



Gestão econômica em pequenas propriedades rurais: um estudo de caso integrando produção de suínos e cultivo de alimentos

Economic management in small farms: a case study integrating pig production and food cultivation

Gestión económica en pequeñas explotaciones: un estudio de caso que integra la producción porcina y el cultivo de alimentos

Nadiana Praça de Souza¹

Thais Aparecida Rocha da Costa²

André Sandmann³

Vera Lucia Antunes de Lima⁴

Luciano Marcelo Fallé Saboya⁵

Thaimara Ramos Angelino de Souza⁶

Francisco de Assis da Silva⁷

Anna Rebeca Silva Nóbrega⁸

Smyth Trotsk de Araujo Silva⁹

Yohanna Macedo de Farias Pinto¹⁰

¹Graduada em Agronomia. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: nadianasouza2018@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3292-9529>

²Graduada em Agronomia. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: tthaisrochacosta@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9598-7742>

³Doutor em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: sandmann@utfpr.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8662-4321>

⁴Doutora em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: vera.antunes.ufcg@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7495-6935>

⁵Doutor em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: lsaboya@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>

⁶Mestra em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: thai.angelino79@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2613-1872>

⁷Doutor em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Boa Vista, Paraíba, Brasil. E-mail: agrofdsilva@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4558-1147>

⁸Mestra em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: anna.rebsil@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6059-8804>

⁹Mestre em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: smythtrotsk18@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9452-9655>

¹⁰Mestra em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: yohannamfarias@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-5691-6736>





Resumo

Uma gestão eficaz exige a utilização de ferramentas práticas que não apenas facilitem a adaptação às mudanças contínuas, mas também permitam a previsão de cenários futuros. No contexto da agricultura familiar, a modelagem matemática emerge como uma ferramenta valiosa, oferecendo suporte na previsão da produtividade, na otimização dos recursos e no embasamento de decisões estratégicas. Objetivou-se desenvolver um modelo matemático de programação linear para maximizar o resultado econômico de uma propriedade de agricultura familiar, integrando produção agrícola e suinocultura. Selecionou-se uma propriedade rural em Mauriti, Ceará, com 0,6 hectares. Por meio de questionários ao produtor rural obteve-se dados, os quais foram tabulados utilizando software Excel para auxiliar a formulação da função objetivo a fim de maximizar o resultado econômico. A técnica utilizada para modelar o problema foi a Programação Linear, processada no software LINGO 18.0. Os resultados obtidos do modelo foram comparados com a situação atual da unidade piloto para validar sua aplicação. Desse modo, observou-se que o modelo desenvolvido indicou, na maximização do resultado econômico, um resultado anual de R\$ 29.664,00. A modelagem matemática mostrou-se uma alternativa para promover uma gestão eficaz da propriedade de agricultura familiar. Além disso, a metodologia é replicável em propriedades similares, promovendo desenvolvimento e sustentabilidade na agricultura familiar.

Palavras-chave: Modelo Matemático. Maximização Econômica. Agricultura Familiar. Gestão Eficaz.

Abstract

Effective management requires the use of practical tools that not only make it easier to adapt to ongoing changes, but also enable future scenarios to be predicted. In the context of family farming, mathematical modeling has emerged as a valuable tool, offering support in predicting productivity, optimizing resources and informing strategic decisions. The aim was to develop a mathematical linear programming model to maximize the economic result of a family farm, integrating agricultural production and pig farming. A rural property was selected in Mauriti, Ceará, with 0.6 hectares. Data was obtained through questionnaires to rural producers, which were tabulated using Excel software to help formulate the objective function to maximize the economic result. The technique used to model the problem was Linear Programming, processed in the LINGO 18.0 software. The results obtained from the model were compared with the current situation at the pilot plant to validate its application. In this way, it was





observed that the model developed indicated, in maximizing the economic result, an annual result of R\$ 29,664.00. Mathematical modeling proved to be an alternative for promoting effective management of family farms. In addition, the methodology can be replicated on similar properties, promoting development and sustainability in family farming.

Keywords: Mathematical Model. Economic Maximization. Family Farming. Effective Management.

Resumen

Una gestión eficaz requiere el uso de herramientas prácticas que no sólo faciliten la adaptación a los cambios en curso, sino que también permitan predecir escenarios futuros. En el contexto de la agricultura familiar, la modelización matemática se ha revelado como una herramienta valiosa, que ofrece ayuda para predecir la productividad, optimizar los recursos y fundamentar las decisiones estratégicas. El objetivo era desarrollar un modelo matemático de programación lineal para maximizar el resultado económico de una explotación familiar, integrando la producción agrícola y la cría de cerdos. Se seleccionó una propiedad rural en Mauriti, Ceará, con 0,6 hectáreas. Los datos se obtuvieron mediante cuestionarios al agricultor, que se tabularon utilizando el programa Excel para ayudar a formular la función objetivo de maximización del resultado económico. La técnica utilizada para modelar el problema fue la Programación Lineal, procesada en el software LINGO 18.0. Los resultados obtenidos del modelo se compararon con la situación actual de la planta piloto para validar su aplicación. De esta forma, se observó que el modelo desarrollado indicaba un resultado anual de R\$ 29.664,00 al maximizar el resultado económico. La modelización matemática demostró ser una alternativa para promover la gestión eficaz de las explotaciones familiares. Además, la metodología puede ser replicada en propiedades similares, promoviendo el desarrollo y la sostenibilidad de la agricultura familiar.

Palabras clave: Modelo Matemático. Maximización Económica. Agricultura Familiar. Gestión Eficaz.





Introdução

A agricultura é um dos setores que mais influencia a economia do Brasil, sendo responsável pelo abastecimento de alimentos para a população (Santos *et al.*, 2022). No Brasil, a agricultura familiar emprega cerca de 10,1 milhões de pessoas e é responsável por 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros (MAPA, 2021).

No Ceará, existem aproximadamente 297.862 estabelecimentos de agricultura familiar, tornando-o o terceiro estado com o maior número de estabelecimentos desse tipo no Brasil. O estado se destaca pela importância na produção de alimentos e na ocupação de mão de obra no meio rural (Arruda, 2022). Entre os produtos cultivados na região, predominam o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), o milho (*Zea mays* L.) e a macaxeira (*Manihot esculenta*). Essas culturas são fundamentais para a nutrição das famílias, geração de renda e a permanência dos agricultores familiares na zona rural (IBGE, 2019).

A produção animal é uma das principais alternativas de geração de renda para a propriedade familiar em um sistema produtivo diversificado no Ceará, especialmente com criações de aves, bovinos, caprinos e suínos. Essas atividades resultam na produção de carne, ovos, leite e derivados (IPECE, 2022; Costa *et al.*, 2020). Esse tipo de atividade desempenha um papel crucial no desenvolvimento local e regional, garantindo renda para as famílias no campo, sendo uma atividade de baixo risco econômico e alta rentabilidade (Pereira *et al.*, 2020).

A agropecuária é particularmente vulnerável a riscos de instabilidade climática, que podem influenciar diretamente a renda obtida com a produção (Ataide *et al.*, 2021). Esta fragilidade é ainda maior no caso dos pequenos agricultores, pois, geralmente, todo o capital da família está investido na produção e há pouca capacidade de enfrentar essas flutuações de renda (Engelbrecht, 2019; Sambuichi *et al.*, 2022).

A gestão econômica no cenário agropecuário é fundamental, pois auxilia no planejamento das atividades e nas tomadas de decisões, especialmente devido às vulnerabilidades dos aspectos produtivos, à complexidade das operações financeiras e à dificuldade de sustentar as margens de lucro (Gonçalves *et al.*, 2017; Breitenbach *et al.*, 2020).

Uma gestão eficiente requer o uso de ferramentas práticas que possibilitem não apenas a adaptação a mudanças constantes, mas também a previsão de cenários futuros (Collins, 2024). Nesse sentido, é essencial considerar os critérios fundamentais da agricultura familiar,





como o uso de mão de obra familiar, a área da propriedade rural e os fatores que compõem a renda econômica da propriedade (Carvalho *et al.*, 2024).

Diante da necessidade de adotar novos meios de inovação para a gestão econômica, a modelagem matemática surge como uma ferramenta poderosa para o planejamento e desenvolvimento da agricultura familiar, possibilitando a previsão de produtividade, a otimização de recursos e o embasamento para a tomada de decisões (Silva *et al.*, 2022; Chaves *et al.*, 2022).

Considerando esses fatores, realizou-se um estudo em uma pequena propriedade rural com o intuito de propor alternativas que maximizem a rentabilidade. Utilizou-se um modelo matemático de programação linear, elaborado no *software* LINGO 18.0 (Lindo Systems Inc., Chicago, EUA). Segundo Sandmann e Barros (2010), o LINGO é uma excelente ferramenta de otimização matemática voltada ao agronegócio. O desenvolvimento desse modelo visa otimizar a produtividade de suínos, o cultivo de alimentos e o auxílio na tomada de decisões.

Referencial Teórico

A modelagem matemática é um ramo da matemática, utilizado para obter explicação ou entendimento de situações reais em vários campos como Física, Química, Biologia, Astrofísica, Engenharia, Ciências Agrárias, Economia, Ciências da Saúde (Bertone *et al.*, 2019). Para Barbieri *et al.*, (2024), a otimização de processos em sistemas complexos é possível devido a multidisciplinaridade da modelagem matemática.

Segundo Silva *et al.* (2022), a modelagem matemática exerce um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico da agricultura brasileira, uma vez que pode ser utilizada para tomar decisões, prever a produtividade e otimizar recursos. De acordo com Costa *et al.* (2021), a estimativa da produtividade em cenários de disponibilidade hídrica limitada, variações de temperaturas e características dos solos, é possível com o uso da modelagem. A modelagem, em geral, pode ser entendida como a arte de modelar um problema, utilizando modelos (Sousa *et al.*, 2018).

Os modelos procuram representar a realidade para que possam entender seu funcionamento, seja numa visão global, seja apenas de parte dessa realidade (Evaristo, 2020). Assim, o objetivo de um modelo é ser construído de tal maneira que se possa entender a realidade de um modo mais simples e, ao mesmo tempo, mais complexo e preciso possível (Góes & Góes, 2024).





De acordo com Nunes *et al.* (2020), a programação linear (PL) é uma ferramenta capaz de auxiliar de forma significativa o planejamento agrícola, traçando planos de uso dos recursos disponíveis para obter o melhor resultado. A programação linear permite estabelecer a mistura ótima de diversas variáveis, expressa por uma função linear, que deve ser maximizada ou minimizada, um conjunto de restrições lineares que representam as condições e limitações do problema que devem ser respeitadas e as condições de não-negatividade do problema (Cerqueira *et al.*, 2021; Bressan *et al.*, 2020).

A utilização de modelos para estimativa da produção agrícola em diferentes cenários climáticos e ambientais propõe uma modelagem com maximização de resultados. Através da utilização da programação linear na agricultura, é possível diminuir gastos e favorecer o crescimento da produção agrícola (Costa *et al.*, 2021; Nunes *et al.*, 2020).

Silva *et al.* (2022) constataram que a modelagem é uma ferramenta fundamental para a agricultura familiar, pois, por intermédio de sua utilização houve a possibilidade de geração de informações relevantes para a gestão da pequena propriedade rural, identificando as culturas com maiores lucratividades. Por outro lado, Neto (2019) verificou que a utilização da modelagem matemática proporciona uma nutrição segura para a manutenção normal na terminação de suínos, resultando em ganho de peso da carcaça e produção adequada de carne com baixo teor de gordura.

Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, combinando fundamentação teórica e entrevistas com um pequeno produtor rural. A pesquisa foi conduzida na propriedade agrícola situada no sítio Logradouro, zona rural do município de Mauriti, no estado do Ceará. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Mauriti possui uma área de 1.079,011 km² e uma população estimada de 45.561 habitantes. O município faz limite com as cidades de Barro (ao Norte), Milagres (a Oeste), e Brejo Santo (a Sul) e com o estado da Paraíba (a Leste) (IPECE, 2016).

O clima predominante em Mauriti é quente, com temperaturas médias anuais variando entre 24°C e 26°C. As precipitações são abundantes entre fevereiro e abril, enquanto uma estação seca prevalece durante a maior parte do ano. O índice pluviométrico anual do município é de 872,3 mm (IPECE, 2017).





A propriedade estudada possui uma área total de 0,6 hectares, dos quais 0,5 hectares são destinados ao cultivo de milho e macaxeira em regime de sequeiro, tanto para o consumo da família quanto para a alimentação dos suínos. Além disso, na mesma área, há um espaço dedicado à criação de suínos, incluindo leitões, porcos de engorda e matrizes, enquanto os restantes 0,1 hectare são utilizados para a moradia da família. Para o modelo matemático, foi sugerido o consórcio de feijão, milho e macaxeira.

A escolha de consorciar essas culturas baseou-se em suas diferentes características de arquitetura vegetal, hábitos de crescimento e fisiologia, o que possibilita a maximização do uso do espaço mediante o cultivo simultâneo (Hernani *et al.*, 2021). Ressalta-se que o milho, feijão e macaxeira são significativamente importantes do ponto de vista nutricional, social e econômico, podendo potencializar a sustentabilidade na Agricultura Familiar (Nascimento, 2020).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa configurou-se como um estudo de caso, permitindo a análise detalhada das informações de uma família para estudar aspectos variados de sua vida, conforme o tema da pesquisa (Prodanov *et al.*, 2013). As etapas do desenvolvimento do trabalho foram: i) definição da problemática; ii) levantamento de dados e busca de informações; iii) modelagem matemática do problema; iv) resolução do problema através da programação linear.

A abordagem quantitativa foi utilizada, aplicando-se questionários ao produtor rural para coletar dados sobre custos, produtividade e outras variáveis importantes. Os dados foram tabulados no *software* Excel, permitindo a criação de tabelas organizadas que facilitam a identificação das variáveis relevantes, a formulação das funções objetivo e a definição das restrições, visando a maximização do lucro.

Na etapa de resolução do problema, utilizou-se a modelagem matemática para otimização da agricultura familiar. A técnica aplicada foi a Programação Linear, inserida na área de pesquisa operacional (Silva, 2023). Para aplicar e resolver o modelo matemático, optou-se pelo uso do *software* LINGO 18.0 (Lindo Systems Inc., Chicago, EUA). Esta escolha foi baseada na simplicidade de uso do *software* para resolução de problemas lineares, não lineares e inteiros, além de permitir a expressão do modelo de forma intuitiva e direta, utilizando somatórios e variáveis subscritas (LINDO, 2020).





Resultados e Discussões

No modelo matemático ora desenvolvido, obteve-se um resultado econômico anual em MAX = REA de R\$ 29.664,00 (Tabela 1). Comparando-se este valor com o atual (R\$ 23.868,00), observa-se uma diferença de 19,54%. Segundo Sandmann e Barros (2010), a diferença entre o valor atual e o modelo deve ser inferior a 20% para ser compatível com a realidade analisada.

De acordo com Sandmann *et al.* (2015), o software LINGO é uma valiosa ferramenta de otimização matemática voltada para o agronegócio, destacando-se pela geração automática de um relatório de solução que detalha as variáveis envolvidas e o resultado ótimo da função objetivo após a modelagem.

Tabela 1

Resultados de otimização do modelo (REA) e da situação atual

Variável	Descrição	Unidade	Modelo (REA)	Atual
REA	Resultado econômico anual	Reais	29.664,00	23.868,00
SAU	Área disponível utilizada	Hectare	0,5	0,5
MV	Quantidade de plantio de milho	Hectare	0	0,25
MACAX	Quantidade de plantio de macaxeira	Hectare	0,5	0,25
F	Quantidade de plantio de feijão	Hectare	0	0
SUINO	Quantidade de suíno para terminação	Unidade	60	20
PORCAS	Quantidade de matrizes	Unidade	3	3
SUINOC	Quantidade de leitões	Unidade	0	40
VENDAG	Venda	Reais	72.000,00	24.000,00
VENDAMACX	Venda da macaxeira	Reais	5.640,00	0
VENDAM	Venda do milho	Reais	0	0
VFEIJÃO	Venda do Feijão	Reais	0	0

Na situação atual, o agricultor destina 0,5 hectares ao cultivo de milho e macaxeira em consórcio para subsistência. O modelo sugeriu a possibilidade de consorciar feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.), milho (*Zea mays* L.) e macaxeira (*Manihot esculenta*) para comercialização. No entanto, devido à ausência de recursos hídricos na propriedade, essas



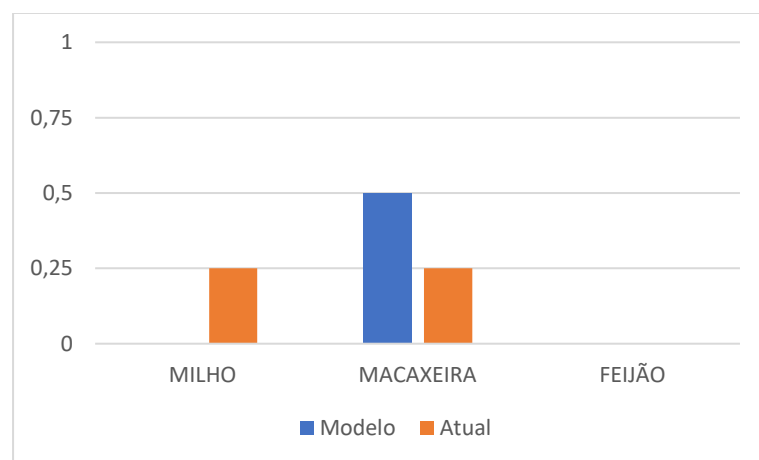


culturas são limitadas a uma única produção anual durante o período de chuvas, o que restringe as opções disponíveis.

A Unidade de Produção Agrícola (UPA), utilizando uma área de 0,5 hectares, maximiza a função objetiva ao designar toda a superfície agrícola útil (SAU) para o cultivo de macaxeira visando a comercialização (Gráfico 1). Essa escolha é justificada pela elevada produtividade e retorno econômico da macaxeira, conforme dados da CONAB (2023).

Figura 1

Distribuição da superfície agrícola útil (ha) do modelo otimizado e situação atual.

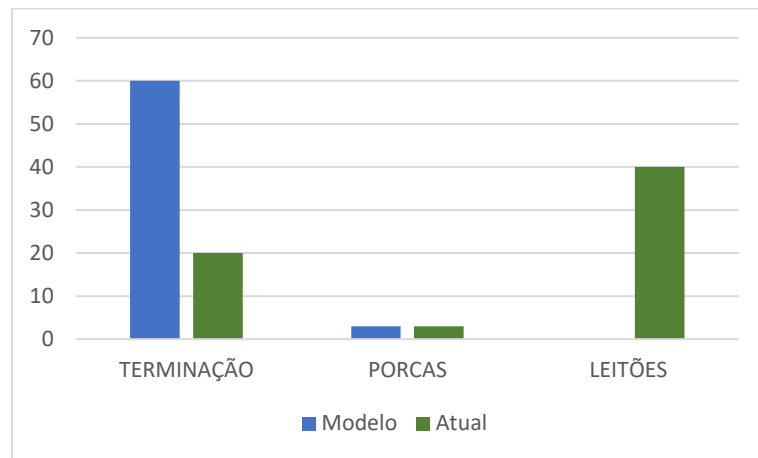


Na situação atual, a propriedade cria 3 porcas (matrizes) e vende anualmente 40 leitões e 20 suínos para terminação. O modelo otimizado sugere manter as 3 porcas e aumentar a engorda de 60 leitões até a terminação (Gráfico 2). Segundo Pereira (2018), a carne suína é essencial para a alimentação humana e tem um impacto significativo na economia do país. Portanto, faz sentido implementar explorações suinícolas e práticas de engorda, focando na fase de crescimento dos animais, para maximizar a eficiência e a produtividade.



Figura 2

Distribuição de suínos do modelo otimizado e situação atual



Pesquisadores como Bochtis *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2024) enfatizam a modelagem como uma ferramenta poderosa para otimizar a gestão agrícola e aumentar a produtividade dos sistemas agrários. Sandmann *et al.* (2023) destacam que alocação eficiente dos recursos, conforme demonstrado no modelo proposto, pode resultar em benefícios significativos em termos econômicos quanto ambientais.

Conclusão

Esta pesquisa evidenciou que, embora a modelagem matemática seja uma ferramenta extremamente útil para sistemas agrários, sua aplicação em propriedades muito pequenas pode resultar em um desgaste de tempo significativo. As propriedades rurais, independentemente de seu tamanho, necessitam de um controle rigoroso dos custos de produção para assegurar sua continuidade e lucratividade no ambiente competitivo do agronegócio.

Diante desse contexto, para propriedades menores, é recomendável a elaboração de planilhas financeiras detalhadas que registrem todas as possíveis entradas e saídas. Essa abordagem permite alcançar resultados satisfatórios, comparáveis aos obtidos por meio de modelagem matemática, mas com maior eficiência e praticidade. A implementação de planilhas financeiras pode proporcionar uma gestão mais acessível e direta, facilitando a tomada de decisões e contribuindo para a sustentabilidade econômica das pequenas propriedades rurais.





A pesquisa reafirma a importância da modelagem matemática como uma ferramenta poderosa para a otimização de recursos e maximização de resultados na agricultura, ao mesmo tempo em que sugere alternativas mais viáveis e práticas para propriedades de menor escala.

Referências

- Araújo, A. K., de Araújo Filho, J. A., & Maranhão, S. R. (2017). Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro. *Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, 18(1), 2-23.
- Ataide, L. C. P. D. (2021). *Impactos da Variabilidade Hidroclimática no Semiárido Brasileiro*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande.
- Barbieri, J. C. Z., Veit, M. T., Balestra, C. E. T., Schneider, R., Araújo, T. P., Bittencourt, P. R. S., Gonçalves, G. C., & Sandmann, A. (2024). The Influence of Chitosan Addition on Sulfuric Acid-Attack and Carbonation of Concrete. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(7), 1-25.
- Bertone, A. M. A., Bassanezi, R. C., & Jafelice, R. S. D. M. (2019). *Modelagem matemática*. CEAD/ Universidade Federal de Uberlândia.
- Bochtis, D., Sorensen, C. A. G., & Kateris, D. (2018). *Operations management in agriculture*.
- Borges, M. S., & da Silva, P. C. B. (2019). O turismo rural pensado como política pública para o desenvolvimento econômico, social e a preservação histórica: o caso “Caminhos do Brasil Imperial”. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 6278-6294.
- Breitenbach, R., & Brandão, J. B. (2020). Alta renda na agricultura familiar?. *Revista de Política Agrícola*, 29(2), 77.
- Bressan, G. M., & Ramos, T. A. (2020). Aplicação da Programação Linear e do Problema do Transporte para otimização da produção agrícola. *CQD-Revista Eletrônica Paulista de Matemática*, 19, 67–84.
- Cerqueira, G. R., Pires, V. C., & Campos, D. S. (2021). Linear programming problems in High School using GeoGebra. *Revista De Ciência Da Computação*, 3(1), 12-16.
- Chaves, M. M.; SILVA, E. C. (2022). Modelagem matemática da produtividade de culturas irrigadas na agricultura familiar sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26 (1), 78-83.
- Collins, D. W. B. (2024). A importância da auditoria interna na gestão das empresas. *Revista de Gestão e Secretariado*, 15(4), 01-09.
- Companhia Nacional De Abastecimento – CONAB. (2023). *Mandioca*. Análise mensal, Brasília-DF.





- Costa, D., de Souza, C. L., Siviero, A., Aragão, W. A., de Oliveira, A. V. D., Beber, P. M., ... & do Nascimento, J. S. D. C. (2022). A Produção Animal da Agricultura Familiar na Reserva Extrativista Cazumbá-Iracema, Acre, Brasil. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 12(1), 98-106.
- Cunha, M. M. (2019). *Desenvolvimento de um sistema embarcado para realização de manejo de irrigação* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Sergipe.
- da Costa, S. A. T., de Souza, L. S. B., Jardim, A. M. D. R. F., Júnior, G. D. N. A., Alves, C. P., de Souza, C. A. A., & Salvador, T. G. F. D. S. (2021). Técnicas hidricamente eficientes e modelagem: estratégias para a sustentabilidade e intensificação da agricultura frente às mudanças do clima em ambientes suscetíveis à desertificação. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(7), 4013-4034.
- da Silva Fonseca, D., de Souza, E. P., de Santana, L. M., Reis, B. C. M., & de Oliveira Bortoluzzi, M. B. (2018). Aplicação da pesquisa operacional para o desenvolvimento local: uma alternativa para produtores de hortaliças por meio da otimização do processo produtivo. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, 2(1).
- da Silva Salvador, K. R., Jardim, A. M. D. R. F., do Nascimento, G., Júnior, A., Alves, C. P., Pinheiro, A. G., ... & da Silva, T. G. F. (2021). Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação rotativa com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(04), 2322-2343.
- da Silva, C. M., Luciano, B. H., Silva, C. M. A., Lima, M. W. H., de Almeida, L. J. M., da Silva, L. S., & da Silva, A. V. (2024). Otimização da produtividade agrícola e altos lucros em pequenas propriedades: uma abordagem integrada de modelagem matemática e agricultura familiar. *Caderno Pedagógico*, 21(3), 1-24.
- de Carvalho, D. A. F., & Gomes, J. M. A. (2024). Caracterização Multifuncional da Agricultura Familiar em Assentamentos Rurais de Campo Maior, Piauí. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(4), p 1-16.
- de Sousa, E. S., & de Lara, I. C. M. (2018). Análise de Modelos: uma alternativa metodológica de ensino caracterizada por um grupo de professores do ensino básico. *Research, Society and Development*, 7(4), 1-15.
- Engelbrecht, M. R. (2019). Trajetória de um conceito: da pequena produção à agricultura familiar. In *Congresso Brasileiro de Assistentes Sociais*, 16(1).
- Evaristo, E. C. (2020). *Programação Linear*. (Tese de Doutorado). Universidade da Beira Interior.
- Góes, A. R. T., & Góes, H. C. (2024). *Modelagem Matemática: teoria, pesquisas e práticas pedagógicas*. Editora Intersaberes.
- Gonçalves, G. V. B., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Mendonça, F. S., Fontoura Júnior, J. A. S. D., & Castilho, E. M. (2017). ANALYSIS OF COSTS, REVENUES AND EQUILIBRIUM POINT OF THE CALVES PRODUCTION SYSTEMS IN RIO GRANDE DO SUL STATE. *Ciência Animal Brasileira*, 18, 1-17.





- Hernani, L. C; Sousa, L. C. F de.; Ceccon, G. (2021). *Consortiação de culturas*. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Plantio Direto. Brasília, DF: Embrapa.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística - IBGE. (2019). *Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos*. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017/resultados-definitivos>>. Acesso em: 30/05/2024.
- Instituto De Pesquisa E Estratégia Econômica Do Ceará - IPECE. (2022). *Agricultura Familiar e Segurança Alimentar no Ceará*. Secretaria do Planejamento e Gestão, Fortaleza, 220, 1-22.
- Instituto De Pesquisa E Estratégia Econômica Do Ceará - IPECE. (2017). *Perfil municipal 2017 Mauriti*. Secretaria do Planejamento e Gestão, Fortaleza-CE.
- Instituto De Pesquisa E Estratégia Econômica Do Ceará - IPECE. (2016). *Perfil básico municipal- Mauriti*. Secretaria do Planejamento e Gestão, Fortaleza-CE.
- LINDO, Lindo Systems Inc. *LINGO: Optimization Modeling Software for Linear, Nonlinear, and Integer Programming*. Disponível em: <https://www.lindo.com/>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. (2021). *Plano Safra 2020/2021*. Brasília/DF. Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos /politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/ plano-safra-2021-2022.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/plano-safra-2021-2022.pdf)>. Acesso em: 30/05/2024.
- Nascimento, W.S. (2020). *Segurança alimentar e nutricional e agricultura familiar: o caso de São Francisco do Conde, Bahia*. Redenção (CE): Monografia de graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.
- Neto, L.V. (2019). *Ration of Food Residues*. Universidade da Flórida EUA.
- Nunes, A. N., Lee, G. C., de Souza Andreoti, G., & D'Alkimin, J. E. (2020). A programação linear na agricultura. In *IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica*.
- Palhares, L. O., Dutra, W. M., Lourenço-Silva, M. I., Carmo, M. R., Serafim, J. E., Gasparini, S. P., & Holanda, M. C. R. (2020). Efeito dos níveis de lisina/proteína ideal sobre desempenho, características de carcaça, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de suínos machos, castrados, da raça Duroc, de 30kg a 50kg. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72(04), 1305-1312.
- Parreiras, M. F. L. (2018). *Caso de estudo: viabilidade econômica numa engorda de suínos* (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra.
- Pereira, B. I., Borghetti, S., da Costa Freitag, V., Ribeiro, S. P., & Schuh, C. (2020). Análise dos gastos da certificação do bem-estar animal. *Custos e@ gronegocio on line*, 16, 41-70.





- Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*-2ª Edição. Editora Feevale.
- Sandmann, A. & Barros, M. J. (2010). *Modelagem Matemática dos Condicionantes Técnicos Econômicos Financeiros de uma Unidade de Produção Agropecuária com Bovinocultura de Leite*. Medianeira: Editora Independente.
- Sandmann, A., de Cassia Serra, G., Portolan, M. R., Hellmann, L., Hallal, R., dos Santos, J. A. A., ... & da Silva, F. P. (2023). Soybean Production in the Municipality of Cascavel-PR: Rainfall Indices as the Main Influence Factor. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(10), e04161-e04161.
- Sandmann, A., Macucule, O. E., & Hellmann, L. (2015). Produção de proteína animal e reuso de seus rejeitos na própria unidade produtora. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, 6(14), 78-85.
- Silva, M. A. F. C. (2022). *Modelagem matemática para a agricultura familiar irrigada: um estudo de caso com a cultura da banana na região do Vale do São Francisco*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Tierling, I. M. B. M., & Schmidt, C. M. (2020). Custos versus Benefícios resultantes da Ação Coletiva na Agricultura Familiar: Um Olhar Além das Informações Financeiras. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, 15(3), 84-108.

Received: 08.23.2024

Accepted: 08.13.2024

