

Article

Viabilidade Econômica de Sistemas Agroflorestais com Café Árábica na Microrregião Caparaó Capixaba, Sul do Estado do Espírito Santo

Rodrigo Leonardo de Paula Dias Mendonça¹, Luiz Fernando de Sousa Antunes², César Otaviano Penna Júnior³, Maurício Novaes Souza⁴

¹ Mestrado em Agroecologia. Instituto Federal do Espírito Santo. ORCID: 0009-0001-0360-2205. Email: rodrigoleodias@gmail.com

² Doutor em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. ORCID: 0000-0001-8315-4213. Email: fernando.ufrrj.agro@gmail.com

³ Doutorado em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. ORCID: 0000-0002-2486-0932. Email: copenna@ifes.edu.br

⁴ Doutor em Engenharia de Água e Solos. Universidade Federal de Viçosa. ORCID: 0000-0003-3100-6694. Email: mauricios.novaes@ifes.edu.br

RESUMO

Os sistemas agroflorestais têm se consolidado como uma abordagem inovadora para a produção agrícola sustentável, integrando de forma harmoniosa cultivos alimentares, espécies arbóreas e criação animal. Na região do Caparaó - ES, localizada no sul do Espírito Santo, estes sistemas adquirem especial relevância por conciliar a produção agrícola com a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica, bioma prioritário para preservação. O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a viabilidade econômica da produção agroecológica integrada em sistemas agroflorestais com cultivo de café em sete propriedades rurais participantes do programa Reflorestar, adotando uma abordagem metodológica que combinou técnicas qualitativas, incluindo entrevistas semiestruturadas com técnicos e produtores, com análises quantitativas baseadas em indicadores financeiros como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício/Custo (B/C). Os dados foram coletados durante o período de 2019 a 2024. Os principais resultados revelaram que, após um período inicial de investimento (2-4 anos), todos os SAFs atingiram patamares de rentabilidade robustos e sustentáveis no médio e longo prazo (horizonte de 30 anos). A viabilidade financeira foi consolidada a partir do 4º ao 6º ano, com indicadores finais notáveis: a TIR estabilizou-se em patamares entre 20,10% e 102,17%, o VPL variou de R\$ 22.044,18 a R\$ 175.140,49, e a relação B/C manteve-se entre 1,15 e 3,04, superando amplamente os retornos de sistemas convencionais. A diversificação da produção (café, banana, palmito, frutas nativas) mostrou-se decisiva para a resiliência econômica, amortecendo custos iniciais e garantindo múltiplas fontes de renda. Entrevistas com produtores destacaram a importância da escolha de variedades de café mais rústicas (como Arara) para reduzir custos, bem como desafios logísticos na comercialização de frutos perecíveis e na necessidade de manejo adequado de espécies consorciadas, como a banana. Os Sistemas Agroflorestais com café arábica são economicamente viáveis e representam uma alternativa superior aos modelos convencionais na região do Caparaó, conciliando alta rentabilidade financeira com benefícios ambientais e sociais. A plena potencialização deste modelo depende de um planejamento técnico rigoroso na seleção de espécies, acesso contínuo à assistência técnica especializada e do fortalecimento de canais de comercialização para os produtos diversificados, recomendando-se sua adoção e ampliação como estratégia de desenvolvimento rural sustentável.

Palavras-chave: cafeicultura sustentável; sistemas integrados; análise financeira; conservação ambiental; desenvolvimento rural.



Submissão: 07/10/2025



Aceite: 02/12/2025



Publicação: 18/03/2026





ABSTRACT

Agroforestry systems have established themselves as an innovative approach to sustainable agricultural production, harmoniously integrating food crops, tree species, and livestock. In the Caparaó region of Espírito Santo, located in southern Espírito Santo, these systems acquire special relevance by reconciling agricultural production with the conservation of remnants of the Atlantic Forest, a priority biome for preservation. This study aimed to evaluate the economic viability of integrated agroecological production in agroforestry systems with coffee cultivation on seven rural properties participating in the Reflorestar program, adopting a methodological approach that combined qualitative techniques, including semi-structured interviews with technicians and producers, with quantitative analyses based on financial indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Benefit-Cost Ratio (B/C). Data were collected during the period from 2019 to 2024. The main results revealed that, after an initial investment period (2-4 years), all Agroforestry Systems (AFS) reached robust and sustainable profitability levels in the medium and long term (30-year horizon). Financial viability was consolidated from the 4th to the 6th year, with notable final indicators: the IRR stabilized at levels between 20.10% and 102.17%, the NPV ranged from R\$ 22,044.18 to R\$ 175,140.49, and the B/C ratio remained between 1.15 and 3.04, far exceeding the returns of conventional systems. Production diversification (coffee, bananas, palm heart, native fruits) proved decisive for economic resilience, offsetting initial costs and ensuring multiple income streams. Interviews with producers highlighted the importance of choosing more robust coffee varieties (such as Arara) to reduce costs, as well as logistical challenges in marketing perishable fruits and the need for adequate management of consorted species, such as bananas. Agroforestry Systems with arabica coffee are economically viable and represent a superior alternative to conventional models in the Caparaó region, combining high financial profitability with environmental and social benefits. The full potential of this model depends on rigorous technical planning in species selection, continuous access to specialized technical assistance, and the strengthening of commercialization channels for diversified products, recommending its adoption and expansion as a strategy for sustainable rural development.

Keywords: sustainable coffee farming; integrated systems; financial analysis; environmental conservation; rural development.

Introdução

As mudanças climáticas representam uma ameaça crítica e crescente para a produção global de *Coffea arabica* L., a espécie de café economicamente mais relevante no mundo (Craparo et al. 2015; Ovalle-Rivera et al. 2015). O aumento das temperaturas médias e mínimas, aliado à alteração dos regimes de precipitação e à maior pressão de pragas e doenças, tem resultado em declínios substantivos de produtividade e na progressiva redução das áreas climaticamente adequadas para o cultivo (Tavares et al. 2018; Lorençone et al. 2023). Esta conjuntura adversa coloca em risco a sustentabilidade socioeconômica de milhões de pequenos produtores, predominantemente vulneráveis, e pode potencializar impactos ambientais negativos, como o desmatamento decorrente da expansão agrícola para novas áreas (Cassamo et al. 2023; Lorençone et al. 2023). Neste contexto, a identificação e implementação de estratégias de adaptação eficazes e sustentáveis tornam-se imperativas para a resiliência do setor cafeeiro (Merga e Alemayehu 2019; Wagner et al. 2021; Cassamo et al. 2023).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) surgem como uma alternativa inovadora e sustentável para a produção agrícola, integrando árvores, cultivos e animais em um mesmo espaço. Essa abordagem não apenas diversifica a produção, mas também otimiza o uso de recursos naturais, como água e nutrientes do solo, promovendo maior eficiência produtiva (Gomes et al. 2020; Lacerda et al. 2020). Além dos benefícios econômicos, os SAFs desempenham um papel crucial na conservação ambiental, contribuindo para a proteção do solo, a ciclagem de nutrientes e o sequestro de carbono, tornando-os uma estratégia viável para a adaptação às mudanças climáticas (Camargo et al. 2019).

Diversos estudos realizados na última década revelaram a importância do café tradicional à sombra para a manutenção e proteção da biodiversidade. No entanto, há apenas exploração biológica e nenhuma exploração interdisciplinar dos múltiplos valores e benefícios desses sistemas agroflorestais (Toledo e Moguel 2012). Essa lacuna justifica a necessidade de pesquisas que integrem análises econômicas, ambientais e sociais, especialmente em regiões como o Caparaó Capixaba, onde a agricultura familiar e a preservação da Mata Atlântica são temas centrais.



Nesse contexto, esta pesquisa busca avaliar a viabilidade econômica da produção agroecológica integrada e sustentável na região do Caparaó - ES, no sul do Espírito Santo. O estudo parte da premissa de que os SAFs podem oferecer retornos financeiros competitivos, além de vantagens ambientais e sociais, como a diversificação de renda e a melhoria da qualidade do solo (SENAR 2017; Cerda et al. 2020; Zaro et al. 2020).

Destarte, o trabalho tem como objetivo geral analisar a diferença de retorno econômico dos SAFs com cultivo de café em sete propriedades familiares. Como objetivos específicos, realizou-se um levantamento detalhado dos dados do programa Reflorestar na região, com o intuito de avaliar a viabilidade financeira dos arranjos propostos.

Material e Métodos

Área de estudo e coleta de dados

O estudo seguiu uma fase de abordagem qualitativa e outra de caráter quantitativo na implantação dos projetos implementados pela MV Gestão Integrada¹ (MVGI), escritório de Alegre (ES) e Castelo (ES), desde 2010, coordenados pelo Escritório de Alegre (ES), com fomento e pagamentos pelo programa REFLORESTAR – BANDES.

Na fase qualitativa, realizou-se a coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas com os técnicos e gestores da MV Gestão Integrada, escritório de Alegre (ES). Utilizaram-se como instrumentos de coleta a observação, conduzida desde a implantação do projeto até 2023.

O trabalho baseou-se na análise das informações coletadas pela MVGI, organizadas pelo mestrando junto aos produtores que implantaram SAFs a partir de 2020. Essa coleta de dados envolveu sete produtores, além da análise de dados técnicos e econômicos de suas respectivas propriedades. O levantamento ocorreu entre o período de 15 de agosto de 2024 e 15 de outubro de 2024. Consideraram-se as produções agrícolas das propriedades sob seus arranjos produtivos específicos, com o café arábica sendo a cultura de alvo econômico central. O Quadro 1 apresenta todas as informações das áreas avaliadas nesta pesquisa. O Quadro 2, por sua vez, apresenta as características detalhadas de cada propriedade em relação ao município e distribuição de suas áreas em relação aos cultivos realizados.

¹ Fundada em 2018, a MV Gestão Integrada é uma consultoria especializada em projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para recuperação de áreas degradadas, sendo a principal executora regional do Programa Reflorestar (um dos maiores programas de PSA do Brasil) e representante do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. Sua atuação abrange conscientização de produtores rurais, planejamento, implantação e monitoramento de projetos, com mais de 1.200 famílias atendidas e 3.330 hectares sob gestão (MV Gestão Integrada 2023).



Quadro 1. Quadro informativo da produção cafeeira associada ao SAF das propriedades avaliadas nesta pesquisa.

Propriedade	Sistema / Arranjo espacial	Espécies	Área da parcela	Espaçamento (m)	Área ocupada por planta (m²)	Nº de plantas por parcela	Nº de plantas por ha	Coordenadas geográficas
T1	4 Carreiras de café + 1 carreira de banana + 1 carreira de pupunha + 1 carreira de nativas	Café arábica; Banana; Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 2,5x1,5m; Banana: 2,5x4,0 m; Pupunha 2,5x4,0m; Nativas 2,5x4,0m	Café: 3,75m²; Banana, pupunha e nativas: 10m²	Café: 53 plantas; Banana, pupunha e nativas: 5 plantas de cada espécie	Café: 1333 plantas; Banana, pupunha e nativas: 125 plantas de cada espécie.	24K225910 / 7701656
T2	4 Carreiras de café + 1 carreira de banana + 1 carreira de pupunha + 1 carreira de nativas	Café arábica; Banana; Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 3x1m; Banana: 3x4,0 m; Pupunha 3x4,0m; Nativas 3x4,0m	Café: 3m²; Banana, pupunha e nativas: 12m²	Café: 80 plantas; Banana, pupunha e nativas: 5 plantas de cada espécie	Café: 2000 plantas; Banana, pupunha e nativas: 125 plantas de cada espécie.	24K212047 / 7702845
T3	4 Carreiras de café + 2 carreiras de banana + 1 carreira de nativas	Café arábica; Banana e espécies nativas	400m•	Café: 3x1m; Banana: 3x4,0 m; Nativas 3x4,0m	Café: 3m²; Banana e nativas: 12m²	Café: 80 plantas; Banana 10 plantas e nativas 5 plantas	Café: 2000 plantas; Banana 250 plantas e nativas 125 plantas.	24K225029 / 7696590
T4	4 Carreiras de café + 2 carreiras de pupunha + 1 carreira de nativas	Café arábica; Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 3x1m; Pupunha: 3x4,0 m; Nativas 3x4,0m	Café: 3m²; Pupunha e nativas: 12m²	Café: 80 plantas; Pupunha 10 plantas e nativas 5 plantas	Café: 2000 plantas; Pupunha 250 plantas e nativas 125 plantas.	24K212002/ 7702801
T5	3 Carreiras de café + 1 carreira de banana + 1 carreira de pupunha + 1 carreira de nativas	Café arábica; Banana; Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 3x1m; Banana: 3x4,0 m; Pupunha 3x4,0m; Nativas 3x4,0m	Café: 3m²; Banana, pupunha e nativas: 12m²	Café: 60 plantas; Banana, pupunha e nativas: 5 plantas de cada espécie	Café: 1500 plantas; Banana, pupunha e nativas: 125 plantas de cada espécie.	24K212732 / 7706961
T6	3 Carreiras de café + 1 carreira de banana + 1 carreira de pupunha + 1 carreira de nativas	Café arábica; Banana; Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 3x1m; Banana: 3x4,0 m; Pupunha 3x4,0m; Nativas 3x4,0m	Café: 3m²; Banana, pupunha e nativas: 12m²	Café: 60 plantas; Banana, pupunha e nativas: 5 plantas de cada espécie	Café: 1500 plantas; Banana, pupunha e nativas: 125 plantas de cada espécie.	24K213071 / 7706455
T7	Café plantado em área total; plamito pupunha plantado nas entrelinhas do café e a cada 2 carreiras de café, nativas plantadas de forma aleatória	Café arábica, Palmito pupunha e espécies nativas	400m•	Café: 3x1,5m; Pupunha: 1,5x3m; Nativas de forma aleatória	Café: 4,5m; Pupunha: 4,5m	Café: 16 plantas; Pupunha 3; Nativas:3	Café: 2222 plantas, Pupunha: 417 plantas e nativas 150 plantas	24K210138 / 7710721

Fonte: Elaborado pelos autores(2025)



Quadro 2. Caracterização geral das propriedades rurais estudadas no estado do Espírito Santo, Brasil

Propriedade	Área Total (ha)	Espécies Cultivadas (Áreas em ha)	Município
T1 (Figura 1)	10,5047	Café Arara (<i>Coffea arabica</i>) (0,5 ha); Banana (0,125 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>); Abacate (<i>Persea americana</i>); Manga (<i>Mangifera indica</i>)	Guaçuí - ES
T2 (Figura 2)	19,0516	Café Catucaí Amarelo 785/15 (<i>Coffea arabica</i>) (0,6 ha); Banana (0,125 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>) (0,125 ha); Abacate (<i>Persea americana</i>); Manga (<i>Mangifera indica</i>)	Guaçuí - ES
T3 (Figura 3)	2,2268	Café 785/15 (<i>Coffea arabica</i>) (0,6 ha); Banana (0,3 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>) (0,125 ha); Abacate (<i>Persea americana</i>) (0,125 ha); Manga (<i>Mangifera indica</i>) (0,125 ha)	Guaçuí - ES
T4 (Figura 4)	16,3911	Café Catucaí 785/15 (<i>Coffea arabica</i>) (0,6 ha); Banana (0,125 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>); Palmito-Jussara (<i>Euterpe edulis</i>)	Alegre - ES
T5 (Figura 5)	25,175	Café Arara (<i>Coffea arabica</i>) (0,45 ha); Banana (0,125 ha); Palmito-Jussara (<i>Euterpe edulis</i>)	Guaçuí - ES
T6 (Figura 6)	10,457	Café Catucaí 785/15 (<i>Coffea arabica</i>) (0,45 ha); Banana (0,6 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>); Palmito-Jussara (<i>Euterpe edulis</i>)	Guaçuí - ES
T7 (Figura 7)	16,3911	Café Catucaí Amarelo 785/15 (<i>Coffea arabica</i>) (0,6 ha); Banana (0,3 ha); Uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i>); Abacate (<i>Persea americana</i>); Manga (<i>Mangifera indica</i>)	Alegre - ES

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).



Figura 1. propriedade de base familiar denominada Sítio Gravel 2 (T1). Localizado a 12 km do centro da cidade de Guaçuí, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 2. Propriedade de base familiar (T2) localizada a 17 km do centro da cidade de Guaçuí, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).

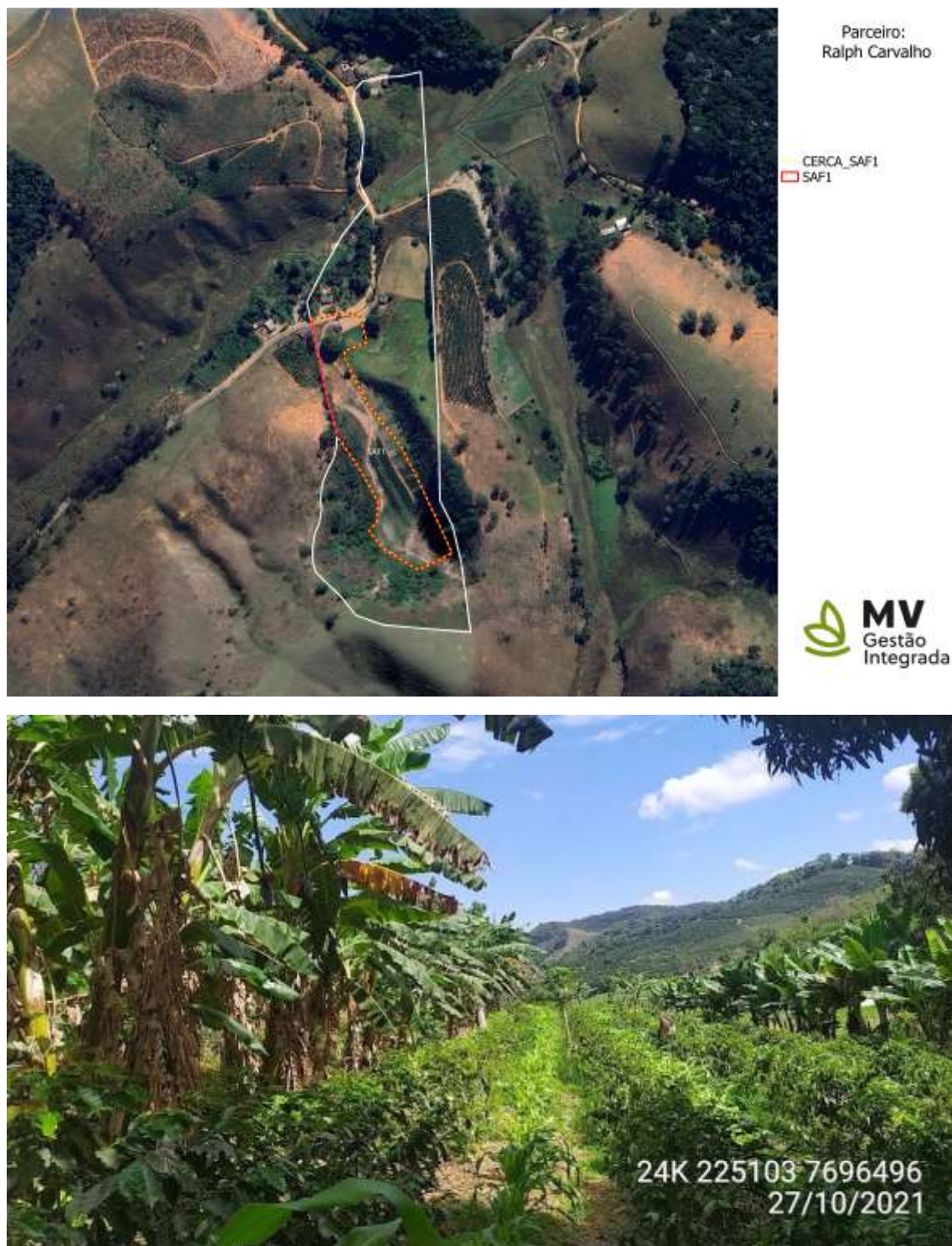


Figura 3. Propriedade de base familiar (T3) localizada a 10 km do centro da cidade de Guaçuí, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 4. Propriedade de base familiar (T4) localizada a 20 km do centro da cidade de Alegre, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 5. Propriedade de base familiar Sítio Gravel (T5), localizada a 19 km do centro da cidade de Guaçuí, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 6. Propriedade de base familiar Sítio São Romão (T6), localizada a 12 km do centro da cidade de Guaçuí, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).



Figura 7. Propriedade de base familiar (T7) localizada a 20 km do centro da cidade de Alegre, ES, Brasil. Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na fase quantitativa, apurou-se os dados em um fluxo de caixa do produtor para a aplicação das técnicas de investimento de capital, conforme descrito a seguir. Os dados foram inseridos em planilhas do 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.



Métodos para análise do investimento de capital

Para analisar o investimento nas áreas estudadas, considerou-se o período de dez anos, conforme Richetti, Motta e Padovan (2011), que definem esse intervalo para examinar a viabilidade econômica de produções agrícolas sustentáveis. A análise de viabilidade econômica foi realizada nos últimos 5 anos, uma vez que alguns agricultores acessaram o projeto REFLORESTAR entre 2019 e 2024. O valor do investimento fixo para a implantação das áreas PSA (Pagamento por Serviços Ambientais) foi alocado integralmente nos anos 1 e 2. Quanto à avaliação de viabilidade, elaborou-se inicialmente o fluxo de caixa livre do produtor. As técnicas de investimento utilizadas neste estudo estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Indicadores econômicos utilizados na pesquisa.

Indicador (Sigla)	Definição	Fórmula
Taxa Interna de Retorno (TIR)	Taxa que zera o Valor Presente Líquido.	$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t}$
Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)	Taxa considerando capitalização das entradas e desconto das saídas.	$TIRM = \left(\frac{VF \text{ entradas}}{VP \text{ saídas}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$
Valor Presente Líquido (VPL)	Diferença entre valores presentes de entradas e saídas.	$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$
Relação Benefício/Custo (B/C)	Relação entre benefícios e custos atualizados.	$BC = \left(\frac{VP \text{ benefícios}}{VP \text{ custos}} \right)$
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	Anualização do VPL.	$VAUE = VPL \times \sum_{t=0}^n \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$
Return on Investment (ROI)	Retorno sobre o investimento.	$ROI = \left(\frac{Receitas - Despesas}{Despesas} \right)$
Receitas (R)	Somatório das entradas monetárias.	$Receitas = \sum_{t=1}^n R_t$
Despesas (D)	Somatório das saídas monetárias.	$Despesas = \sum_{t=1}^n D_t$

FC: Fluxo de Caixa; i: Taxa de desconto; n: Horizonte de análise; r: Taxa interna de retorno que zera o VPL; R: Receitas; D: Despesas; VF_{entradas}: Valor Futuro das Entradas; VP_{saídas}: Valor Presente das Saídas. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Segundo Ferraz et al. (2024), para análise de viabilidade econômica de SAFs, o empreendimento é considerado viável se a TIR superar a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para a estimativa de geração de renda com produtos agroflorestais, utilizaram-se dados de produção obtidos da literatura e de pesquisas de mercado no momento da análise, adaptados à densidade de plantio de cada SAF avaliado no estudo.

Resultados e Discussão

Relatos dos produtores

A produtora da propriedade T1 relatou que a variedade de café Arara se destaca pela alta resistência a doenças e produtividade superior, reduzindo a necessidade de tratamentos culturais intensivos e, consequentemente,



os custos de produção, embora ainda exija aplicação de insumos no solo para um bom rendimento. A banana possui boa aceitação no mercado local, com grande parte da produção destinada aos programas PNAE e PAA. A uvaia enfrenta dificuldades de comercialização devido à sua perecibilidade extrema, exigindo congelamento e armazenamento específico. Manga e abacate são comercializados no mercado local com base nos preços do CEASA-ES.

Conforme o relato do produtor da propriedade 2, a variedade de café Catucaí demanda tratos culturais mais intensivos, elevando os custos de produção e impactando negativamente o retorno econômico quando comparado a variedades mais resistentes. A banana mantém boa aceitação no mercado, sendo comercializada em pequenos mercados e pontos de venda da cidade. Os frutos da uvaia são destinados exclusivamente para subsistência e consumo familiar. Manga e abacate são absorvidos pelo mercado local com preços orientados pelo CEASA-ES.

O produtor da propriedade T3 indicou que a variedade de café 785/15 necessita de manejo intensivo e aplicação de técnicas específicas, onerando a produção e resultando em retorno econômico inferior. A banana, da variedade BRS Anã (Terra), tem boa aceitação no mercado local, porém o produtor alertou para um problema não previsto no projeto: a necessidade de replantio a cada quatro anos, devido ao enfraquecimento das touceiras, o que adiciona custos e trabalho não inicialmente orçados.

Os produtores da propriedade T4 relataram que a variedade Catucaí 785/15 exige técnicas específicas de manejo e seu rendimento pode ser afetado pelo consórcio no Sistema Agroflorestal (SAF). No entanto, valorizam a qualidade de vida proporcionada pelo sistema, priorizando-a sobre a maximização da produção de café. A banana é bem aceita no mercado local, com vendas diretas e acordos comerciais. A cultura do palmito-jussara apresenta produção satisfatória, com um acordo de comercialização estabelecido com um comércio local e manejo adequado.

A produtora da propriedade T5, similarmente à T1, destacou os benefícios da variedade Arara, como alta resistência a doenças e menor necessidade de insumos, reduzindo custos e proporcionando melhor retorno econômico. A banana é majoritariamente comercializada por meio dos programas PNAE e PAA. O palmito-jussara apresenta desempenho satisfatório, com acordo de venda para um comércio local e manejo adequado para otimização dos resultados.

Os produtores da propriedade T5, com histórico de café convencional, avaliam negativamente o arranjo agroflorestal, afirmando que a variedade Catucaí 785/15 não produz bem em consórcio. Relataram problemas com a cultura da banana, especificamente a variedade 'da terra', citando o excessivo crescimento em altura, o enfraquecimento das touceiras e a necessidade de replantio frequente, fatores que a tornam inadequada para arranjos de longo prazo. A comercialização do palmito-jussara, por outro lado, é feita por acordo local e sua produção é considerada satisfatória.

A produtora da propriedade T7 informou que a variedade Catucaí Amarelo 785/15 requer tratos culturais intensivos e aplicação de insumos, aumentando os custos de produção em comparação com variedades mais rústicas. A banana tem boa saída no mercado, com canal de comercialização voltado para os programas PNAE e PAA. A uvaia enfrenta entraves logísticos para comercialização devido à sua rápida maturação e necessidade de armazenamento refrigerado. Manga e abacate são vendidos no mercado local com base nos preços do CEASA-ES.

Análise financeira dos investimentos nas diferentes propriedades

A avaliação de viabilidade financeira do empreendimento agroflorestal, projetada para um horizonte de 30 anos, revela um perfil clássico de investimento de médio a longo prazo, marcado por uma fase inicial de



significativa absorção de capital seguida por uma consolidação de retornos positivos e estáveis. Os dois primeiros anos caracterizam-se por um intenso ciclo de investimentos, com a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) atingindo -100% e -72,22%, respectivamente (Figura 8-B), refletindo o alto risco financeiro inerente à fase de implantação do sistema. Este período é corroborado por um Valor Presente Líquido (VPL) profundamente negativo (-R\$38.479,54 no Ano 1 e -R\$35.979,43 no Ano 2) (Figura 8-C) e um Retorno sobre o Investimento (ROI) de -75,92% e -54,67% (Figura 8-F), evidenciando que os custos de implantação superam substancialmente as receitas incipientes. A razão Benefício/Custo (B/C) de 0,24 e 0,45 (Figura 8-D) confirma que os benefícios gerados cobrem menos da metade dos custos operacionais e de investimento, um cenário esperado para esta etapa.

A virada financeira ocorre de maneira decisiva entre o quarto e o quinto ano. No Ano 4, a TIR atinge um valor positivo de 7,17% (Figura 8-A), e a razão B/C aproxima-se da unitariedade (0,98) (Figura 8-D), sinalizando o ponto de equilíbrio financeiro. No Ano 5, consolida-se a viabilidade econômica: a TIR salta para 18,58% (Figura 8-A), o VPL torna-se positivo (R\$14.153,04) (Figura 8-C) e a razão B/C supera o limiar crítico (1,14) (Figura 8-D), demonstrando que o projeto passou a gerar valor líquido. O ROI positivo de 13,69% (Figura 8-F) confirma que o capital investido começou a ser recuperado com ganhos.

A partir do sexto ano, o projeto atinge sua maturidade operacional e estabilidade financeira, com todos os indicadores mantendo-se constantes e positivos até o final do horizonte de análise. A TIR estabiliza em 25,94% (Figura 8-A), indicando uma taxa de retorno robusta e atraente. O VPL consolida-se em R\$31.893,71 (Figura 8-C), e o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) apresenta uma trajetória de suave declínio (de R\$7.109,74 para R\$3.104,42) (Figura 8-E) em função do prolongamento do período de análise, mas mantendo-se sempre positivo, o que atesta a rentabilidade do investimento ao longo do tempo. A razão B/C mantém-se em 1,28 (Figura 8-D), indicando que para cada real investido, retorna R\$1,28 em benefícios. O ROI estabiliza em 27,99% (Figura 8-F), denotando uma eficiência consistente na geração de lucro sobre o capital investido.

A análise das receitas e despesas corrobora a trajetória de sucesso. As receitas apresentam crescimento expressivo até o sexto ano (de R\$12.201,83 para R\$145.828,47) (Figura 8-G), estabilizando-se neste patamar elevado. Notavelmente, a partir do Ano 5, as receitas superam consistentemente as despesas, que se estabilizam em R\$113.934,75 (Figura 8-H), resultando em um fluxo de caixa operacional líquido positivo e crescente. Esta dinâmica evidencia um manejo operacional eficiente, com controle de custos adequado e escalabilidade da produção. Apesar do substancial desembolso inicial e do período de desenvolvimento característico de sistemas agroflorestais, o projeto demonstra capacidade de gerar retornos financeiros sólidos, sustentáveis e atraentes a médio e longo prazos, validando a estratégia de investimento e a eficácia do modelo de gestão adotado.

A avaliação do desempenho financeiro do sistema agroflorestal na Propriedade T2 revela uma trajetória de notável recuperação e robustez econômica. Inicialmente, observa-se o padrão característico de investimentos de implantação. O primeiro ano apresenta uma Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) de -100% (Figura 9-B) e um Retorno sobre o Investimento (ROI) de -78,34% (Figura 9-F), refletindo o elevado dispêndio de capital. Este cenário é confirmado por um Valor Presente Líquido (VPL) de -R\$46.456,41 (Figura 9-C) e uma razão Benefício/Custo (B/C) de 0,22 (Figura 9-D), indicando que os custos superam amplamente os benefícios iniciais.

Contudo, a transição para a rentabilidade ocorre de forma acelerada e vigorosa. No terceiro ano, a Taxa Interna de Retorno (TIR) ainda é negativa (-2,09%) (Figura 9-A), mas a TIRM apresenta uma recuperação expressiva para -1,02% (Figura 9-B), sinalizando a iminência do ponto de equilíbrio. A consolidação da viabilidade econômica materializa-se de forma decisiva no quarto ano, com a TIR atingindo 17,46% (Figura 9-A) e o VPL tornando-se positivo (R\$12.147,29) (Figura 9-C). A razão B/C, ao superar a unitariedade (1,10)



(Figura 9-D), e o ROI positivo (10,28%) (Figura 9-F) corroboram que o projeto passou a gerar valor líquido e retorno adequado sobre o investimento.

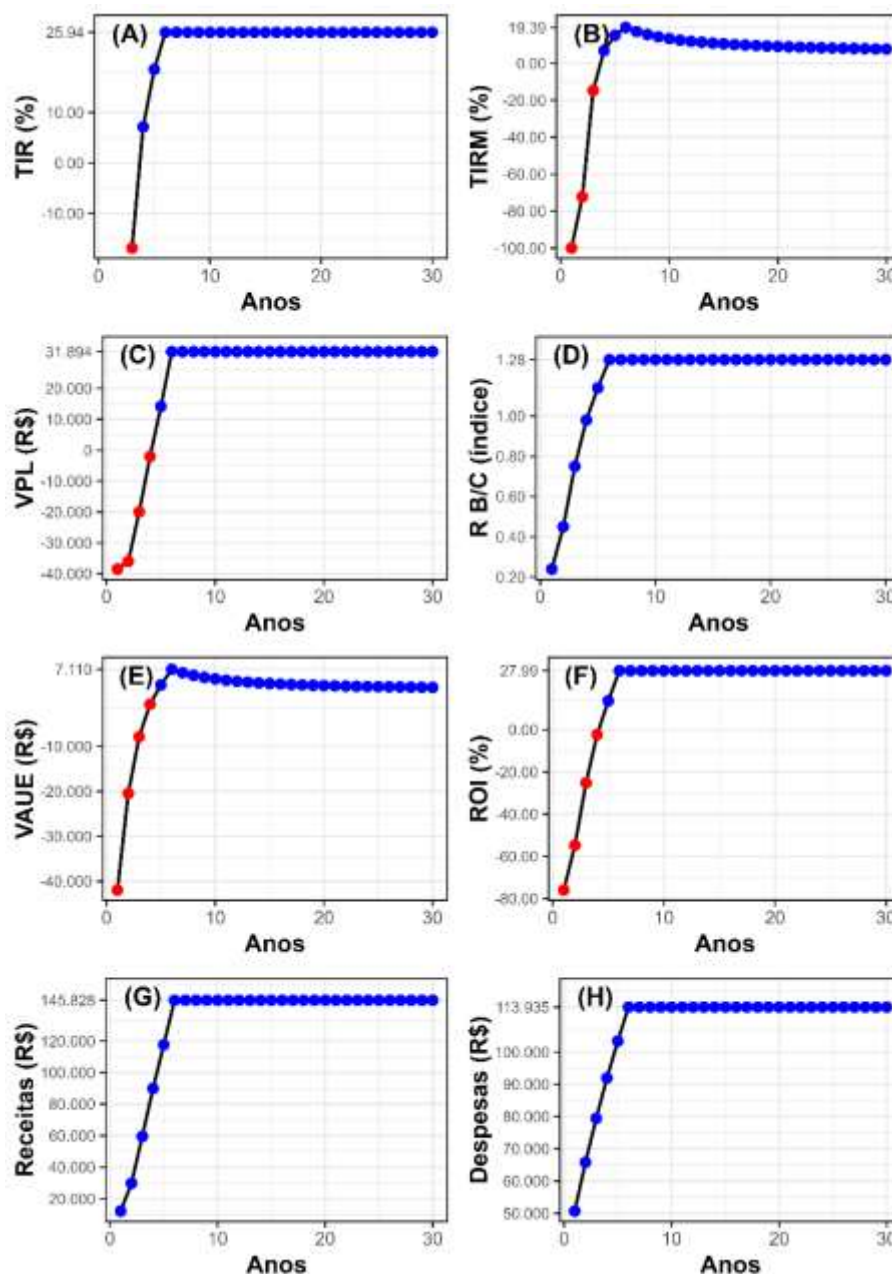


Figura 8. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T1, município de Guaçuí, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos: (A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$). Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A maturidade operacional é alcançada a partir do sexto ano, com a estabilização dos indicadores em patamares excepcionais. A TIR estabiliza-se em 37,04% (Figura 9-A), um valor notavelmente alto, demonstrando uma taxa de retorno extremamente atraente. O VPL atinge R\$70.531,42 (Figura 9-C), e o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) inicia sua trajetória estável em R\$15.722,85 (Figura 9-E). A razão B/C mantém-se em 1,47 (Figura 9-D), indicando alta eficiência na conversão de custos em benefícios, enquanto o ROI consolida-se em 46,82% (Figura 9-F), evidenciando uma lucratividade excepcional e sustentada.



A análise dos fluxos de caixa revela a base deste desempenho superior. As receitas exibem um crescimento exponencial até o sexto ano, saltando de R\$12.844,04 para R\$221.187,34 (Figura 9-G). A partir desse ponto, estabilizam-se em um patamar significativamente superior às despesas, que se fixam em R\$150.655,91 (Figura 9-H). Esta dinâmica resulta em uma margem operacional líquida substancial e consistente, sublinhando a eficiência produtiva e a excelente gestão de custos do empreendimento. A combinação de uma recuperação acelerada, indicadores de rentabilidade robustos e a geração de um fluxo de caixa líquido substancial posiciona o empreendimento da propriedade T2 como um modelo de alta performance econômica dentro do universo de estudo.

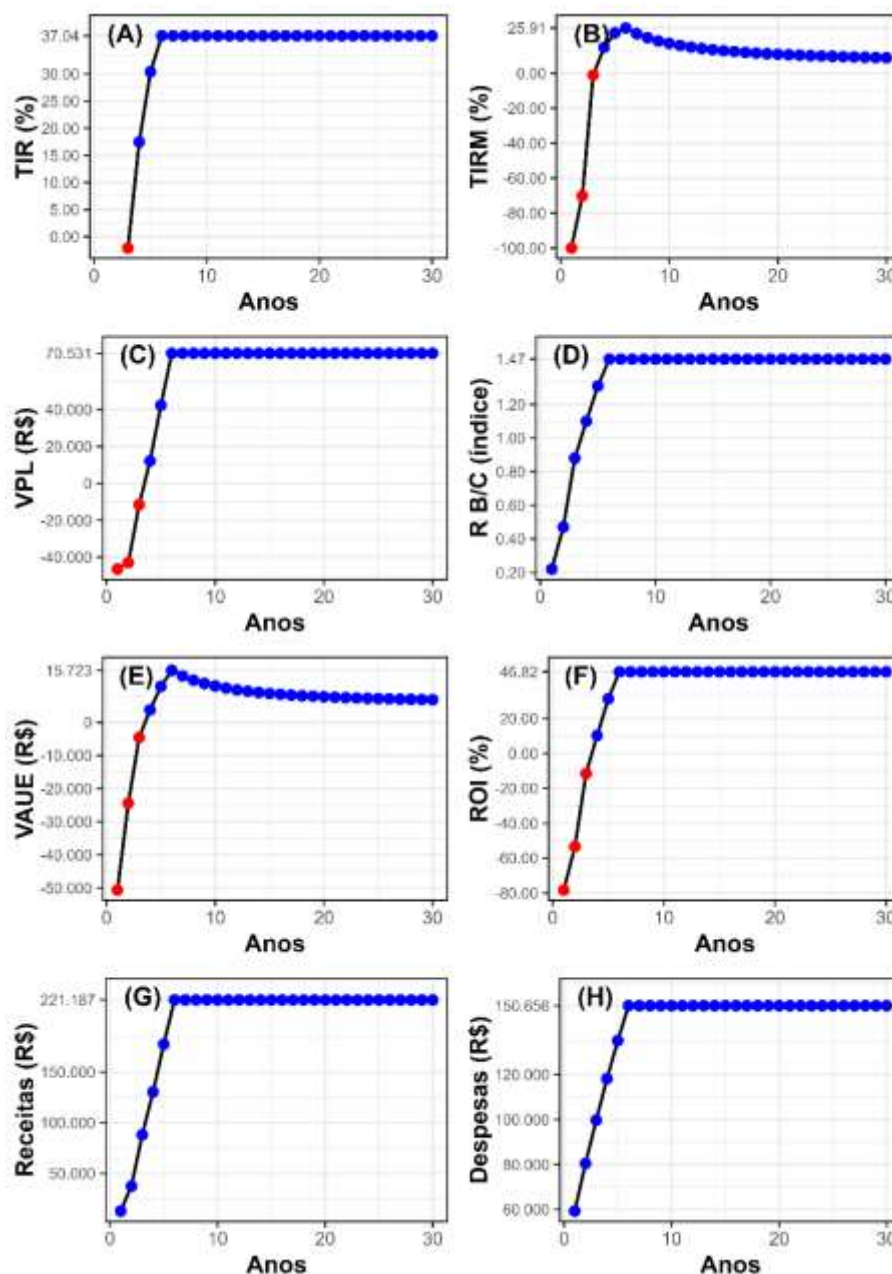


Figura 9. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T2, município de Guaçuí, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos: (A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$). Fonte: elaborado pelos autores (2025).



A análise econômico-financeira da propriedade agrícola T3, ao longo de 30 anos, evidencia inicialmente elevados investimentos de capital, refletidos em TIR e TIRM negativas de $-97,30\%$ no primeiro ano (Figura 10-A), que indicam a intensa aplicação de recursos na fase de implantação e alto risco financeiro inicial. O VPL (Figura 10-B) e o VAUE (Figura 10-C) seguem padrão similar, negativos nos primeiros anos ($-17.907,55$ e $-19.519,23$, respectivamente), evidenciando o impacto do desembolso inicial sobre a liquidez do projeto.

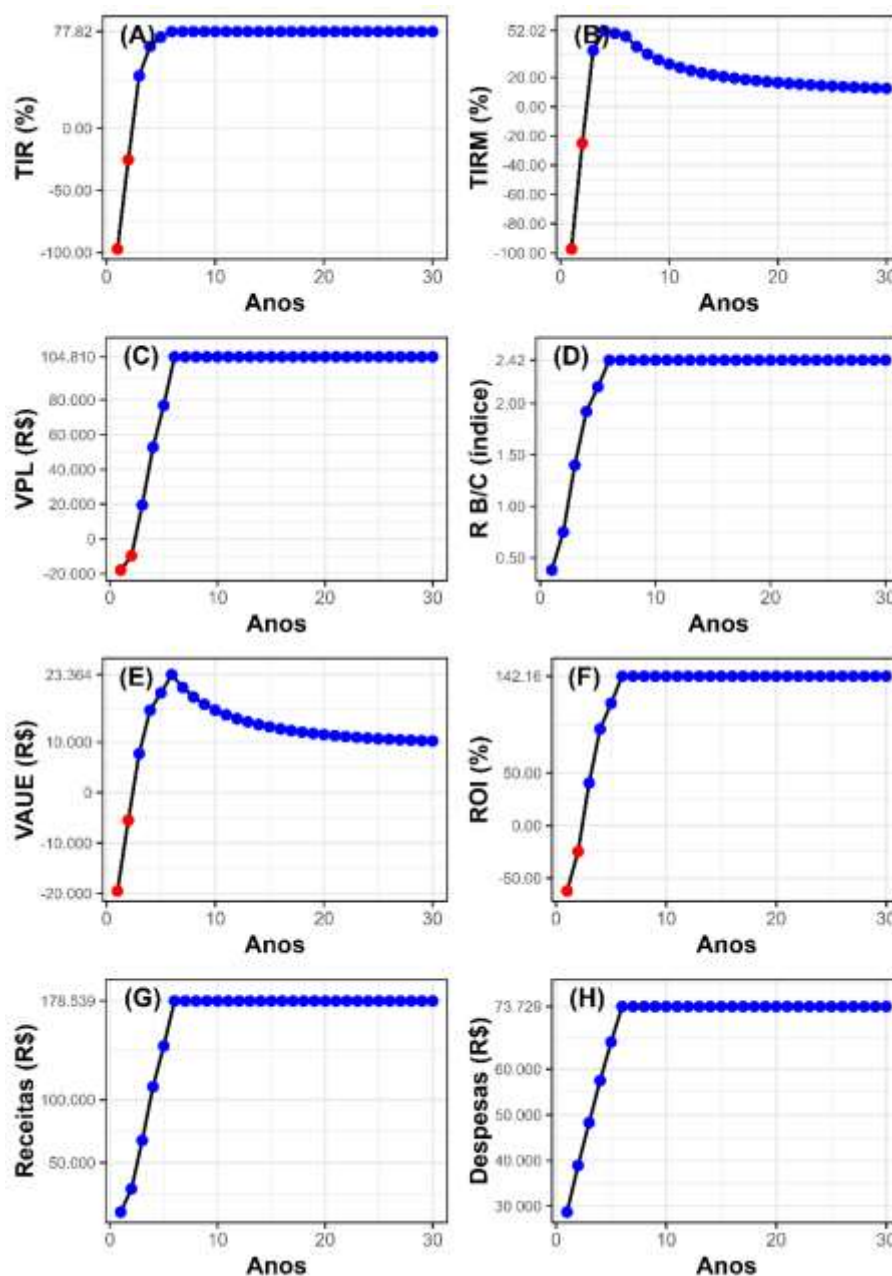


Figura 10. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T3, município de Guaçuí, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos:

(A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$).

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A razão B/C (Figura 10-D) inicia em 0,38, confirmando que os custos superam os benefícios na fase inicial, enquanto o ROI (Figura 10-E) apresenta $-62,40\%$, caracterizando retorno negativo sobre o capital investido.



A partir do terceiro ano, observa-se rápida recuperação financeira, com TIR e TIRM positivas (42,12% e 38,33%, respectivamente), VPL positivo (19.508,69) e VAUE acumulando 7.707,00, enquanto a razão B/C ultrapassa a unidade (1,40) e o ROI torna-se positivo (40,42%), indicando que o projeto começa a gerar valor econômico e retorno adequado sobre o investimento. Este crescimento estabiliza-se a partir do sexto ano, quando TIR e TIRM alcançam 77,82% e 48,11%, VPL e VAUE atingem 104.810,20 e 23.364,27, a razão B/C atinge 2,42 e o ROI 142,16%, demonstrando alta eficiência econômica e sustentabilidade financeira. As receitas (Figura 10-F) aumentam progressivamente, de 10.788,99 no primeiro ano para 178.538,76 a partir do sexto ano, enquanto as despesas (Figura 10-G) se mantêm significativamente inferiores, 73.728,57, indicando manejo operacional eficiente e controle de custos.

A integração desses indicadores evidencia que, apesar do investimento inicial elevado, o projeto da propriedade T3 apresenta viabilidade econômico-financeira consistente, retornos elevados e geração contínua de valor, ressaltando a importância do planejamento financeiro, gestão estratégica de recursos e monitoramento contínuo de desempenho para maximizar a eficiência e sustentabilidade de empreendimentos agrícolas.

A avaliação do desempenho financeiro do sistema agroflorestal implementado na Propriedade T4 revela um caso exemplar de viabilidade econômica, caracterizado por uma recuperação extremamente rápida. Diferentemente dos demais casos apresentados, esta propriedade apresenta uma curva de retorno singular, com a Taxa Interna de Retorno (TIR) já calculável no primeiro ano, registrando -60,97% (Figura 11-A), valor este igual à Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) (Figura 11-B). Este dado, associado a um Retorno sobre o Investimento (ROI) de -38,91% (Figura 11-F) – o menos negativo entre todas as propriedades no ano inicial – e uma razão Benefício/Custo (B/C) de 0,61 (Figura 11-D), sugere um perfil de investimento distinto, com um ciclo de investimento inicial potencialmente mais curto ou intensivo.

A virada financeira ocorre de forma precoce e vigorosa já no segundo ano. A TIR salta para 16,26% (Figura 11-A) e o Valor Presente Líquido (VPL) torna-se decisivamente positivo (R\$4.145,92) (Figura 11-C), enquanto a razão B/C atinge 1,10 (Figura 11-D), marcando a superação do ponto de equilíbrio. Este é o payback mais acelerado observado no estudo, indicando uma eficiência ímpar na geração de fluxo de caixa.

A partir do terceiro ano, o projeto atinge e mantém patamares de lucratividade extraordinários. A TIR alcança 72,38% (Figura 11-A), evoluindo para um pico de 101,65% a partir do sexto ano (Figura 11-A), um indicador de retorno absolutamente excepcional. O VPL apresenta crescimento exponencial, estabilizando-se em R\$175.140,49 (Figura 11-C), o maior valor absoluto reportado. A razão B/C atinge 3,04 (Figura 11-D), significando que para cada real investido, retornam R\$3,04 em benefícios, demonstrando uma eficiência econômica superlativa. O ROI, por sua vez, estabiliza em 204,41% (Figura 11-F), corroborando uma lucratividade sustentada e vastamente superior.

A análise dos fluxos de caixa desvenda a base deste desempenho ímpar. As receitas exibem crescimento meteórico, escalando de R\$17.941,75 para R\$260.820,88 (Figura 11-G). Notavelmente, a partir do segundo ano, as receitas não apenas superam as despesas, mas passam a representar uma margem operacional amplíssima, com as despesas estabilizando em R\$85.680,39 (Figura 11-H) contra receitas três vezes superiores. Esta dinâmica evidencia um modelo operacional de altíssima eficiência, baixo custo e escalabilidade produtiva robusta. A combinação de um retorno extremamente acelerado do capital, indicadores de rentabilidade que atingem patamares raros em empreendimentos agrícolas e a geração de um fluxo de caixa robusto e crescente posiciona a propriedade T4 como modelo de excelência econômica e eficiência produtiva.

A avaliação do desempenho financeiro do sistema agroflorestal na Propriedade 5 demonstra um perfil de investimento sólido e consistente, caracterizado por um período inicial de maturação seguido pela estabilização em patamares rentáveis, refletindo uma trajetória típica de empreendimentos agrícolas bem-sucedidos (Figura



12). A fase inicial de implantação apresenta os indicadores negativos esperados, porém menos severos que em outras propriedades. O primeiro ano é marcado por uma Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) de -100% (Figura 12-B) e um Retorno sobre o Investimento (ROI) de -74,04% (Figura 12-F), acompanhados por um Valor Presente Líquido (VPL) de -R\$43.518,70 (Figura 12-C) e uma razão Benefício/Custo (B/C) de 0,26 (Figura 12-D), indicativos do ciclo convencional de investimentos iniciais.

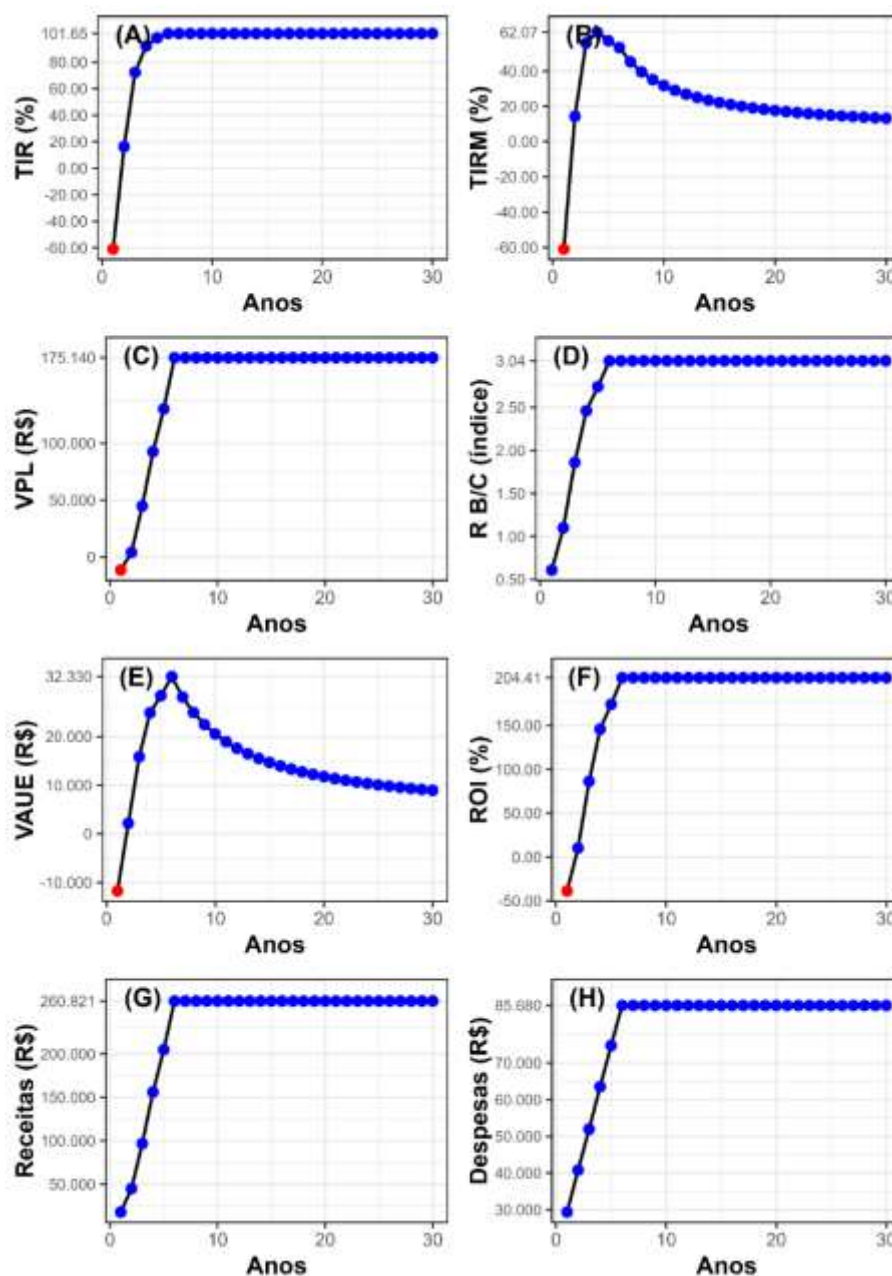


Figura 11. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T4, município de Alegre, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos: (A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$). Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A transição para a rentabilidade segue uma trajetória gradual. No segundo ano, a Taxa Interna de Retorno (TIR) atinge -64,61% (Figura 12-A), evoluindo para -6,87% no terceiro ano (Figura 12-A), aproximando-se



rapidamente do ponto de equilíbrio. A virada financeira consolida-se decisivamente no quarto ano, quando a TIR atinge 9,98% (Figura 12-A), o VPL torna-se positivo (R\$1.192,51) (Figura 12-C) e a razão B/C supera a unitariedade (1,01) (Figura 12-D), marcando o momento em que o projeto passa a gerar valor econômico líquido.

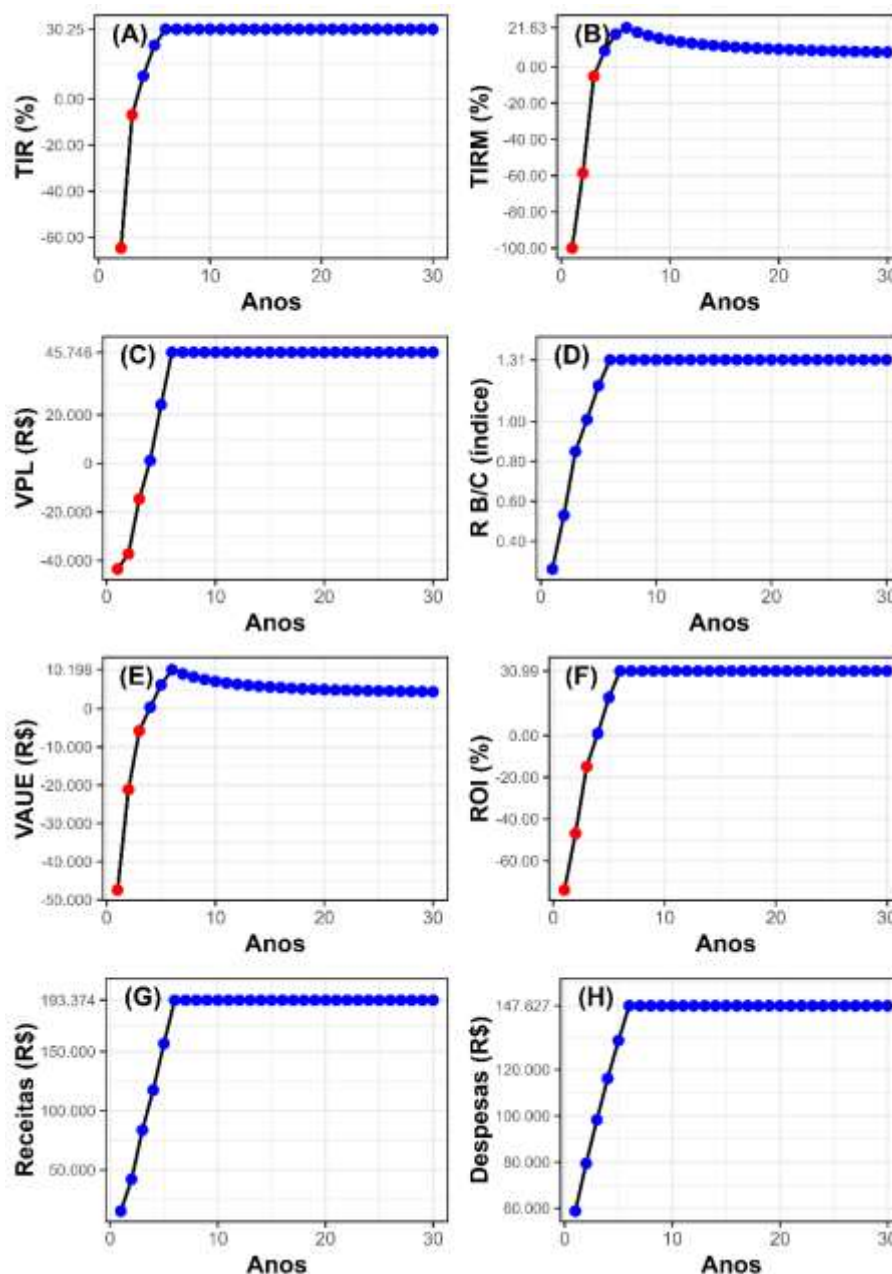


Figura 12. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T5, município de Guaçuí, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos:

(A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$).

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A maturidade operacional é alcançada a partir do sexto ano, com a estabilização dos indicadores em patamares consistentemente positivos. A TIR estabiliza-se em 30,25% (Figura 12-A), demonstrando uma taxa de retorno robusta e atrativa. O VPL consolida-se em R\$45.746,33 (Figura 12-C), enquanto o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) inicia sua trajetória estável em R\$10.197,76 (Figura 12-E). A razão B/C



mantém-se em 1,31 (Figura 12-D), indicando uma eficiente conversão de custos em benefícios, e o ROI estabiliza em 30,99% (Figura 12-F), refletindo uma lucratividade sustentada e adequada.

A análise dos fluxos de caixa revela a base deste desempenho consistente. As receitas apresentam crescimento constante até o sexto ano, evoluindo de R\$15.258,72 para R\$193.373,76 (Figura 12-G). A partir deste ponto, estabilizam-se em um patamar significativamente superior às despesas, que se fixam em R\$147.627,43 (Figura 12-H), resultando em uma margem operacional líquida positiva e estável, demonstrando controle eficiente de custos e capacidade de geração de renda sustentável.

Os resultados demonstram que o sistema produtivo da Propriedade 5 apresenta viabilidade econômico-financeira comprovada, com um perfil de retorno gradual e consistente. A combinação de indicadores de rentabilidade sólidos, fluxo de caixa estável e margens operacionais positivas posiciona este empreendimento como um caso de sucesso moderado, representando um modelo confiável de investimento agroflorestal de médio prazo.

A avaliação do desempenho financeiro do sistema agroflorestal na Propriedade T6 revela um perfil de investimento caracterizado por um período de maturação mais prolongado, seguido pela estabilização em patamares moderadamente rentáveis, refletindo uma trajetória de retorno conservadora mas consistente no longo prazo. A fase inicial de implantação apresenta indicadores compatíveis com investimentos de longo prazo. Os dois primeiros anos mostram uma Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) de -100% (Figura 13-B), com Valor Presente Líquido (VPL) de -R\$43.235,88 e -R\$43.265,27 respectivamente (Figura 13-C), e Retorno sobre o Investimento (ROI) de -73,91% e -54,79% (Figura 13-F). A razão Benefício/Custo (B/C) de 0,26 e 0,45 (Figura 13-D) confirma o esperado desequilíbrio inicial entre investimentos e retornos.

A transição para a rentabilidade ocorre de forma gradual entre o quarto e quinto ano. No quarto ano, a Taxa Interna de Retorno (TIR) atinge 2,59% (Figura 13-A), aproximando-se do ponto de equilíbrio, enquanto a razão B/C alcança 0,93 (Figura 13-D). A virada financeira consolida-se no quinto ano, quando a TIR atinge 12,23% (Figura 13-A), o VPL torna-se positivo (R\$5.023,68) (Figura 13-C) e a razão B/C supera a unitariedade (1,04) (Figura 13-D), marcando o início da geração de valor econômico líquido.

A maturidade operacional é alcançada a partir do sexto ano, com a estabilização dos indicadores em patamares moderados porém consistentes. A TIR estabiliza-se em 20,10% (Figura 13-A), demonstrando uma taxa de retorno aceitável. O VPL consolida-se em R\$22.044,18 (Figura 13-C), enquanto o Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) inicia sua trajetória estável em R\$4.914,08 (Figura 13-E). A razão B/C mantém-se em 1,15 (Figura 13-D), indicando uma margem positiva entre benefícios e custos, e o ROI estabiliza em 14,99% (Figura 13-F), refletindo uma lucratividade moderada mas sustentável.

A análise dos fluxos de caixa revela um crescimento constante das receitas até o sexto ano, evoluindo de R\$15.258,72 para R\$169.150,75 (Figura 13-G). A partir deste ponto, as receitas estabilizam-se em um patamar consistentemente superior às despesas, que se fixam em R\$147.106,56 (Figura 13-H), resultando em uma margem operacional líquida positiva, ainda que mais modesta que em outras propriedades, demonstrando controle adequado de custos e capacidade de geração de renda estável.

Os resultados demonstram que o sistema produtivo da Propriedade 6 apresenta viabilidade econômico-financeira comprovada, com um perfil de retorno mais conservador. A combinação de indicadores de rentabilidade moderados, fluxo de caixa estável e margens operacionais positivas posiciona este empreendimento como um caso de viabilidade econômica sustentável, representando um modelo de investimento agroflorestal de retorno gradual mas seguro.

A avaliação do desempenho financeiro do sistema agroflorestal implementado na Propriedade T7 revela um caso exemplar de sucesso econômico, caracterizado por uma recuperação extremamente acelerada e



indicadores de rentabilidade excepcionais, posicionando-se como um dos empreendimentos mais lucrativos do estudo. Diferentemente da maioria das propriedades, esta unidade produtiva apresenta uma curva de retorno singular desde o primeiro ano, com a Taxa Interna de Retorno (TIR) registrando -60,42% (Figura 14-A) e a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) no mesmo patamar (Figura 14-B). Este panorama inicial, associado a um Retorno sobre o Investimento (ROI) de -40,77% (Figura 14-F) – significativamente menos negativo que outras propriedades – e uma razão Benefício/Custo (B/C) de 0,59 (Figura 14-D), sugere um perfil de investimento distinto com menor exigência de capital inicial.

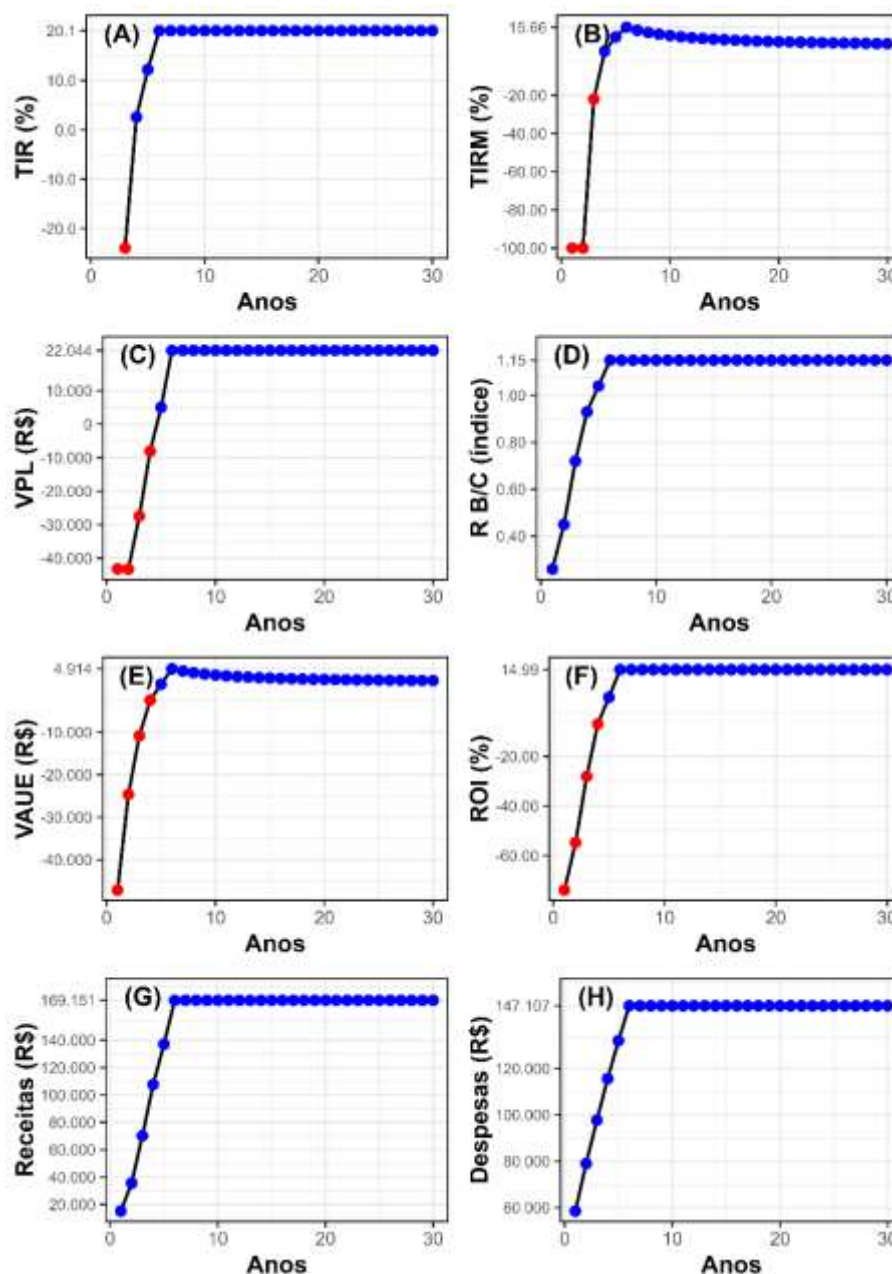


Figura 13. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T6, município de Guaçuí, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos:

(A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$).

Fonte: elaborado pelos autores (2025).



A virada financeira ocorre de forma precoce e vigorosa já no segundo ano. A TIR salta para 16,98% (Figura 14-A) e o Valor Presente Líquido (VPL) torna-se positivamente expressivo (R\$2.295,05) (Figura 14-C), enquanto a razão B/C atinge 1,06 (Figura 14-D), superando precocemente o ponto de equilíbrio. Esta recuperação acelerada representa o payback mais rápido observado entre as propriedades comparáveis.

A partir do terceiro ano, o projeto atinge patamares de lucratividade extraordinários. A TIR alcança 73,02% (Figura 14-A), evoluindo para um pico de 102,17% a partir do sexto ano (Figura 14-A), configurando um indicador de retorno excepcional. O VPL apresenta crescimento exponencial, estabilizando-se em R\$135.087,99 (Figura 14-C). A razão B/C atinge 2,84 (Figura 14-D), indicando que para cada real investido retornam R\$2,84 em benefícios, demonstrando eficiência econômica superlativa. O ROI, por sua vez, estabiliza em 183,55% (Figura 14-F), corroborando uma lucratividade sustentada e vastamente superior.

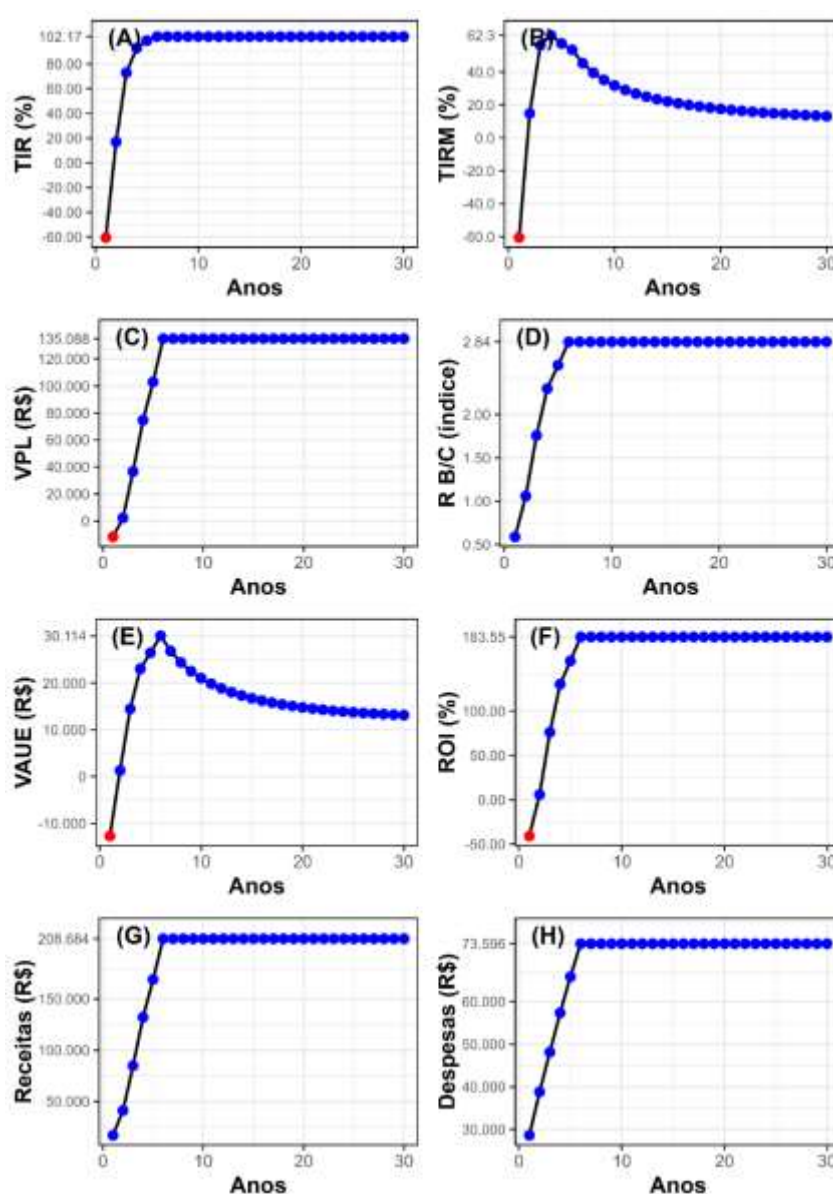


Figura 14. Análise de viabilidade econômico-financeira para a Propriedade T7, município de Alegre, Espírito Santo, Brasil, em um horizonte de 30 anos: (A) Taxa Interna de Retorno (TIR); (B) Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM); (C) Valor Presente Líquido - VPL (R\$); (D) Razão Benefício/Custo (B/C); (E) Valor Anual Uniforme Equivalente - VAUE (R\$); (F) Retorno sobre o Investimento - ROI (%); (G) Receitas Totais (R\$); (H) Despesas Totais (R\$). Fonte: elaborado pelos autores (2025).



A análise dos fluxos de caixa desvenda a base deste desempenho excepcional. As receitas exibem crescimento meteórico, escalando de R\$16.954,13 para R\$208.684,14 (Figura 14-G). Notavelmente, a partir do segundo ano, as receitas não apenas superam as despesas, mas estabelecem uma margem operacional amplíssima, com as despesas estabilizando em R\$73.596,15 (Figura 14-H) contra receitas aproximadamente três vezes superiores. Esta dinâmica evidencia um modelo operacional de altíssima eficiência, com controle rigoroso de custos e capacidade produtiva robusta.

Em síntese, os resultados atestam que a Propriedade 7 constitui um caso de excelência financeira no âmbito dos sistemas agroflorestais estudados. A combinação de retorno acelerado do capital, indicadores de rentabilidade que atingem patamares excepcionais e a geração de fluxo de caixa robusto posiciona este empreendimento como benchmark de sucesso econômico, servindo como referência para os demais casos do estudo.

A avaliação da viabilidade econômica de SAFs com café arábica é frequentemente realizada por meio de indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL), a Relação Benefício-Custo (RBC) e a Remuneração da Mão de Obra Familiar (RMOF) (Oliveira et al. 2010; Rahmawaty et al. 2024). Valores positivos nestes indicadores demonstram a atratividade do investimento (Oliveira et al. 2010). Um sistema agroflorestal no Acre que consorcia seringueira, café Catuaí (*Coffea arabica*), banana e flemíngia, demonstrou viabilidade financeira com um VPL de R\$ 4.558,20 para um período de 18 anos, uma RBC de 1,33 (indicando um retorno de R\$ 1,33 para cada R\$ 1,00 investido), e uma RMOF de R\$ 43,50, significativamente superior ao custo de oportunidade da mão de obra na região (R\$ 25,00) (Oliveira et al. 2010). Outros estudos corroboram essa perspectiva, como a análise de consórcios de café arábica com banana e árvores nativas em Minas Gerais, que também revelou viabilidade econômica (Alves et al. 2015).

A diversificação de culturas dentro dos SAFs é um pilar central para a estabilidade e o aumento da renda. Componentes como frutíferas (banana, abacate, pupunha) e espécies madeireiras (seringueira, teca, cedro) fornecem produtos adicionais, amortecendo os custos de implantação com culturas de ciclo curto nos primeiros anos e garantindo um fluxo de caixa mais regular ao longo do tempo (Oliveira et al. 2010; Silva et al. 2022). Essa estratégia não só otimiza o uso da terra, permitindo maior produção por área e melhor retorno da mão de obra, mas também oferece segurança em períodos de baixos preços do café, contribuindo para a estabilidade ambiental e a soberania alimentar dos agricultores familiares (Hernández 2021).

A qualidade do café produzido em SAFs é um fator determinante para sua rentabilidade. O sombreamento moderado proporcionado pelas árvores cria um microclima ideal, influenciando positivamente a maturação dos grãos e resultando em uma bebida de maior qualidade e sabor mais suave, o que permite alcançar nichos de mercado e preços superiores (Silva et al. 2022). Adicionalmente, a obtenção de certificações como *Rainforest Alliance* e Regenagri, que atestam boas práticas de manejo e sustentabilidade, agrega valor ao produto e reforça o reconhecimento no mercado, fortalecendo a posição dos produtores e estimulando a continuidade dessas atividades (Teixeira 2024).

Apesar dos benefícios evidentes, a implantação de SAFs com café arábica apresenta desafios. O longo período necessário para o desenvolvimento das espécies arbóreas pode atrasar o retorno financeiro inicial (Teixeira 2024). Além disso, a gestão de um SAF exige uma demanda de manejo mais elevada e assistência técnica especializada, com custos adicionais relacionados a podas e adubação orgânica em alguns arranjos, o que pode ser um fator limitante para a agricultura familiar (Siqueira et al. 2020; Hernández 2021). A produtividade agrônômica do café em SAF pode, em alguns casos, ser menor do que em monocultivos se o manejo não for adequadamente otimizado, evidenciando a necessidade de um planejamento agrônômico e econômico prévio, com seleção criteriosa de espécies compatíveis (Oliveira et al. 2010). Portanto, o incentivo



técnico e governamental, aliado à pesquisa contínua e à difusão de conhecimentos, são cruciais para a plena realização do potencial dos SAFs na cafeicultura arábica (Oliveira et al. 2010; Hernández 2021).

Conclusões

A análise integrada dos resultados desta dissertação demonstra, de forma categórica, a viabilidade econômico-financeira dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) com café arábica na região do Caparaó Capixaba, consolidando-os como uma alternativa superior e sustentável aos modelos convencionais de monocultivo.

Os indicadores financeiros calculados para um horizonte de 30 anos revelam um padrão consistente: após um período inicial de investimento (2-4 anos), caracterizado por VPL e TIR negativos – comum em investimentos agrícolas de médio e longo prazo –, todos os SAFs estudados atingiram patamares de rentabilidade robustos e sustentáveis. A virada financeira, marcada pelo VPL positivo e pela relação Benefício/Custo (B/C) superior a 1, ocorreu de forma notavelmente rápida em algumas propriedades (T4 e T7 alcançaram payback já no segundo ano), estabilizando-se a partir do sexto ano.

Além da rentabilidade, os SAFs demonstraram vantagens estratégicas fundamentais:

1. Resiliência econômica: a diversificação da produção (café, banana, palmito, frutas nativas) criou múltiplas fontes de renda, amortecendo flutuações de preço de qualquer um dos produtos e garantindo um fluxo de caixa mais estável, conforme relatado pelos produtores e confirmado pela análise de receitas.
2. Sustentabilidade ambiental e qualidade de vida: a pesquisa qualitativa evidenciou que os produtores valorizam a melhoria na qualidade de vida e a consonância com a conservação da Mata Atlântica, aspectos intangíveis que, somados aos benefícios tangíveis de melhoria do solo e microclima, agregam valor imensurável ao modelo.
3. Adequação às políticas públicas: o sucesso das propriedades vinculadas ao programa Reflorestar, com canais de comercialização via PNAE e PAA, demonstra que os SAFs são um modelo eficaz para conciliar políticas de incentivo ambiental com geração de renda para a agricultura familiar.

Contudo, o estudo também identificou desafios críticos para a otimização dos SAFs. A escolha das variedades de café mostrou-se crucial; variedades mais rústicas como a Arara proporcionaram melhor retorno econômico devido à menor necessidade de insumos, enquanto variedades como o Catucaí 785/15, demandando manejo intensivo, oneraram a produção. Da mesma forma, a seleção de espécies consorciadas deve considerar a logística de comercialização, como no caso da uvaia, extremamente perecível, e a viabilidade agrônômica de longo prazo, como a necessidade de replantio frequente de algumas variedades de banana.

Por fim, os SAFs representam um modelo economicamente viável, ambientalmente regenerativo e socialmente justo para a cafeicultura no Caparaó Espírito-Santense. A sua plena potencialização depende de um planejamento técnico rigoroso na escolha das espécies (vegetais e cafeeiras), do acesso a assistência técnica especializada contínua e do fortalecimento de canais de comercialização para os produtos diversificados. Este estudo oferece, assim, uma base sólida para a tomada de decisão por produtores e formuladores de políticas, orientando a transição para sistemas agroalimentares verdadeiramente resilientes às mudanças climáticas.



Referências Bibliográficas

- Alves, Elaine Ponciano, Márcio Lopes da Silva, Sílvio Nolasco de Oliveira Neto, Tatiana Pires Barrella, e Ricardo Henrique Silva Santos. 2015. “Economic Analysis of a Coffee-Banana System of a Family-Based Agriculture at the Atlantic Forest Zone, Brazil”. *Ciência e Agrotecnologia* 39: 232–39. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000300004>.
- Camargo, Giseli Mendonça, Madalena Maria Schlindwein, Milton Parron Padovan, e Luciana Ferreira da Silva. 2019. “SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS: UMA ALTERNATIVA PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS”. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* 15 (1): 1. <https://www.rbhdr.net/revista/index.php/rbhdr/article/view/4318>.
- Cassamo, Crimildo T., David Draper, Maria M. Romeiras, et al. 2023. “Impact of Climate Changes in the Suitable Areas for Coffea Arabica L. Production in Mozambique: Agroforestry as an Alternative Management System to Strengthen Crop Sustainability”. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 346 (abril): 108341. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108341>.
- Cerda, Rolando, Jacques Avelino, Celia A. Harvey, Christian Gary, Philippe Tixier, e Clémentine Allinne. 2020. “Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services”. *Crop Protection* 134 (agosto): 105149. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105149>.
- Craparo, A. C. W., P. J. A. Van Asten, P. Läderach, L. T. P. Jassogne, e S. W. Grab. 2015. “Coffea arabica yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications”. *Agricultural and Forest Meteorology* 207 (julho): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.03.005>.
- Ferraz, Ibirá Ferro, Mayara Andrade Souza, Selenobaldo Axelinaldo Cabral de Sant’Anna, et al. 2024. “Viabilidade financeira e econômica de sistema de produção agroflorestal: uma revisão integrativa”. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA* 22 (10): e6952–e6952. <https://doi.org/10.55905/oelv22n10-006>.
- Gomes, L. C., F. J. J. A. Bianchi, I. M. Cardoso, R. B. A. Fernandes, E. I. Fernandes Filho, e R. P. O. Schulte. 2020. “Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil”. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 294 (junho): 106858. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106858>.
- Hernández, Lorena Araújo. 2021. “Aspectos ambientais e socioeconômicos benéficos do cultivo de café em sistemas agroflorestais no norte do Paraná”. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Uberlândia. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31800>.
- Lacerda, André Eduardo Biscaia, Ana Lúcia Hanisch, e Evelyn Roberta Nimmo. 2020. “Leveraging Traditional Agroforestry Practices to Support Sustainable and Agrobiodiverse Landscapes in Southern Brazil”. *Land* 9 (6): 6. <https://doi.org/10.3390/land9060176>.
- Lorençone, João Antonio, Pedro Antonio Lorençone, Lucas Eduardo Oliveira Aparecido, Guilherme Botega Torsoni, e Lucas Da Rocha Ferreira. 2023. “Impact of climate change on the suitability of Coffea arabica



cultivation in Brazil in the period 2040-2080”. *Revista Contemporânea* 3 (10): 17811–21. <https://doi.org/10.56083/RCV3N10-063>.

Merga, Wakuma, e Desalegn Alemayehu. 2019. “Effects of Climate Change on Global Arabica Coffee (*Coffea arabica* L) Production”. *Greener Journal of Plant breeding and Crop Science* 7 (1): 23–30. <https://doi.org/10.15580/GJPBCS.2019.1.072319143>.

MV Gestão Integrada. 2023. “Sobre | MV Gestão Integrada”. MV Gestão Integrada, setembro 5. <https://mvgi.com.br/sobre/>.

Oliveira, T. K., C. P. Sá, T. C. Oliveira, e S. A. Luz. 2010. *Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira*. - Portal Embrapa. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 45. Embrapa Acre. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/976401/caracterizacao-de-dois-modelos-de-consorcios-agroflorestais-indices-tecnicos-e-indicadores-de-viabilidade-financeira>.

Ovalle-Rivera, Oriana, Peter Läderach, Christian Bunn, Michael Obersteiner, e Götz Schroth. 2015. “Projected Shifts in *Coffea Arabica* Suitability among Major Global Producing Regions Due to Climate Change”. *PLOS ONE* 10 (4): e0124155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124155>.

Rahmawaty, I Amelia, A Rauf, M H Ismail, e S Gandaseca. 2024. “Profitability of coffee-based agroforestry system to support farmers’ income in Toba Regency, North Sumatra Province, Indonesia”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1352 (1): 012041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1352/1/012041>.

Richetti, Alceu, Ivo de Sá Motta, e Milton Parron Padovan. 2011. “10566 - Viabilidade econômica da produção agroecológica de hortaliças no Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em Juti, Mato Grosso do Sul”. *Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]* 6 (2): 2. <https://aba-agroecologia.org.br/revista/cad/article/view/10566>.

SENAR. 2017. *Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico*. Serviço Nacional de Aprendizagem (SENAR).

Silva, João Marcos Verly De Oliveira Da, Maurício Novaes Souza, Otacílio José Passos Rangel, et al. 2022. “Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café”. Em *Tópicos em recuperação de áreas degradadas Vol. 4*, 1º ed., organizado por Maurício Novaes Souza. Mérida Publishers. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c6>.

Siqueira, Halloysio Mechelli De, Davi Salgado De Senna, João Batista Da Silva Araújo, Matheus Wandermurem Da Silva, e Erica Rodrigues Munaro Gabrig Turbay. 2020. “Análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo”. *Revista Brasileira de Agroecologia* 15 (5): 14. <https://doi.org/10.33240/rba.v15i5.23125>.

Tavares, Priscila da Silva, Angélica Giarolla, Sin Chan Chou, Adan Juliano de Paula Silva, e André de Arruda Lyra. 2018. “Climate Change Impact on the Potential Yield of Arabica Coffee in Southeast Brazil”. *Regional Environmental Change* 18 (3): 873–83. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1236-z>.



Teixeira, Aline Kroner Bresciani. 2024. “Sistema agroflorestal com cafeicultura na Fazenda Ouro Verde, Unaí - MG”. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/282783>.

Toledo, Víctor M., e Patricia Moguel. 2012. “Coffee and Sustainability: The Multiple Values of Traditional Shaded Coffee”. *Journal of Sustainable Agriculture*, março 1. world. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10440046.2011.583719>.

Wagner, Sigrun, Laurence Jassogne, Elizabeth Price, Martin Jones, e Richard Preziosi. 2021. “Impact of Climate Change on the Production of Coffea Arabica at Mt. Kilimanjaro, Tanzania”. *Agriculture* 11 (1): 53. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010053>.

Zaro, Geovanna C., Paulo H. Caramori, George M. Yada Junior, et al. 2020. “Carbon Sequestration in an Agroforestry System of Coffee with Rubber Trees Compared to Open-Grown Coffee in Southern Brazil”. *Agroforestry Systems* 94 (3): 799–809. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00450-z>.