ANAIS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA EMPRESA DE HIDROPONIA NO MUNICÍPIO DE EMBU DAS ARTES - SÃO PAULO

RICARDO GHANTOUS CERVI
riccervi@yahoo.com.br
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA - UNESP - CÂMPUS DE ITAPEVA

FELIPE YUJI NAGATA
yuji.nagata@unesp.br
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA - UNESP - CÂMPUS DE ITAPEVA

PAULO ANDRÉ OLIVEIRA
paulo.oliveira108@fatec.sp.gov.br
FATEC-BOTUCATU

SERGIO AUGUSTO RODRIGUES
sergio.rodrigues@unesp.br
UNESP

WASHINGTON LUIS REIS SANTOS
washington.santos@unesp.br
UNESP

RESUMO: A análise de viabilidade econômica de um projeto é crucial para determinar sua viabilidade, pois fornece ao investidor uma avaliação sobre a possibilidade de sucesso financeiro ou fracasso do empreendimento. Este trabalho avalia a viabilidade econômica de uma unidade de cultivo hidropônico de hortaliças folhosas em uma propriedade rural familiar no estado de São Paulo. O investimento inicial totalizou R$ 305.069,00, e os custos anuais de produção foram estimados em R$ 326.517,54. A receita bruta anual foi projetada com base nos preços médios de mercado. A análise financeira, com fluxo de caixa para dez anos, indicou viabilidade econômica do projeto, com um VPL positivo e uma TIR de 24,63%. A análise de sensibilidade mostrou que o projeto é robusto, permanecendo viável mesmo em cenários pessimistas. Conclui-se que o cultivo hidropônico apresenta grande potencial para ser uma alternativa econômica sustentável, com boa rentabilidade, desde que bem planejado e ajustado às variações do mercado.

PALAVRAS CHAVE: Viabilidade econômica; Cultivo Hidropônico; Análise de Sensibilidade.

ABSTRACT: The economic feasibility analysis of a project is crucial for determining its viability, as it provides the investor with an assessment of the likelihood of financial success or failure. This study evaluates the economic feasibility of a hydroponic leafy vegetable cultivation unit on a family-owned rural property in the state of São Paulo. The initial investment totaled R$ 305,069.00, and the annual production costs were estimated at R$ 326,517.54. The annual gross revenue was projected based on average market prices. The financial analysis, with a ten-year cash flow, indicated the project's economic viability, with a positive NPV and an IRR of 24.63%. The sensitivity analysis showed that the project remains viable even in pessimistic scenarios. It is concluded that hydroponic cultivation has great potential to be a sustainable and economically viable alternative, with good profitability, as long as it is well planned and adjusted to market fluctuations.

KEY WORDS: Economic feasibility; Hydroponic cultivation; Sensitivity analysis.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o estado de São Paulo se destaca como maior produtor de produtos hidropônicos Albuquerque e Mesquita (2015). Lopes, Quezado-Durval e Reis (2010) apontaram que, em 2010 havia uma área produtiva de aproximadamente 35 mil hectares de alface hidropônica no Brasil. A produção em hidroponia tem conquistado um espaço crescente nos últimos anos, tornando-se cada vez mais presente no mercado consumidor, com produtos cultivados de maneira hidropônica sendo cada vez mais comuns nas prateleiras. Além disso, a hidroponia tem sido sugerida como uma das potenciais soluções para o problema da insegurança alimentar no mundo (Goh *et al.*, 2023).

Cortez *et al.* (2009) enfatizam que, o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo tem sido um fator-chave para o crescimento do cultivo hidropônico, o qual também se tornou mais atraente devido aos altos custos associados ao cultivo convencional, o que torna a hidroponia uma alternativa mais econômica e eficiente para atender à demanda crescente por alimento. Zen, Brandão e Breitenbach (2021) destacaram que, para desenvolvimento da hidroponia como inovação tecnológica no país é necessário ter uma construção de redes que facilitem o intercâmbio de informações e recursos entre os agentes do setor.

Sena, *et al*. (2023) apontaram algumas vantagens do sistema hidropônico diante do sistema convencional, tais como: maior produtividade e qualidade do produto devido a menor suscetibilidade de pragas e doenças, menor risco climático, menor utilização de água no processo produtivo e menor tempo de recuperação do capital investido. Para Leite *et al.* (2016) uma das principais vantagens, quando comparado ao método convencional, é o tempo menor de cultivo, o que possibilita uma maior produtividade por área, e consequentemente acaba resultando em um menor custo de produção para o produtor e uma maior sanidade das hortaliças.

Entretanto, Loureiro *et al.* (2019) ressalta que, o cultivo hidropônico apresenta algumas desvantagens, tais como, a necessidade de ferramentas adequadas, um controle rígido na produção, orientações técnicas de um especialista e um investimento inicial relativamente alto quando comparado ao método convencional. Com isso, é necessário planejar o processo detalhadamente para verificar a viabilidade econômica de utilização deste método de produção.

Alguns autores conduziram estudos direcionados para a análise econômica de sistemas hidropônicos no Brasil (Borges; Dal'Sotto, 2016; Souza; Gimenes; Binotto, 2019; Rover; Barcelos; Nagaoka, 2016), entretanto, ainda são escassos estudos sobre a viabilidade econômica de sistemas hidropônicos, dado que há uma ênfase em pesquisas voltadas para a análise dos sistemas produtivos e inovações tecnológicas aplicadas na hidroponia (Zen; Brandrão; Breitenchach, 2021).

O objetivo de este estudo foi analisar a viabilidade econômica do sistema hidropônico de hortaliças folhosas em uma propriedade rural familiar, considerando as particularidades do mercado e do modelo produtivo adotado. Adicionalmente, buscou-se realizar uma análise de sensibilidade, por meio da simulação de diferentes cenários, para investigar possíveis variações nos indicadores de viabilidade econômica do empreendimento.

2. REVISÃO TEÓRICA

No início a hidroponia foi utilizada como metodologia para estudos em fisiologia da nutrição de plantas, sendo o seu primeiro uso documentalmente comprovado no século XVIII, pelo naturalista inglês John Woodward, o qual realizou testes da hipótese de Jan Baptist van

Helmont que dizia que a matéria vegetal seria formada completamente a partir da água (Guedes, 2019).

Atualmente existem diversos meios de cultivo no sistema hidropônico que podem ser classificados em relação à solução nutritiva, podendo ser dinâmica ou estática, e em relação ao sistema, que pode ser aberto ou fechado (Ferreira *et al.*, 2017).

Gillani *et al*. (2023) ressaltam que, com base no distribuição de água e entrega de nutrientes, os sistemas de hidroponia podem ser classificados como:

- O sistema de fluxo laminar de nutrientes (*Nutrient Film Technique* - NFT), onde a solução nutritiva circula através de tubulações, onde estão presentes as raízes das plantas;

- O cultivo em água profunda (*Deep Water Culture* - DWC), onde a solução nutritiva é contida em um reservatório, formando uma lâmina de 15 a 20 cm;

- A aeroponia (*Aeroponic Systems*), no qual a água e os nutrientes são borrifados sobre as raízes das plantas que está suspenso no ar;

O sistema hidropônico NFT se baseia em canais de cultivo através dos quais uma camada de solução nutritiva, normalmente de 1-2 cm de altura, circula com a ajuda de bombas mecânicas (Abbasi, Martinez; Ahmad, 2021). Uma das principais vantagens do sistema NFT é a forma como a solução de suplemento fui no sistema porque a água, rica em nutrientes, é recirculada e, com isso, pode manter níveis saudáveis de oxigênio para o crescimento e desenvolvimento das plantas, essa é uma das razões que fazem com que esse sistema seja o mais utilizado em comparação com os demais sistemas (Gillani *et al.*, 2023).

Sausen *et al.* (2020) destacaram que, o sistema hodropônico NFT é amplamente praticado na hidroponia comercial brasileira, sendo o alface o principal produto produzido, como também destacam outros autores (Kannan *et al.*, 2022; Lei; Engeseth, 2021).

Estudos mais recentes constataram que, a adoção de ferramentas da tecnologia da informação estão proporcionando melhoria nos processos produtivos dos sistemas hidropônicos. De acordo com Goh *et al.* (2023), a implementação da tecnologia IoT (*Internet of Things*) – Internet das Coisas em português, na agricultura hidropônica, pode oferecer aos agricultores vários métodos para monitorar e gerenciar de perto suas plantações com o auxílio de sensores, microcontroladores, plataformas de sites e aplicativos móveis automaticamente.

Shrivastava *et al*. (2023) constataram que a inserção da tecnologia IoT aliada ao *Big Data* podem auxiliar na redução de custos da agricultura hidropônica e da terra para criar uma fazenda inteligente e também reciclar o consumo de água. Os autores concluíram que, com a plataforma IoT pequenos agricultores podem identificar os níveis de água e outros contaminantes continuamente, os quais são monitorados com um servidor centralizado por meio do aplicativo móvel Android.

Duangpakdee, Thananta e Sukpancharoen, (2024) apontaram que houve um progresso significativo na integração da tecnologia IoT com sistemas de cultivo hidropônico. As descobertas revelaram que, o controle ambiental usando a tecnologia pode melhorar significativamente tanto a qualidade quanto a quantidade da colheita. Os autores concluíram que, houve um melhor gerenciamento da estufa tanto da temperatura quanto da duração estendida da luz, mostrando um aumento de 13,91% no rendimento em comparação com as condições naturais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi conduzido em uma propriedade localizada no município de Embu das Artes, na Região Metropolitana da capital do Estado de São Paulo, que tem como principais produtos hortaliças folhosas como Rúcula (*Eruca sativa*), Agrião (*Nasturtium officinale*) e

Alface (*Lactuca sativa*). Considerando a produção total da empresa estudada, aproximadamente 50% são destinadas para a Alface, 25% para a Rúcula e 25% para o Agrião.

A estrutura física da unidade hidropônica apresenta aproximadamente 6.470 m² de estufas, sendo cerca de 70 m² destinados à produção de mudas em bandejas. No interior das demais estufas encontram-se bancadas de fluxo laminar de nutrientes, em sistema (NFT), ao total são 250 bancadas, onde estas são divididas em oito setores e cada setor conta com uma bomba hidráulica e um reservatório de água. A água utilizada para toda produção é derivada de um poço artesiano que se encontra no próprio local, esta água também é utilizada para outras atividades como a limpeza e a semeadura de mudas.

A empresa conta com um total de cinco operadores que dividem as atividades de colheita das hortaliças, limpeza dos equipamentos, plantio, preparo da solução nutritiva e repasse das mudas dos berçários para as bancadas. Estas atividades são realizadas de segunda à sábado, sendo a colheita e a limpeza realizadas no período matutino e as demais atividades no período vespertino.

Para obter os dados primários necessários para a realização deste projeto foram realizadas reuniões, por meio de entrevistas informais não estruturadas (Gil, 2025), com o proprietário das estufas, possibilitando mapear todo o processo de produção. Isto posto, foi identificado os valores dos custos de produção, tais como, mão de obra, insumos, energia elétrica e outros. O valor de investimento inicial foi determinado com base nas informações fornecidas pelo proprietário, incluindo o custo da construção das estufas e o valor de aquisição de todos os equipamentos utilizados no processo produtivo.

Na análise dos dados, foi utilizada a Planilha eletrônica Excel para desenvolver o fluxo de caixa da empresa e, para isto, foi considerado um horizonte de planejamento de dez anos. A partir dos fluxos de caixa foi possível realizar o cálculo dos valores correspondentes de cada indicador financeiro.

Portanto, para análise de viabilidade econômica deste projeto foram utilizados os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL), TIR (Taxa Interna de Retorno, TIRM (Taxa Interna de Retorno Modificada), *Payback* Simples e *Payback* Descontado.

De acordo com Rebelatto (2004), o Valor Presente Líquido (VPL) constitui um indicador fundamental e amplamente utilizado na avaliação de investimentos de capital, sendo calculado pela Equação 1:

$$VPL = \sum_{j=0}^{n} \frac{FCj}{(1+i)^j} - Io \qquad (1)$$

Onde:
i : é a taxa de desconto;
j : é o período ($j = 0$ a $j = n$), percorrendo todo fluxo de caixa;
FCj : é um fluxo de caixa para t = (n) que pode ser positivo ou negativo;
VPL : é o valor presente líquido descontado a uma taxa i;
n : é o número de períodos do fluxo;
Io : é o investimento inicial.

O critério para aceitação de um projeto de investimento no que se refere ao Valor Presente Líquido é: se o VPL for maior que 0, aceita-se o projeto, se for menor, rejeita-se o projeto e por fim se o VPL for igual 0, é indiferente aceitar ou não o projeto.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) refere-se à taxa percentual de retorno sobre o capital investido e de acordo com Assaf Neto (2020), seu valor é determinado por meio da Equação 2:

$$\sum_{J=1}^{n} \frac{FCj}{(1+TIR)^j} = Io + \sum_{J=1}^{n} \frac{Ij}{(1+TIR)^j} \quad (2)$$

Onde:
Io : é o Investimento inicial;
Ij : são os montantes previstos de investimentos em cada período subsequente;
TIR : é a taxa interna de retorno;
j : é o período ($j = 0$ a $j = n$), percorrendo todo fluxo de caixa;
i : é a taxa de desconto;
n : é o número de períodos do fluxo;
FCj : é um fluxo de caixa para t = (n) que pode ser positivo ou negativo.

Se o valor da TIR obtido for maior que a taxa de desconto, ou também conhecida como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), aceita-se o projeto, caso contrário, o projeto é rejeitado. Em cenários distintos em que os valores da TIR são diferentes, aquele que apresentar a maior taxa indica o investimento com o maior potencial de retorno (Assaf Neto, 2020).

Para Alves, Cruz Junior e Silva Lima (2005) o cálculo da TIRM é mais simples quando comparada a TIR tradicional e sua aplicação é definida a partir dos fluxos de caixa do projeto de investimento, de acordo com a Equação 3:

$$\text{TIRM} = \sqrt[n]{\frac{VF}{PV}} - 1 \quad (3)$$

Onde:
TIRM : é a taxa interna de retorno modificada;
FV : é valor futuro dos recebimentos das atividades;
PV : é o valor presente das despesas das atividades;
n : é o número de períodos do fluxo.

Lima *et al.* (2013) define o *Payback* Simples como fácil de entender, dado que o seu resultado indica o número de períodos necessários para recuperação do investimento, e sua principal vantagem é a simplicidade do cálculo, conforme Equação 4:

$$Payback \text{ simples} = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\text{Ganhos no periodo}} \quad (4)$$

Carvalho *et al.* (2020) ressaltam que, este método não considera o valor do dinheiro no tempo. Isto posto, foi considerado o *Payback* Descontado, método que considera o valor do dinheiro tempo. De acordo com Samanez (2009) seu cálculo baseia-se em encontrar o valor de t, por meio da Equação 5:

$$Io = \sum_{t=1}^{t} \frac{FCt}{(1+C)^t} \quad (5)$$

Onde:
Io : é o investimento inicial;
FCj : é o fluxo de caixa no período t;
C : é a taxa de desconto;
t : é o período a ser descoberto

A determinação da taxa de desconto ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA), para este

projeto de investimento, foi realizada com base na taxa Selic, divulgada pelo Banco Central do Brasil (2024), que foi estabelecida em 10,65% ao ano (set/2024). Esse valor de TMA foi adotado como parâmetro fundamental para o desenvolvimento do fluxo de caixa do projeto, garantindo que o cálculo dos indicadores financeiros, como o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno Modificada e o *Payback* Descontado, fossem realizados de maneira alinhada às condições econômicas vigentes. A TMA, portanto, serviu como uma referência importante para a análise da viabilidade econômica do projeto, influenciando diretamente a avaliação do retorno esperado sobre o investimento.

Prever um cenário específico para um projeto de investimento representa um grande desafio, pois existem diversos fatores que podem influenciar os resultados e surgir imprevistos, criando um ambiente repleto de riscos e incertezas. Nesse contexto, a utilização de métodos analíticos e quantitativos torna-se essencial para a identificação de tendências e a antecipação de possíveis acontecimentos que possam impactar nos resultados do projeto.

Entre essas abordagens, destaca-se a Análise de Sensibilidade que de acordo com Sanches *et al.* (2003) é um enfoque prático que procura tratar o problema das incertezas, onde seus resultados podem direcionar os recursos para variáveis de maior influência de forma significativa. Neste tipo de análise, os parâmetros de entradas são variados um de cada vez, a fim de entender como cada indicador se comporta a um determinado componente do fluxo de caixa (Souza; Clemente, 2008).

Para este estudo, foram consideradas duas variações: uma variação otimista de +40% e uma variação pessimista de -40%. Esses valores foram determinados com base nas flutuações observadas nos preços de venda durante a coleta de dados, refletindo as variações percebidas no mercado. A escolha dessas margens de variação busca capturar o impacto potencial de cenários favoráveis e desfavoráveis, oferecendo uma análise mais robusta e realista do comportamento do projeto sob diferentes condições de mercado.

Por fim, com base nos resultados da análise de sensibilidade, foi elaborado o Diagrama de Tornado que segundo Sotille (2022) é uma variação específica do gráfico de barras, que permite visualizar de forma clara e gráfica os resultados da análise de sensibilidade. Essa ferramenta facilita a classificação e priorização dos parâmetros, permitindo identificar quais variáveis têm o maior impacto sobre o projeto, o que contribui para uma tomada de decisão mais assertiva.

O Diagrama de Tornado é amplamente utilizado na Análise de Sensibilidade. De acordo com Silva e Belderrain (2004), ele permite avaliar o impacto de cada parâmetro de forma independente, facilitando a análise de como diferentes variáveis afetam o projeto. Essa ferramenta é especialmente útil para identificar quais parâmetros possuem maior influência, permitindo uma compreensão mais clara do impacto potencial de cada um dentro de um conjunto de variáveis.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma análise detalhada de todo o processo produtivo da unidade hidropônica estudada foram levantados, em conjunto com o proprietário, os custos totais de investimento para a construção da estrutura, bem como os valores correspondentes aos equipamentos necessários para o funcionamento e a eficiência do cultivo. A Tabela 1 detalha estes custos associados, totalizando R$ 305.069,00.

Entre os principais componentes, destaca-se a estrutura metálica, com um custo de R$ 115.000,00, que é responsável pela sustentação da estufa, a qual representou aproximadamente 38% do investimento total, sendo o item de maior valor. As lonas, no valor de R$ 85.000,00,

corresponderam ao segundo maior custo, equivalente a aproximadamente 28% do valor total investido. As lonas são essenciais para cobrir a estufa, controlando as condições ambientais, como temperatura e umidade, e protegendo as plantas contra fatores climáticos adversos. As bombas hidráulicas, representaram um custo de R$ 34.000,00. Essas bombas são imprescindíveis para o fornecimento e controle da água no sistema de irrigação, garantindo que a água seja distribuída de forma eficaz para todas as hortaliças.

Além disso, a estrutura de irrigação, com um custo de R$ 62.000,00, inclui os tubos, válvulas e outros componentes necessários para a distribuição eficiente da água dentro da estufa, garantindo que as plantas recebam a irrigação adequada. Outro item é o pulverizador, no valor de R$ 169,00, que é utilizado para aplicar defensivos agrícolas e tratamentos fitossanitários, assegurando o desenvolvimento saudável das culturas. Por fim, foram alocadas R$ 8.900,00 para a compra de caixas d'água, responsáveis pelo armazenamento da água necessária ao sistema de irrigação, especialmente em períodos de alta demanda ou em situações de interrupção no abastecimento.

Assim, o custo total de R$ 305.069,00 engloba todos os investimentos necessários para o funcionamento da estufa e para a produção, proporcionando a infraestrutura demandada para garantir o processo de cultivo.

TABELA 1. Investimento Inicial

Item	**Valor (R$)**
Bombas hidráulicas	34.000,00
Estrutura metálica	115.000,00
Lonas	85.000,00
Pulverizador	169,00
Estrutura de Irrigação	62.000,00
Caixas d'agua	8.900,00
Total	**305.069,00**

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em relação ao processo operacional, foi realizada uma análise abrangente para levantar todos os custos anuais envolvidos, englobando os principais insumos necessários para a produção, os custos relacionados à mão de obra, o consumo de energia elétrica e outros recursos demandados para garantir o processo produtivo. Esses custos foram apurados, levando em consideração as necessidades da operação, a fim de proporcionar uma visão completa das despesas recorrentes para o funcionamento da unidade produtiva (Tabela 2).

Na Tabela 2 são apresentados os custos anuais de produção da unidade hidropônica, totalizando R$ 326.517,54. Os custos com sementes para as hortaliças representam R$ 4.735,68, sendo divididos entre alface, rúcula e agrião. Os fertilizantes são responsáveis por uma parte significativa dos custos, totalizando R$ 100.601,40, tais como: cálcio, potássio, ferro, magnésio, entre outros nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, o custo com substratos, que inclui Hakaphos e coco, totalizou R$ 7.239,00.

O consumo de energia elétrica para o funcionamento dos sistemas da estufa totalizou R$ 90.720,00, o que representa aproximadamente 28% do custo anual total. Esse valor é elevado devido à necessidade de energia para operar os sistemas de irrigação, fundamentais para manter as condições ideais de cultivo durante todo o ano. Essa despesa evidencia a dependência da unidade de cultivo de um fornecimento constante de energia, essencial para garantir o controle ambiental adequado e a produtividade da estufa.

Finalmente, o custo com a mão de obra foi de R$ 86.400,00 anuais, refletindo o pagamento dos trabalhadores responsáveis por diversas atividades operacionais, como o plantio, manutenção, colheita e gerenciamento do sistema hidropônico. Esses custos totais de produção são necessários para calcular a viabilidade econômica do projeto, pois representam as despesas necessárias para operar a unidade produtiva e garantir a continuidade das atividades ao longo do ano. Uma gestão eficiente desses custos é crucial para o sucesso financeiro do cultivo hidropônico.

É importante ressaltar que, para a elaboração dos custos de produção foi considerada a contribuição ao Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural (FUNRURAL), que possui uma alíquota de 2,05% descontados da receita total (Contábeis, 2024).

TABELA 2. Custos de Produção Anual

Item	**Descrição**	**Custo anual (R$)**
Sementes	Alface	2.068,80
Sementes	Rúcula	1.130,04
Sementes	Agrião	1.536,84
Adubo/ fertilizante	Cálcio	28.500,00
Adubo/ fertilizante	Potássio	33.444,00
Adubo/ fertilizante	Ferro	7.776,00
Adubo/ fertilizante	Magnésio	20.522,40
Adubo/ fertilizante	Micros RA	8.280,00
Adubo/ fertilizante	Vivatto	1.800,00
Adubo/ fertilizante	Yoorin	279,00
Substratos	Hakaphos	1.515,00
Substratos	Coco	5.724,00
Defensivos		9.675,96
Embalagens		18.720,00
Energia elétrica		90.720,00
FUNRURAL		8.425,50
Mão de obra		86.400,00
Total		**326.517,54**

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Definir o preço de venda de um determinado produto, constitui um grande desafio para os empresários, uma vez que o preço tem uma influência direta no consumidor final. Para agricultura essa tarefa se torna ainda mais complexa, de acordo com Souza (2021) o mercado agrícola possui características produtivas distintas, que o diferencia dos demais setores de produção, especialmente devido à sua elevada volatilidade nos preços e tal peculiaridade está associada ao fato de que a produção agrícola está muito mais sujeita a riscos quando comparada a outras atividades econômicas. Galvão, Matos e Gueiber (2019) salientam que, os custos dos produtos agrícolas são diretamente influenciados por fatores naturais, tais como, condições climáticas, condições do solo, localização da propriedade, entre outros.

Em virtude da significativa volatilidade dos preços, dos produtos agrícolas, ao longo do ano, o preço de venda de cada produto hidropônico foi estabelecido com base em uma média simples dos valores praticados durante o ano de 2023, levando em consideração as variações de mercado, com isso pode se obter um valor médio da Receita bruta anual (Tabela 3).

A capacidade produtiva anual das estufas hidropônicas também foi definida com base

no histórico do ano de 2023. Conforme ilustrado na Tabela apresentada, observa-se que a Alface corresponde a pouco mais de 50% da produção total da propriedade analisada. Em relação às demais hortaliças, a Rúcula e o Agrião apresentaram volumes de produção semelhantes, com ambas representando cerca de 25% da produção anual total, o que destaca seu papel relevante na diversidade da produção, embora em menor escala comparado à Alface. No entanto, a rúcula vem ganhando seu espaço no mercado consumidor e tem apresentado um aumento crescente de produção na hidroponia, principalmente na região sudeste (Guardabaxo *et al.*, 2020).

TABELA 3. Receita Bruta Anual

Produto	Produção anual	Preço médio de venda (R$)	Valor total (R$)
Rúcula	72.000	1,33	96.000,00
Alface	180.000	1,25	225.000,00
Agrião	72.000	1,25	90.000,00
Total			**411.000,00**

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Considerando os valores obtidos para o investimento inicial, apresentados na Tabela 1, os custos anuais de produção descritos na Tabela 2 e as projeções de receita bruta anual da Tabela 3, foi desenvolvido um fluxo de caixa com um horizonte de planejamento de dez anos, conforme ilustrado na Tabela 4. No que tange às saídas de caixa, foi ponderado o valor do investimento inicial no ano 0 (zero), enquanto para os anos subsequentes, foram considerados os custos anuais de produção projetados, refletindo as despesas operacionais necessárias para a manutenção da atividade. Por outro lado, as entradas de caixa foram calculadas com base na receita bruta anual a ser gerada a partir do primeiro ano (ano 1), levando em consideração as premissas estabelecidas ao longo do período de análise.

Com os valores estabelecidos, foi possível realizar a análise do fluxo de caixa, considerando tanto o fluxo de caixa nominal quanto o fluxo de caixa descontado para todos os anos do período de projeção. Para garantir uma avaliação precisa e refletir o custo de oportunidade do capital investido, foi utilizada a TMA de 10,65% como taxa de desconto no cálculo do fluxo de caixa descontado, possibilitando assim uma visão mais realista e ajustada ao risco do investimento ao longo dos anos.

TABELA 4. Fluxo de Caixa

Ano	Saídas (R$)	Entradas (R$)	Fluxo de caixa (R$)	Fluxo de caixa acumulado (R$)	Fluxo de caixa descontado (R$)	Fluxo de caixa descontado acumulado (R$)
0	305.069,00		-305.069,00	-305.069,00	-305.069,00	-305.069,00
1	326.517,54	411.000,00	84.482,46	-220.586,54	76.351,07	-228.717,93
2	326.517,54	411.000,00	84.482,46	-136.104,08	69.002,32	-159.715,61
3	326.517,54	411.000,00	84.482,46	-51.621,62	62.360,89	-97.354,72
4	326.517,54	411.000,00	84.482,46	32.860,84	56.358,69	-40.996,03

5	326.517,54	411.000,00	84.482,46	117.343,30	50.934,20	9.938,17
6	326.517,54	411.000,00	84.482,46	201.825,76	46.031,81	55.969,98
7	326.517,54	411.000,00	84.482,46	286.308,22	41.601,27	97.571,25
8	326.517,54	411.000,00	84.482,46	370.790,68	37.597,17	135.168,42
9	326.517,54	411.000,00	84.482,46	455.273,14	33.978,47	169.146,89
10	326.517,54	411.000,00	84.482,46	539.755,60	30.708,06	199.854,95

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir dos dados apresentado no fluxo de caixa e baseando-se na TMA, foram calculados os indicadores de viabilidade econômica onde os resultados podem ser verificados na Tabela 5.

A análise do VPL, com horizonte de planejamento de dez anos, revelou um valor de R$ 199.854,95, indicando um saldo positivo, o que sugere a viabilidade econômica do projeto. A TIR calculada apresentou uma rentabilidade anual de 24,63%, enquanto a TIRM alcançou 16,37% ao ano, ambos os resultados superiores à TMA estabelecida para o projeto. Esses indicadores financeiros corroboram a viabilidade do investimento, reforçando a decisão de aceitar o projeto com base nos resultados obtidos.

No que se refere ao *Payback*, o *Payback* Simples indica que o valor investido inicialmente, de R$ 305.069,00, pode ser recuperado em um período de 3 anos e 7 meses (Tabela 5). Já o *Payback* Descontado, que considera o valor do dinheiro no tempo, estima o retorno do investimento em 4 anos e 10 meses, evidenciando o prazo necessário para o projeto alcançar o retorno do investimento, quando ajustado pelo valor do capital investido ao longo do tempo.

TABELA 5. Indicadores de Viabilidade

Descrição	**Resultado**
Payback simples	3 anos e 7 meses
Payback descontado	4 anos e 10 meses
VPL	R$ 199.854,95
TIR	24,63%
TIRM	16,37%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Entretanto, no contexto de investimentos em projetos, é importante reconhecer que nem sempre os resultados ocorrem de acordo com o planejado. Ao longo da execução, uma série de imprevistos pode surgir, trazendo consigo riscos e incertezas que podem afetar o projeto.

Como já foi explicado anteriormente, o preço de venda dos produtos agrícolas constitui uma variável de alta volatilidade, sujeita a oscilações frequentes que podem ser influenciadas por diversos fatores externos. Essas variações no preço de venda têm um impacto direto e significativo na Receita Bruta, sendo um elemento crucial a ser observado, uma vez que sua variação pode alterar de as projeções de receita e, consequentemente, a viabilidade financeira do empreendimento.

Com isso, foi realizada uma Análise de Sensibilidade, variando três parâmetros principais – receita bruta, investimento inicial e custos de produção – em cenários pessimistas

e otimistas, levando em consideração as projeções apresentadas na Tabela 6. Conforme mencionado previamente na metodologia, no cenário pessimista foi definida uma variação de -40%, enquanto no cenário otimista foi considerado uma variação de + 40%.

Com base nos resultados obtidos, os quais estão apresentados na Tabela 6, é possível observar que, mesmo diante de um cenário pessimista no qual se considera uma redução de 40% na receita bruta anual, o projeto continua a se apresentar como economicamente viável. Essa conclusão é confirmada pelo fato de que o VPL permaneceu positivo, o que indica que, apesar da diminuição considerável na receita, o projeto ainda é capaz de gerar um valor superior ao seu custo de capital, proporcionando um retorno financeiro favorável. Além disso, as taxas internas de retorno, tanto a TIR quanto a TIRM, se mostraram superiores à TMA previamente estipulada, o que sugere que o projeto tem a capacidade de gerar retornos financeiros que justificam o investimento realizado, mesmo em cenários adversos.

Adicionalmente, a análise de outros cenários, como o aumento de 40% tanto no investimento inicial quanto no custo de produção, também revelou que o projeto permanece viável e financeiramente atraente. Em ambas as situações, os três indicadores financeiros (VPL, TIR e a TIRM) continuaram a apresentar valores positivos para a aceitação do projeto.

TABELA 6. Análise de Sensibilidade.

Indicador	**-40% da Receita**	**+40% da Receita**
VPL	R$ 51.278,36	R$ 348.431,54
TIR	13,47%	43,18%
TIRM	12,07%	19,41%
Indicador	**-40% do Investimento**	**+40% do Investimento**
VPL	R$ 321.882,55	R$ 77.827,35
TIR	45,03%	14,81%
TIRM	22,47%	12,52%
Indicador	**-40% do Custo de Produção**	**+40% do Custo de Produção**
VPL	R$ 317.891,12	R$ 81.818,79
TIR	38,54%	15,36%
TIRM	18,84%	13,02%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essa constatação é relevante porque demonstra a capacidade do projeto de resistir a variações significativas nos custos e nas receitas, sem comprometer sua rentabilidade e atratividade para o investidor. Diante disso, independentemente dos riscos e incertezas que possam surgir ao longo de sua implementação, o projeto continua a apresentar perspectivas favoráveis para a sua execução.

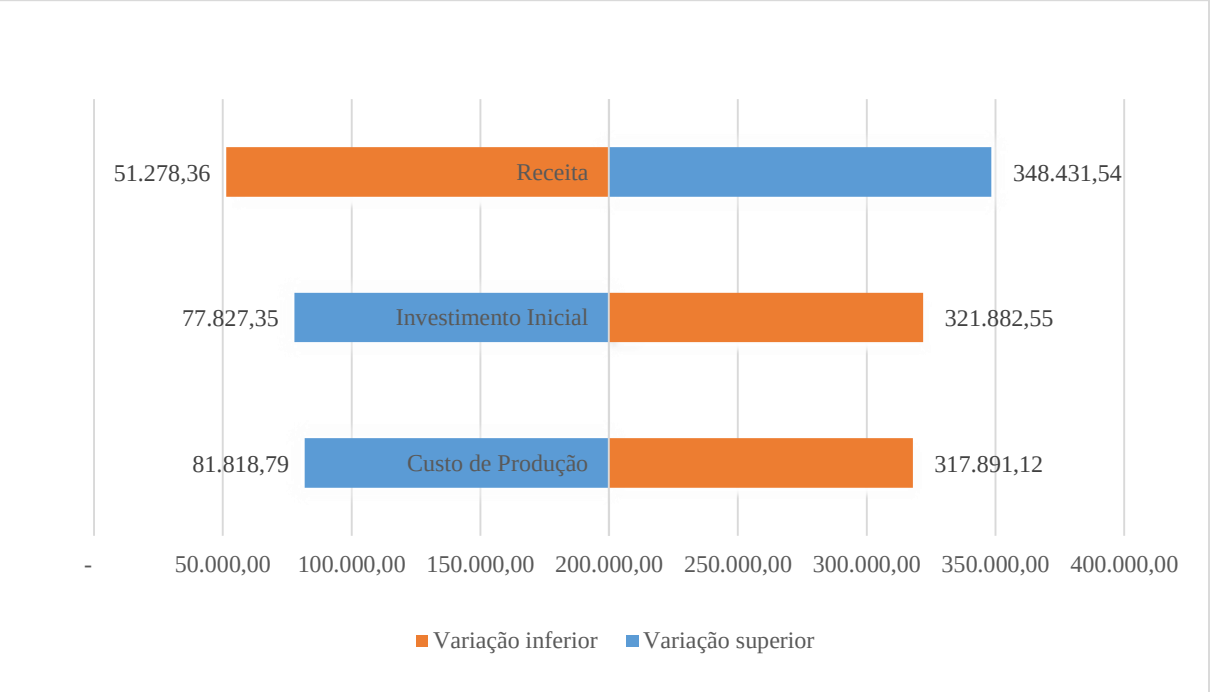
O diagrama tornado desempenha um papel fundamental ao fornecer uma representação visual clara das principais fontes de incertezas associadas ao projeto em análise (Bruni, 2018). De acordo com as informações apresentadas na Figura 1, a variável que mais contribuiu para a incerteza do projeto foi a Receita Bruta Anual, que demonstrou uma variação significativa de R$ 297.153,19 no VPL, refletindo uma maior sensibilidade do projeto sob flutuações nas receitas.

O Investimento Inicial mostrou-se como a segunda fonte de incerteza mais relevante, apresentando uma variação de R$ 244.055,20, o que indica que mudanças no valor do

investimento inicial também podem afetar de forma significativa a viabilidade financeira do projeto. Por último, o custo de produção foi identificado como a terceira fonte incerteza, com uma variação de R$ 236.072,33, o que demonstra o impacto considerável que alterações nos custos de produção podem ter nos resultados do projeto.

Também observou-se que a variação inferior na receita resultou em um VPL menor, dado que a receita constitui uma entrada no fluxo de caixa, embora o valor final tenha permanecido positivo. Em contraste, as variações inferiores nas variáveis de saída de caixa, como o investimento inicial e os custos de produção, geraram um VPL mais elevado, evidenciando um comportamento inverso ao identificado nas alterações da receita. Esse comportamento oposto destaca a sensibilidade do VPL em relação às diferentes componentes do fluxo de caixa, evidenciando que, enquanto as entradas (como a receita) têm um efeito direto na redução do VPL, a diminuição das saídas (investimento inicial e custos) tende a aumentar a atratividade financeira do projeto, ampliando sua viabilidade econômica.

FIGURA 1. Diagrama de Tornado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os resultados desse estudo corroboram com estudos similares conduzidos por autores da área. Folorunso *et al.* (2023) relataram que o cultivo hidropônico é viável para pequenos e médios produtores e que, apesar de exigir alto investimento inicial, a atividade de média escala é menos sensível em relação as alterações nos custos de produção diante de incertezas.

Gumisiriza *et al.* (2022) investigou a viabilidade econômica para produção de alface hidropônica em sistema vertical não circulante. Os autores concluíram que, o VPL foi sensível considerando mudanças na taxa de desconto e no preço unitário, enquanto que a receita variou com uma mudança nas quantidades vendidas e no preço unitário, conforme a análise de sensibilidade.

Gonçalves Suchla e Catapan, (2021) fizeram um estudo da viabilidade econômica da produção de alface crespa no cultivo hidropônico em São José dos Pinhais no Paraná. Os

indicadores demonstraram que empreendimento é viável, com uma TMA de 9%, a TIR foi de 27% a.a., o VPL de R$ 1.042.213,09 e o *Payback* descontado foi de 4,33 anos. Os autores realizaram também a Simulação de Monte Carlo, onde constataram o VPL (média de R$ 1.042.273,50) e a TIR (média de 27%).

Morais *et al*. 2024 constataram que houve uma economia de escala em relação aos investimentos de implantação e custos operacionais para a produção de alface hidropônica em sistema NFT. Os mesmos autores relataram que, o menor tempo de *payback*, as taxas de retorno e lucratividade identificados podem contribuir para a tomada de decisão dos investidores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, observou-se a relevância de realizar uma análise de viabilidade econômica em empreendimentos de hidroponia de pequena escala, levando em conta diferentes indicadores, bem como a análise de sensibilidade. Esse processo permitiu fundamentar de maneira mais assertiva a decisão sobre se o investimento é viável ou não do ponto de vista econômico.

Com isso, foi possível concluir que o objetivo do estudo foi alcançado porque permitiu avaliar de forma detalhada os parâmetros necessários para a realização da análise de viabilidade econômica e foi constatado, diante dos resultados obtidos, que o empreendimento é viável economicamente, pois o VPL foi positivo no valor de R$ 199.854,95, a TIR calculada foi de 24,63% a.a. e a TIRM foi de 16,37% a.a., ambas maiores do que a TMA estipulada de 10,65% a.a.

Na análise de sensibilidade, identificou-se que o parâmetro que possui maior probabilidade de impactar na rentabilidade é receita bruta anual, principalmente devido a variação dos preços dos produtos agrícolas estudados, seguido pelo investimento inicial e, por último, o custo de produção. Porém, essa análise evidenciou que, apesar das variações estimadas, o projeto manteve-se capaz de gerar retornos positivos, o que demonstra sua viabilidade em diversos cenários sob condições de incerteza.

Estudos futuros são recomendados para que possa ser verificada a viabilidade econômica da produção em sistemas hidropônicos como este diante de investimentos com as modernas plataformas da tecnologia da informação, como IoT e *Big Data*, uma vez que estes sistemas podem otimizar os processos produtivos e, com isso, estudos de viabilidade econômica podem auxiliar no processo decisório dos produtores diante dos investimentos incrementais necessários.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, R.; MARTINEZ, P.; AHMAD, R. An ontology model to support the automated design of aquaponic grow beds. **Procedia CIRP**, *[S. l.]*, v. 100, p. 55 - 60, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121004674. Acesso em: 10 out. 2023.

ALBUQUERQUE, E. R. G. M.; MESQUITA, J. C. P. de. Panorama do cultivo hidropônico na região Nordeste do Brasil. *In*: BEZERRA NETO, E. (org.) **Cadernos do Semiárido: Riquezas e oportunidades. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco**. Recife, PE: CREA-PE, 2015. Cap. Hidroponia, p. 67-77.

ALVES, J. B.; CRUZ JUNIOR, G. da; SILVA LIMA, W. da. Taxa Interna de Retorno Modificada aplicada a avaliação de investimentos no setor elétrico brasileiro *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE

PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 18., 2005, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: SNPTEE, 2005GRUPO VI GRUPO DE ESTUDO EM MERCADOS DE ENERGIA ELÉTRICA-GME TAXA INTERNA DE RETORNO MODIFICADA APLICADA A AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO. Disponível em: https://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/01/TAXA-INTERNA-DE-RETORNO-MODIFICADA-APLICADA-A-AVALIA%C3%87%C3%83O-DE-INVESTIMENTOS-NO-SETOR-EL%C3%89TRICO-BRASILEIRO.pdf. Acesso em 14 ago. 2023.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2020.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dados diários**. [2024]. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/selicdadosdiarios. Acesso em: 15 out. 2024.

BORGES, R.; DAL'SOTTO, T. C. Análise econômico-financeira de um sistema de cultivo hidropônico. **Custos e @gronegócio online**, Recife, PE, v. 12, n. 3, p. 217 – 239, Jul./Set. 2016. Disponível em: http://www.custoseagronegocioonline.com.br/trinta%20e%20sete.html. Acesso em: 5 out. 2023.

BRUNI, Adriano Leal. **Avaliação de investimentos**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

CARVALHO, Y. *et al.* Viabilidade econômica dos veículos híbridos: uma análise comparada baseada no payback. *In*: PEDROSA, R. A. (org.) **Gestão da Produção em Foco.** 1 ed. Belo Horizonte-MG: Poisson, 2020. cap. 1, v. 44, p. 6 – 130. DOI: 10.36229/978-65-5866-032-3.CAP.01. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/producao/foco44/Gestao_da_producao_em_foco_vol44.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

CONTÁBEIS. **Produtor Rural**. [2024]. Disponível em: https://www.contabeis.com.br/noticias/63320/produtor-rural-entenda-as-diferencas-entre-folha-e-funrural/. Acesso em: 02 nov. 2024.

CORTEZ, G. E. P. *et al*. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 13, n. 4, p. 494-498, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000400019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TMr3bBmpWFwcWQVVBcKPQPx/?lang=pt. Acesso em: 11 nov. 2023.

DUANGPAKDEE, K.; THANANTA, G.; SUKPANCHAROEN, S. IoT enhanced deep water culture hydroponic system for optimizing Chinese celery yield and economic evaluation. **Smart Agricultural Technology**, *[S. l.]*, v. 9, 2024, 100545. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100545. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375524001503. Acesso em: 10 jan. 2025.

FERREIRA, E. R. *et al*. Benefícios do cultivo hidropônico em ambiente protegido. **Rev. Conexão Eletrônica**, *[S. l.]*, v. 14, p. 485–491, 2017.

FOLORUNSO, E. A. *et al*. The economic viability of commercial-scale hydroponics: Nigeria as a case study. **Heliyon**, *[S. l.]*, v. 9, n. 8, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18979. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402306187X. Acesso em: 11 jan. 2025.

GALVÃO, G.; MATOS, S. N.; GUEIBER, E. Precificação no Agronegócio: Um Mapeamento Sistemático. **Revista De Extensão E Estudos Rurais**, *[S. l.]*, v. 8, n. 1, p. 123–142, jan./jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.36363/rever812019123-142. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/rever/article/view/8191/3570. Acesso em: 10 jun. 2023.

GIL, Antonio Carlos**. Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2025.

GILLANI, S. A. *et al.* Comparison of Energy-use Efficiency for Lettuce Plantation under Nutrient Film Technique and Deep-Water Culture Hydroponic Systems. **Procedia Computer Science**, *[S. l.]*, v. 217, p. 11-19, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.197. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705092202275X. Acesso em 22 jan. 2025.

GOH, Y. S. *et al*. A meta-analysis: Food production and vegetable crop yields of hydroponics. **Scientia Horticulturae**, *[S. l.]*, v. 321, n. 1, 112339, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112339.

Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423823005101. Acesso em 27 jan. 2025.

GONÇALVES SUCHLA, E. .; CATAPAN, A. . ANÁLISE DE VIABILIDADE DA PRODUÇÃO DE ALFACE CRESPA NO CULTIVO HIDROPÔNICO. **Revista Gestão e Conhecimento**, *[S. l.]*, v. 15, n. 1, p. 47–69, 2021. Disponível em: https://ojs.revistagc.com.br/ojs/index.php/rgc/article/view/157. Acesso em: 14 mar. 2025.

GUARDABAXO, C. M. S. *et al*. RUCULA GROWING IN A HYDROPONIC SYSTEM UNDER DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, Tupã, SP, v. 14, n. 3, p. 274–282, 2020. DOI: 10.18011/bioeng2020v14n3p274-282. Disponível em: https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/918. Acesso em: 31 mar. 2025.

GUEDES, I. M. R. Hidroponia: de metodologia de pesquisa a sistema de produção. **Infoteca-e** (Repositório de Informação Tecnológica da Embrapa), *[S. l.]*, n. 29, p. 10-11, 3 quadr. 2019. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1118511/1/GuedesIMRHidroponiaHRp10112019.pdf. Acesso em 10 no. 2023.

GUMISIRIZA, M. *et al*. Building sustainable societies through vertical soilless farming: A cost-effectiveness analysis on a small-scale non-greenhouse hydroponic system. **Sustainable Cities and Society**, *[S. l.]*, v. 83, 103923, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103923. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670722002451. Acesso em: 30 jan. 2025.

https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2016.1.57. Disponível em: https://revista.ipecege.org.br/Revista/article/view/35. Acesso em 17 fev. 2025.

KANNAN, M. *et al.* Hydroponic farming – A state of art for the future agriculture. **Materials Today**: **Proceedings**, *[S. l.]*, v. 68, Part 6, p. 2163-2166, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.416. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322056048. Acesso em 02 fev. 2025.

LEI, C.; ENGESETH, N. J. Comparison of growth characteristics, functional qualities, and texture of hydroponically grown and soil-grown lettuce. **LWT - Food Science and Technology**, *[S. l.]*, v. 150, 111931, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111931. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643821010847. Acesso em: 15 fev. 2025.

LEITE, D. *et al*. Viabilidade econômica da implantação do sistema hidropônico para alface com recursos do PRONAF em Matão-SP. **Revista IPecege**, *[S. l.]*, v. 2, n. 1, p. 57–65, 2016. DOI: 10.22167/r.ipecege.2016.1.57. Disponível em: https://revista.ipecege.org.br/Revista/article/view/35. Acesso em: 31 out. 2024.

LIMA, J. D. *et al.* Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. **Custos e @gronegócio online**, Recife, PE, v. 9, n. 4, p. 162-180, Out./Dez. 2013. Disponível em: http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero4v9/calculo%20payback.pdf. Acesso em: 5 out. 2023.

LOPES, Carlos Alberto; QUEZADO-DUVAL, Alice Maria; REIS, Ailton. **Doenças da alface**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/866064. Acesso em 10 jan. 2025.

LOUREIRO, J. P. B. *et al.* Comparação sobre a viabilidade econômica de sistemas de produção de hortaliças hidropônicas com diferentes níveis de tecnologia, nos municípios de Concórdia do Pará e Tomé-Açu-PA. **Brazilian Journal of Development**, *[S. l.]*, v. 5, n. 11, p. 24607–24621, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n11-140. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4535. Acesso em: 31 mar. 2023.

MORAIS, N. M. de *et al.* Análise econômica em sistemas hidropônicos NFT para alface: um estudo de escalas comerciais de produção. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**,

[S. l.], v. 22, n. 10, p. e7055, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n10-051. Disponível em: https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/7055. Acesso em: 14 mar. 2025.

REBELATTO, Daisy. **Projeto de Investimento**. São Paulo: Manole, 2004.

ROVER, S.; BARCELOS, J.; NAGAOKA, M. Viabilidade econômica da implantação de sistema de cultivo de alface hidropônica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 15, n. 3, p. 169–179, 2016. DOI: https://doi.org/10.5965/223811711532016169. Disponível em: https://periodicos.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/22381171532016169/pdf_38. Acesso em 27 jan. 2025.

SAMANEZ, Carlos Patrício. **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson, 2009.

SANCHES, A. L. *et al.* Análise de sensibilidade na avaliação de investimentos por "DOE" simulado. *In*: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 4., 2007. Resende, RJ. **Anais** [...]. Resende: SEGeT (Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia), 2007. p. 1-15, 2007. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/425_425_SEGET%202007%20AIS.pdf. Acesso em 22 fev. 2023.

SAUSEN, D. *et al.* Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. **Brazilian Journal of Development**, *[S. l.]*, v. 6, n. 3, p. 14888-14903, mar. 2020. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-381. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/8017. Acesso em 25 jan. 2025.

SENA, E. O. L. P. *et al*. Concentração dos nutrientes e temperatura como fatores limitantes no cultivo hidropônico. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, *[S. l.]*, v. 21, n. 10, p. 15418–15440, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n10-049. Disponível em: https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1431. Acesso em: 7 mar. 2025.

SHRIVASTAVA, A. *et al.* Automatic robotic system design and development for vertical hydroponic farming using IoT and big data analysis. **Materials Today: Proceedings**, *[S. l.]*, v. 80, Part 3, 2023, p. 3546-3553. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.294. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321051531?via%3Dihub. Acesso em 10 mar. 2025.

SILVA, R. M. da; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre diagrama Tornado em análise de Sensibilidade. *In*: Encontro Latino Americano de Iniciação Cientifica, 8., e Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 4., 2004. São José dos Campos, SP. **Anais** [...]. São José dos Campos: UNIVAP (Universidade do Vale do Paraíba), 2004. p. 8-11. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC1-3R.pdf. Acesso em: 17 jan. 2024.

SOTILLE, M. O Diagrama de Tornado e a análise de sensibilidade. *In*: DICAS PMP. **PM Tech**. São Paulo, 18 jan. 2022. Disponível em: https://dicaspmp.pmtech.com.br/tornado_pmp. Acesso em: 9 jan. 2025.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, D. K. F. de. O impacto da pandemia de covid-19 na volatilidade dos preços agrícolas brasileiros: um estudo para soja, milho e algodão. **Métodos e Pesquisa em Administração**, *[S. l.]*, v. 6, n. 1, p. 39-52, 2021. DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.2525-3867.2021v6n1.54933. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.php/mepad/article/view/54933/34027. Acesso em 20 set. 2024

SOUZA, S. V.; GIMENES, R. M. T.; BINOTTO, E. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. **Land Use Policy**, *[S. l.]*, v. 83, Abr. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837718304010. Acesso em: 17 jan. 2025.

ZEN, H. D.; BRANDÃO, J. B.; BREITENBACH, R. O Sistema de Inovação Tecnológica da Hidroponia no Brasil: uma revisão de literatura. **Exten. Rur.**, *[S. l.]*, v. 28, n. 2, e7, p. 1-26, abr./jun. 2021. DOI: https://doi.org/10.5902/2318179666372. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/66372/47834. Acesso em: 22 jan. 2025.