



SUSTENTABILIDADE E ADOÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTEGRADA COM ATIVIDADES AGRÍCOLAS, PECUÁRIA BOVINA E FLORESTAIS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

SUSTAINABILITY AND ADOPTION OF PRODUCTION SYSTEMS INTEGRATED WITH AGRICULTURAL ACTIVITIES, BOVINE LIVESTOCK AND FORESTRY: A LITERATURE REVIEW

Roberto Bernardo

Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

ch.bernardo@uol.com.br

Hildo Meirelles de Souza Filho

Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

hildo@dep.ufscar.br

Marcela de Mello Brandão Vinholis

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

marcela.vinholis@embrapa.br

Marcelo José Carrer

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - IFSP

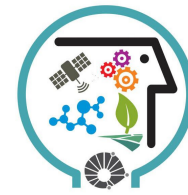
marcelocarrer@ifsp.edu.br

Grupo de Pesquisa: Pesquisa, inovação e extensão rural

Resumo. O conceito de adoção conjunta de atividades agrícolas, pecuárias e florestais é conhecido desde a Idade Média, mas ainda é uma inovação. Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta quase desapareceram com o avanço do modelo de produção agrícola baseado apenas no crescimento quantitativo, na monocultura e no uso intensivo de insumos. O interesse recente em sistemas integrados é em grande parte devido aos impactos ambientais e sociais negativos de sistemas de produção agrícola altamente especializados. Soluções relacionadas ao uso de sistemas integrados têm sido alternativas para esses problemas. O objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. Como resultado, os vários arranjos de integração, os benefícios e as barreiras ex ante e ex post do processo de adoção foram descritos. Alguns requisitos são destacados para o sucesso de tais sistemas, como a oferta de crédito rural, orientação técnica e serviços de extensão rural, bem como as habilidades de manejo do agricultor para lidar com maior complexidade.

Palavras-chave: integração lavoura-pecuária-floresta; revisão sistemática de literatura; recuperação de pastagem; sustentabilidade agropecuária; sistemas de integração.

Abstract. *The concept of joint adoption of agricultural, livestock and forestry activities has been known since the Middle Ages, but it is still an innovation. The crop-livestock-forestry integration systems almost disappeared with the advance of the agricultural production model based solely on quantitative growth, monoculture and intensive use of inputs. Recent interest in integrated systems is largely due to the negative environmental and social impacts of highly specialized agricultural production systems. Solutions related to the use of integrated systems have been alternatives to these problems. The objective of this article is to*



carry out a systematic review of the literature on crop-livestock-forestry integration systems in Brazil. As a result, the several arrangements of integration, the benefits and the barriers ex-ante and ex-post the adoption process have been described. Some requirements are highlighted for the success of such systems, such as the offer of rural credit, technical orientation and rural extension services, as well as the farmer management skills to deals with greater complexity.

Key words: *crop-livestock-forest integration; systematic literature review; pasture recovery; agricultural and livestock sustainability; integration systems.*

1. Introdução

Sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais têm sido utilizados como alternativa aos sistemas especializados de produção. Em alguns países, são utilizados os chamados “sistemas mistos” de produção, conhecidos por sua simplicidade de aplicação e caracterizados por possuírem grande apelo social. No Brasil, a maior difusão de sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta é prioridade de política pública.

Em 2010, o Ministério da Agricultura lançou o Plano Agrícola de Baixo Carbono (Plano ABC) como forma de facilitar a capacitação, melhorar a assistência técnica e fornecer linhas de crédito especiais aos agricultores que adotam práticas agrícolas com baixas emissões de carbono, incluindo a Integração Lavoura Pecuária (ILP). O Plano ABC faz parte da Política Nacional de Mudanças Climáticas do Brasil, que definiu como objetivo prioritário a redução da emissão de GEE para 38,9% - 36,1% até 2020 em relação as projeções do ano base de 2009. Entre outros objetivos, o Plano ABC visa aumentar o uso de sistemas integrados de produção em 4 milhões de hectares, evitando a emissão 18-22 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CNA 2012).

Em que pesem esses fatos, há grande heterogeneidade nos sistemas de integração e sua difusão ainda tem sido relativamente lenta. Um maior conhecimento sobre os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais torna-se importante para subsidiar a formulação de políticas públicas e as decisões de adoção por produtores rurais no Brasil.

Diante da importância da produção pecuária para a economia brasileira e da grande necessidade de recuperação de pastagens degradadas, esta pesquisa tem foco nos sistemas de produção que incluem necessariamente atividades pecuárias (bovina) em combinação com atividades agrícolas e/ou florestais

A temática sobre os efeitos negativos promovidos pelos sistemas modernos de produção, cujo objetivo principal era o de aumentar a produtividade da terra, da lavoura e da pecuária, tem sido objeto de um grande número de pesquisas. Questões relacionadas à adoção de sistemas que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais como alternativa técnica e econômica viável para solucionar esses problemas têm ocupado uma parcela menor das pesquisas, especialmente no período mais recente.

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é realizar uma revisão sistemática de literatura sobre publicações relacionados a sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais no Brasil. Espera-se que essa revisão possa proporcionar uma melhor compreensão sobre todo um campo de conhecimento já construído, permitindo que as pesquisas atuais não ignorem o que já foi produzido e possam preencher as lacunas identificadas. De modo a justificar os esforços desta pesquisa, parte-se da hipótese de que há



lacunas na construção do conhecimento relacionada aos estudos sobre esses sistemas de produção. Há também relevância ao se considerar o período de análise recente no meio rural brasileiro. Para tanto, a pesquisa se apoia na busca de conhecimentos gerados sob diferentes abordagens e que circundam o objetivo principal do trabalho. Foram objetos de análise os trabalhos científicos relacionados às seguintes abordagens: sistema de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais; recuperação de pastagens degradadas; sustentabilidade agropecuária e alternativas de aumento de produtividade da produção agrícola (por área de terra), preservando assim o meio ambiente e evitando a expansão agrícola em direção às áreas de preservação ambiental.

Este artigo está dividido em três seções além da introdução. A próxima seção apresenta a estrutura do método de pesquisa que foi utilizada, delineada e explicitada. Os resultados e suas discussões são apresentados na terceira seção. Por fim, na quarta seção são apresentadas as considerações finais.

2. Método de Pesquisa

O método de pesquisa utilizado teve como base os modelos de revisão sistemática de Bionchini et al. (2007), Levy e Ellis (2006) e Conforto, Amaral e Silva (2011). Todos esses autores utilizam a revisão sistemática como um processo composto por uma sequência de etapas e atividades.

São definidas três etapas principais como forma de alcançar os resultados esperados: entrada, processamento e saída. Na etapa de “entrada”, são consideradas as informações preliminares (que serão processadas), como artigos clássicos, artigos de referência, livros-textos que formam o conhecimento da área e que são comumente indicados por especialistas (professores, orientadores, entre outros). Na etapa de “processamento”, ocorre a transformação das informações. Por último, a “saída” refere-se às sínteses dos resultados, que poderão ser apresentados em forma de relatório ou de texto construído a partir da seleção final (LEVY; ELLIS, 2006).

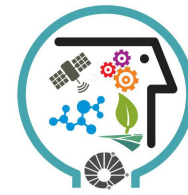
Com base no trabalho de Conforto, Amaral e Silva (2011), o roteiro para o desenvolvimento da Revisão Sistemática, com suas respectivas etapas, é evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 – Modelo para a condução da Revisão Sistemática.

A- Entrada	B- Processamento	C- Saída
A.1 – Objetivos A.2 - Fontes Primárias A.3 - <i>Strings</i> de Buscas A.4 - Critérios de inclusão A.5 - Critérios de qualificação	B.1 – Critério e processo seleção dos artigos B.2 – Critérios de busca dos artigos B.3 - Seleção final dos artigos	C.1 - Síntese e Resultados

Fonte: adaptado de Conforto, Amaral e Silva (2011).

Os subtópicos a seguir explicam como foram realizadas cada uma das etapas apresentadas no quadro 1.



2.1 Entrada

Para melhor condução e realização da revisão sistemática de literatura, foi utilizada a ferramenta “Start” (*State of the Art through Systematic Review*), que conduz de maneira formal as etapas propostas na chamada “entrada” e “processamento”, apresentadas no quadro 1. Essas etapas estão presentes no Start, em forma de protocolo (contendo objetivo, *strings* de buscas, critérios de inclusão, critérios de qualificação) e nas etapas de seleção e extração dos dados, garantindo o registro dos dados relacionados às etapas da pesquisa.

O critério utilizado para coleta e seleção dos assuntos da pesquisa, partiu primeiramente da definição das bases escolhidas para as buscas. Foram escolhidas duas bases de dados: Scopus, a *Web of Science*.

2.2 Processamento

Os critérios adotados no processo de seleção e busca de artigos de interesse, de acordo com o objetivo da pesquisa, estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios utilizados no processo de seleção e captura dos artigos de interesse.

Base de dados	Scopus	<i>Web of Science</i>
Data da coleta	15 e 16 de maio de 2017	16 e 17 de maio de 2017
Palavras-chave	<i>integration system, integrated system, livestock, beef cattle, cattle raising, crop, cultivation, tillage, forest, forestry, trees</i>	<i>integration system, integrated system, livestock, beef cattle, cattle raising, crop, cultivation, tillage, forest, forestry, trees</i>
Busca Boleana	<i>(TITLE-ABS-KEY (((“integration system*”) OR (“integrated system*”))) AND TITLE-ABS-KEY (((livestock) OR (“beef cattle”) OR (“cattle raising”) OR (crop) OR (cultivation) OR (tillage) OR (forest*) OR (trees))))</i>	<i>Tópico: (“integration system*”) OR (“integrated system*”) AND Tópico: (((livestock) OR (“beef cattle”) OR (“cattle raising”) OR (crop) OR (cultivation) OR (tillage) OR (forest*) OR (trees))).</i>
Resultado: Busca Boleana	1180 documentos	893 documentos
Filtro 1	Somente artigos	Somente artigos
Resultado: filtro 1	836 artigos	698 artigos
Filtro 2	Período de 2007 a 2017	Período de 2007 a 2017
Resultado: Filtro 2	497 artigos	440 artigos
Filtro 3	Idiomas: Inglês e Português	Idiomas: Inglês e Português
Resultado: Filtro 3	477 artigos	436 artigos
Filtro 4	Áreas: Agricultura e Ciências Biológica; Ciência Ambiental e Engenharia	Não houve esta etapa
Resultado: Filtro 4	409 artigos	436 artigos



Filtro 5	Leitura: título, palavras-chave e resumo	Leitura: título, palavras-chave e resumo
Resultado: Filtro 5	119 artigos	41 artigos

Fonte: elaborado pelo autor, utilizando processamento da ferramenta *Start*.

Após o Filtro 5, restaram 160 artigos e foi necessário realizar novamente a leitura dos resumos, títulos e palavras-chave, utilizando a ferramenta *Start*, para finalizar o critério de escolha. Destaca-se que foram excluídos sete artigos por não estarem dentro dos critérios inclusão adotados, restando 153 artigos. Da relação dos 153 artigos, foram baixados 148 artigos, sendo que cinco deles não estavam disponíveis. De posse da seleção dos 148 artigos baixados, foram lidos além do título, palavras-chave e resumo, também a introdução, conclusão e quando necessário, o artigo completo.

Somente com a realização da leitura completa dos artigos foi possível distinguir artigos que não fazem parte do foco principal da pesquisa. Portanto, 10 dos 148 artigos, tratavam de assuntos como sistemas de integração entre lavouras (milho e trigo), de pecuária de não bovinos (suínos, caprinos, entre outros), de sistemas agroalimentares ou agroflorestais.

Dos 148, foram descartados 116 artigos que não abordavam sistemas que integram atividades de lavoura-pecuária-floresta, restando, portanto, para análise, 32 artigos. Dos 32 artigos ainda foram retirados 13 que tratavam de sistemas integrados de produção em outros países, não sendo objeto desse trabalho.

No Quadro 3, são apresentados os 19 artigos selecionados após a leitura completa dos artigos.

Quadro 3. Apresentação dos artigos finais selecionados

N	TÍTULO	AUTORES	ANO	TIPOS	CONTRIBUIÇÕES
1	<i>Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil</i>	Figueiredo, E.B.; Jayasundara, S.; Oliveira Bordonal, R.; Berchielli, T.T.; Reis, R.A.; Wagner-Riddle, C.; La Scala, N., Jr.	2017	Lavoura-pecuária-floresta	Sistemas integrados como forma sustentável de produção de alimentos, fibras e energia.
2	<i>Experts' perceptions to climate changes: Agriculture-stock-raising-forest integration as sustainable alternative for the production of food, fibers and energy in agribusiness</i>	Osório, R.M.L.; Azevedo, D.B.	2014	Lavoura-pecuária-floresta	
3	<i>Land use for integrated systems: A bioenergy perspective</i>	Diaz-Chavez, R.A.	2012	Lavoura-pecuária	
4	<i>Crop and livestock integration: The state of the art and the near future</i>	Macedo, M.C.M.	2009	Lavoura-pecuária	
5	<i>Variability of physical properties of soil and rice grown under cover crops in crop-livestock integrated system</i>	Trevisan, R.G.; Freddi, O.S.; Wruck, F.J.; Tavanti, R.R.; Peres, F.S.C.	2017	Lavoura-pecuária	Uso de sistemas integrados para recuperação de pastagens, erosão e
6	<i>Forage production and soil chemical and physical attributes</i>	Bonini, C.S.B.; Lupatini, G.C.; Andrighetto, C.;	2016	Lavoura-pecuária-	



	<i>in integrated agricultural systems</i>	Mateus, G.P.; Heinrichs, R.; Aranha, A.S.; Santana, E.A.R.; Meirelles, G.C.		floresta	compactação dos solos
7	<i>Physical attributes of soil in integrated crop-livestock-forest systems</i>	Assis, P.C.R.; Stone, L.F.; Medeiros, J.C.; Madari, B.E.; De Oliveira, J.M.; Wruck, F.J.	2015	Lavoura-pecuária-floresta	
8	<i>Chemical attributes of an Oxisol under no-tillage submitted to surface liming and distinct grazing pressures in a crop-livestock integration system</i>	Flores, J.P.C.; Cassol, L.C.; Anghinoni, I.; Carvalho, P.C.F.	2009	Lavoura-pecuária	
9	<i>The dynamics of integrated systems in soil management in corn crop</i>	Silva, A.R.; Sales, A.; Carvalho, E.J.M.; Veloso, C.A.C.	2016	Lavoura-pecuária-floresta	Desempenho agropecuário dos sistemas integrados de produção
10	<i>Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system</i>	Salton, J.C.; Mercante, F.M.; Tomazi, M.; Zanatta, J.A.; Concenção, G.; Silva, W.M.; Retore, M.	2014	Lavoura-pecuária	
11	<i>Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Parana state, Brazil</i>	Franchini, J.C.; Junior, A.A.B.; Sichieri, F.R.; Debiasi, H.; Conte, O.	2014	Lavoura-pecuária-floresta	
12	<i>Performance of Andropogon gayanus and Panicum maximum cv. 'Tanzania' in the shading</i>	Oliveira, F.L.R.; Mota, V.A.; Ramos, M.S.; Santos, L.D.T.; Oliveira, N.J.F.; Geraseev, L.C.	2013	Lavoura-pecuária-floresta	
13	<i>Phytosociology of weeds in sorghum-brachiaria integration systems under different forms of pasture deployment</i>	Machado, V.D.; Tuffi Santos, L.D.; Santos Jr., A.; Mota, V.A.; Padilha, S.V.; Santos, M.V.	2011	Lavoura-pecuária	
14	<i>Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems</i>	Carvalho, P.C.F.; Anghinoni, I.; Moraes, A.; Souza, E.D.; Sulc, R.M.; Lang, C.R.; Flores, J.P.C.; Terra Lopes, M.L.; Silva, J.L.S.; Conte, O.; Lima Wesp, C.; Levien, R.; Fontaneli, R.S.; Bayer, C.	2010	Lavoura-pecuária	
15	<i>Economic and financial analysis of integrated systems for the production of dairy heifers</i>	Oliveira Junior, O.L.; Carnevalli, R.A.; Peres, A.A.C.; Reis, J.C.; Moraes, M.C.M.M.; Pedreira, B.C.	2016	Lavoura-pecuária-floresta	Análise econômica e financeira de sistemas integrados de produção
16	<i>Linear programming in the economic estimate of livestock-crop integration: Application to a Brazilian dairy farm</i>	Gameiro, A.H.; Rocco, C.D.; Caixeta Filho, J.V.	2016	Lavoura-pecuária	
17	<i>Cost of the silage production crop-livestock integrated under no-tillage system</i>	Costa, N.R.; Andreotti, M.; Bergamaschine, A.F.; Lopes, K.S.M.; Silva Lima, A.E.	2015	Lavoura-pecuária	
18	<i>Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels</i>	Gil, J. D. B.; Garrett, R.; Berger, T.	2016	Lavoura-pecuária	Adoção de sistemas integrados de produção



19	<i>Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil</i>	Gil, J.; Siebold, M.; Berger, T.	2015	Lavoura-pecuária-floresta	
----	--	----------------------------------	------	---------------------------	--

Fonte: elaborado pelos autores.

2.3 Síntese e Resultados

Mesmo sendo esses 19 artigos selecionados por meio de buscas em importantes bases de dados como Scopus e na *Web of Science*, ainda não se pode desconsiderar artigos clássicos e indicados para leitura por serem fundamentais, como artigos publicados por instituições de pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), entre outros. A análises realizadas a partir dos artigos localizados são apresentadas no próximo tópico.

3 Resultados e discussões

Os resultados e discussões apresentados estão baseados no estado do conhecimento sobre os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais, como as principais técnicas e aplicações no Brasil. Tais publicações apresentam reflexões sobre as atuais e crescentes demandas de uso dos sistemas de integração e o papel dos governos no fomento e apoio técnico para difusão dos mesmos.

Para conhecer os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais, buscou-se agrupar as principais contribuições fornecidas pelos 19 artigos selecionados durante a revisão sistemática de literatura.

A partir de leituras e estudos dos artigos selecionados representados no quadro 3, foram destacadas as contribuições dos artigos, que foram divididos em cinco tópicos de acordo com a abordagem temática de cada artigo. Apresenta-se a seguir esses agrupamentos com as perspectivas de cada artigo selecionado.

A - Sistemas integrados como forma sustentável de produção de alimentos, fibras e energia.

A obra de Figueiredo et al. (2017) aborda o uso de sistemas integrados de produção como estratégia para mitigação dos gases de efeito estufa (GEE) em pastagens degradadas e na produção bovina. Para os autores, os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais são estratégias eficientes para a recuperação de áreas degradadas em todo o mundo. Ainda na mesma obra os autores citam Barreto et al. (2013) para descrever que a maioria das terras agrícolas brasileiras é ocupada por pastagens (aproximadamente 159 milhões de hectares), e a taxa de intensificação do uso da terra criou pressão para converter terras adicionais para cultivo de lavouras, principalmente de grãos, promovendo maior desmatamento e emissões associadas aos gases de efeito estufa (GEE). Para a questão da degradação do solo e das pastagens, os autores citam Macedo (1995) que demonstra preocupação com a produção de gado por meio de sistemas extensivos, uma vez que podem levar a degradação, quando são incapazes de fornecer forragem suficiente para um ganho de peso vivo de 50 kg/ha/ano. As consequências do declínio da produtividade das pastagens também são mencionadas pelos autores ao trazerem colocações de Braz et al.



(2013), que relacionam o declínio às alterações nos estoques de carbono acima e abaixo do solo, e de Cerri et al. (2004), que caracterizam as pastagens degradadas como sendo de baixa fertilidade, compactação, erosão e acidez do solo, redução da disponibilidade de água.

Para Figueiredo et al. (2017), a conversão de pastagens degradadas em pastagens bem administradas e a introdução de sistemas integrados de produção, podem reduzir as emissões de GEE associadas em termos de kg CO₂ equivalente emitido por kg de bovinos produzidos, além de promover o aumento da produção de carne, grãos e madeira. A redução deve-se, principalmente, à melhoria da pastagem e ao aumento nos rendimentos de gado, assim como à realização do potencial técnico de sequestro de carbono no solo e de biomassa para compensar as emissões relacionadas ao rebanho.

Osório e Azevedo (2014) realizaram uma pesquisa exploratória qualitativa com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre a estratégia dos sistemas de integração para a produção sustentável de alimentos, fibras e energia. Como resultado, concluíram que há necessidade de maior divulgação de sistemas de produção, como a integração lavoura-pecuária-floresta, que promovam para o incremento da produção de alimentos, fibras e energia, e ao mesmo tempo sejam capazes conservar e preservar os recursos naturais. Ressalta-se que, integrar diferentes componentes do ILPF não é tarefa fácil para o produtor rural; pelo contrário, exige maior qualificação e conhecimentos em diferentes áreas para ser implantado e gerenciado. Também, faz-se necessário maior atenção às ações de extensão rural, como forma de propagar no campo os desenvolvimentos gerados nos centros de pesquisas. Deve-se destacar ainda que os responsáveis pelas políticas públicas devem estar atentos para o fato de que o sucesso em conduzir sistemas complexos como o ILPF depende, em grande medida, da capacitação do produtor rural e da assistência técnica.

Díaz-Chavez (2012) diz que mesmo que as técnicas de planejamento do uso da terra já tenham melhorado, ainda se faz necessária uma gestão mais eficaz. Com essa perspectiva, a autora realiza uma avaliação do uso da terra em sistemas integrados de produção. Para a autora alguns desafios ainda permanecem, um deles envolve os pequenos produtores e, trata-se de como aumentar a produtividade dos sistemas agrícolas tradicionais, adotando sistemas integrados eficazes. Sugere ainda, que uma melhor compreensão da forma de se usar e gerenciar os recursos pode melhorar o processo de tomada de decisão. Para a autora, os resultados esperados para esses sistemas, devem levar em consideração os benefícios alcançados no longo prazo. Em resumo, as possibilidades disponibilizadas pelos sistemas integrados de produção, implementados sob um novo paradigma, só será possível por meio de processos de tomada de decisão mais robusto, além de formulações de políticas multidisciplinares que atendam aos diferentes desafios local e regional.

Macedo (2009) aborda a questão da sustentabilidade e inovação tecnológica nos sistemas integrados de produção. O autor coloca a questão da sustentabilidade da produção agrícola sob dois aspectos preocupantes: excessivo uso do solo e, conseqüentemente, pastagens degradadas e sistemas que utilizam a monocultura e práticas agrícolas inadequadas. Tais aspectos têm ocasionado uma queda na produtividade e a degradação dos recursos naturais. Para corroborar com a afirmação do uso inadequado do solo em sistemas de produção em monoculturas, Macedo (2009) cita Yorinori et al. (1993) que, por meio de análises técnicas, afirmam que as monoculturas são responsáveis pelo aumento na incidência de pragas e doenças, ocasionando grandes prejuízos agrícolas. Denardin (1984) e Salton et al. (2005) também são usados por Macedo (2009) para justificar outros fatores que causam a degradação dos solos, como o uso excessivo de grades.



Macedo (2009) traz também para a discussão o fato de que a maioria da produção pecuária de bovinos de corte e de leite no Brasil ainda é realizada por sistemas de pastagens, que em geral ocupam solos marginais se comparados aos utilizados pela agricultura de grãos. Adamoli et al. (1986) é trazido por Macedo (2009) para caracterizar esse tipo de solo, que, em geral, apresentam problemas de acidez, de topografia, presença de pedras ou limitação de drenagem e, em muitos casos, baixa fertilidade natural. Portanto, os melhores solos são ocupados pelas culturas anuais de grãos, ou usado na produção de óleo, fibras, açúcar, entre outros. Assim, é de se esperar que as áreas para a exploração de gado de corte apresentem problemas de produtividade e sustentabilidade em sua produção.

Macedo (2009) introduz ainda ao debate Macedo e Zimmer (1993) que apresentam outros fatores responsáveis pela degradação das pastagens, como o manejo inadequado dos animais, a falta de reposição de nutrientes no solo, a lotação excessiva do rebanho sem ajustes de adequação de capacidade de suporte e a ausência de adubação das pastagens. Para o autor, a reversão desse quadro de queda da sustentabilidade de produção pode ser conseguida por meio de utilização de práticas, como o sistema de plantio direto, o preparo mínimo do solo, a rotação de culturas e, em especial, os sistemas de produção que integram atividades agrícolas e pecuárias. Macedo (2009) indica ainda os sistemas integrados de produção que utilizam atividades agrícolas e de pecuária, com a incorporação de árvores, configurando os sistemas integrados de lavoura-pecuária e floresta. Por fim, Soares et al. (2009) é citado por Macedo (2009) para descrever experimentos da EMBRAPA que ajustam forrageiras que melhor se adaptem ao sombreamento dos sistemas que incluem árvores, levando em consideração os espaços necessários para o plantio e os tratos culturais.

B - Uso de sistemas integrados de produção como alternativa para a recuperação de pastagens degradadas e problemas de erosão e compactação do solo.

Trevisan et al. (2017) abordam as barreiras à adoção dos sistemas de integração, assim como elencam os benefícios ao solo e a degradação. Para tanto, inicialmente, os autores trazem Carvalho et al. (2011) para discutir as alternativas para a recuperação de pastagens degradadas por meio dos sistemas que integram lavoura e pecuária, principalmente com a utilização do milho. Destacam que culturas mais curtas, como por exemplo o arroz, também seriam alternativas interessantes, no entanto, ainda há poucas informações disponíveis sobre o consórcio com essas culturas. Apesar de apresentar a alternativa, os autores trazem Beutler et al. (2004) para justificar que a alta compactação do solo superficial é uma das principais limitações ao cultivo de arroz no sistema de plantio direto. Reis et al. (2011) também são incorporados ao debate para abordar a questão do gerenciamento de resíduos das lavouras. Nesse sentido, Trevisan et al. (2017) indicam que os sistemas integrados de produção precisam ser melhor estudados, sobretudo as culturas alternativas utilizadas em sistemas de rotação, assim como a incidência de doenças nessas culturas. Os sistemas integrados de produção são apresentados pelos autores como sendo mais complexos, uma vez que modificam as relações entre os componentes que geram a produtividade, especialmente com relação ao plantio direto, rotação de culturas e controle fitossanitário, quando comparados à monocultura.

Bonini et al. (2016) dizem que uma das principais limitações à competitividade e sustentabilidade da pecuária de corte no Brasil refere-se ao manejo inadequado dos solos onde estão localizadas essas pastagens. Para tanto, os autores trazem a informação da Anualpec (2014) de que aproximadamente 80% do total de bovinos abatidos no país, foram criados



exclusivamente sob sistema de pastagens. Os autores referenciam Costa et al. (2015) e Lanza et al. (2007) para afirmar que o uso contínuo de pastejo intensivo pode ocasionar a redução da qualidade física e química do solo, principalmente pelo aumento da resistência mecânica à penetração e densidade do solo, com a redução da sua macroporosidade e da matéria orgânica.

Bonini et al. (2016) trazem Macedo (2009); Spera et al. (2010); Santos et al. (2011) e Loss et al. (2011) para avaliar as melhorias dos atributos químicos e físicos em solo que utilizam os sistemas que integram atividades agrícolas e pecuárias (ILP). Os estudos apresentados por Bonini et al. (2016) revelam que os sistemas integrados de produção promovem diversos benefícios ao solo, aos animais e às plantas, por promoverem a sinergia entre seus componentes. Além de melhorar a produtividade, promovem incrementos dos teores de matéria orgânica e maior quantidade de carbono e nitrogênio. Foram avaliados os sistemas que integram lavoura - pecuária (ILP); lavoura - pecuária - florestas (ILPF com eucalipto em linhas simples); lavoura - pecuária - florestas (ILPF com eucalipto em linhas triplas) e por fim, plantação exclusiva de eucalipto. Os tratamentos não diferiram para a produção de forragens, pois a reduzida altura média do eucalipto na ocasião das avaliações não interferiu na luminosidade, umidade e nutrientes nos sistemas integrados, por consequência, não afetou a produtividade da forragem. Porém, houve elevada produção de forragem nos experimentos, resultante da adubação residual das lavouras. Os sistemas ILPF com linhas simples e triplas de eucalipto apresentaram as menores taxas de infiltração de água no solo. Esse resultado foi consequência da ausência de preparo do solo durante o ciclo da pastagem, da presença de um denso sistema radicular que atua como agente agregante do solo e do aumento da atividade da sua macrofauna.

Assis et al. (2015) apresentam os resultados dos seus estudos sobre alterações nos atributos do solo em duas áreas, uma em Mato Grosso e outra em Goiás. Em geral, os sistemas que integram lavoura-pecuária-floresta promoveram melhoria na qualidade física do solo, quando comparado às pastagens degradadas. No Mato Grosso, o melhor resultado para recuperação do solo foi alcançado pelo sistema ILPF com apenas uma linha de eucalipto. A densidade e o arranjo poroso do solo em camadas de 0,10 - 0,20 metros foram os principais responsáveis por diferenciar os sistemas integrados com ILPF e os de pastagens degradadas.

Flores et al. (2008) afirmam que no Rio Grande do Sul (RS), apenas um quinto da área ocupada por culturas de verão são utilizadas no inverno para a produção de grãos. Portanto, uma grande área permanece, durante o inverno, ocupada apenas por culturas de cobertura. Esses dados indicam um potencial enorme para o manejo dessas áreas de forma integrada com a pecuária, podendo se tornar uma fonte de renda adicional ao produtor rural e reduzir os riscos dos investimentos.

Amaral (2002) é citado por Flores et al. (2008) para discutirem a forma e frequência de aplicação de calcário no solo. Estudos foram realizados para avaliar o efeito de distintas pressões de pastejo sobre a correção da acidez do solo em profundidade a partir de aplicação superficial de calcário em sistema de plantio direto. Os resultados apontaram que a aplicação superficial de calcário foi eficiente na correção da acidez, de forma variável em termos de profundidade. A produção de bovinos em área em sistema de plantio direto e sob sistema integração de produção com lavoura e pecuária aumentou os efeitos da calagem superficial em profundidade.

C – Desempenho da produtividade de culturas com sistemas integrados de produção



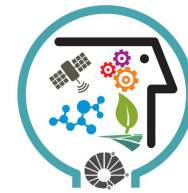
Para analisar o desempenho da produtividade proporcionada pelo uso de sistemas integrados de produção, Silva et al. (2016), trazem o milho para exemplificar os benefícios decorrentes desse uso. Balbino et al. (2011), citados por Silva et al. (2016), apresentam um estudo que comparou três cultivos de milho: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), utilizando o milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* e intercalado com eucalipto; sistema Santa Fé, que é o cultivo de milho integrado com *Brachiaria ruziziensis*; e por fim, o sistema de cultivo de milho convencional. A escolha desses sistemas de produção se deve ao fato de serem os mais utilizados.

Para Souza et al. (2008) e Nascimento e Carvalho (2011) apresentados por Silva et al. (2016) o sistema Santa Fé utiliza culturas anuais como o milho, consorciado com forrageiras, em especial as do gênero *Brachiaria*. Este sistema de produção é anual e o plantio da forrageira pode ser realizado simultaneamente à cultura anual ou entre 10 e 20 dias após a emergência da mesma. Silva et al. (2016) finaliza apresentando que como resultado do estudo, os sistemas ILPF e o Santa Fé, que utilizaram a *Brachiaria ruziziensis* consorciada com o milho, tiveram os maiores valores de produção, e também proporcionaram maior produção por indivíduo, cerca de 36% superior ao sistema convencional de produção de milho.

Abordando o sistema integrado de lavoura, pecuária e floresta no Brasil, Salton et al. (2014) falam sobre a necessidade de se planejar e projetar os arranjos de forma diferente para cada região do país. Relatando que os experimentos foram realizados no estado do Mato Grosso do Sul, e tiveram objetivo de avaliar o desempenho de estratégias de produção agrícolas simples e complexas. Foram testados para os seguintes sistemas: sistema convencional, plantio direto, integração de pecuária com lavoura de soja, pastagem sob plantio direto e rotacionado a cada dois anos e pastagem permanente. O sistema lavoura pecuária foi muito eficiente na produção de carne bovina devido aos efeitos positivos resultantes da rotação entre a produção agrícola e pecuária. Como resultado, Salton et al. (2014) indicaram que o sistema que integra atividades agrícolas e pecuárias obteve os melhores resultados, pois funciona melhor que os outros sistemas estudados em termos de qualidade ambiental e produtividade.

Ainda discutindo as dinâmicas de desempenho da produtividade de culturas com sistemas integrados de produção, Franchini et al. (2014) analisam o rendimento da soja, forragem e madeira em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no noroeste do estado do Paraná. Os autores afirmam que o ILPF pode viabilizar a produção de carne, soja e madeira mesmo em regiões que apresentam solos arenosos e clima quente, como os do noroeste do Paraná e, para confirmar essa hipótese, foram avaliadas a produtividade da soja, da forrageira *ruziziensis* e do eucalipto em sistema integrado, durante os quatro primeiros anos de sua implantação. Os resultados indicaram que o componente da árvore no sistema de integração pode proporcionar benefícios ambientais e econômicos, como a conservação do solo e da água, o sequestro de carbono, a produção madeireira e o bem-estar animal melhorado, o que pode gerar um aumento da produção de leite e carne.

Oliveira et al. (2013) também discutem o desempenho da produtividade de culturas com sistemas integrados de produção, analisando especificamente o rendimento das pastagens forrageiras *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e do *Panicum maximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. Para explicar as condições para desenvolvimento das forrageiras, os autores utilizam Campos et al. (2008) que afirmam que a adaptação de forrageiras às condições de sombreamento torna-se fundamental, sobretudo em regiões onde os regimes pluviométricos são irregulares, uma vez que sob sombreamento, o solo pode reter mais umidade e também apresentar menor evapotranspiração.



Como resultado, Oliveira et al. (2013) constataram que a produção das cultivares Planaltina e Tanzânia, foi maior em ambientes sombreados do que expostas a pleno sol. As duas espécies de forrageiras do experimento, quando sombreadas, tiveram alterações nas folhas, com o aumento dos teores de clorofila tipo “a”. Nesse sentido, os autores concluem que a adaptação positiva em ambientes sombreados das cultivares estudadas pode ser promissora para sistemas que integram atividades agrícolas e pecuárias associadas com componentes arbóreos.

Machado et al. (2011) também discutiram a questão da produtividade em culturas que utilizam sistemas integrados. Os autores analisaram o efeito da modalidade de semeadura de *Brachiaria* sobre a comunidade de plantas daninhas e a produtividade do sorgo no sistema ILP.

Kissmann e Groth (1999) e Severino et al. (2006), analisaram o tipo de semeadura de Braquiária para as plantas daninhas. Dizem que, o uso de forrageiras como cultura agrícola consorciada no sistema de integração lavoura-pecuária, ocorre em condições de competição entre as espécies de interesse, da lavoura e do tipo de gramínea escolhida, em especial em plantio simultâneo. Trazem como resultado do estudo, que a forma como é realizada a semeadura dos diferentes componentes do sistema de integração, como a distribuição das forrageiras, a ocorrência e distribuição das plantas daninhas, refletem diretamente no desempenho da produtividade. Os resultados também apontaram que problemas resultantes da competição entre os componentes de um sistema de produção lavoura-pecuária, e desses com as espécies de plantas daninhas, podem suprimir as vantagens dos sistemas integrados e reduzir sua atratividade. Nesse sentido, realizaram estudos para avaliar o efeito da modalidade de semeadura da forrageira braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) sobre a comunidade de plantas daninhas e a produtividade do sorgo (*Sorghum bicolor* cv. BRS 160), no sistema de integração lavoura-pecuária.

Santos Jr. et al. (2011) analisaram o uso da braquiária em consórcio com o sorgo, em especial quando as sementes da braquiária são semeadas a lanço. Essa prática pode ser uma alternativa à aplicação de herbicidas para controle de plantas daninhas, mas esse modo de semeadura pode afetar a produtividade do sorgo. A semeadura da braquiária na entrelinha do sorgo não afetou a sua produtividade, demonstrando que esse o modelo de semeadura é o mais indicado para minimizar o efeito competitivo da braquiária sobre a cultura do sorgo quando se tem um sistema integrado de produção lavoura-pecuária.

Carvalho et al. (2010) analisaram a questão da produtividade na gestão de animais de pastoreio integrados com lavouras sob o sistema de plantio direto. Quando o pastejo do gado foi integrado em rotação com lavoura, e em intensidades moderadas e controladas de pastagem, a agregação do solo foi significativamente melhorada, assim como melhorou a atividade microbiana do solo. Houve impacto negativo sobre algumas propriedades do solo, em especial as físicas, porém a produtividade da lavoura não foi necessariamente reduzida pela presença de animais de pastejo durante o ciclo anterior de cobertura de inverno. Concluiu-se que a produção de grãos de verão integrada com animais em forrageiras de coberturas no inverno pode ser considerada como uma colheita adicional na mesma área, aumentando não apenas a qualidade do solo, como também a eficiência econômica do uso da terra.

D –Análise econômico-financeira de sistemas integrados de produção



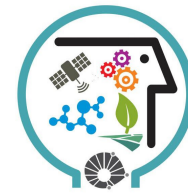
Oliveira Jr. et al. (2016) realizam uma análise sobre limitações e barreiras à eficiência e produtividade nos sistemas ILPF no Brasil, mais especificamente no Mato Grosso. Segundo dados fornecidos pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso - FAMATO de 2012, que aborda o alto grau de amadorismo na atividade leiteira no estado do Mato Grosso, que mesmo possuindo grande área de terra, relevo plano, precipitação adequada, temperatura elevada durante todo o ano, produção farta de grãos, a atividade é em grande maioria, de pastagem extensiva e com baixo grau tecnológico. Dados da FAMATO (2012) confirmaram ainda que os produtores, em geral, utilizam poucos insumos e em baixas quantidades, levando a baixos valores do custo operacional efetivo, mas com alto valor de capital imobilizado na atividade, resultando em elevado custo operacional total e baixa margem líquida. Nesse sentido, os autores indicam que uma das alternativas para a redução de custo de produção na atividade leiteira é a otimização de recursos dentro do sistema produtivo, com a segmentação da atividade e a especialização do produtor, utilizando sistemas mais complexos de produção, como os sistemas integrados. Como resultado, apontam que os sistemas integrados de produção de novilhas leiteiras, com ou sem associação de árvores, são viáveis economicamente e também apresentam baixo risco financeiro para o investimento. Por apresentarem período de investimento de longo prazo para a remuneração do capital investido, o investidor deve estar atento aos preços de comercialização dos animais (compra de novilhas desmamadas e venda de novilhas prenhas), pois estes itens foram identificados como os que causam maior impacto negativo nos resultados da operação dos sistemas integrados de produção.

Gameiro, Rocco e Caixeta Filho (2016) também discutem os benefícios econômicos e ambientais dos sistemas integrados de produção no Brasil, abordando a necessidade de diversificação e de complementaridade técnica. Os autores partiram da hipótese de que a adoção de sistemas de produção integrados de lavouras e animais na mesma fazenda pode gerar ganhos econômicos significativos e reduzir o impacto ambiental. Os resultados mostraram que os modelos de otimização a partir da técnica de programação linear são importantes ferramentas para auxiliar no planejamento e gerenciamento de unidades de produção agrícola, bem como para compreender sua complexidade.

Para Gameiro, Rocco e Caixeta Filho (2016), a diversificação das atividades na mesma unidade de produção da fazenda não só gera significativos ganhos econômicos, como também pode ser condição necessária para a viabilidade econômica. Os resultados indicaram a possibilidade de uma redução total de custos de cerca de 30%, entre os cenários de maior e menor diversificação. As complementaridades técnicas desenvolvidas entre as atividades, especialmente as associadas à criação de animais e às lavouras, são pequenas fontes de economia de escopo. Além dos ganhos econômicos, o uso de sistemas integrados traz benefícios ao meio ambiente, especialmente por meio da reutilização dos recursos que, se descartados de outra forma, causariam problemas ambientais negativos.

Costa et al. (2015) abordam os aspectos econômico-financeiros dos sistemas integrados de produção na perspectiva do custo de produção de silagens em sistemas de integração lavoura pecuária sob plantio direto. Os autores indicam a necessidade de armazenamento de alimentos de melhor valor nutricional na forma de silagem durante o inverno. Afirmam ainda que o milho é a cultura mais utilizada devido ao seu elevado valor energético, alta produção de matéria seca por unidade de área, facilidade de colheita mecânica e bons padrões de fermentação da silagem.

Ainda na busca por culturas para silagem, Costa et al. (2015) citam Molina et al. (2003) que apontam que outras culturas como o sorgo vem crescendo e representando um



grande percentual de área cultivada para a produção de silagem, devido a sua alta produtividade, bom valor nutricional e, principalmente pela sua tolerância a déficits hídricos ocasionais. Zago (2002) citado por Costa et al. (2015) discute que apesar de ser inferior ao milho em valor nutritivo, o sorgo se destaca por apresentar rebrotas após o corte, podendo chegar a 60% da produção do primeiro corte.

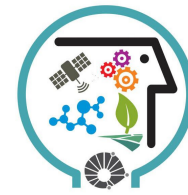
Nesse sentido, Costa et al. (2015) apresentam estudos realizados para avaliar o custo operacional total (COT) da produção de silagens em sistemas produtivos de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), a produtividade de massa seca (PMS) e a quantidade de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), por área, em cada modalidade de cultivo sob condições irrigadas, no Cerrado, durante dois anos agrícolas. Constataram que os maiores COT foram para o consórcio do milho e capim Xaraés e os menores para o sorgo solteiro. As áreas tratadas com cultivos exclusivos de sorgo e milho obtiveram maiores valores de PMS no primeiro ano, porém no segundo ano, os maiores valores foram dos cultivos consorciados de milho e sorgo com capim Tanzânia.

E – Adoção de sistemas integrados de produção de atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

Gil, Garrett e Berger (2016) apresentam estudos que foram realizados para investigar os determinantes de adoção de sistemas integrados de produção de lavoura e pecuária no estado de Mato Grosso. A análise envolveu dois casos típicos de ILP no MT: a rotação de soja seguida de pastagem e a produção de soja seguida de milho e pastagem. Observou-se a influência de fatores biofísicos, socioeconômicos e institucionais, nos níveis individual e municipal, na adoção do ILP em larga escala. Os resultados sugeriram que maior conhecimento por parte dos produtores rurais e melhor infraestrutura da cadeia de suprimentos desempenham papel importante na decisão de adoção do sistema integrado de produção. Essas condições ocorrem com mais frequência em regiões mais próximas às instituições de pesquisa e de instalações de processamento de grãos e frigoríficos. Em média, os adotantes de ILP possuem mais estudos e têm mais acesso a assistência técnica e a informações do que os agricultores especializados ou dos pecuaristas tradicionais. A maioria dos adotantes de ILP estão localizados próximos às áreas tradicionais de lavouras de soja. Estão localizados mais predominantemente em municípios tradicionais em plantio de soja do que em municípios com predomínio de pastagem de gado. Os autores indicaram que é necessário estabelecer melhores incentivos aos pecuaristas para que aumente a difusão de sistemas ILP e, dessa forma, alcançar os objetivos do governo brasileiro de recuperação de pastagens degradadas por intensificação agrícola.

O sistema integrado é uma das seis práticas elegíveis para crédito no Plano ABC, que tem como objetivo principal a redução de gases de efeito estufa do setor agrícola. Gil, Siebold e Berger (2015) relatam que a adoção do sistema integrados por produtores do MT ainda permanece baixa e o uso das linhas de crédito oferecidas pelo Plano ABC ainda são bastante limitadas no estado em análise. A maior parte dos empréstimos está concentrada no sul do Brasil, de acordo com dados do Observatório ABC (2013). Nesse sentido, o estudo propõe que é necessário ajustar as políticas públicas no sentido de atender as características dos adotantes na região.

Gil, Siebold e Berger (2015) descrevem que consideradas as características dos produtores de lavoura e pecuária, os especialistas e formuladores de políticas públicas no



Brasil esperavam que os produtores de lavouras fossem muito mais propensos à adoção de inovações como o sistema integrado de produção. Todavia, não foi o que o estudo empírico realizado pelos autores demonstrou. Os elevados preços da soja e a possibilidade de melhorar pastagens degradadas por meio de outras práticas de rotação mantiveram agricultores e pecuaristas inclinados a continuar adotando tradicionais sistemas de monocultura e pecuária bovina. Na prática, o grau de adoção não foi o esperado para os grandes agricultores, particularmente porque os produtores de lavouras (commodities) já obtêm lucros substanciais de suas atuais atividades e têm pouco incentivo para mudar seus sistemas de produção.

Gil, Siebold e Berger (2015) constataram que o tamanho da fazenda e o montante dos recursos dos agricultores, sobretudo os financeiros, preferências do produtor por tipo de cultura, disponibilidade de mão-de-obra e know-how foram os principais fatores que levaram a adoção dos sistemas de integração. Também se observou que os adotantes tinham uma participação social mais ativa e estavam ligados por meio de redes sociais. Os autores relatam que os produtores adotantes revelaram que viram o sistema de integração como uma forma de diversificar a produção, sem, no entanto, abandonar as vantagens da produção especializada e das economias em escala. Por fim, os autores recomendaram a disseminação do potencial do sistema de integração entre os pequenos produtores, especialmente, os produtores de leite, cujos sistemas de produção poderão ser fortemente beneficiados. No entanto, não descartaram que o fato de o Plano ABC ter sido fortemente difundido entre os grandes produtores também surtiu efeito positivo. Indicam também a necessidade da reavaliação de determinantes de adoção de sistemas integrados e a expansão dos estudos para outros contextos regionais.

4 Considerações finais

A realização de buscas por meio da revisão sistemática proporcionou acesso a abordagens sobre sistema que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais no Brasil, permitindo acesso sobre as diversas formas de implantação, e propiciando conhecer uma variedade de composição entre as combinações agrícola, pecuária e florestais. Assim como as demandas que fizeram com que esse sistema se tornasse hoje uma alternativa sustentável para a produção agropecuária.

Possibilitou ainda conhecer as principais preocupações abordadas por diversos autores sobre sistemas integrados de produção. Foram resumidas em 5 temas, sistemas integrados: como forma sustentável de produção de alimentos; de recuperação de pastagens degradadas e do solo; desempenho da produtividade de culturas; análise econômico-financeira e a adoção desses sistemas. Alguns autores destacam os sistemas integrados de produção como estratégia para mitigação dos gases de efeito estufa (GEE) em pastagens degradadas e na produção bovina. Como alternativa sustentável de produção de alimentos, fibras e energia e que ao mesmo tempo sejam capazes conservar e preservar os recursos naturais. Outros, como forma de combater o excessivo uso do solo e, conseqüentemente, pastagens degradadas e sistemas que utilizam a monocultura e práticas agrícolas inadequadas; podendo ser usada como forma de conter os avanços das atividades agrícolas em direção as áreas de preservação.

Para testar a eficiência desses sistemas de produção, alguns autores estudaram suas possíveis vantagens. Trouxeram resultados do uso dos sistemas integrados como forma de recuperação de pastagens degradadas e das propriedades do solo, assim como, o melhor desempenho da produtividade desses sistemas quando comparado aos sistemas tradicionais de produção agropecuária, como a monocultura. A diversificação das atividades na mesma



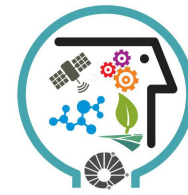
unidade de produção da fazenda não só gera significativos ganhos econômicos, como também pode ser condição necessária para a sua viabilidade.

Trouxeram também preocupações para que haja sucesso na adoção desses sistemas. Ressaltam que, integrar diferentes componentes do ILPF não é tarefa fácil para o produtor rural; pelo contrário, exige maior qualificação e conhecimentos em diferentes áreas para ser implantado e gerenciado. Há necessidade de maior divulgação desses sistemas de produção, assim como diversificação e complementaridade técnica para que se obtenha benefícios econômicos e ambientais. Os responsáveis pelas políticas públicas devem estar atentos para o fato de que o sucesso em conduzir sistemas complexos como o ILPF depende, em grande medida, da capacitação e da presença de assistência técnica ao produtor rural. Os resultados esperados desses sistemas, devem levar em consideração os benefícios alcançados no longo prazo. As possibilidades de implementação sob um novo paradigma, só será possível por meio de processos de tomada de decisão mais robusto, além de formulações de políticas multidisciplinares que atendam aos diferentes desafios local e regional.

Afirmam ainda, que os produtores, em geral, utilizam poucos insumos e em baixas quantidades, levando a baixos valores do custo operacional efetivo, mas com alto valor de capital imobilizado na atividade, resultando em elevado custo operacional total e baixa margem líquida. Como forma de impulsionar a adoção de sistemas integrados de produção, foram adotadas medidas como as linhas de crédito oferecidas pelo Plano ABC, criação de uma unidade de pesquisa da EMBRAPA dedicada exclusivamente à pesquisa e desenvolvimento dos sistemas integrados, entre outros. Estudos realizados para investigar os determinantes de adoção de sistemas integrados de produção, sugeriram que o maior conhecimento por parte dos produtores rurais e a infraestrutura da cadeia de suprimentos desempenham papel importante na decisão de adoção desses sistemas.

A adoção desses sistemas integrados, ocorrem com mais frequência em regiões mais próximas às instituições de pesquisa e de instalações de processamento de grãos e frigoríficos. Em média os adotantes de ILP, possuem mais estudos e tem mais acesso à assistência técnica e a informações do que os agricultores especializados ou dos pecuaristas tradicionais. A maioria dos adotantes de ILP estão localizados próximos as áreas tradicionais de lavouras de soja. Relatam ainda, que a adoção de sistemas integrados permanece baixa e o uso das linhas de crédito oferecidas pelo Plano ABC são limitadas. A maior parte dos empréstimos está concentrada no sul do Brasil. Nesse sentido, o estudo propõe que é necessário ajustar as políticas públicas no sentido de atender as características dos adotantes da região.

Os especialistas e formuladores de políticas públicas no Brasil esperavam que os produtores de lavouras fossem mais propensos à adoção de inovações como o sistema integrado de produção. Todavia, não foi o que o estudo empírico demonstrou, os elevados preços da soja e a possibilidade de melhorar pastagens degradadas por meio de práticas como a de rotação mantiveram agricultores e pecuaristas inclinados a continuar adotando tradicionais sistemas de monocultura e pecuária bovina. Constataram que o tamanho da fazenda e o montante dos recursos dos agricultores, sobretudo os financeiros, preferências do produtor por tipo de cultura, disponibilidade de mão-de-obra e know-how foram os principais fatores que levaram a adoção dos sistemas de integração. Os autores recomendam a disseminação do potencial dos sistemas integrados entre os pequenos produtores, especialmente, os produtores de leite, cujos sistemas de produção poderão ser fortemente beneficiados. Indicam também a necessidade da reavaliação de determinantes de adoção de sistemas integrados e a expansão dos estudos para outros contextos regionais.



Referências bibliográficas

ADÂMOLI, J.; MACEDO, J., AZEVEDO, L. D.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 33-74, 1986.

AMARAL, A.S. Mecanismos de correção da acidez do solo no sistema plantio direto com aplicação de água na superfície. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 107p. (Tese de Doutorado). 2002.

ANUALPEC: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: FNP Consultoria: Agros Comunicação, p. 313, 2014.

ASSIS, P. C.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 4, 2015.

BALBINO, L.C; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A. D.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. 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. 0-0, 2011.

BARRETTO, A.G.; BERNDDES, G., SPAROVEK, G.; WIRSENIUS, S. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975–2006 period. **Global change biology**, v. 19, n. 6, p. 1804-1815, 2013.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. D.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. **Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro**. 2004.

BIOLCHINI, J.C.A.; MIAN, P. G.; NATALI, A.C.C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p.133-151, 2007.

BONINI, C.D.S.B.; LUPATINI, G. C.; ANDRIGHETTO, C.; MATEUS, G. P.; HEINRICHS, R.; ARANHA, A. S.; ... MEIRELLES, G. C. Produção de forragem e atributos químicos e físicos do solo em sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1695-1698, 2016.

BRAZ, S.P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J.; JANTALIA, C. P.; GUIMARÃES, A. P., SANTOS, C. A., ... BODDEY, R. M. Soil carbon stocks under productive and degraded Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, n. 3, p. 914-928, 2013.

CAMPOS, N.R.; PACIULLO, D.S.C.; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M.F.; BONAPARTE, T.P. Características Morfogênicas e Estruturais da Brachiaria decumbens em Sistema Silvopastoril e Cultivo Exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. pg. 819-821, 2008.

CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; SULC, R. M.; LANG, C. R., ...WESP, C.D.L. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.



CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M.; ROQUE, C.G.; NOETZOLD, R. Produtividade de arroz no sistema integração lavoura-pecuária com o uso de doses reduzidas de herbicida. **Bragantia**, v. 70, n. 1, 2011.

CERRI, C.E.P.; BERNOUX, M.; CHAPLOT, V.; VOLKOFF, B.; VICTORIA, R.L.; MELILLO, J.M...; CERRI, C.C. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. **Geoderma**, v. 123, n. 1-2, p. 51-68, 2004.

CNA, 2012. Guia de Financiamento Para Agricultura de Baixo Carbono. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Brasília, DF.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto-CBGDP, **Anais...** Porto Alegre, RS., 2011.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K.S.M.; YOKOBATAKE, K.L.; FERREIRA, J.P.; PARIZ, C.M.; BONINI, C.S.B.; LONGHINI, V.Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.852-863, 2015.

DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO BRASIL, 9., 1983, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo. p.107-123, 1984.

DIAZ-CHAVEZ, Rocio A. Land use for integrated systems: a bioenergy perspective. **Environmental Development**, v. 3, p. 91-99, 2012.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MATO GROSSO - FAMATO, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural no Estado de Mato Grosso - SENAR-MT, Serviço Nacional de Aprendizagem em Cooperativismo no Estado de Mato Grosso - SESCOOP-MT. 2012.

FIGUEIREDO, E.B.D.; JAYASUNDARA, S.; BORDONAL, R.D.O.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R. A.; RIDDLE, C.W.; LA SCALA JR, N. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 420-431, 2017.

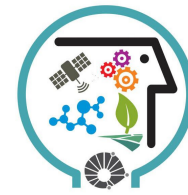
FLORES, J.P.C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; Carvalho, P. C. D. F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista brasileira de ciência do solo. Campinas. Vol. 32 n. 6 (nov./dez. 2008), p. 2385-2396**, 2008.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JR, A. A.; SICHIERI, F. R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Yield of soybean, pasture and wood in integrated crop-livestock-forest system in Northwestern Paraná state, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5SPE, p. 1006-1013, 2014.

GAMEIRO, A.H.; ROCCO, C. D.; CAIXETA FILHO, J. V. Linear Programming in the economic estimate of livestock-crop integration: application to a Brazilian dairy farm. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 181-189, 2016.



- GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.
- GIL, J.D.B.; GARRETT, R.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, 2016.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. São Paulo: BASF. 978 p. 1999.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.
- LEVY, Y.; ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p.181-212, 2006.
- LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1269-1276, 2011.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados. In: Simpósio Sobre Pastagens Nos Ecossistemas Brasileiros: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. SBZ, Brasília. **Anais...** Brasília, p. 28-62. 1995.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A. H. Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. **Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens**, v. 2, p. 216-245, 1993.
- MACHADO, V. D.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS JR, A.; MOTA, V. A., PADILHA, S. V.; SANTOS, M. V. Phytosociology of weeds in sorghum-brachiaria integration systems under different forms of pasture deployment. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 85-95, 2011.
- NASCIMENTO, R. S.; CARVALHO, N. L. Integração-lavoura-pecuária. Monografias ambientais - REMOA/UFSM, **Santa Maria**, v. 4, n. 4, p. 828-847, 2011.
- OLIVEIRA, F.L.R.; MOTA, V.A.; RAMOS, M.S., SANTOS, L. D.T., OLIVEIRA, N. J.F.; GERASEEV, L.C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv.'tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, 2013.
- OLIVEIRA JR, O. L.; CARNEVALLI, R. A.; PERES, A. A. C.; REIS, J. C.; MORAES, M. C. M. M.; PEDREIRA, B. C. Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 250, 2016.
- OSÓRIO, R.M.L.; AZEVEDO, D.B. Percepções dos Especialistas Frente às Mudanças Climáticas: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta como Alternativa Sustentável à Produção de Alimentos, Fibras e Energia no Agronegócio. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 257, 2014.



REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa phytopathol**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

SALTON, J. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p.155, 2005.

SALTON, J.C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENCO, G.; Silva, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 70-79, 2014.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T.; DREON, G. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p.474-482, 2011.

SANTOS JR, A.; PADILHA, S. V.; SANTOS, L. D.T.; SANTOS, M. V.; MOTA, V. A.; MACHADO, V. D. **Fitossociologia de plantas daninhas em sistemas de integração de sorgo com braquiária sob diferentes formas de implantação da pastagem**. 2011.

SCOPUS, 2017. Disponível em:

<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/who-uses-scopus>. Acessado em 16 de maio de 2017.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. Implicações sobre a cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2006.

SILVA, A.R.; SALES, A.; CARVALHO, E. J. M.; VELOSO, C. A. C. Dinâmica de Sistemas Integrados de Manejo de um Solo no Desenvolvimento da Cultura do Milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 859, 2016.

SOARES, A.B.; SARTORI, L.R.; ADAMI, P.R.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; LIMA, C. V. S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P. C. F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1273-1282, 2008.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, p.37-44, 2010

START, 2017. Disponível em:

http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool. Acessado em 10 de maio de 2017.

TREVISAN, R.G.; FREDDI, O. D. S.; WRUCK, F. J.; TAVANTI, R. R.; PERES, F. S. C.. Variability of physical properties of soil and rice grown under cover crops in crop-livestock integrated system. **Bragantia**, n. AHEAD, p. 0-0, 2017.



YORONORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.D.; NASSER, L.C.B. et al. Doenças da soja e seu controle. In: ___ **Cultura da soja nos Cerrados**. Piracicaba: POTAFOS. p.333-390. 1993.

WEB OF SCIENCE, 2017. Disponível em:
<http://clarivate.com/scientific-and-academic-research/research-discovery/web-of-science>.
Acessado em 16 de maio de 2017.

ZAGO, C. P. Híbridos de milho e sorgo para silagem: características agronômicas e nutricionais. **Simpósio sobre manejo estratégico de pastagens**, v. 1, p. 351-350, 2002.