culturas constituíam e ainda constituem práticas comuns em muitos sistemas tradicionais de produção (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011). Mas recentemente, no entanto, surgiram os Sistemas Agroflorestais (SAFs) e os Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). SAFs são sistemas produtivos que se baseiam na sucessão ecológica de modo análogo aos ecossistemas naturais, nos quais espécies arbóreas, exóticas ou nativas, são consorciadas com culturas agrícolas, perenes ou anuais, de porte herbáceo ou arbustivo, de modo a estabelecer um agroecossistema cujo propósito é conciliar a produção com a proteção ambiental (ALMEIDA,

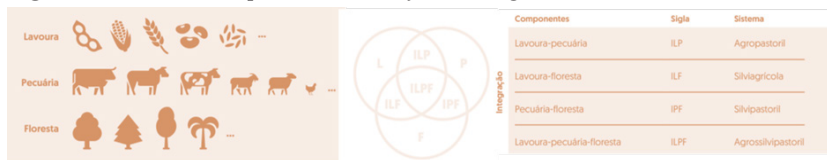
1995; COMBE; BUDOWSKI, 1979; NAIR, 1993; SIMMONDS, 1984). Em alguns casos, sobretudo nas etapas iniciais da sucessão, podem ser introduzidas forrageiras para a pastagem ou alimentação externa de animais diversos. Os SAFs são planejados visando estabelecer arranjos espaciais e temporais – consórcios e sucessão – visando maximizar a agrobiodiversidade e aproveitar as interações ecológicas benéficas entre as diferentes espécies (ALMEIDA, 1995). Com uma base de pesquisa experimental, os sistemas iLPF, diferentemente dos SAFs, vem sendo utilizados como sistemas de integração adaptados à produção agropecuária de larga escala. Valendo-se de meios modernos de produção, como mecanização, uso de insumos e material genético melhorado, os sistemas iLPF preconizam a intensificação do uso do solo de modo mais sistemático por meio de cultivos sequenciais, anuais ou plurianuais, pré-estabelecidos. Os iLPFs, em comparação com os SAFs utilizam menor diversidade de culturas, mas exigem operações de campo mais intensas e, neste sentido, se aproximam mais aos sistemas agrícolas convencionais, atingindo altos níveis de produção. Deste modo, a iLPF se torna uma alternativa realista em áreas onde a agricultura comercial de grande escala já está consolidada (GIL; SIEBOLD; BERGER, 2015). O grande diferencial dos sistemas de iLPF, portanto, consiste no seu potencial para a produção integrada de grãos, carne, leite e madeira, em larga escala, permitindo a intensificação do uso do solo de maneira mais sustentável.

Fundamentalmente, os sistemas iLPF se baseiam na diversificação e na integração das atividades agrícolas, pastoris e florestais que são conduzidas na mesma área com diversas combinações e estratégias temporais, podendo ter uma duração e frequência anual ou plurianual. Os sistemas integrados promovem a agrobiodiversidade, o sinergismo dos ciclos biológicos e a complementariedade dos componentes bióticos e abióticos dos agroecossistemas e, desta forma, permitem maior eficiência no uso dos recursos naturais e otimização dos meios de produção, manejo dos resíduos, manejo do solo, o uso de insumos, operações e tratamentos culturais (BALBINO; BARCELOS; STONE, 2011).

De acordo com BALBINO et al. (2011), do ponto de vista técnico e agrônomico, os sistemas iLPF podem ser definidos ou classi-

ficados em quatro modalidades ou sistemas distintos: **(i)** Integração Lavoura-Pecuária 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 múltiplos anos; **(ii)** Integração Pecuária-Floresta ou Silvipastoril: sistema de produção que integra o componente pecuário e florestal, em consórcio; **(iii)** Integração Lavoura-Floresta ou Silviagrícola: Sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); **(iv)** Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. Neste caso, o componente “lavoura” pode ser utilizado apenas na fase inicial, consórcio/sucessão com forrageiras para formação de pastagem (fase agropastoril), para depois se introduzir o componente florestal, podendo, migrar para um sistema restritamente silvipastoril ou continuar a sucessão de atividades agrícolas e pecuárias nas entrelinhas do plantio de espécies florestais e/ou silviculturais permanecendo como um sistema iLPF completo. A Figura 1 apresenta as diferentes modalidades de iLPF que vem sendo praticadas no Brasil.

Figura 1 Diferentes componentes e arranjos de integração, iLP, iLF, iPF e iLPF.



Fonte: adaptado de EMBRAPA, (2017)

Os diversos arranjos produtivos de integração, iLP, iLF, iPF e iLPF refletem as diferentes combinações possíveis entre os componentes: agricultura, pecuária e silvicultura e dizem respeito a estratégias de produção integrada que podem incorporar diversas tecnologias, práticas de manejo e sistemas de produção. O componente agricultura, por exemplo, pode incorporar culturais anuais, semiperenes ou perenes. No caso da produção de grãos anuais, normalmente se preconiza a adoção do Sis-

tema de Plantio Direto (SPD) que consiste na semeadura direta sobre a palhada anterior sem que haja revolvimento dos solos, dispensando assim as operações de aração e gradeamento. A componente pecuária em maioria se refere à criação de bovinos para corte ou produção leiteira, mas pode contemplar a criação de outros animais de médio e grande porte, respectivamente, como: ovinos, caprinos, equinos, bubalinos. O componente florestal, dependendo do objetivo, pode fazer uso de diversas espécies arbóreas como: eucalipto, teca, mogno africano, gliricidia, cedro doce, dentre diversas outras; visando a produção de madeira, celulose, estacas e moirões, lenha, carvão, a extração de óleos essenciais ou ainda destina-se para a produção de forragem ou para o bem-estar animal com formação de sombreamento na fase de pecuária.

Dentre as modalidades de iLPF, de acordo com pesquisa realizada pelo Kleffmann Group, para a safra 2015/2016, a integração lavoura-pecuária (iLP) tem sido a modalidade mais adotada até o momento no Brasil. Estimou-se que 83% da área de iLPF consistia, a época, em sistemas iLP, contra 9%, 7% e 1% para os sistemas iLPF, iPF e iLF, respectivamente, para um total de 11.468.124 ha ocupados com todos os sistemas integrados de produção agropecuária. Dentre os estados com maior taxa de implantação de sistemas integrados, considerando qualquer modalidade, destacou-se o estado do Mato Grosso do Sul, com aproximadamente 2 milhões de hectares, seguido do Mato Grosso com um milhão e meio de hectares. Valor este próximo ao apresentado pelo estado do Rio Grande do Sul, figurando em seguida os estados de Minas Gerais e Goiás que apresentavam na ocasião 1.046.878 e 943.934 hectares, respectivamente (EMBRAPA, 2017).

Com base no conceito apresentado pela Embrapa (2011), nota-se que, para que um sistema iLPF seja considerado efetivamente sustentável deve ser tecnicamente eficiente, economicamente viável, socialmente aceitável e ambientalmente adequado. A eficiência técnica diz respeito ao manejo adequado e à utilização de técnicas recomendadas e baseadas na pesquisa agropecuária. A utilização eficiente dos recursos financeiros, assim como, o uso adequado dos recursos naturais, a diversificação produtiva, a minimização de riscos e a maior rentabilidade garantem

a viabilidade econômica. Por socialmente aceitável, pressupõe-se que a tecnologia deva ser aplicável para todos os produtores, independentemente, do nível de infraestrutura e capital e que possa gerar empregos e garantir maior equidade e distribuição da renda no campo. Como ambientalmente adequado, a aplicação da tecnologia deve contemplar o uso judicioso dos recursos naturais, a provisão de serviços ecossistêmicos, a aptidão agrícola dos solos, as boas práticas de manejo e os preceitos conservacionistas. O conjunto dessas dimensões concorrem para aumentar a sustentabilidade e a competitividade do agronegócio brasileiro.

CONSIDERAÇÕES

Além dos benefícios diretos para os produtores rurais, a adoção dos sistemas integrados (iLPF), no contexto da intensificação sustentável, gera a melhoria da imagem do setor da agropecuária nacional, propiciando maior competitividade às cadeias de produção devido à consonância com as exigências não-tarifárias e com as agendas ambientais internacionais. Aumentando, desta forma, o poder de negociação do país no âmbito das discussões da Organização Mundial do Comércio (OMC). A fim de subsidiar o planejamento da expansão dos sistemas integrados de produção (PEREIRA; MANZATTO; SKORUPA, 2018) mapearam o território brasileiro em classes de prioridade para ações de transferência de tecnologia para a estratégia de produção agropecuária Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Sendo assim, os benefícios dos sistemas integrados de produção agropecuária, particularmente da iLPF, colocam estes sistemas no centro da discussão sobre a sustentabilidade da agricultura nacional, uma vez que, possuem real potencial para contribuir com as metas do setor agrícola para a redução dos Gases de Efeito Estufa (GEE).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, CMVC. Sistemas Agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia: Histórico, aspectos agronômicos e perspectivas de mercado. *In: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral*. Porto Velho: PANAFLORO; PNUD, 1995.

ASSIS, R. L. De. Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão. *[S. l.]*, 2005. ISSN: 1517-8498. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/628360>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BALBINO, Luiz Carlos; BARCELOS, Alexandre de Oliveira; STONE, Luiz Fernando. **Marco Referencial Lavoura-Pecuária-Floresta**. Embrapa, DF, 2011.

BARONA, Elizabeth; RAMANKUTTY, Navin; HYMAN, Glenn; COOMES, Oliver T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, *[S. l.]*, v. 5, n. 2, p. 024002, 2010. DOI: 10.1088/1748-9326/5/2/024002.

CAMPOS, Margarida Cassia. MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA, EXPANSÃO DA SOJA NO BRASIL E AS TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS NO PARANÁ. **Revista Geografar**, *[S. l.]*, v. 6, n. 1, 2011. DOI: 10.5380/geografar.v6i1.21808. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/geografar.v6i1.21808>.

COMBE, J.; BUDOWSKI, Gerardo. Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura. *[S. l.]*, 1979. Disponível em: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/786>. Acesso em: 22 fev. 2021.

DE MATTOS SCARAMUZZA, Carlos et al. Land-Use and Land-Cover mapping of the Brazilian Cerrado bases mainly on Landsat-8 Satellite Images. **Revista Brasileira de Cartografia**, *[S. l.]*, v. 69, 2017.

EMBRAPA. **ICLF in numbers**. Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073425/iclf-in-numbers>. Acesso em: 22 maio. 2019.

FERRAZ, R. P. D.; SKORUPA, L. A. Intensificação sustentável: desafios e oportunidades para a agricultura brasileira. **FERRAZ, RPD; SKORUPA, L. A. Intensificação sustentável: desafios e oportunidades para a agricultura brasileira. Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017., *[S. l.]*, v. 43, n. n.2, p. 37–42, 2017.

GIL, Juliana; SIEBOLD, Matthias; BERGER, Thomas. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, *[S. l.]*, v. 199, p. 394–406, 2015. DOI: 10.1016/j.agee.2014.10.008.

GODFRAY, H. Charles J. et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, *[S. l.]*, v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010. ISSN: 0036-8075, 1095-9203. DOI: 10.1126/science.1185383.

HERRERO, M. et al. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop–Livestock Systems. **Science**, *[S. l.]*, v. 327, n. 5967, p. 822–825, 2010. DOI: 10.1126/science.1183725.

KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, Anikó; ESPÍNDOLA, Anahí; VANBERGEN, Adam J.; SETTELE, Josef; KREMEN, Claire; DICKS, Lynn V. Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. **Ecology Letters**, *[S. l.]*, v. 20, n. 5, p. 673–689, 2017. DOI: 10.1111/ele.12762.

LEMAIRE, Gilles; FRANZLUEBBERS, Alan; CARVALHO, Paulo César de Faccio; DEDIEU, Benoît. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 190, p. 4–8, 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2013.08.009.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, [S. l.], v. 32, p. 28–34, 2012.

MARTINS, J. d S. **O tempo da Fronteira: Retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente de expansão e da frente pioneira**. In: _____. **Fronteira: A degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997.

NAIR, P. K. R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. [S. l.], Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993.

PARUELO, J. M.; BURKE, I. C.; LAUENROTH, W. K. Land-use impact on ecosystem functioning in eastern Colorado, USA. **Global Change Biology**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 631–639, 2001. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2001.00387.x.

PEREIRA, Sandro Eduardo Marschhausen; MANZATTO, Celso Vainer; SKORUPA, Ladislau Araújo. Análise multicritério para planejamento em sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. [S. l.], p. 45, 2018.

RAMOS, Davi de Lacerda. Intensificação ecológica como uma alternativa para aumentar a produção agrícola no Cerrado. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/25311>. Acesso em: 23 fev. 2021.

REIS, Júlio César Dos et al. Assessing the economic viability of integrated crop–livestock systems in Mato Grosso, Brazil. **Renewable Agriculture and Food Systems**, [S. l.], v. 35, n. 6, p. 631–642, 2019. DOI: 10.1017/s1742170519000280.

ROYAL SOCIETY OF LONDON. **Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty** | Royal Society. 2009. Disponível em: <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2009/geoengineering-climate/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

SALTON, Julio C.; MERCANTE, Fabio M.; TOMAZI, Michely; ZANATTA, Josileia A.; CONCENÇO, Germani; SILVA, Wiliam M.; RETORE, Marciana. Integrated crop–livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 190, p. 70–79, 2014. DOI: 10.1016/j.agee.2013.09.023.

SIMMONDS, N. W. Plant Research and Agroforestry. Edited by P. A. Huxley. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) (1983), pp. 617, US\$15.00 (plus postage). **Experimental Agriculture**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 346–346, 1984. ISSN: 0014-4797. DOI: 10.1017/S0014479700018081.

SNA. **Brasil amplia liderança no ranking mundial de superávits agrícolas**. Sociedade Nacional de Agricultura 2020. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/brasil-amplia-lideranca-no-ranking-mundial-de-superavits-agricolas/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

TITTONELL, Pablo. Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [S. l.], v. 8, p. 53–61, 2014. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.08.006.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro (Organizador) et al. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. [s.l.] : Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2016. Accepted: 2016-08-02T19:39:00Z. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6876>. Acesso em: 23 fev. 2021.

VILELA, Lourival; JR, Geraldo B. Martha; MARCHÃO, Leandro. INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA: ALTERNATIVA PARA INTENSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA. [S. l.], p. 8, 2012.

VILELA, Lourival; MARCHÃO, Robélio; GUIMARÃES JR, Roberto. **“Boi Safrinha” na Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano**. [s.l: s.n.].

WU, Junjie. Land use changes: Economic, social, and environmental impacts. **Choices**, [S. l.], p. 6–10, 2008.