

Uma Revisão Sobre O Uso De Ferramentas Para Avaliar O Fator Econômico Associado Ao Sistema De Integração Lavoura, Pecuária E Floresta

Gilson De Souza Costa¹, Georgia Patrícia Da Silva Ferko²

¹UNIVERSIDADE Federal De Roraima, Brasil

²UNIVERSIDADE Federal De Roraima, Brasil

Resumo

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Lavoura-Pecuária (ILP), Lavoura-Floresta (ILF) e Pecuária-Floresta (IPF) são desenvolvimentos agrícolas que vêm sendo desenvolvidos como sistemas alinhados aos princípios da produção mais limpa e eficiente, podendo fornecer pelo menos três tipos de produtos da mesma área de terra e num mesmo período. Assim, esse trabalho teve como objetivo verificar como se encontra o estado da arte da produção científica sobre o uso de ferramentas matemática utilizadas para otimizar o fator econômico associado ao sistema de integração ILPF, ILP, ILF e IPF já que essa informação interessa a banco, investidores e proprietários rurais. Dessa forma, foi realizada uma revisão sistemática da literatura consultando as bases de dados Science Direct, Scopus e Web of Science buscando por artigos, os quais foram analisados extensivamente para elucidar as principais ferramentas utilizadas no sistema de integração. Em seguida foi realizada uma análise de conteúdo dos artigos selecionados para organizar as informações levantadas. O estudo apontou os países, a diversificação das atividades produtivas, as variáveis ambientais e as ferramentas utilizadas para identificar os benefícios econômicos. Entretanto, embora as ferramentas tenham sido importantes para identificar os benefícios econômicos, não foram eficientes o suficiente para indicar onde os sistemas deveriam melhorá-los.

Palavras-chave: Análise de conteúdo; Diversificação produtiva; Ferramentas matemática.

Date of Submission: 07-01-2024

Date of Acceptance: 17-01-2024

I. Introdução

Para Cunha (2020) a agricultura é um setor que está cada vez mais inserido no mundo das inovações, em particular, nas atividades agrícolas e tem como preocupação o aumento da produção, trazendo ganhos financeiros. Segundo Soares & Jacometti (2015), o agronegócio está dividido em quatro segmentos que compreende os fornecedores de insumos; as atividades associadas a agropecuária; as transformações ligadas a agroindústria e as operações de logística como armazenagem e distribuição.

Nesse contexto surge como alternativa os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Lavoura-Pecuária (ILP), Lavoura-Floresta (ILF) e Floresta-Pecuária (ILP), que integram componentes agrícolas, pecuário e florestal em consórcio na mesma área e mesmo período. Entretanto, cada componente tem exigências, manejos e funções distintas e, contudo, precisam funcionar em harmonia, se complementando e buscando maximizar a produção de todos os componentes de forma a potencializar a sustentabilidade do sistema, considerando fatores sociais, econômicos e ambientais (REIS, 2021).

Segundo Balbino et al. (2011), os sistemas de integração trazem benefícios, pelo sinergismo entre pastagens e culturas anuais, como: melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos-pragas e de plantas daninhas; redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades; e redução de custo na recuperação e na renovação de pastagens em processo de degradação.

Considerando o grande número de fatores associados aos sistemas de integração, surge o questionamento: Como se encontra a produção científica sobre o uso de ferramentas matemática utilizadas para otimizar o fator econômico associado aos sistemas de integração ILP, ILF, IPF e ILPF? Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura para analisar o estado da arte que tratam desses sistemas de Integração e que fizeram uso de ferramentas matemática de forma a auxiliar o empresário rural na tomada de decisão na hora de otimizar os benefícios econômicos.

Existem ferramentas matemática, como a otimização multiobjetivo, que são usadas para otimizar sistemas compostos por diversas metas conflitantes que devem ser atingidas simultaneamente e satisfazendo a um conjunto de restrições. Assim, este trabalho surge com o propósito de levantar as principais ferramentas utilizadas e verificar se elas dão respostas satisfatórias diante da complexidade dos sistemas de integração.

II. Material e Métodos

A pergunta proposta neste trabalho foi respondida por meio de uma revisão sistemática da literatura para analisar o estado da arte dos estudos em sistema de Integração ILP, ILF, IPF e ILPF que fizeram uso de ferramentas matemática para auxiliar o empresário rural na tomada de decisão na hora de otimizar o fator econômico. Foi feito uma busca no título do trabalho, resumo, introdução e palavras-chave nas bases de dados do Science Direct (Elsevier), Scopus e Web of Science (Clarivate Analytics), considerando o parâmetro cronológico entre 01 de janeiro de 2015 a 17 de abril de 2023, com as seguintes palavras-chave e booleano: “Livestock crop forest”; Livestock crop forest AND economic; Livestock crop forest AND “linear programming”; Livestock crop forest AND “optimization”; Livestock crop forest AND “Operational Research”; Livestock crop forest AND “multicriteria programming”; Livestock crop forest AND “mathematical models” e Livestock crop forest AND “Linear models”. A quantidade de trabalhos encontrados estão conforme a Tabela 01.

Tabela 01: Resultados da busca nas bases de dados Science Direct, Scopus e Web of Science

PALAVRAS-CHAVE / BASE DE DADO	SCOPUS	WEB OF SCIENCE	SCIENCE DIRECT	TOTAL
Livestock crop forest	560	530	143	1233
Livestock crop forest, economic	157	115	37	309
Livestock crop forest, linear programming	02	01	01	4
Livestock crop forest, optimization	09	13	05	27
Livestock crop forest, Operational Research	0	0	0	0
Livestock crop forest AND “multicriteria programming”	0	0	0	0
Livestock crop forest AND “mathematical models”	2	0	2	4
Livestock crop forest AND “Linear models”	07	04	02	13

Fonte: Dados da pesquisa.

A abordagem da pesquisa é qualitativa por envolver coleta de dados no processo logístico e, quanto a natureza, é aplicada pois busca gerar novas informações sobre as ferramentas matemática utilizadas para avaliar o fator econômico associado aos sistemas de integração ILP, ILF, IPF e ILPF.

O protocolo de Cronin, Ryan e Coughlan (2008) foi utilizado para sistematizar as informações levantadas e se dará da seguinte forma:

1 - Formulação da pergunta de pesquisa:

Como se encontra o estado da arte da produção científica sobre o uso de ferramentas matemática utilizadas para otimizar o fator econômico associado aos sistemas de integração ILP, ILF, IPF e ILPF?

2 - Definição de critérios de inclusão ou exclusão:

Como critérios de inclusão, a busca foi feita no tipo de documento “Artigos” em Title, abstract, keywords entre 1 de janeiro de 2015 e 17 de abril de 2023 e pesquisados nas bases de dados do Science Direct, Scopus e Web of Science e com as palavras-chave: “Livestock crop forest”; Livestock crop forest AND economic; Livestock crop forest AND “linear programming”; Livestock crop forest AND “optimization”; Livestock crop forest AND “Operational Research”; Livestock crop forest AND “multicriteria programming”; Livestock crop forest AND “mathematical models” e Livestock crop forest AND “Linear models”. Foi considerado apenas o booleano “AND” para separar os artigos das ferramentas utilizadas para avaliar o fator econômico.

3 - Escolha e acesso da literatura:

Os artigos foram selecionados após leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e introdução.

4 - Classificar a qualidade da literatura inserida na avaliação:

Primeiro foi considerado os trabalhos que abordavam aspectos econômicos nos sistemas de integração ILP, ILF, IPF e ILPF com algumas das ferramentas matemáticas da Tabela 01 e foram encontrados 48 artigos. Após leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e introdução foram excluídos 20 artigos repetidos e 10 estavam fora do contexto. Após leitura de todos os artigos na íntegra, foram excluídos mais 4 por estarem fora do contexto e por ter sido identificados somente após a leitura do artigo na íntegra. Dessa forma, 14 trabalhos foram selecionados para análise.

5 - Analisar, sintetizar e mostrar os resultados encontrados

Aqui, cada artigo foi lido minuciosamente para entender como e quais são as ferramentas matemática utilizadas nos sistemas de integração ILP, ILF, IPF e ILPF para otimizar o fator econômico.

Agora, encontrados os artigos, foi avaliado por meio da análise de conteúdo da Bardin (2011), a qual apresenta a etapa de pré-análise, onde o material é organizado.

III. Resultados e Discussão

No primeiro momento, foi realizado um levantamento e identificado que os países onde concentram-se as publicações da amostra foram Brasil, Estados Unidos, China, Itália, Tanzânia, Uganda, Indonésia, Grande Mekong (composta com Camboja, Laos e Vietnã) e um trabalho considerou a América do Sul.

Dos quatorze artigos lidos minuciosamente, percebe-se uma predominância da opção em abordar a eficiência do sistema, principalmente, em seu aspecto econômico e apenas dois consideraram o aspecto social.

Sendo um sistema de integração é natural a diversificação das atividades produtivas, entretanto, tiveram destaque a bovinocultura com 7 trabalhos; seguindo pelo cultivo de milho com 6; madeira com 5; soja com 4; arroz e hortaliças com 3 e cabra, cana de açúcar, café e banana com 2 trabalhos. Apareceu em 1 (um) trabalho a criação de aves, cultivo de sorgo e frutas.

Quanto a variável ambiental, tiveram destaque o solo com 7 trabalhos, as emissões de gases de efeito estufa com 6 e água com 5 trabalhos. Também foi verificado que, além do fator econômico, foram considerados o fator ambiental em 10 trabalhos e o fator social em 2 trabalhos. Já em relação ao sistema de integração ficou ILPF com 6 trabalhos, ILP com 5, IPF com 3 e ILF com 2 trabalhos.

Quanto às ferramentas utilizadas para identificar o fator econômico, que é o principal objetivo deste trabalho, foram utilizadas as seguintes:

- A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que, segundo Paes et al. (2014), é um método usado para avaliar os impactos ambientais de um produto ou sistema ao longo de seu ciclo de vida, e foi também utilizada a ferramenta AgBalance que, segundo Schoeneboom et al. (2012a), serve para fazer inferências sobre sustentabilidade na agricultura, levando em conta os fatores ambiental, econômica e social;
- O FarmDESIGN que, segundo Groot et al. (2012), contém um algoritmo de otimização multiobjetivo baseado em Pareto que avalia compensações entre vários objetivos de produção e que foi usada para calcular o lucro operacional, as emissões de GEE e o balanço de nitrogênio (N);
- Foi utilizado a Otimização Multiobjetivo para avaliar o potencial energético da biomassa dos resíduos agrícolas e sua conversão em quantidade equivalente de eletricidade;
- Dois trabalhos utilizaram Programação Linear e um utilizou a Programação Estocástica Discreta de forma a maximizar os rendimentos agrícolas;
- O modelo determinístico NUFER (Nutrient Flow in the Food System, Environment and Resource) que, segundo Wei et al. (2016), é um modelo com grandes bancos de dados que calcula os fluxos, eficiências de uso e emissões de N e P;
- O WaNuLCAS, um modelo de interação árvore-solo-cultura para sistemas agroflorestais que, segundo van et al. (2011) foi desenvolvido para auxiliar os sistemas agroflorestais já que o modelo simula processos dinâmicos de crescimento de plantas;
- Foi usando em 1 (um) trabalho as equações de Michaelis-Menten, Eadie-Hofstee, Lineweaver-Burk e Hanes-Woolf para determinar os parâmetros cinéticos de hidrolases envolvidas na ciclagem de carbono, fósforo, enxofre e oxidoredutase presente no solo;
- A Regressão Linear Generalizada foi usada para determinar o efeito dos fatores de intensificação e não intensificação na produção;
- Em três trabalhos foram utilizados o software de programação estatística R que é uma ferramenta importante para análise de dados;
- Regressão linear múltipla que foi utilizada para modelar a hora de pastejo animal.

Ressalta-se que na amostra a área de Matemática Aplicada contribuiu com 1 (um) trabalho (Conic relaxation approaches for equal deployment problems), o que chama a atenção uma vez que esta área tem ferramentas importantes para contribuir com o tema de investigação.

Embora o estudo tivesse como objetivo avaliar os benefícios econômicos do sistema de integração foi identificado a preocupação em mitigar as compensações entre os impactos econômicos e ambientais, procurando identificar fatores determinantes ligados à produtividade em um sistema ao mesmo tempo procurando avaliar os impactos ambientais, buscando otimizar do uso da terra e as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Por outro lado, as ferramentas utilizadas foram importantes para identificar os benefícios, entretanto, não indicam onde melhorá-los.

IV. Conclusão

Este trabalho mostrou por meio de uma revisão integrativa da literatura o estado da arte dos estudos em sistema de Integração que fizeram uso de ferramentas matemática para auxiliar o empresário rural na tomada de decisão na hora de otimizar o fator econômico. Para isso foi realizada a leitura minuciosa de 14 artigos extraídos das bases de dados Web of Science, Scopus e Science Direct no recorte temporal de 01 de janeiro de 2015 a 17 de abril de 2023. Essa revisão permitiu elencar os principais países, a diversificação das atividades produtivas, as variáveis ambientais, os sistemas de integração mais praticados e as principais ferramentas utilizadas para identificar o fator econômico.

Dentre as principais limitações da pesquisa, destacam-se de forma negativa o baixo número de trabalhos em função do recorte temporal e que as ferramentas utilizadas foram importantes para identificar os benefícios, entretanto, não indicam onde melhorá-los e como melhorá-los, e de forma positiva destaca-se que, embora o estudo tivesse como objetivo avaliar os benefícios econômicos do sistema de integração, foi identificado a preocupação em mitigar as compensações entre os impactos econômicos e ambientais, procurando identificar fatores determinantes ligados à produtividade em um sistema ao mesmo tempo procurando avaliar os impactos ambientais, buscando otimização do uso da terra e as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Porém, a maior surpresa nesse trabalho foi identificar que, embora nos sistemas de integração abordam problemas de planejamento de produção, transporte, alocação e gerenciamento de recursos, envolvendo a obtenção de diversas metas conflitantes e que devem ser atingidas simultaneamente, necessitando de ferramentas com enfoque multiobjetivo que permitam considerar todos os componentes e suas restrições, entretanto, não foi verificado o uso predominante dessa ferramenta matemática que é capaz de dar respostas a problemas dessa natureza. Assim, os trabalhos vistos nessa pesquisa dão respostas significativas quando consideram os problemas que não envolvem metas conflitantes. Dessa forma, terá um grande avanço na literatura, quando for avaliado os problemas englobando a lavoura, pecuária e a floresta e considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, que esses utilizem a otimização multiobjetivo e que não são resolvidos usando técnicas analíticas convencionais.

Referências

- [1]. Paes, MX, Gianelli, BF, Kulay, LA, De Medeiros, GA, Mancini, SD, 2014. Avaliação Do Ciclo De Vida Aplicada À Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos: Um Estudo De Caso. Ambiente. Nat. Recurso. Res. 4 (4), 169e177.
- [2]. Groot, JCJ, Rossing, WAH, 2011. Aprendizado Auxiliado Por Modelos Para O Manejo Adaptativo De Recursos Naturais: Uma Perspectiva De Design Evolucionário. Métodos Eco. Evolução 2, 643-650.
- [3]. Wei, S., Ma, L., Jiang, R.F., Bai, Z.H., Wu, D.M., Xia, L.J., 2016. Temporal And Spatial Changes Of Nitrogen And Phosphorus Utilization Efficiency And Emissão Of Pig Breeding Based On NUFER Model. Trans. Chin. Soc. Agric. Eng. 32, 190–196.
- [4]. Van Noordwijk M, Lusiana B, Khasanah N, Mulia R (2011) Wanulcas Version 4.0, Background On A Model Of Water Nutrient And Light Capture In Agroforestry Systems. World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor.
- [5]. Cunha, R. C. C. A Geoeconomia Da Cadeia Produtiva Da Soja No Brasil. 313 F. Tese, (Doutorado Em Geografia), Universidade De Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- [6]. Balbino LC, Cordeiro LAM, Silva VP, Moraes A, Martý´Nez GB, Alvarenga RC, Kichel AN, Fontaneli RS, Santos HP, Franchini JC, Galerani PR (2011) Evolução Tecnológica E Arranjos Produtivos De Sistemas De Integração Lavoura-Pecuária-Floresta No Brasil. Pesqui Agropecu Bras 46:10. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>
- [7]. Cunha, R. C. C., & Espíndola, C. J. A Geoeconomia Da Produção De Soja No Sul Do Maranhão: Características Sociais E Territoriais. Revista Da ANPEGE, Vol 11, Nº 16, Pg 37-65, Jul/Dez - 2015.
- [8]. Cunha, R. C. C., & Espíndola, C. J. A Relevância Do Progresso Técnico Na Consolidação Da Cadeia Produtiva Da Soja No Sul Do Estado Do Maranhão (Brasil). Geografia (Londrina), Vol 25, Nº 1, Pg 87-106, 2016.
- [10]. Cunha, R. C. C., & De Melo Cruz, W. L. Aspectos Geoeconômicos Da Cadeia Produtiva Da Soja No Estado De Santa Catarina: Produção E Circulação. Geo Uerj, Nº 31, Pg 745-769, 2017.
- [11]. Cunha, R. C. C. A Geoeconomia Da Cadeia Produtiva Da Soja No Brasil. 313 F. Tese, 76 (Doutorado Em Geografia), Universidade De Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- [12]. Cunha, R. C. C. Recente Desempenho Da Dinâmica Produtiva E A Difusão Territorial Da Agropecuária Maranhense. Revista Entre-Lugar, Vol 11, Nº 21, Pg 128-158, 2020.
- [13]. Soares, T., & Jacometti, M. (2015). Strategies That Add Value In Agribusiness Segments In Brazil : A Descriptive Study. Reen - Estratégia E Negócios, 8(43), 93-120.
- [14]. Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking A Literature Review: A Step-By-Step Approach. British Journal Of Nursing, Vol 17, Nº 1, Pg 38-43, 2008.
- [15]. Groot, JCJ, Oomen, GJM, Rossing, WAH, 2012. Otimização Multiobjetivo E Projeto De Sistemas Agrícolas. Agrícola Sist. 119, 63–77.
- [16]. Schoeneboom, J., Saling, P., Gipmans, M., 2012b. NSF – Metodologia Agbalancetm Da BASF Em Agosto De 2012. BASF SE, Ludwigshafen, Alemanha. Disponível Em: <http://www.nsf.org/newsroom/basfs-agbalancemethodology-august-2012/>.
- [17]. Wei, S., Ma, L., Jiang, RF, Bai, ZH, Wu, DM, Xia, LJ, 2016. Mudanças Temporais E Espaciais Da Eficiência De Utilização E Emissão De Nitrogênio E Fósforo Da Criação De Suínos Com Base No Modelo NUFER. Trans. Queixo. Sociedade Agrícola Eng. 32, 190–196.
- [18]. Dos Reis, JC, Et Al., 2021. Sistemas Integrados Lavoura-Pecuária: Um Uso Sustentável Da Terra Alternativa Para A Produção De Alimentos No Cerrado E Na Amazônia Brasileira. J. Limpo. Prod. 283, 124580.