

## ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA INTEGRADA E SUSTENTÁVEL (PAIS)

### Economic and financial analysis of an integrated and sustainable agroecological production system (PAIS)

Claudia de Brito Quadros Gonçalves<sup>a</sup>, Régio Marcio Toesca Gimenes<sup>b</sup>, Madalena Maria Schlindwein<sup>c</sup>, Marcelo Corrêa da Silva<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, claudia.b.quadros@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0954-7809

<sup>b</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, regiomtoesca@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7834-9892

<sup>c</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, madalenaschlindwein@ufgd.edu.br, ORCID: 0000-0002-4387-9786

<sup>d</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, marcelo-correadasilva@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7599-1967

#### Resumo

Avaliações econômicas e financeiras são importantes em investimentos voltados ao setor da produção de alimentos, principalmente em mercados emergentes, com maior risco. Incertezas tendem a impactar as decisões em organizações, os agentes de desenvolvimento e as escolhas realizadas por produtores rurais. Contudo, há limitada contribuição empírica sobre o risco de investimento em sistemas agroecológicos, o que dificulta a escolha por alternativas de geração de renda e segurança alimentar. Assim, objetivou-se analisar a viabilidade econômica num Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS). Um estudo de caso foi realizado no município de Dourados, MS, entrevistando um gestor do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, um técnico de campo do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural e um produtor rural. A metodologia utilizou as técnicas de orçamento de capital (VPL, TIR, TIRM, VAUE, IL e PBd) e diferenciou-se pela análise de risco com o método Monte Carlo e por uma abordagem alinhada com a condição de mercado emergente, como o do Brasil. Com a taxa mínima de atratividade (TMA) (8,7525%) calculada com o modelo CAPM híbrido (AH-CAPM), chegou-se aos seguintes valores: VPL= R\$ 62.550,13; TIR=55,74%; TIRM = 24,78%; VAUE = R\$ 9.640,65; IL=3,95; PBd= 2,03 anos. A probabilidade de o VPL ser negativo foi de 0,5%. A contribuição empírica, com ênfase em risco, aponta para a viabilidade do sistema agroecológico PAIS, o que pode subsidiar a escolha por tecnologias e estilos de produção de alimentos alinhados com o desenvolvimento rural sustentável e o fortalecimento da agricultura familiar.

**Palavras-chave:** Agroecologia, avaliação de investimentos, desenvolvimento rural sustentável, viabilidade econômica.

#### Abstract

Economic and financial assessments are important for investments in the food production sector, especially in emerging markets with higher risk. Uncertainty tends to impact decisions in organizations, development agents, and the choices made by rural producers. However, there is limited empirical contribution on the risk of investing in agroecological systems, which makes it difficult to choose alternatives for income generation and food security. Thus, the objective was to analyze the economic viability of an Integrated and Sustainable Agroecological Production System (PAIS). A case study was conducted in the city of Dourados, MS, interviewing a manager of the Brazilian Service of Support to Micro and Small Business, a field technician of the National Service for Rural Learning, and a family farmer. The methodology used capital budgeting techniques (NPV, IRR, TIRM, VAUE, IL and PBd) and was differentiated by the risk analysis using the Monte Carlo method and by adopting an approach aligned with the emerging market condition, such as Brazil. With the minimum attractiveness rate (TMA) (8.7525%) calculated with the Hybrid CAPM Model (AH-CAPM), the results were: NPV= R\$ 62,550.13; IRR= 55.74%; TIRM= 24.78%; VAUE= R\$ 9,640.65; IL= 3.95; PBd= 2.03 years. The probability of the NPV being negative was 0.5%. The empirical contribution, with emphasis on risk, points to the viability of the agroecological system PAIS, which can subsidize the choice for technologies and food production models aligned

with sustainable rural development and the strengthening of family farming.

**Keywords:** Agroecology, investment evaluation, sustainable rural development, economic viability.

## 1. INTRODUÇÃO

No ano de 2019, em torno de 690 milhões de pessoas no mundo não conseguiram acesso a uma alimentação suficiente, número que aumentou 60 milhões em cinco anos. Além disso, a insegurança alimentar aguda afetou cerca de 750 milhões de pessoas no planeta (Organização para a Alimentação e Agricultura [FAO], 2020). Diante desse cenário, a segurança alimentar continua sendo um desafio e constitui um dos objetivos de desenvolvimento sustentável, a erradicação da fome. Assim, novas tecnologias de produção de alimentos podem ser uma alternativa para amenizar a insegurança alimentar mundial (Organização das Nações Unidas [ONU], 2022).

O Brasil tem adotado políticas públicas com o objetivo de reduzir a extrema pobreza e garantir a segurança alimentar. Nesse contexto, a agricultura familiar tem um papel fundamental. Berchin et al. (2019) afirmam que existem diversas vantagens de incentivar a agricultura familiar, tais como: segurança alimentar, melhor qualidade de vida e redução da pobreza, renda extra para as famílias e independência financeira. Essas propriedades também contribuem para melhores práticas ambientais e utilização de recursos locais.

No ano de 2008, a Fundação Banco do Brasil (FBB), com o apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), por meio de uma chamada pública, aderiu à tecnologia social do Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) e difundiu-a por todo o país. Essa tecnologia pode ser utilizada pelas famílias para seu próprio consumo, e o excedente pode ser comercializado gerando renda aos pequenos agricultores, incluindo propriedades rurais com, no

mínimo, 0,5 hectares, assentados, quilombolas e demais participantes de programas sociais do governo federal (Sebrae, 2009; Ruiz, 2018).

Segundo Carolina Nascimento, Camila Nascimento e Cecílio (2018) e Ndiaye (2016), a agroecologia busca a produção com práticas mais sustentáveis, com menor utilização de insumos externos, respeitando as culturas locais e o meio ambiente. Mas para que ocorra o desenvolvimento rural, é necessário o fortalecimento da agricultura familiar por meio de erradicação da pobreza, preservação ambiental e autonomia dos produtores rurais, com geração de renda e melhoria na qualidade de vida (Navarro, 2001; Schneider, 2004; Assis, 2006; Van Der Ploeg, 2011; Mattei, 2014).

A adoção e os benefícios da tecnologia PAIS já foram analisados por muitos pesquisadores. Com a utilização dessa tecnologia social foi possível constatar que a renda das famílias aumentou (Ruiz, 2018), além de melhorar as condições de trabalho no campo e a qualidade do consumo próprio (Andrade, Silva & Caleman, 2016). Devido à diversificação de produtos de base agroecológica, sem utilização de agrotóxicos, houve também benefícios à saúde, devido ao manejo com técnicas mais adequadas ao meio ambiente (Ndiaye, 2016; Andrade et al., 2016; Ruiz, 2018). Desse modo, o estudo da viabilidade econômica de implantação de uma tecnologia social pode estimular políticas públicas para a implantação de outras unidades PAIS, fortalecendo o desenvolvimento rural.

Investimentos em mercados emergentes precisam de um aporte satisfatório de análises financeiras para compensar o risco do investimento. Contudo, essa condição é dificultada pela limitada contribuição de avaliações econômicas e financeiras que mensurem o risco de investimento em sistemas agroecológicos de base familiar. Nesse contexto, surge o seguinte questionamento: é viável economicamente produzir hortaliças e ovos no sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável?

A fim de responder a esse questionamento, realizou-se este estudo com o objetivo de verificar a viabilidade econômica da produção de hortaliças e ovos considerando um sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável.

Diversos estudos já analisaram a viabilidade econômica da produção de hortaliças e de ovos, como: Richetti, Motta e Padovan (2011), Socoloski, Grzebieluckas, Santos, Stieler e Lima (2017), S. V. Souza, Gimenes e Binotto (2019), Borges e Dal'Sotto (2016), Boaretto (2005), Peron, Catapan e D. E. do Nascimento (2017), Leite, Migliavacca, Moreira, Albrecht e Fausto (2016), Rover, Oliveira e Nagaoka (2016), Pinheiro, Gomes e Katz (2017), Duarte e Cavichioli (2017). A maioria desses estudos examinou outros sistemas de produção de hortaliças, como hidroponia, campo aberto, estufas, sobretudo da agricultura convencional ou da produção de ovos; o que diferencia este estudo, que se concentra na viabilidade econômica considerando o risco do investidor, por meio de uma metodologia diferenciada, que utiliza índices de mercados desenvolvidos com as particularidades dos mercados emergentes, como o Brasil, uma vez que em mercados instáveis o retorno deve ser maior, devido a um risco mais elevado. A grande parte dos estudos usou o rendimento da caderneta de poupança ou da aplicação financeira. Entretanto, para a teoria das finanças, a utilização dessas taxas só tem fundamento caso esses investimentos tivessem o mesmo risco, o que não ocorre.

Isto posto, este trabalho estrutura-se em cinco seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, apresenta-se uma revisão bibliográfica acerca do desenvolvimento rural sustentável, agroecologia e agricultura familiar. Na sequência, descreve-se a metodologia aplicada ao estudo. Posteriormente, expõe-se os resultados da pesquisa. E, por fim, há as considerações finais e as referências que embasaram o estudo.

## **2. DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, AGROECOLOGIA E AGRICULTURA FAMILIAR**

As definições de desenvolvimento rural se alteram de acordo com a região e o tempo. No Brasil, tem-se adotado políticas para desenvolver a agricultura familiar, diminuir as desigualdades econômicas e territoriais, para que esse desenvolvimento possa abarcar tanto os problemas globais quanto os locais em busca do crescimento da atividade rural (Van Der Ploeg, 2011).

Para implementar o desenvolvimento econômico, faz-se necessário realizar ações locais. No caso do Brasil, é preciso uma distribuição de renda e acesso aos meios de produção. São ações para o desenvolvimento econômico rural sustentável processos que têm o objetivo de reduzir as desigualdades da população mais carente, visando às potencialidades locais (Assis, 2006).

Segundo Navarro (2001), o desenvolvimento rural requer práticas desenvolvidas para o bem-estar da população rural, sendo vital a participação das famílias que trabalham nas propriedades e que as heterogeneidades nas práticas agrícolas sejam levadas em consideração na adoção de políticas públicas (M. C. da Silva, Paulini, Lopes, Fioravanti & Sereno, 2013).

O desenvolvimento econômico sustentável tem como objetivo a melhoria de qualidade de vida, reduzindo a pobreza, e a preservação ambiental. Desse modo, é imprescindível aliar os aspectos econômicos, ecológicos e sociais (Schneider, 2004).

Assim, a agroecologia é uma forma de produção que pode garantir o desenvolvimento sustentável, em que políticas públicas são essenciais para adoção dessas práticas aos pequenos agricultores, que são muitas vezes prejudicados com a agricultura convencional, altamente dependente de insumos externos (Assis, 2006).

A agricultura familiar no Brasil tem um papel relevante para o desenvolvimento rural. Vários

programas governamentais foram fundamentais para a geração de renda e o desenvolvimento de pequenos agricultores, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Nesse sentido, o desenvolvimento rural sustentável impulsiona a maior segurança alimentar e nutricional, a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento do mercado interno e a garantia do patrimônio cultural rural (Mattei, 2014).

Ressalta-se que a agricultura familiar é essencial para o desenvolvimento local devido ao seu potencial de diversificação produtiva e de mercado, à geração de emprego e melhoria de renda, à fixação do homem no campo e à contribuição para a segurança alimentar (Bezerra & Schindwein, 2016).

A agroecologia é uma estratégia importante para garantir soberania e segurança alimentar de pequenos agricultores. É primordial para a conservação da agrobiodiversidade; a redução do êxodo rural, da pobreza, da poluição da água e do solo; a melhoria da saúde; e a geração de renda (Altieri, 2010; Nodari & Guerra, 2015).

### *2.1. Produção Agroecológica Integrada Sustentável (PAIS)*

A tecnologia social PAIS foi desenvolvida por Aly Ndiaye, engenheiro agrônomo senegalês, que iniciou esse projeto em 1999, na região de Petrópolis (RJ). O objetivo dessa forma de produção é integrar a produção de hortaliças com a criação de aves. Dessa forma, pode-se ter facilidade no manejo e diversificação de produção em um menor espaço (Ndiaye, 2016).

Para analisar as potencialidades do PAIS quanto à inovação sustentável e ao desenvolvimento da agricultura familiar, Ruiz (2018) realizou uma pesquisa de abordagem qualitativa. Foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e observação simples não participante para investigar unidades implantadas. Verificou-se a melhoria da renda e da alimentação dos agricultores e de suas famílias.

Já D. R. da Silva e Montebello (2020) constataram a importância do PAIS para o desenvolvimento sustentável no Sertão de Alagoas. Por meio dessa política pública, os agricultores vulneráveis puderam ter acesso a algumas ferramentas, à captação de água e a práticas agrícolas.

Andrade et al. (2016), ao analisar agricultores familiares assistidos com a tecnologia social PAIS, perceberam que 92% dos entrevistados tiveram melhoria na qualidade de vida e satisfação com o projeto. Os principais benefícios apontados foram: melhoria de renda e de qualidade de vida, apoio técnico recebido, lugar fixo para venda e alimentação saudável.

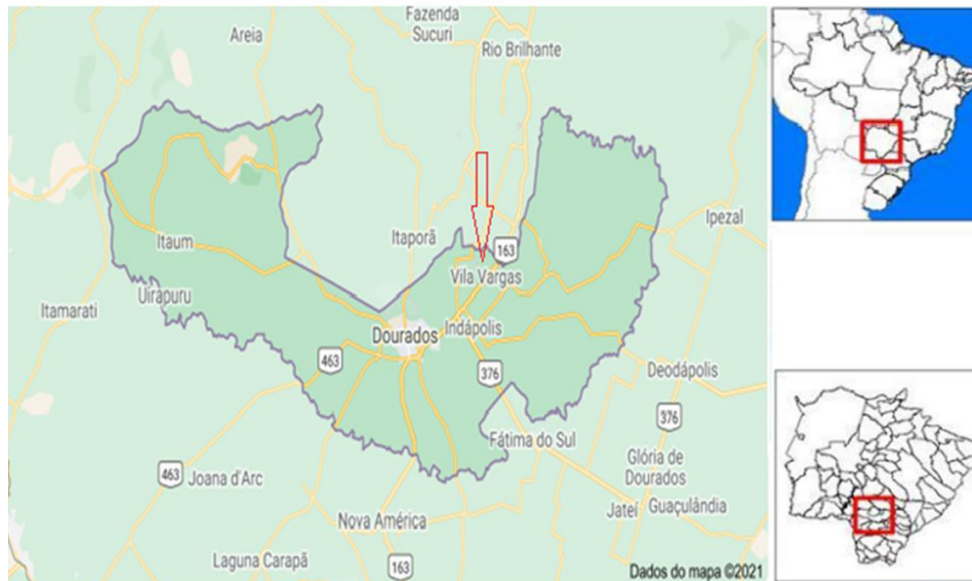
Outros aspectos elencados, essenciais para o desenvolvimento rural, foram a maior autonomia e a cooperação entre os agricultores em mutirões, como na preparação de adubos orgânicos, transporte e comercialização em feiras (Ndiaye, 2016). Ademais, oportunizou o desenvolvimento local ao integrar os produtores e os órgãos de assistência técnica, como a Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (Agraer), além da solidariedade e da troca de conhecimento (Ruiz, 2018). Desse modo, a análise de viabilidade econômica de implantação de uma tecnologia social é fundamental para a continuidade do sistema produtivo e a implantação de outras unidades PAIS, fortalecendo o desenvolvimento rural.

## **3. METODOLOGIA**

### *3.1. Caracterização da pesquisa e fontes de dados*

O estudo segue uma fase de abordagem qualitativa e outra de caráter quantitativo na implantação de uma unidade de projeto PAIS. A pesquisa foi desenvolvida no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS), no sul da região Centro-Oeste do Brasil, no Distrito de Vila Vargas, no Sítio Felix (Figura 1), que se localiza entre as seguintes coordenadas geográficas de altitude e longitude: 22°14'36,6''S e 54°56'66,1''W.





**FIGURA 1** – Localização geográfica do Sítio Felix

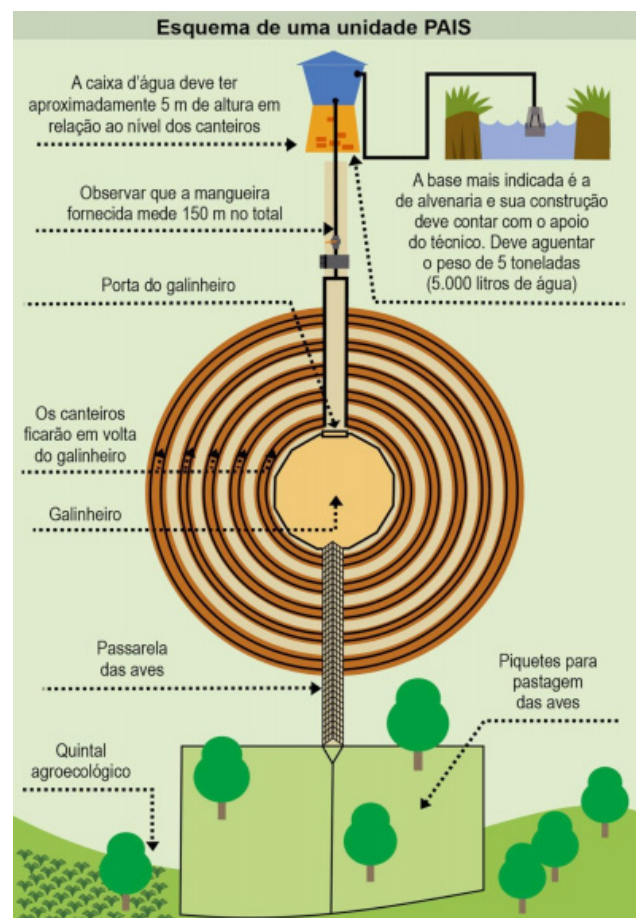
Fonte: Adaptado de Google Maps (2021)

Na fase qualitativa foi realizada uma coleta de dados, por meio de entrevistas semiestruturadas, com o gestor do Sebrae responsável pelo projeto PAIS em Dourados (MS), um técnico de campo do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), um técnico da Agraer que pesquisa hortaliças e já desenvolveu projetos (PAIS) na região e um agricultor que tem uma unidade PAIS instalada no Distrito de Vila Vargas. Esse levantamento se deu no período de maio a julho de 2019.

A área consistia em nove canteiros e um galinheiro na parte central, totalizando 1051 m<sup>2</sup>. Desse total, a área para a produção de hortaliças era de 695 m<sup>2</sup>. Cada canteiro tinha 1,20 metro de largura; o espaço entre o galinheiro e os canteiros era de 1 metro de largura e entre os canteiros de 0,50 metro. Do ponto central até o término do galinheiro havia um raio de 2,5 metros, e a área de escape que passava por toda a parte central do galinheiro até o final da horta era de 1 metro. Na Figura 2, segue o modelo do projeto PAIS, conforme proposta do Sebrae.

O material utilizado foi levantado do manual Sebrae PAIS (2009), e o orçamento refere-se à apuração de três orçamentos em fornecedores na cidade de Dourados (MS), no mês de maio de 2019.

Considerou-se a produção de 41.977 unidades de hortaliças disponíveis para a comercialização e 625 dúzias de ovos por ano (Tabela 1).



**FIGURA 2** – Modelo proposto para a tecnologia social (PAIS)

Fonte: Sebrae (2009) p. 11

**TABELA 1** – Produção de hortaliças e ovos

Descrição	Quantidade por m <sup>2</sup>	Quantidade por ano
Alface	16 pés	23.789 pés
Salsa	8 maços	3.586 maços
Cebolinha	8 maços	3.586 maços
Couve	5 maços	6.048 maços
Rúcula	10 maços	4.968 maços
Ovos		625 dúzias

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

Na fase quantitativa, houve a apuração dos dados em um fluxo de caixa do produtor para aplicação das técnicas de investimento de capital, que serão descritas a seguir. Os dados foram inseridos no *software* Excel para apuração de receitas, custos e despesas variáveis, custos e despesas fixas, tributos e depreciação, obtendo-se, assim, o fluxo de caixa livre do produtor. Posteriormente, foi realizada a análise de risco por meio do método Monte Carlo.

### 3.2. Técnicas para análise do investimento de capital

Para analisar o investimento, foi considerado o período de dez anos, conforme Richetti, Motta e Padovan (2011) definiram ao examinar a viabilidade econômica da produção de hortaliças no sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável. A análise de viabilidade econômica foi feita nos anos 2, 5 e 10, uma vez que alguns agricultores declinaram do projeto em curtos períodos, em decorrência de vulnerabilidade e instabilidade financeira. Assim, uma avaliação com diferentes cenários pode contribuir para o agricultor na tomada de decisão pela implementação desse projeto. O valor do investimento fixo para a implantação da unidade PAIS foi totalmente empregado no ano zero.

No que tange à avaliação de viabilidade econômica, primeiro foi realizado o fluxo de caixa livre do produtor; em seguida foi definida a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) pelo Modelo de Custo de Capital Próprio (*Capital Asset Price Model* — CAPM) ajustado híbrido; posteriormente, foram aplicadas as técnicas de investimento de capital;

e, por fim, foi feita a análise de risco pelo método Monte Carlo.

Como TMA, foi utilizado o modelo CAPM ajustado híbrido (AH-CAPM), apresentado por Pereiro (2001). Em decorrência das instabilidades dos mercados emergentes, como é o caso do Brasil, esse modelo ajusta o prêmio do país por meio do cálculo do seu coeficiente beta. Conforme Assaf (2014), a metodologia do CAPM é admitida para mercados mais estáveis. Desse modo, mercados de economia emergentes, como o Brasil, devem procurar modelos que possam remunerar com taxas maiores, pois são mercados instáveis com maiores riscos. Esse é o diferencial do CAPM ajustado híbrido, que se adapta a mercados instáveis, pois ele ajusta o prêmio do país para a utilização de um beta do país pela regressão do mercado local e o índice do mercado global (Teixeira & Cunha, 2017), cuja equação (Equação 1) pode ser definida como:

$$K_e = R_{fg} + R_c + BCl_g[Bgg(R_{mg} - R_{fg})](1 - R)^2 \quad (1)$$

Em que  $K_e$  é definido como o custo do capital; o  $R_{fg}$ , a taxa livre de risco global; o  $R_c$  é o risco do país; o  $BCl_g$  é o beta do país; o  $Bgg$  se refere ao Beta desalavancado médio de empresas comparáveis no mercado global; o  $R_{mg}$  é o retorno do mercado global; e o  $R^2$  é o coeficiente de determinação.

As técnicas de investimento utilizadas neste estudo foram: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno de Investimento (*Payback* descontado), Taxa Interna de

Retorno Modificada (TIRM), Índice de Lucratividade (IL) e Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE).

O *Payback* corresponde ao período do retorno do investimento. Neste caso foi utilizado o *Payback* descontado por considerar o valor atualizado de cada fluxo de caixa. Destarte, o seu cálculo corresponde à atualização do valor presente de cada fluxo de caixa, descontada pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e em quantos períodos o investimento é recuperado. Para Gitman (2010), uma das desvantagens do *Payback* é que o investimento é analisado somente pelo período de seu retorno, sem que todo o fluxo seja averiguado. Outra questão importante se refere à escolha do período para o investimento, que é feito por parte da administração e é subjetivo. Portanto, deve ser examinado juntamente com as outras técnicas de avaliação de investimento de capital. O seu cálculo pode ser definido como (Equação 2):

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Sendo que o VP corresponde ao Valor Presente, o VF se refere ao Valor Futuro, o  $i$  à taxa de desconto e o  $n$  significa o número de períodos. Assim, se o *Payback* descontado for menor que o tempo máximo do projeto, ele deve ser aceito. No entanto, se o *Payback* for maior que o período definido do projeto, ele deve ser recusado.

O Valor Presente Líquido (VPL) pode ser calculado como “a diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previstos em cada período do fluxo de caixa e o valor presente do investimento” (Assaf, 2014, p. 389). Quando o VPL for maior que zero, significa que o investimento é atraente e deve ser aceito; se ele for igual à zero, é indiferente. Entretanto, se for menor que zero, o investimento deve ser recusado, pois a rentabilidade desse projeto é inferior ao aceitável.

Essa é uma técnica que avalia o dinheiro no tempo, sendo descontada a taxa de custo de capital

ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do fluxo de caixa. Assim, será entendido que o investimento gera riqueza aos seus proprietários quando o valor do VPL for maior que zero, aumentando o valor de mercado da empresa (Gitman, 2010). O seu cálculo pode ser definido com a seguinte equação (Equação 3):

$$VPL = \sum_{j=1}^{n-1} \frac{FC_j}{(1+k)^j} + \frac{VR_n}{(1+k)^n} - Inv = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+k)^j} \quad (3)$$

Em que o  $FC_j$  se refere ao fluxo de caixa no período  $j$ ; o  $K$  corresponde ao custo de capital ou TMA; o  $j$  condiz ao período analisado; o  $n$  significa o número de períodos analisados; o  $VR_n$  é o valor residual do projeto no ano  $n$ ; e o  $Inv$  se relaciona ao investimento inicial, que são os fluxos de caixa na data zero,  $FC_0$ .

Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto em que o VPL seja igual a zero. Essa é uma taxa anual em que o valor presente das entradas do fluxo de caixa se iguala ao valor do investimento inicial. Conforme Gitman (2010), se a TIR for maior que o custo de capital, o projeto deverá ser aceito, sendo viável economicamente. Entretanto, se a TIR for menor que o custo de capital, o projeto deverá ser recusado, pois não apresenta viabilidade econômica. Esse critério faz com que a empresa consiga receber, no mínimo, o retorno requerido pelo projeto, garantindo o seu valor no mercado. A TIR pode ser calculada com a seguinte equação (Equação 4):

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+k)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} \quad (4)$$

Em que o  $I_0$  corresponde ao valor do investimento no momento inicial do projeto; o  $I_t$  é o valor previsto de investimento em cada momento subsequente; já o  $K$  será atribuído à taxa de rentabilidade anual equivalente periódica (TIR); e o  $FC$  se dará pelos fluxos previstos de entradas de caixa em cada período do projeto.

Observe-se que na TIR a taxa só terá eficácia se todos os fluxos intermediários puderem ser reinvestidos à mesma taxa; caso contrário, o projeto poderá deixar de ser atraente. Em cenários de recessão econômica, o projeto pode diminuir o seu retorno, pois os seus fluxos intermediários não serão reinvestidos de igual forma. Já em cenários mais otimistas, as possibilidades para reinvestir os fluxos de caixa serão maiores e poderão ser mais atrativas (Assaf, 2014).

Uma alternativa para as oscilações da economia no tempo referente ao período dos fluxos intermediários de caixa é a Taxa de Retorno Modificada (TIRM), que no seu cálculo admite as possíveis taxas de reinvestimento dos fluxos de caixa intermediário. Desse modo, se a TIRM for maior que o TMA, o projeto deve ser aceito; quando a TIRM for igual ao TMA, é indiferente; e se a TIRM for menor que a TMA, o projeto deve ser recusado. Para o cálculo da TIRM pode ser utilizada a seguinte equação (Equação 5):

$$TIRM = \sum_{j=0}^n [Y_j / (1+i)^{n-j}] / \sum_{j=0}^n [C_j / (1+i)^j] = (1 + TIRM)^n \quad (5)$$

Sendo que  $Y_j$  é o fluxo de caixa positivo no período  $j$ ;  $C_j$  é o fluxo de caixa negativo no período  $j$ ; e  $i$  é a taxa de desconto do projeto.

Para a apuração do Índice de Lucratividade (IL), divide-se o valor presente dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos desembolsos de caixa. Isso permite estimar quanto se obtém de retorno para cada unidade monetária investida no projeto (Assaf, 2014). Assim, se o IL for maior que 1, o projeto deve ser realizado; quando ele for igual a 1, o projeto remunera no mesmo valor da taxa estipulada e pode ser aceito; mas se o IL for menor que 1, o projeto deve ser recusado, pois significa que o VPL é negativo e a empresa está perdendo valor no mercado. O cálculo do IL pode ser definido como (Equação 6):

$$IL = \frac{PV \text{ dos benefícios líquidos de caixa}}{PV \text{ dos desembolsos de caixa}} \quad (6)$$

Para encontrar o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), deve-se encontrar uma série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto e aquele que tiver o maior valor será o melhor projeto (Casarotto & Kopittke, 2010). Portanto, quando o VAUE for maior que zero, o projeto deve ser aceito; quando for igual a zero, é indiferente; e quando for menor que zero, o projeto deve ser recusado.

Esse método beneficia a análise da comparação de projetos que tenham prazos diversos, pois na escolha de dois projetos com prazos e valores presentes distintos, encontrar o VAUE será a alternativa na tomada de decisão. A equação pode ser definida por (Equação 7):

$$VUL = VPL \cdot \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = \frac{VPL}{an, i} \quad (7)$$

Sendo  $i$  a Taxa Mínima de Atratividade; e o  $an$ ,  $i$  o fator para série uniforme postecipada.

### 3.3. Método Monte Carlo

A análise de Monte Carlo é um método estatístico que verifica o risco do projeto com simulações de valores aleatórios para as variáveis de entrada (*inputs*). A partir desses valores gerados diversas vezes, identifica-se o impacto na variável de saída (*outputs*) VPL, cujos dados antecipam as incertezas, demonstrando a probabilidade do risco do projeto. A distribuição de frequência do VPL pode ser apresentada por meio de histograma (Brigham & Ehrhardt, 2016).

Diante disso, foi realizado o método Monte Carlo para o projeto PAIS, utilizando o *software @RISK*, versão gratuita 8.1. Como variáveis de entrada foram considerados o preço, a produtividade e os custos variáveis. Já como variável de saída foi usado o VPL. Foram feitas 10.000 interações, e como variações na variável de entrada foi utilizado -20% e +20%, baseando-se na distribuição de probabilidade triangular.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Investimento fixo

Os investimentos necessários para a implementação do projeto PAIS se referem a todo material para a instalação da horta, do galinheiro na área central e da caixa d'água para o sistema de irrigação por gotejamento. Outros equipamentos para a produção de hortaliças também estão previstos. A mão de obra abarca a instalação do sistema de irrigação e do galinheiro e da estrutura para horta no modelo previsto. Na Tabela 2 está todo o investimento fixo devido para a instalação do PAIS.

**TABELA 2** – Investimento fixo para a instalação de um projeto PAIS

Especificação	Valor Total
Construção do suporte de caixa d'água	1.272,54
Sistema de irrigação	3.866,32
Material para o galinheiro	1.613,50
Material para o piquete	900,22
Viveiro de mudas	323,30
Equipamentos	1.632,00
Ferramentas e utensílios	267,00
Mão de obra para instalação do projeto	1.500,00
Terra nua (1000m <sup>2</sup> ou 0,1 hectare)	1.500,00
<b>Investimento total</b>	<b>12.874,88</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

Em termos gerais, o valor necessário para a implantação da unidade PAIS é tido como baixo, comparados a outros modelos de subsistência e produção de alimentos. O valor para a implantação da unidade PAIS foi de R\$ 12.874,88, superior ao encontrado para implantar o PAIS em Richetti, Motta e Padovan (2011) (R\$ 8.085,00), ambos mais baratos que sistemas agroecológicos alternativos ao PAIS (Lopes, Lobo, García-Prado & Freitas 2019). Como

proposição para este trabalho, esse valor será todo desembolsado pelo agricultor no ano zero; neste caso, não foi utilizado capital de terceiros, de acordo com a Tabela 4. Esse valor foi lançado no fluxo de caixa livre do produtor, assim como o capital de giro no ano zero, e foi a base para o cálculo da análise econômico-financeira. Ao final do projeto, esse valor retornou ao fluxo de caixa, deduzido da depreciação, conforme dados da Tabela 4. Neste projeto, a depreciação foi calculada pelo valor de instalação da caixa d'água e do sistema de irrigação, que foi depreciado em 10 anos, que é o prazo total do projeto. O restante foi contemplado em manutenções e reparos, de acordo com a Tabela 3.

### 4.2. Custos e despesas de produção

Na Tabela 3 estão descritos os custos e as despesas fixas e variáveis para a apuração do fluxo de caixa livre do produtor. Para a produção de hortaliças e ovos no sistema PAIS, são necessários os seguintes custos e despesas variáveis correspondentes a insumos: mudas, adubos, defensivos, embalagens, gastos com produção de ovos, combustíveis e energia elétrica.

Na produção de ovos, os dados para os custos foram retirados do Anuário de Pecuária Brasileira (Anualpec) de 2019. Para o cálculo do Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural (Funrural), no item 2 de custos e despesas variáveis, usa-se o percentual de 1,5% sobre a receita, conforme Lei n.º 13.606, de 9 de janeiro de 2018, sendo **1,2% INSS + 0,1% RAT + 0,2% Senar**. No item manutenção, foi utilizado 8% sobre o valor da receita bruta, conforme S. V. Souza et al. (2019) definiram para o cálculo de viabilidade

**TABELA 3** – Custos e despesas fixos e variáveis para a produção de hortaliças e ovos no sistema PAIS (2019)

Custos e despesas variáveis	Total	Custos e despesas fixos	Total
1 Insumos	18.212,36	1 Mão de obra	23.364,96
2 Impostos e manutenção	5.940,64	2 Impostos e taxas diversas	150,00
		3 Despesas administrativas	2.111,13
<b>Total</b>	<b>24.153,00</b>	<b>Total</b>	<b>25.626,09</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

de hortaliças no sistema hidropônico na cidade de Dourados (MS). Os outros custos e despesas variáveis foram informados pelo agricultor e pelo técnico de campo do Senar.

Os insumos representaram 75,40% dos custos e despesas variáveis. Para S. V. Souza et al. (2019), esse custo representou 64,29%, demonstrando um desembolso elevado. Para Socoloski et al. (2017), foi encontrado 27,73% para a produção de tomate, 22,87% para a produção de alface e 7,47% na produção de batata-doce.

A mão de obra utilizada foi do próprio agricultor e representa o custo de oportunidade, caso ele trabalhasse em outra propriedade. Destaca-se que para o manejo na área supracitada, apenas uma pessoa é suficiente, e o valor da mão de obra que foi repassado pelo agricultor está consoante os valores pagos aos trabalhadores rurais na região com a mão de obra de uma pessoa. Os encargos trabalhistas, incluídos no item mão de obra, correspondem a 45,59%, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2010).

Os custos com a mão de obra deste projeto corresponderam a 91,18% do total de custos e despesas fixas, similar a S. V. Souza et al. (2019) (90,73%). Em sistemas convencionais, esses desembolsos foram de 50% na produção de alface, 60% na produção de tomate e 70% na produção de batata-doce (Socoloski et al., 2017). Para Richetti, Motta e Padovan (2011), o valor da mão de obra também foi o maior custo, representando 44,70% do total, seguido da remuneração de valores, que foi de 34,20%.

As despesas com energia, viagens, telefone e contador foram os apurados pelo Agrianual (2019) e estão apresentados em despesas administrativas. Para o item 2 de custos e despesas fixas, impostos e taxas diversas, foi lançado o Imposto sobre Propriedade Territorial Rural (ITR), que tem como base de cálculo a terra nua, cuja alíquota baseia-se na área total e o

seu respectivo grau de utilização. Para este estudo, foi considerado 1% sobre o valor da terra utilizada pelo projeto PAIS, conforme dados da Tabela 2.

#### 4.3. Fluxo de caixa livre do produtor

No fluxo de caixa, considera-se toda a receita bruta disponível para a comercialização de hortaliças e ovos, já deduzido o percentual de perda de produção de 10%, segundo dados do técnico de campo do Senar e a literatura (Martinelli, Schlindwein, Padovan & Gimenes, 2019). Desse modo, a confecção do fluxo de caixa é essencial na tomada de decisão e necessário para as aplicações das técnicas de investimentos de capital para a análise da viabilidade econômica.

No capital de giro estão previstos os custos e as despesas fixas e variáveis para o período de dois meses, suficientes para a colheita de hortaliças e produção de ovos. Ao final do projeto, esses valores retornam ao fluxo de caixa, e do valor do investimento fixo é deduzida a depreciação de todo o período do projeto.

Na obtenção da receita bruta, calculou-se os valores das hortaliças no ano, quais sejam: alface, couve, rúcula, salsa e cebolinha, além da produção de ovos. A produção da alface representou 56,67% do valor total das hortaliças, como apresentado na Tabela 1. A importância econômica da alface já foi apontada no estudo de S. V. Souza et al. (2019), com 73,72%; e de Borges e Dal'Sotto (2016), com 83% da receita total.

Para o cálculo do Imposto de Renda foi aplicada a alíquota de 7,5% sobre o valor do lucro, conforme a tabela da Receita Federal do Brasil (2019). Assim, da receita bruta foram deduzidos todos os custos, as despesas fixas e variáveis e os tributos para que fosse definido o fluxo de caixa livre do produtor. A partir disso, foi possível utilizar as técnicas de investimento de capital para verificar a viabilidade econômica do projeto. A Tabela 4 elenca os dados do fluxo de caixa livre do produtor para o sistema PAIS.

TABELA 4 – Fluxo de caixa livre do produtor

	Ano 0	Ano 1 ao 9 <sup>1</sup>	Ano 10
Receita bruta total	0,00	62.533,03	62.533,03
(-) Custos e despesas variáveis	0,00	24.153,00	24.153,00
(-) Custos e despesas fixos	0,00	25.626,09	25.626,09
(-) Depreciação	0,00	513,89	513,89
(=) Lucro antes de impostos	0,00	12.240,05	12.240,05
(-) Imposto de renda	0,00	918,00	918,00
(=) Lucro operacional líquido após impostos	0,00	11.322,05	11.322,05
(+) Depreciação	0,00	513,89	513,89
(=) Fluxo de caixa operacional	0,00	11.835,94	11.835,94
(-) Investimento em instalações	-12.874,88	0,00	7.736,02
(-) Investimento em capital de giro	-8.296,52	0,00	8.296,52
(=) Fluxo de caixa do projeto	-21.171,40	11.835,94	27.868,48
(-) Despesas financeiras	0,00	0,00	0,00
Fluxo de caixa livre do produtor	-21.171,40	11.835,94	27.868,48

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

Assim, da receita bruta, referente aos valores dos produtos comercializados, subtrai-se os custos e despesas variáveis, os custos e despesas fixas e a depreciação e obtém-se o lucro antes do imposto de renda. A depreciação foi calculada pelos valores de instalação da caixa d'água e o sistema de irrigação no período de 10 anos, que é o total do projeto. Ao deduzir o imposto de renda, tem-se o lucro operacional líquido após impostos. Desse modo, adicionou-se o imposto de renda para ter o fluxo de caixa operacional e, ao deduzir as despesas financeiras, obteve-se o resultado do fluxo de caixa livre do produtor.

#### 4.4. Análise econômico-financeira da produção de ovos e hortaliças no sistema PAIS

Para aplicar as técnicas de investimento no fluxo de caixa do produtor foi necessário definir a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para isso, foi utilizado o CAPM híbrido (AH-CAPM) devido à volatilidade de mercados emergentes, como o Brasil, onde as economias são de alto risco, sendo necessário trazer uma abordagem diferenciada de cálculo do custo de capital. Logo em razão dos riscos apresentados por esses mercados, seus investimentos devem ter um maior retorno (Assaf, 2014).

A equação para o cálculo do índice de atratividade se dá pela seguinte expressão:

$$Ke = Rfg + Rc + BClg[Bgg(Rmg - Rfg)](1 - R)^2,$$

em que o Ke significa o custo de capital. Como resultado do cálculo do índice, obteve-se 8,7525%, e os valores foram apurados da seguinte forma:

- Rfg corresponde à taxa livre de risco global. Utilizou-se a taxa dos títulos do tesouro americano, o T-Bonds de 10 anos (<https://br.investing.com>, recuperado em 30 de junho, 2019), com o rendimento de 2,06% a.a;
- Rc é a taxa de risco país, sendo utilizado o EMBI do JP Morgan, que é um índice baseado em bônus de títulos públicos para países emergentes. Cada dez pontos equivalem a um décimo de 1% (<http://ipeadata.gov.br/Default.aspx>, recuperado em 30 de junho, 2019), com o percentual de 2,39% a.a;
- BClg refere-se ao beta do país, cujo valor foi calculado pela regressão linear entre a variação do índice Ibovespa e da variação do S&P do período de 2005 a 30 de junho de 2019 (<http://ipeadata.gov.br/Default.aspx>, recuperado em 30 de junho, 2019); e o valor foi de 0,9034;
- Bgg significa o beta desalavancado do professor Damodaran, (<http://pages.stern.nyu>.

edu/~adamodar/New\_Home\_Page/datafile/Betas.html, recuperado em 30 de junho, 2019), e o valor foi de 0,48;

- Rmg é o retorno do mercado global calculado pelo retorno médio anual do MSCI ACWI do período de 2005 a 2018, e o valor foi de 12,06% a.a.;
- $R^2$  é o coeficiente de determinação e é calculado pela regressão linear entre a variação do Ibovespa e a variação do índice EMBI+JP Morgan do período de 2005 a 30 de junho de 2019, cujo valor foi de 0,0078.

Diferentemente de outros estudos, em que a TMA foi baseada nos rendimentos da caderneta de poupança ou no Certificado de Depósito Interbancário (CDI) (Boaretto, 2005; Borges & Dal'Sotto, 2016; Leite et al., 2016; Rover et al., 2016; Peron et al., 2017), optou-se pelo modelo CAPM ajustado híbrido (AH-CAPM). Isso foi adotado para propor um retorno mais adequado, assumindo-se um mercado de risco. Desse modo, o estudo propõe uma análise econômica baseada em dados, considerando o risco, o que é uma inovação em sistemas produtivos de base agroecológica. Assim, foi possível reduzir incertezas, encorajando a implementação de novas políticas públicas direcionadas a sistemas produtivos como o PAIS.

Após a apuração do fluxo de caixa livre do produtor e da definição da TMA, realizou-se a análise econômico-financeira para a produção de hortaliças

e ovos no sistema PAIS. Para isso, utilizou-se as técnicas de investimento de capital: VPL, TIR, TIRM, VAUE, IL e PBd. Com as informações do fluxo de caixa livre do produtor e da TMA, chegou-se aos valores apresentados na Tabela 5 a seguir.

O PAIS é destinado a agricultores familiares que, muitas vezes, desistem do projeto por motivos como vulnerabilidade e instabilidade financeira. Ruiz (2018) descreveu o declínio de alguns agricultores ao modelo PAIS para hortas com a utilização da agricultura convencional por não se adaptarem ao formato (manejo da mandala e a produção de seus próprios insumos) ou por não perceberem um retorno mais imediato do investimento. Assim, a viabilidade econômica foi simulada ao longo de três períodos distintos: 2, 5 e 10 anos.

No ano 2, o projeto não apresentou viabilidade econômica, pois o VPL e o VAUE foram menores do que zero, com os valores respectivamente de -R\$ 280,58 e -R\$ 158,96 (Tabela 5). A taxa interna de retorno e a taxa de retorno modificada, com valores respectivamente de 7,78% e 8,03%, foram menores do que a taxa mínima de atratividade, de 8,7525%, e não houve o retorno do investimento, que só foi possível em 2,03 anos. Logo, o produtor rural que declinar do projeto no segundo ano (após a implantação do PAIS), terá comprometimento do retorno econômico, com perda do investimento.

Já com a duração de 5 anos, observou-se a viabilidade econômica, pois o VPL foi maior que zero, totalizando R\$ 25.163,41. Isso é corroborado pela taxa interna de retorno e a taxa interna de retorno

**TABELA 5** – Técnicas de avaliação de investimento de capital

Técnica de avaliação	Anos após implementação do PAIS		
	2	5	10
Valor Presente Líquido (VPL)	-R\$ 280,58	R\$ 25.163,41	R\$ 62.550,13
Taxa Interna de Retorno (TIR)	7,78%	48,04%	55,74%
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	8,03%	27,20%	24,78%
Valor Anual Equivalente (VAUE)	-R\$ 158,96	R\$ 6.427,83	R\$ 9.640,65
Índice de Lucratividade (IL)	0,99	2,19	3,95
Período de Payback descontado (PBd)	-	2,03	2,03

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)



modificada, com os valores respectivamente de 48,07% e 27,20%, sendo maiores que a taxa mínima de atratividade, de 8,7525%. Nesse cenário, o VAUE apresentou R\$ 6.427,83, maior que zero; entretanto, menor que o ano 10, com R\$ 9.640,65. O índice de lucratividade alcançou o valor de 2,19, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido, obtém-se 2,19.

Para o período de 10 anos, os resultados foram os melhores, com maior retorno do investimento. Para o ano 10, o Valor Presente Líquido (VPL), de R\$ 62.550,13, configurou a viabilidade econômica do projeto, pois seu valor foi maior que zero (Gitman, 2010). Esse valor foi menor que o apresentado por Richetti, Motta e Padovan (2011), que encontraram um VPL de R\$ 406.094,70, já que seu custo de produção foi menor, totalizando R\$ 2.406,26 mensais. No entanto, esses autores não consideraram no seu montante o valor de tributos, manutenção, combustíveis e despesas administrativas, além disso, o valor da receita também foi maior, alcançando R\$ 6.475,99 mensais.

Já em relação ao Payback descontado (PBd), encontrou-se um tempo de retorno de 2,03 anos (Tabela 5). Esse retorno foi semelhante ao apresentado por Richetti, Motta e Padovan (2011), o que demonstra que o investimento será recuperado rapidamente em relação ao prazo do projeto que é de 10 anos. Esse resultado reforça a viabilidade desse sistema de produção, pois, como aponta Gitman (2010), quando o prazo para o retorno do investimento for inferior ao prazo do projeto, significa que é viável economicamente.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 55,74%, maior que o custo de capital, que foi de 8,7525%, o que reitera a viabilidade do projeto, demonstrada quando a TIR for maior que a TMA (Assaf, 2014). A TIR foi menor que a exposta por Richetti, Motta e Padovan (2011), que foi de 103,60% para a produção de hortaliças no sistema agroecológico integrada. Entretanto, foi maior que o apresentado por Boaretto

(2005), 24,76%; Borges e Dal'Sotto (2016), 20,70%; S. V. Souza et al. (2019), 30,45%; Leite et al. (2016), 30,1%; Rover et al. (2016), 53,45%; e Peron et al. (2017), 28,55%. Esses estudos se referem a sistemas de produção diferentes do PAIS e possuem um maior custo de produção e maior valor de investimento, o que interfere no valor da TIR.

Na TIRM, o valor calculado foi de 24,78%; logo, o investimento é viável economicamente, sendo que seu valor foi maior que a TMA, que foi de 8,7525%. Seria válido utilizar somente a TIR se todos os fluxos intermediários pudessem ser reinvestidos na mesma taxa. Porém, para economias como o Brasil, que apresentam grandes oscilações, nem sempre isso é possível, sendo necessário aplicar a técnica da TIRM, com o propósito de verificar a viabilidade econômica. Para S. V. Souza et al. (2019), a TIRM apresentada foi de 16,81%. Contudo, este estudo abordou a produção de hortaliças no sistema de produção hidropônico, onde os investimentos fixos e seus custos e despesas de produção costumam ser maiores, comparados a sistemas agroecológicos.

Para o índice de lucratividade, quando o valor for maior que 1, o projeto deve ser aceito; neste caso, o valor foi de 3,95. Esse índice indica quanto de retorno o projeto oferece para cada valor unitário. Para o seu cálculo, é realizada a divisão entre os valores presentes dos benefícios líquidos de caixa pelo valor presente dos desembolsos de caixa (Assaf, 2014). Para o estudo realizado, para cada R\$ 1,00 de dispêndio, obtém-se o retorno de R\$ 3,95.

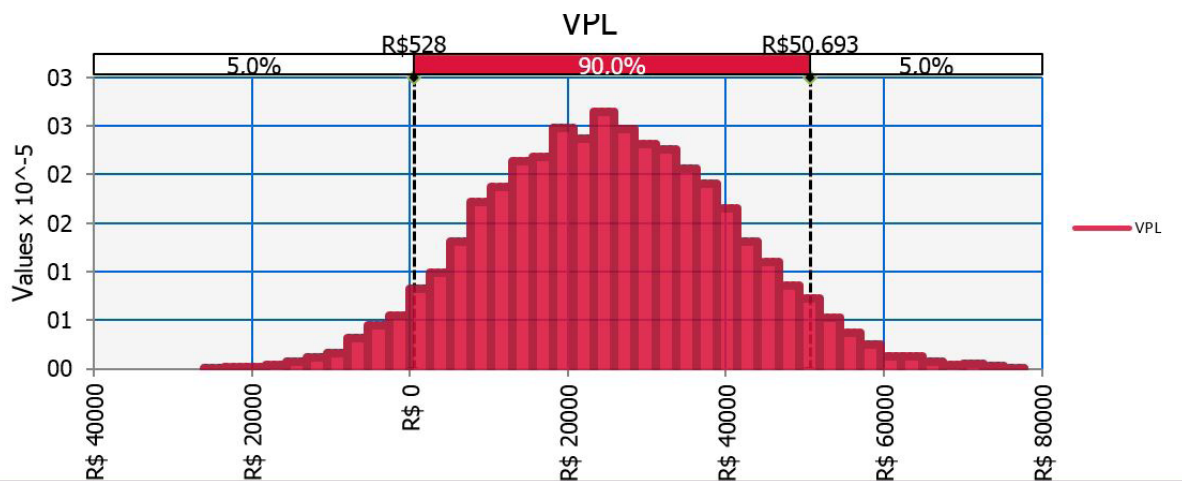
O método do Valor Anual Equivalente (VAUE) baseia-se em encontrar uma série uniforme para o fluxo de caixa, aplicando-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Desse modo, se esse valor for maior que zero, o projeto é viável (Casarotto & Kopittke, 2010). Conforme a Tabela 5, o VAUE apresentou o valor de R\$ 9.640,65, indicando novamente que a produção de hortaliças e ovos no sistema PAIS avaliado é viável economicamente.

Para analisar o risco do projeto, realizou-se o método Monte Carlo. Por meio da distribuição de frequência do VPL, verificou-se os resultados das simulações para o ano 5 e 10 (Figuras 3 e 4). Para o ano 2, não foram realizadas as simulações, pois o VPL foi menor que zero e já configurou um cenário de inviabilidade econômica.

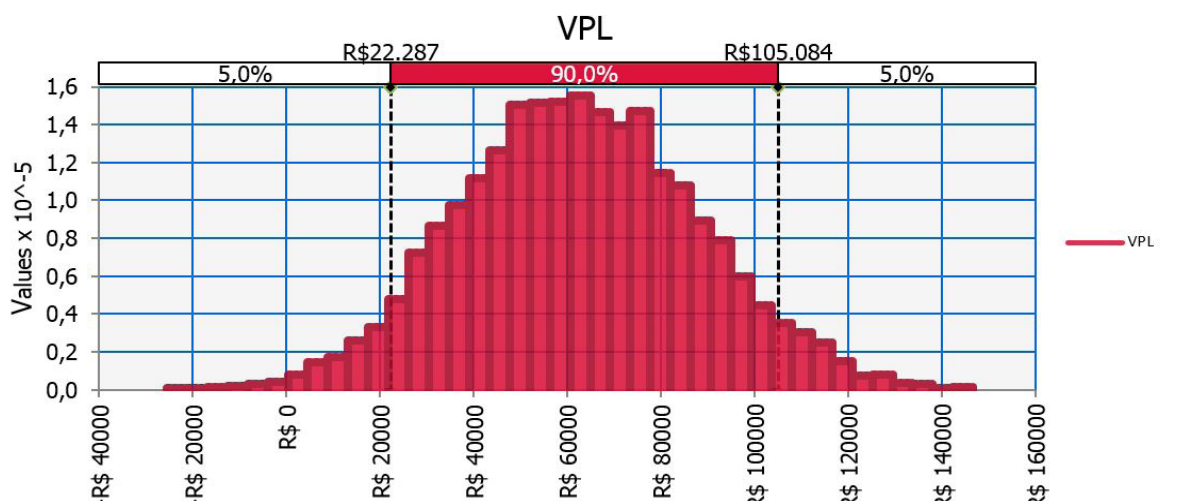
Constata-se na Figura 3 que a probabilidade de o VPL ser negativo foi de 4,5%, sendo os valores mínimos e máximos do VPL: R\$ -26.001,16 e R\$ 77.807,24, respectivamente. Percebe-se que os valores se concentraram em R\$ 528,00 e R\$ 50.693,00, mostrando que a probabilidade de o VPL apresentar resultados nesse intervalo foi maior.

Verifica-se na Tabela 6 que 5% dos valores estiveram abaixo de R\$ 528,00 e 5% dos valores estiveram acima de R\$ 50.693,00. A média e os valores de dispersão também são apresentados na Tabela 6. O coeficiente de variação foi de 60,56%, sinalizando alta dispersão de dados em torno da média. Observando-se a mediana, o primeiro e o terceiro quartil, 25% e 75% das simulações estiveram abaixo desses valores, respectivamente.

Nota-se na Figura 4 que a probabilidade de o VPL ser negativo foi de 0,5%, sendo os valores mínimos e máximos de R\$ -25.570,24 e R\$ 146.737,35, respectivamente. Os valores se concentraram em R\$ 22.287,00 e R\$ 105.084,00. Assim, a probabilidade de o VPL apresentar resultados nesse intervalo foi maior.



**FIGURA 3** – Probabilidade de distribuição de frequência do Valor Presente Líquido (VPL) para o sistema PAIS no ano 5  
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)



**FIGURA 4** – Probabilidade de distribuição de frequência do Valor Presente Líquido (VPL) para o sistema PAIS no ano 10  
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

**TABELA 6** – Medidas dos valores simulados para o VPL no ano 5 do sistema PAIS

Medidas	VPL ano 5
Mínimo	-R\$ 26.001,16
Quantil 5%	R\$ 528,00
1º quartil	R\$ 14.356,27
Mediana	R\$ 24.886,87
Média	R\$ 25.164,14
Moda	R\$ 23.569,78
Desvio padrão	R\$ 15.239,17
3º quartil	R\$ 35.604,24
Quantil 95%	R\$ 50.693,00
Máximo	R\$ 77.807,24

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

Averigua-se na Tabela 7 que 5% dos valores estiveram acima de 105.084,00 e 5% dos valores estiveram abaixo de 22.287,00. A média e o desvio padrão também são apresentados na Tabela 7, sendo que o coeficiente de variação foi de 40,25%. Observando-se a mediana, o primeiro e o terceiro quartil, 25% e 75% das simulações estão abaixo desses valores, respectivamente.

**TABELA 7** – Medidas dos valores simulados para o VPL no ano 10 do sistema PAIS

Medidas	VPL ano 10
Mínimo	-R\$ 25.570,24
Quantil 5%	R\$ 22.287,00
1º quartil	R\$ 45.445,61
Mediana	R\$ 61.877,81
Média	R\$ 62.540,28
Moda	R\$ 55.303,77
Desvio padrão	R\$ 25.176,70
3º quartil	R\$ 79.271,84
Quantil 95%	R\$105.084,00
Máximo	R\$146.737,35

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2019)

Corroborando esses resultados, Carvalho, Ponciano, P. M. de Souza e C. L. M. de Souza (2014) avaliaram a produção de tomates no município de Cambuci (RJ) e constataram a viabilidade econômica do projeto. Para a análise de risco, foi utilizado o método Monte Carlo, em que verificaram a probabilidade de 10,22% de o VPL ser negativo, considerando o projeto de baixo risco.

Todas as técnicas de investimento realizadas apontaram para a viabilidade econômica do sistema PAIS analisado, com exceção de uma suposta desistência precoce do projeto no ano 2. Já a análise de risco demonstra uma probabilidade de 4,5% de o VPL ser negativo no ano 5 e 0,5% no ano 10; embora seja um baixo risco, deve ser considerado na implantação do projeto. Um fator positivo é que o investimento é pequeno e esse sistema visa a pequenos agricultores com expectativa de melhorar sua alimentação e gerar renda.

Esses resultados coadunam com Boaretto (2005) e Richetti, Motta e Padovan (2011), o que revela a viabilidade da produção de alimentos sem uso de agroquímicos como estratégia de garantir segurança alimentar e nutricional das famílias, com diversificação de renda e oportunidade para a agricultura familiar (Andrade et al., 2016; Ruiz, 2018).

Alguns fatores têm sido relacionados com o declínio de agricultores em projetos que operam pelo sistema PAIS. Muitas vezes, produtores rurais abandonam o formato circular do sistema, optando por hortas em que a disposição das plantas e a contenção dos animais ocorre seguindo a cultura local. Alguns produtores consideram que o sistema tradicional possui manejo mais fácil, incluindo dificuldades em manejar a irrigação por gotejamento, a disposição circular e a falta ou a baixa regularidade da assistência técnica (Ndiaye, 2016; Ruiz, 2018).

Assim, a assistência técnica é essencial para encorajar o sistema PAIS na agricultura familiar e impulsionar o impacto das políticas que visam beneficiar pequenos agricultores. O conhecimento técnico tem repercutido na tomada de decisão dos agricultores, que algumas vezes optam por outros métodos e estilos de produção. A irrigação por aspersão é preferida pelos agricultores que acreditam que a produção de hortaliças demanda irrigação foliar. Isso pode diminuir a eficiência hídrica do sistema de produção e aspectos de sustentabilidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das estimativas realizadas neste estudo e as condições estabelecidas para um caso isolado, tem-se a percepção de que a produção de hortaliças e ovos no sistema PAIS é viável economicamente. O investimento necessário para a implantação é de R\$ 12.874,88, e o seu retorno é de 2,03 anos. Já o índice de lucratividade é de 3,95, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido, obtém-se R\$ 3,95 de fluxo de caixa. A análise de risco indica a probabilidade de 0,5% de o VPL ser negativo; portanto, um risco de investimento relativamente baixo. Além disso, os valores se concentraram entre os intervalos de R\$ 22.287,00 a R\$ 105.084,00, sinalizando maior probabilidade de o VPL apresentar resultados neste intervalo.

O estudo diferencia-se pela utilização de um modelo ajustado para mercados emergentes, instáveis, que possuem maior risco e requerem melhores retornos do investimento. Em detrimento do uso de taxas da caderneta de poupança ou aplicação financeira, o estudo se propõe a avaliar o risco do investimento. O modelo diminui incertezas, avalia o retorno do investimento no tempo e contempla elementos que muitas vezes são desconsiderados em estudos de viabilidade econômica, como tributos, combustíveis, despesas administrativas e manutenção. Por antecipar incertezas mediante probabilidades de risco e por estar mais alinhado com realidades de mercado, espera-se maior aplicabilidade prática do estudo e contribuições para superar dificuldades na escolha de políticas e estilos de produção de alimentos para a agricultura familiar.

Ainda faltam estudos para pontuar e priorizar as ações que poderiam impulsionar a aceitabilidade e os impactos positivos do sistema PAIS nas comunidades de agricultura familiar, ficando como sugestão para futuros trabalhos. Os resultados desses futuros estudos, de viés agroecológico ou não, poderão ser comparados aos resultados obtidos no presente artigo.

Ressalta-se a importância da assistência técnica junto aos agricultores familiares para a apropriação da tecnologia agroecológica e o retorno do investimento.

Aspectos de variabilidade nos parâmetros estabelecidos para a análise, que não foram considerados no estudo, remetem a algumas limitações e a necessidade de ponderar as circunstâncias em que o sistema PAIS é tido como viável. Isso inclui situações em que projetos iniciam sem que todo o recurso esteja disponível no ano zero, ou quando custos, receitas e despesas não se repetem ao longo dos anos, além de cenários de crescimento, recessão econômica ou crise sanitária. Ainda, considerou-se a condição em que o produtor rural já possui o capital inicial, sem simular o recurso obtido por meio de instituições financeiras. Nas simulações, considerou-se a mão de obra de uma única pessoa, membro da família, e nenhum aspecto de mutirão ou remuneração compartilhada no sistema de produção.

O sucesso na comercialização da produção pode ter sido superestimado, e as taxas de perdas, subestimadas, a depender da aptidão produtiva, habilidade ou nível de capacitação dos agricultores para manejar o sistema agroecológico. Isso inclui manejo do solo, adubação, capacidade de comercialização, acesso a insumos e mercado. Essas são realidades diferentes vividas nas comunidades tradicionais e nos agroecossistemas, que podem impactar a viabilidade econômica e financeira do PAIS. Algumas circunstâncias, não consideradas no estudo, poderiam aumentar o risco do investimento. Outras poderiam melhorar os resultados, como o aproveitamento de materiais previamente adquiridos (caixas d'água) e projetos com maior tempo de duração.

Conclui-se que a análise financeira e econômica de sistemas agroecológicos, que avaliam o risco do investimento, podem servir de referência para pesquisas e ações a favor da transição agroecológica fundamentadas em dados e problemas



reais enfrentados por agricultores, agências e agentes de desenvolvimento. Assim, encorajamos as análises de risco de investimento de capital como ferramenta de suporte para decisões em prol de maior sustentabilidade e acerto em projetos agrícolas e programas de desenvolvimento rural. Por fim, as análises de risco representam uma oportunidade e um princípio para impulsionar a transição agroecológica e o desenvolvimento rural sustentável.

## ENDNOTES

<sup>1</sup> Esses valores se repetem do ano 1 ao 9.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio na pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Agrianual. (2019). *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: IEG FNP.
- Altieri, M. (2010). Agroecologia, Agricultura Camponesa e Soberania Alimentar. *Revista NERA*, 13(16), 22–32.
- Andrade, I. C. de, Silva, D. B. da, & Caleman, S. M. D. Q. (2016). Análise da eficácia social de um programa de produção agroecológica destinado a pequenos produtores rurais. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 12(2), 22–43.
- Anualpec. (2019). *Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: IEG FNP.
- Assaf, A., Neto (2014). *Finanças corporativas e valor* (7a ed.). São Paulo: Atlas.
- Assis, R. L. (2006). Desenvolvimento sustentável no Brasil: Perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Economia Aplicada*, 75–89. doi: 10.34117/bjdv6n2-13
- Berchin, I. I., Nunes, N. A., Amorim, W. S. de, Alves Zimmer, G. A., Silva, F. R. da, Fornasari, V. H., Sima, M., & Andrade Guerra, J. B. S. O. de (2019). The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land Use Policy*, 82 (December 2018), 573–584. doi: 10.1016/j.landusepol.2018.12.043
- Bezerra, G. J., & Schlindwein, M. M. (2016). Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. *Interações (Campo Grande)*, 18(1), 3–15. doi: 10.20435/1984-042x-2016-v.18-n.1(01)
- Boaretto, L. C. (2005). *Viabilidade econômica da produção de alface, em quatro sistemas tecnológicos: Campo aberto, túnel baixo, estufa e hidropônico* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Recuperado de <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/38109>
- Borges, R., & Dal’Sotto, T. C. (2016). Análise econômico-financeira do sistema de produção hidropônico. *Custos e @gronegocio on Line*, 12(3), 217–239. Recuperado de [http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v12/OK 12 hidroponia english.pdf](http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v12/OK%2012%20hidroponia%20english.pdf)
- Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2016). *Administração Financeira: teoria e prática* (3a ed.). São Paulo: Cengage Learning BR.
- Carvalho, C. R. F., Ponciano, N. J., Souza, P. M. de, & Souza, C. L. M. de (2014). Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. *Ciencia Rural*, 44(12), 2293–2299. doi: 10.1590/0103-8478cr20131570
- Casarotto, N., Filho, & Kopittke, B. H. (2010). *Análise de Investimentos* (11a ed.). São Paulo: Atlas.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2010). *Início*. Recuperado de <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1610&t=2>
- Duarte, G. R. B. dos S., & Cavichioli, F. A. (2013). Análise de viabilidade para a implantação de um aviário de postura para pequenos produtores. *IV SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga*, 53(9), 1689–1699.
- Gitman, L. J. (2010). *Princípios de Administração Financeira* (12a ed.). São Paulo: Pearson.
- Google Maps. *Sítio Felix, Vila Vargas*. Recuperado de <https://www.google.com.br/maps/search/sitio+felix+Vila+Vargas,+Dourados+-+MS/@-22.1395389,-54.6690367,12.98z?hl=pt-BR>
- Lei n.º 13.606, de 9 de janeiro de 2018. Dispõe sobre o Programa de Regularização Tributária Rural (PRR) na Secretaria da Receita Federal do Brasil e na Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional. Recuperado de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Lei/113606.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/113606.htm)

- Leite, D., Migliavacca, R. A., Moreira, L. A., Albrecht, A. J. P., & Fausto, D. A. (2016). Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP. *Revista IPecege*, 2(1), 57–65. doi: 10.22167/r.ipecege.2016.1.57
- Lopes, I. M., Lobo, L. O., García-Prado, J. A., Freitas, R. R. de. (2019). Economic Financial Viability of an agroecological model in a quilombolas community. *Research, Society and Development*, 8(2), e3082659. Recuperado de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/659>.
- Martinelli, G. do C., Schlindwein, M. M., Padovan, M. P., & Gimenes, R. M. T. (2019). Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. *Land Use Policy*, 80, 274–286.
- Mattei, L. (2014). O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. *Revista Econômica do Nordeste*, 45(5), 83–92.
- MSCI. (2018). *MSCI All Country World Index*. Recuperado de <https://www.msci.com/>
- Nascimento, C. S. [Carolina], Nascimento, C. S. [Camila], & Cecílio, A. B., Filho (2018). Economic feasibility of lettuce intercropped with rocket in function of spacing and growing season. *Revista Caatinga*, 31(1), 106–116. doi: 10.1590/1983-21252018v31n113rc
- Navarro, Z. (2001). Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado. *Estudos Avançados*, 15(43), 83–100. doi: 10.1590/S0103-40142001000300009
- Ndiaye, A. (2016). *Análise do desenvolvimento do Programa PAIS-Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, enquanto estratégia para geração de renda e segurança alimentar e nutricional de sistemas de produção familiares: estudo realizado nos estados do Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. Recuperado de <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/1714>
- Nodari, R. O., & Guerra, M. P. (2015). A agroecologia: Estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, 29(83), 183–207. doi: 10.1590/S0103-40142015000100010
- Organização das Nações Unidas. (2022). *Início*. Recuperado de <http://www.nacoesunidas.org>
- Organização para a Alimentação e Agricultura. (2019). *El Estado de la seguridad alimentaria y la nutrición em el mundo*. Roma, Itália. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>
- Pereiro, L. E. (2001). The valuation of closely-held companies in Latin America. *Emerging Markets Review*, 2(4), 330–370.
- Peron, A. C. P., Catapan, A., & Nascimento, D. E. do (2017). Analysis of production costs, return of investment and risk related with greens and vegetables production to schools meals at the family farming program: Study case at the county of Quatro Barras, Parana, Brazil. *Custos e Agronegocio*, 13(Special edition), 96–131.
- Pinheiro, C. R., Gomes, L. de O., & Katz, I. (2017). Viabilidade econômica do sistema de produção de ovos convencionais em uma granja na cidade de Mococa/SP. *Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio*, Botucatu, 9.
- Receita Federal do Brasil. (2019). *Início*. Recuperado de <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br>.
- Richetti, A., Motta, I. de S., & Padovan, M. P. (2011). Viabilidade econômica da produção agroecológica de hortaliças no Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em Juti, Mato Grosso do Sul. *Ainfo Embrapa*, 6(2), 2–7.
- Rover, S., Oliveira, J. L. B., & Nagaoka, M. da P. T. (2016). Viabilidade econômica da implantação de sistema de cultivo de alface hidropônica. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15(3), 169–179. doi: 10.5965/223811711532016169
- Ruiz, A. S. (2018). *Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS): Inovação e Sustentabilidade para a agricultura familiar? — um estudo multicase* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Ponta Porã, MS. Recuperado de [http://www.uems.br/assets/uploads/cursos\\_pos/9b4fa14c566fe6b1594cc00a2a4b0a38/teses\\_dissertacoes/1\\_9b4fa14c566fe6b1594cc00a2a4b0a38\\_2018-08-06\\_18-16-38.pdf](http://www.uems.br/assets/uploads/cursos_pos/9b4fa14c566fe6b1594cc00a2a4b0a38/teses_dissertacoes/1_9b4fa14c566fe6b1594cc00a2a4b0a38_2018-08-06_18-16-38.pdf)
- Schneider, S. (2004). A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. *Sociologias*, 11, 88–125. doi: 10.1590/S1517-45222004000100006
- Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. (2009). *PAIS - Produção Agroecológica Integrada e Sustentável: mais alimento, trabalho e renda no campo. Saiba como produzir alimentos saudáveis e preservar o meio ambiente*. Brasília: Sebrae. Recuperado de [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/622CBB8598A2EB538325764000649C2F/\\$File/NT0004294A.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/622CBB8598A2EB538325764000649C2F/$File/NT0004294A.pdf)
- Silva, D. R. da, & Montebello, A. E. S. (2020). A tecnologia social PAIS (Produção Agroecológica Integrada e Sustentável) e a sua efetividade no desenvolvimento rural no semiárido: o caso da APAOrgânico. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 55, 451–469. doi: 10.5380/dma.v55i0.73792

- Silva, M. C. da, Paulini, F., Lopes, F. B., Fioravanti, M. C. S., & Sereno, J. R. B. (2013). A heterogeneidade dos sistemas de produção agropecuários e da paisagem: um ponto de partida para compreender a conservação de recursos genéticos animais. *Enciclopédia Biosfera*, 9, 1–24.
- Socoloski, A., Grzebieluckas, C., Santos, J. S. C. dos, Stieler, M. C., & Lima, A. de F. A. de. (2017). Análise econômica da produção olerícola: um estudo com agricultores familiares. *Custos e @gronegocio on Line*, 13(ed. esp.), 389–407.
- Souza, S. V., Gimenes, R. M. T., & Binotto, E. (2019). Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. *Land Use Policy*, 83(February), 357–369. doi: 10.1016/j.landusepol.2019.02.020
- Teixeira, V. P., & Cunha, M. F. da. (2017). Aplicabilidade dos Modelos CAPM Local, CAPM Local Ajustado e CAPM Ajustado Híbrido ao Mercado Brasileiro. *Anais do Congresso USP de Iniciação Científica Em Contabilidade*, São Paulo, 14, 1–16.
- Van Der Ploeg, J. D. (2011). Trajetórias do desenvolvimento rural: Pesquisa comparativa internacional. *Sociologias*, 27, 114–140. doi: 10.1590/S1517-45222011000200006