



RESILIÊNCIA CLIMÁTICA E PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: REVISÃO SISTEMATIZADA – RESUMO EXPANDIDO

Aluna: Grazielle de Fátima Lourenço

Orientador(s): Prof. Dr. Alexandre Gori Maia, Ma. Adâmara S. G. Felício

1. Resumo

Espera-se que a integração entre lavoura-pecuária, lavoura-pecuária-floresta, e sistema agroflorestal, possam afetar a capacidade de lidar com os impactos econômicos e ambientais decorrentes das mudanças climáticas. O presente relatório é uma revisão sistematizada acerca dos resultados econômicos e ecológicos de estudos primários, meta-análise e revisões sobre a implementação dessas estratégias produtivas, em comparação à produção agropecuária extensiva e especializada. Os resultados indicam principalmente diminuição de risco de mercado, aumento de produtividade e sequestro de carbono, apesar do aumento de mão de obra requerida. São resultados que argumentam a favor da maior disseminação do mix produtivo sobre as fazendas agropecuárias.

2. Palavras-Chave: Produção sustentável; Sistemas integrados; Agrofloresta.

3. Introdução

As expectativas de crescimento populacional e mudança nos hábitos alimentares são oportunidades para o Brasil aumentar a sua produção agrícola e pecuária. Todavia, as mudanças climáticas podem reduzir a produção, devido a eventos como seca, inundações e intensidade de pragas e doenças (FAO, 2019). Há estimativas de perda de territórios cultiváveis devido a degradação da terra, e com relação apenas a soja, essa perda seria equivalente a 2 bilhões de dólares em 2050 (WORLD BANK, 2013).

Segundo a lógica da produção extensiva de baixa produtividade, a perda de terras aumenta a pressão sobre áreas ecológicas e estimula o desmatamento de novas terras, o que de fato ocorre no Centro-Oeste e Norte do Brasil. Além dos impactos econômicos, a emissão de gases de efeito estufa contribuem para as mudanças climáticas (MAIA; MIYAMOTO; GARCIA, 2018), o que faz com que mais territórios sejam perdidos, mais terras sejam desmatadas, convergindo num ciclo vicioso.

Os sistemas integrados caracterizam-se como um mix no âmbito organizacional e espacial, síncrona ou não, de gado, lavoura e ou floresta (BELL; MOORE, 2012). Neste relatório são abordados os Sistemas integrados Lavoura-Pecuária, Lavoura-Pecuária-Floresta (BALBINO et al, 2011), e Sistema Agroflorestal (sendo este último caracterizado pela integração de árvores e culturas de plantio no mesmo espaço físico (ROSA-SCHLEICH et al, 2019). Além dos benefícios ambientais, as estratégias integradas citadas podem contribuir para diminuição da flutuação dos rendimentos (BELL; MOORE, 2012), e outros benefícios econômicos.

O objetivo deste relatório é realizar uma revisão dos artigos que abordam o tema e realizam comparações ambientais e ou ecológicas dessas estratégias integradas, e o sistema convencional extensivo de cultivo agrícola e pecuária. Com isso, espera-se encontrar evidências para rejeitar ou não a hipótese de que as estratégias adaptativas de produção agropecuária ao redor do mundo implicam em retornos econômicos para os produtores e maior resiliência frente às mudanças climáticas.

4. Metodologia

A metodologia aplicada foi dividida em coleção e tratamento dos dados. Para a coleção de dados a abordagem utilizada foi a análise sistematizada de artigos científicos, baseados em revisões, meta-análises e

estudos primários. As bases de Pesquisa utilizadas foram Scopus, Web of Science e Google Scholar, e para que fossem aprovados, os artigos deveriam ter sido revisados por pares; publicados nos últimos 10 anos; pertencer a áreas de pesquisa semelhantes ao presente trabalho, e ter relevância acadêmica.

De acordo com determinado grupo de Palavras-Chave (Quadro 1), 603 artigos foram inicialmente selecionados. A próxima seleção foi feita de acordo com o título e resumo de cada trabalho, que deveria conter informações qualitativas e ou quantitativas acerca da comparação entre estratégias sustentáveis de plantio e cultivo de gado, e a produção convencional. O resultado foi de 55 textos para leitura integral, e finalmente inclusão de 37 artigos na base de dados. Por vezes um mesmo artigo apresentou resultados para mais de um tipo de produção sustentável, totalizando 21 observações de Sistema Integrado Lavoura Pecuária, 6 casos de Sistema Integrado Lavoura Pecuária Floresta, e por fim, 17 casos de Sistema Agroflorestal.

Quadro 1 – Termos de Pesquisa

Sequência de Pesquisa	Termos (palavras-chave)
1	Climate-Smart OR Adaptation Strategies OR Climate Change OR Climate Adaptation Policies OR Tropical Deforestation OR Agroforestry Systems OR Agriculture OR Livestock OR Soil conservation OR Mixed-cropping OR Land degradation OR Integrated crop-livestock-forestry system
2	agricultural forestry systems OR crop livestock OR CLi OR CLFi OR agroforestry

Dado um conjunto de variáveis previamente estabelecidas, os dados foram agrupados em evidências a favor, contra, e neutras à adoção dos sistemas integrados e agroflorestais. Esses resultados serão explorados com mais detalhes no tópico seguinte. A seguir, foi feita uma análise de frequência (WEISS, 2012), e comparação de frequência dos resultados favoráveis a adoção de práticas sustentáveis sugerida por COOPER, 2017 em trabalhos de revisão sistematizada:

$$Z_{vc} = \frac{(Np) - (\frac{1}{2}N)}{(\frac{1}{2}N)}$$

em que:

Z_{vc} = desvio padrão

Np = número de observações positivas

N = número total de observações

Z_{vc} pode ser consultado na tabela de desvio normal padrão para averiguar a probabilidade associada ao conjunto cumulativo de descobertas direcionais. Devido ao número limitado de observações, este procedimento foi feito privilegiando duas variáveis: impacto total na produção lavoura, e sequestro de carbono.

5. Resultados obtidos

O quadro 1 é um resumo das variáveis analisadas, separadas por sistema de produção, e a área de pesquisa pertencente (Econômica ou Ecológica), bem como a referência bibliográfica utilizada.

Quadro 2 – Variáveis estudadas, resultado obtido e referência bibliográfica

Sistemas de Produção	Benefícios econômicos e ecológicos	Referência
Sistema integrado Lavoura-Pecuária	<p>Econômico: Aumento na produção animal e da lavoura e na rentabilidade; estabilização dos rendimentos no longo prazo, diminuição do risco econômico; poupança de mão de obra.</p> <p>Ecológico: economia de fertilizantes, herbicidas e pesticidas; aumento da qualidade do solo, biodiversidade, retenção de água no solo, resiliência climática e sequestro de carbono; controle de pragas e erosão.</p>	<p>Rosa-Schleich et al (2019); Lazzarotto, Santos, Lima et al (2009); Júnior, Alves, Contini (2011); Costa et al (2018); Sant-Anna et al (2017) Salton, Mercante, et al (2014); Johnson et al (2013) et al (2013); Poffenbarger, Artz et al (2017); Bonaudo, Bendahan et al (2014) Acosta-Martínez, Zobeck, Allen (2004) Li, Sui, Wang et al (2017); Cortner, Garret, Valentim et al (2019) Castanheira e Freire (2013) Magalhães, Pedreira, Tonini et al (2019) Oliveira, Bremm et al (2013); Moraes et al (2014); Franzluebbbers et al (2014); Carvalho, Barro, et al (2018); Paolotti et al (2018); Bieluczyk et al (2020).</p>
Sistema integrado Lavoura-Pecuária-Floresta	<p>Econômico: aumento na produção animal e estabilidade de rendimento no longo prazo.</p> <p>Ecológico: aumento da qualidade do solo, sequestro de carbono e controle de erosão.</p>	<p>Gil, Siebold e Berger (2015) Figueiredo, Jayasundara et al (2017); Magalhães, Pedreira, Tonini et al (2019); Costa et al (2018).</p>
Sistema Agroflorestal	<p>Econômico: aumento na produção total da lavoura e na rentabilidade; estabilidade do rendimento no longo prazo; diminuição do risco econômico; economia de fertilizantes e pesticidas.</p> <p>Ecológico: aumento da qualidade do solo, sequestro de carbono, resiliência climática e retenção de água no solo; controle de pragas e erosão.</p>	<p>Martinelli et al (2019); Rosa-Schleich et al (2019); Franzluebbbers et al (2016); Utomo, Prawoto, Bonnet et al (2016); Armengot et al (2016); Chatterjee, Nilovna et al (2018) Patrizi, Niccolucci et al (2018); Tully e Ryals (2017); Reed et al (2017); Rakotovao, Razafimbelo et al (2017) Gupta et al (2009); Cardianael et al (2015); Hergoualc'h et al (2012); Dube et al (2012); Kumar et al (2019).</p>

Os efeitos positivos encontrados foram múltiplos: Economia de Fertilizantes, aumento da produção de lavoura, economia de pesticidas, retenção de água no solo, entre outros. A maioria dos artigos encontrados dizem respeito ao Sistema Integrado Lavoura Pecuária, onde 100% dos casos analisados confirmam Controle de Erosão e diminuição do Risco Econômico (conforme definido por Lazzarotto et al (2009), além de 91% de casos com aumento da produção animal e mais de 80% para aumento da qualidade do solo e sequestro de Carbono.

Na iLPF, houve aumento da produção animal total, porém decréscimo na produção da lavoura. Também foi verificada a estabilidade do rendimento no longo prazo, aumento da qualidade do solo, controle

de erosão, maior sequestro de carbono e maior uso de mão de obra, porém a quantidade de casos obtidos foram apenas 5, um número pequeno de observações.

Por fim, no Sistema Agroflorestal, a maioria dos artigos aponta para economia de fertilizantes (100% dos artigos) e maior sequestro de carbono (92% dos artigos). Apesar do potencial de aumento da produtividade, decorrente da captura eficiente de radiação solar e água da chuva (PATRIZI et al., 2018) não foi consensual o impacto na rentabilidade e na economia de pesticida, que tiveram a mesma quantidade de casos positivos e negativos (ou neutros): para a primeira foram 2 casos de aumento da rentabilidade, 1 neutro e 1 caso com diminuição; enquanto que para a segunda foram 2 negativos e apenas 1 caso positivo para a economia.

Todas as alternativas de produção analisadas apresentaram aumento no uso de mão de obra em comparação com o sistema convencional. Esse é um fator importante, pois foi apontado pelos fazendeiros como um dos principais itens para a decisão da estratégia produtiva a ser adotada como demonstrado por Gil; Siebold; Berger, (2015).

De forma complementar, a comparação de frequência foi feita para as variáveis Impacto na produção lavoura e Sequestro de Carbono, variáveis com maior número de observações. Para ambas, segundo o método descrito por Cooper (2017), a hipótese de aumento da produção e de sequestro de carbono no solo a partir das estratégias de integração não podem ser descartadas. O resultado da lavoura, alinhado com a economia de fertilizantes, estabilidade de rendimento de longo prazo e diminuição do risco econômico, colaboraram para afirmar os benefícios econômicos do ILP, ILPF e Agrofloresta. Na esfera ambiental, o sequestro de carbono, aumento da qualidade do solo, controle de erosão e retenção de água no solo também são indicadores relevantes para se afirmar a relevância dos métodos produtivos supracitados.

6. Conclusão

O Brasil é um país importante na exportação de carne e soja, e tende a se beneficiar com o aumento da população mundial, devido à urbanização e mudança alimentar, o que prevê aumento no consumo de proteína e alimentos processados. Como uma alternativa para i) diminuir o impacto econômico decorrente do esgotamento das terras e ii) elevar a resiliência climática decorrente do aquecimento global é que se propõe a integração de sistemas produtivos sustentáveis.

O maior número de análises foi encontrado para o sistema Integrado Lavoura-Pecuária, onde houve aumento da produtividade, diminuição do risco de mercado, controle de erosão e sequestro de carbono. Dentre os casos analisados houve consenso que integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Lavoura-Pecuária e o Sistema Agroflorestal proporcionam aumento do sequestro de carbono no solo.

Até o momento o número de estudos realizados acerca do tema ainda é reduzido, porém é perceptível que as vantagens econômicas se destacam (aumento da produção lavoura e pecuária, e aumento da rentabilidade). A sustentabilidade ambiental também foi verificada (qualidade do solo, retenção de carbono e de água no solo), e isso influencia a produtividade da terra no longo prazo, e consequentemente o lucro auferido pelo uso da terra. Por isso, vislumbra-se no longo prazo, que as estratégias estudadas como alternativas de produção agropecuária corroborem para com o fortalecimento da resiliência climática sem que haja diminuição da rentabilidade dos produtores.

7. Referências

BALBINO, L. C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1–12, 2011.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: Trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1–12, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2012.04.003>>.

COOPER, H. **Research synthesis and meta-analysis**. [s.l.] SAGE, 2017.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394–406, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.008>>.

LAZZAROTTO, J. J. et al. Econômicos Associados À Integração Lavoura-Pecuária No. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 7, p. 259–284, 2009.

MAIA, A. G.; MIYAMOTO, B. C. B.; GARCIA, J. R. Climate Change and Agriculture: Do Environmental Preservation and Ecosystem Services Matter? **Ecological Economics**, v. 152, n. June, p. 27–39, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.013>>.

OCDE/FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028**. [s.l: s.n.]

PATRIZI, N. et al. Sustainability of agro-livestock integration: Implications and results of Emergy evaluation. **Science of the Total Environment**, v. 622–623, p. 1543–1552, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.029>>.

ROSA-SCHLEICH, J. et al. Ecological-economic trade-offs of Diversified Farming Systems – A review. **Ecological Economics**, v. 160, n. January, p. 251–263, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.03.002>>.

WEISS, N. A. **Elementary Statistics**. Boston, MA: Pearson Education, 2012.

WORLD BANK. **Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola Brasileira**. [s.l: s.n.]