

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS-UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TANGERINA
PONKAN IRRIGADA EM GOIÁS**

Kammilla Costa de Freitas

**ANÁPOLIS-GO
2025**

KAMMILLA COSTA DE FREITAS

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TANGERINA
PONKAN IRRIGADA EM GOIÁS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade evangélica de Goiás- UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem
Orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza

**ANÁPOLIS-GO
2025**

Freitas, Kammilla Costa

Viabilidade econômica da produção de tangerina Ponkan irrigada em Goiás / Kammilla Costa de Freitas. – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.
38 páginas

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. Análise de custo. 2. Gotejamento 3. *Citrus reticulata*. I. Kammilla Costa de Freitas. II. Viabilidade econômica da produção de Tangerina Ponkan irrigada em Goiás.

CDU 504

KAMMILLA COSTA DE FREITAS

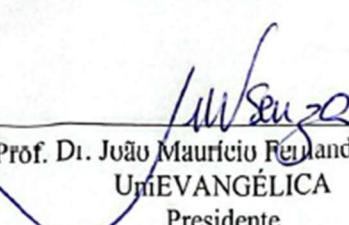
**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE TANGERINA
PONKAN IRRIGADA EM GOIÁS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Evangélica de Goiás –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: 27/11/2025

Banca examinadora


Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza
UniEVANGÉLICA
Presidente


Prof. Dr. Rodolff Augusto Regetz Herold Altisonante Borba Assumpção
UniEVANGÉLICA


Profª Dra. Cláudia Fabiana Alves Rezende
UniEVANGÉLICA

Dedico esse presente trabalho a Deus e a mim mesma,
Pois nos momentos mais delicados a minha fortaleza foi Deus, e
Quando tudo parecia perdido não desisti e superei todas as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, a Deus por me conceder saúde, amparo, força e cada pessoa que ele colocou na minha caminhada.

Agradeço os meus pais, Sônia Moraes da Costa e Milton Ribeiro de Freitas, por terem me apoiado dès de o início da minha jornada, me trazendo palavras de motivação e de conforto nos meus dias turbulentos.

A minha avó, Julia Ferreira de Moraes, que sempre acreditou no meu potencial e nunca mediou esforços para investir na minha graduação, e não apenas para a minha graduação mas para a minha vida em geral, sempre me dando seus bons conselhos, seus bons sermões e me incentivando dia após dia.

Agradeço a todo o grupo docente da universidade, ótimos profissionais que contribuíram de uma forma extremamente significante na minha graduação. Em especial a Dr. Klenia Rodrigues Pacheco de Sá, que além de uma ótima profissional, também assumiu a vaga de uma ótima amiga, onde esteve comigo em fases muito difíceis da minha vida e sempre me dando apoio e suas palavras de motivação, a mesma tem todo o meu carinho e admiração.

Aos amigos que fiz ao longo dessa jornada, Camila Guimarães, Nayara Bastos, Izabella Fagundes, Eduardo Gabriel, Flavia Puhl, onde compartilhamos momentos extraordinários e assim deixando o fardo mais leve, são pessoas que irei levar pra vida, pois mesmo com muitos desafios pessoais eles sempre estiveram ali com palavras de apoio e incentivo.

Ao Dr. João Mauricio Fernandes Souza, pela orientação, paciência, disponibilidade, além de ser um excelente profissional, que não mediou esforços para estar compartilhando o seu conhecimento, me proporcionando a oportunidade da realização deste presente trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 CULTURA DA TANGERINA	12
2.2 TRATOS FITOSSANITÁRIOS/DOENÇAS	14
2.3 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO	15
2.4 CUSTO DE PRODUÇÃO / RENTABILIDADE	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	19
3.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO E PREMISSAS AGRONÔMICAS	19
3.3 DEMANDA HÍDRICA E MANEJO DA IRRIGAÇÃO	19
3.4 ESTRUTURA DE CUSTOS E ANO-BASE	20
3.4.1 Implantação (CAPEX) por ha.....	20
3.4.2 Encargos Tributários e Trabalhistas	20
3.4.3 Energia elétrica (Equatorial Goiás, 2025)	20
3.5 VALORES DE VENDA (CENÁRIOS) E PRODUTIVIDADE POR IDADE	21
3.6 INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	25
4.2. SENSIBILIDADE AO PREÇO E PAYBACK ACELERADO.....	26
4.3. IMPACTO DAS TARIFAS DE ENERGIA NA VIABILIDADE.....	27
4.4. ANÁLISE DE PAYBACK POR CENÁRIO	27
4.5. ANÁLISE DE PREÇO MÍNIMO E MARGEM DE SEGURANÇA.....	28
4.6. IMPACTO DOS IMPOSTOS NA RENTABILIDADE.....	29
4.7. FLUXO DE CAIXA E PONTO DE EQUILÍBRIO	30
4.8. ANÁLISE COMPARATIVA DO VPL ENTRE CENÁRIOS	31
4.9. CONSOLIDAÇÃO DOS INDICADORES DA MELHOR OPÇÃO	31
4.10. ANÁLISE ESTRATÉGICA DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO	32
4.11. ANÁLISE CONSOLIDADA DOS INDICADORES	33
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	37

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Composição dos custos operacionais anuais do investimento inicial para o cultivo irrigado da Tangerina Ponkan	24.
FIGURA 02 – Sensibilidade do VPL ao preço de venda por tarifa de energia para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	25.
FIGURA 03 – Comparativo de indicadores financeiros entre tarifas no cenário base para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	26.
FIGURA 04 – Análise de Payback simples e Descontado por cenário para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	26.
FIGURA 05 - Análise de viabilidade: preço mínimo e faixa de lucro para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	27.
FIGURA 06 – Carga tributária anual por cenário para o cultivo irrigado de tangerina Ponkan	28.
FIGURA 07 – Fluxo de caixa acumulado por cenário e tarifa para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	29.
FIGURA 08 – Comparativo de VPL entre todos os cenários e tarifas para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	30.
FIGURA 09 – Indicadores econômico-financeiros consolidados- Tarifa C, para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	31.
FIGURA 10 – Valor presente líquido por cenário- Analise de viabilidade financeira para o cultivo irrigado de ponkan	31.
FIGURA 11 - Evolução anual das receitas, lucros e custos para o cultivo irrigado de Tangerina Ponkan	35.

RESUMO

O presente trabalho avaliou a viabilidade econômica do cultivo irrigado de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata Blanco*) em Anápolis-GO, considerando horizonte de 18 anos e Taxa Mínima de Atratividade de 12% a.a.. A análise utilizou indicadores VPL, TIR e Payback Descontado, comparando três cenários de preço (Pessimista: R\$ 2,82/kg; Base: R\$ 3,33/kg; Otimista: R\$ 3,89/kg) e três estruturas tarifárias de energia da Equatorial Goiás (A-convencional; B-rural; C-irrigante). Os resultados demonstraram viabilidade econômica robusta em todos os cenários, com payback descontado entre 4 e 5 anos. O custo de energia representou apenas 1,7-2,1% dos custos totais. A análise de sensibilidade identificou o preço de venda como fator crítico determinante , enquanto a composição de custos revelou dominância de insumos (37,7%) e mão de obra (25,4%). Conclui-se que o cultivo de tangerina 'Ponkan' irrigada em Goiás constitui investimento financeiramente atrativo e de baixo risco, cuja sustentabilidade depende prioritariamente da gestão comercial, sendo o cenário otimista com tarifa C o mais recomendável

Palavras-chave: Citricultura, Viabilidade Econômica, Irrigação, *Citrus reticulata*, Análise de Sensibilidade.

1. INTRODUÇÃO

A citricultura é um cultivo de grande importância no Estado de Goiás e, por extensão, no Brasil. A tangerina (*Citrus reticulata*), que se originou na Ásia, faz parte da família Rutaceae e possui mais de dez espécies. No Brasil, a colheita de Tangerina em 2024 totalizou 1.016.575 milhões de toneladas (t), ocupando uma área de 55.251 mil hectares (ha), de acordo com o (IBGE. 2024). O Brasil se encontra em sétima posição entre os maiores produtores do mundo, contribuindo com 2,5% da produção global (LENNON, 2024). Os países que mais produzem tangerinas são China, Índia, Turquia, Paquistão e Espanha, sendo a Espanha a líder em exportação, enquanto a Rússia figura como a maior importadora (FAOSTAT, 2023).

No Brasil, as variedades de tangerinas que se destacam na agricultura são a Cravo, Ponkan, Dancy e Montenegrina, com a Ponkan sendo a mais significativa em termos comerciais no país. Os Estados que mais contribuem para a produção de Tangerina (*C. reticulata*) no Brasil são São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, responsáveis por 84% da produção nacional em 2024. Entre eles São Paulo ocupa a primeira posição, com uma produção de 314.615 mil t⁻¹. (IBGE, 2024).

No ranking brasileiro dos dez principais produtores de tangerina, Goiás ocupa o 7º lugar, com cerca de 27.793 mil t⁻¹, em uma área cultivada de 1.159 mil ha⁻¹ (IBGE. 2024). A cidade de Anápolis-GO se destaca nesse contexto, apresentando um clima tropical de altitude, e uma precipitação média anual em torno de 1.560 mm. Apesar de não estar localizada em uma zona de clima semiárido, a cidade sofre com variações sazonais nas chuvas, o que pode afetar diretamente a agricultura, especialmente a produção de culturas vulneráveis a falta de água, como a tangerina. Embora a tangerina seja capaz de se adaptar a várias condições climáticas, ela requer uma quantidade considerável de água, necessitando de irrigação adicional durante os períodos secos ou quando a quantidade de chuvas não é suficiente para suprir suas exigências (BARREDA et al, 1984. COHEN; GOELL, 1988).

De acordo com Bremer Neto et al. (2013), a irrigação eleva a eficiência dos pomares de citros, pois permite que a planta atinja seu máximo potencial produtivo, além de aprimorar a qualidade dos frutos. Em grande parte do Brasil, a quantidade de chuvas anualmente não é suficiente para suprir as necessidades hídricas dos citros, assim, a irrigação oferece diversos benefícios para a agricultura. Ao comparar um pomar irrigado com um que depende apenas da chuva, o primeiro tem um desempenho superior, variando de 35% a 75%. Além disso, a irrigação proporciona frutos de qualidade superior, apresentando melhorias em aspectos como

a aparência, tamanho, peso e a quantidade de óleo presente na casca, além de favorecer um crescimento mais robusto da planta (BARREDA et al., 1984. COHEN; GOELL. 1988).

A tangerina Ponkan, especialmente, precisa de uma adequada administração de água. Durante o período em que frutifica, é crucial proporcionar uma irrigação eficaz para prevenir diminuição na produção e na qualidade dos frutos. Essa cultura é muito relacionada a chuva, e a sua ausência pode afetar significativamente a produção. Por conta disso, cultivar tangerina Ponkan sem irrigação não é a opção mais favorável, considerando o aumento da lucratividade e a produtividade dessa cultura (DANTAS, 2022).

Um dos principais desafios que se enfrenta é a dificuldade em localizar estudos focados especificamente na Ponkan irrigada, já que a maior parte das investigações se concentra na análise de porta-enxertos e condições hídricas para as laranjeiras. Devido a essa impossibilidade, frequentemente são empregadas informações referentes as laranjeiras para o cultivo da Ponkan, o que não é uma alternativa viável, já que essas espécies são diferentes e podem apresentar respostas morfológicas e produtivas distintas. Isso pode impactar também na possibilidade de fazer escolhas inadequadas para o cultivo da tangerina Ponkan (DANTAS, 2022).

O presente trabalho avaliou a viabilidade econômica do cultivo irrigado de tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata Blanco*) em Anápolis-GO, considerando horizonte de 18 anos e Taxa Mínima de Atratividade de 12% a.a.. A análise utilizou indicadores VPL, TIR e Payback Descontado, comparando três cenários de preço (Pessimista: R\$ 2,82/kg; Base: R\$ 3,33/kg; Otimista: R\$ 3,89/kg) e três estruturas tarifárias de energia da Equatorial Goiás (A-convencional; B-rural; C-irrigante)., a pesquisa visa confrontar os gastos com a instalação com as vantagem que surgem em relação a produtividade e a qualidade dos frutos, ajudando assim na decisão dos agricultores da região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DA TANGERINA

As tangerinas, assim como outros frutos cítricos, foram introduzidas no Brasil por volta de 1530, pelos portugueses. O clima e o solo rico contribuíram significativamente para a expansão dessas frutas. Dentre os cítricos que são cultivados para fins comerciais, as tangerinas se adaptam de forma mais eficiente a diversas condições climáticas. Elas são plantadas desde o Equador até áreas próximas a 40° de latitude ao Norte ao Sul, conseguindo prosperar em uma ampla gama de temperaturas (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A planta conhecida como tangerineira Ponkan, (*Citrus reticulata Blanco*), possui um tronco de forma cilíndrica e cresce de maneira ereta. Seus galhos são pequenos e têm espinhos, mas geralmente são poucos ou podem estar completamente ausentes. As folhas têm uma forma lanceolada, são pequenas, com uma nervura central bem aparente e um pecíolo característico, que não apresenta asas. As flores, que são de uma coloração quase branca, podem aparecer em inflorescência de pedúnculos curtos ou individualmente. Os frutos são tipos de hesperídeos (Achatados), com uma casca fina que adere ao fruto, uma textura rugosa e uma característica notável a medida que amadurecem, a casca se solta facilmente e se separa por completo (COELHO et al., 1996).

Devido as temperaturas baixas, a casca pode mudar de cor, exibindo tons de laranja ou vermelho, o que também pode afetar o interior da fruta. Os tamanhos dos frutos variam de médio a grande, embora existam também alguns menores e menos desenvolvidos. A variedade possui poucas sementes poliembrionicas e é considerada como sendo de colheita antecipada, com o período principal ocorrendo de maio a agosto; no entanto, a irrigação permite uma segunda colheita no mesmo ano. Quando atinge o ponto ideal de maturação, os frutos podem conter cerca de 40% do seu peso em suco. Entre suas características mais notáveis estão um gosto extremamente agradável e um aroma muito cativante (COELHO et al., 1996).

A dimensão dos frutos está intimamente ligada a quantidade de frutos na planta, uma condição que depende da fonte e do dreno que distribuem os fotossintetatos para cada um deles. O processo de desenvolvimento dos frutos em espécies cítricas segue um padrão sigmoidal simples, que se divide em três fases distintas. Na fase inicial, nota-se um aumento na espessura do pericarpo, que resulta da multiplicação das células. A

segunda fase é caracterizada por um crescimento rápido, que ocorre junto com um período de dormência, um aumento no volume celular e um incremento na espessura do pericarpo. Na última fase, ocorre a coloração da casca e a maturação, que é sinalizada pelo aumento nos sólidos solúveis e pela diminuição da acidez (MARIA CRUZ, 2010).

As flores de citros apresentam um cálice composto por cinco sépalas pequenas que se juntam suavemente. A face inferior das sépalas possui estômatos, enquanto a parte superior abriga glândulas que geram óleo e cristais específicos. As pétalas apresentam uma textura carnuda e são de coloração clara, contendo estômatos na parte inferior, porém em menor quantidade. Tipicamente, os estames variam de 20 a 40 e possuem uma tonalidade esbranquiçada com as bases úmidas. Localizadas na parte superior dos estames estão as anteras, que são de cor amarela e possuem quatro lóbulos onde se formam os grãos de pólen a partir das células precursoras dos micrósporos, os quais protegidos pelo tapetum (TEIXEIRA et al., 2013).

A floração pode ocorrer em inflorescências címosas ou nas axilas das folhas dos ramos, e a quantidade de flores geradas supera substancialmente a de frutos que realmente se desenvolvem. Isso, de certa forma, demanda um uso maior de energia por parte da planta, e ao final, muitas flores são abortadas. É evidente que, mesmo com uma grande quantidade de flores em uma inflorescência, apenas um único fruto se desenvolve (TEIXEIRA et al., 2013).

O estresse hídrico igualmente exerce uma influência significativa sobre floração dos citros, assim como as temperaturas baixas, que podem impactar diretamente na diminuição do crescimento do sistema radicular. Este fenômeno resulta em alterações nos fitormônios, mudando o equilíbrio hormonal da planta. Estudos anteriores mostram que o estresse hídrico promove uma queda acentuada no potencial hídrico das folhas e flores das plantas cítricas (MARIA CRUZ, 2006).

O clima exerce uma grande influência sobre a produção de citros, especialmente no que diz respeito a saúde das plantas, sua durabilidade e a quantidade de frutas. Os frutos desenvolvidos em ambientes mais frios tendem a ter uma coloração mais vibrante tanto da casca quanto da polpa, além de níveis mais altos de açúcares e ácidos. Em contrapartida, em regiões mais quentes, as frutas geralmente apresentam uma coloração menos intensa, tanto por fora quanto por dentro, e seus níveis de açúcar e acidez são mais baixos, o que pode levar a frutos doces, mas com um sabor inferior. É crucial destacar que em temperaturas elevadas há uma redução no tempo de floração, e durante a maturação os frutos ficam menos tempo na planta. Contudo, as plantas cítricas preferem

climas em que as temperaturas variam de 23° a 32°C, além de alta umidade relativa; já condições com temperaturas superiores a 40°C ou inferiores a 13°C não são benéficas para seu cultivo (ALMIR CUNHA et al., 1996).

Os citros se desenvolvem melhor em solos que são profundos e têm boa drenagem, com fertilidade adequada e não demasiadamente ácidos. Contudo, a cultura é mais comum em tipos de solo como Latossolos, Argissolos e Neossolos. Em Goiás, é possível encontrar essas três categorias de solo, e na cidade de Anápolis-GO, mais de 80% da área é composta por Latossolo Vermelho/Amarelo, o que proporciona um grande potencial para o cultivo de citros na região. É essencial preparar corretamente o solo, pois o Latossolo apresenta um nível de acidez considerável se não for manejado adequadamente. Por isso, é crucial realizar análises do terreno, além de aplicar calcário e gesso conforme a necessidade local, o que ajuda a diminuir a acidez e torna o solo apropriado para o plantio (ALMIR CUNHA et al., 1996).

Considerando que as árvores cítricas têm um tamanho médio, é aconselhável que a distância entre elas seja de 6m x 2,5 m, resultando em uma densidade de 666 plantas ha, sem levar em conta regiões com barreira de ventos. Um ponto curioso é que, em solos Argilosos, é possível adotar um espaçamento menor (PEDROSO et al., 2014).

2.2 TRATOS FITOSSANITÁRIOS/DOENÇAS

Na citricultura, agricultores enfrentam diversos desafios relacionados a pragas e doenças, que geram significativas perdas. Por esse motivo, a gestão fitossanitária é fundamental para as plantações, permitindo que os produtores adotem técnicas de controle cultural como cortar as partes afetadas da planta, remover frutos e folhas doentes, evitar o replantio no mesmo local onde uma planta doente foi retirada, monitorar constantemente a irrigação da área e utilizar mudas certificadas, entre outras práticas essenciais. Para que a gestão fitossanitária seja eficaz, é igualmente importante realizar um bom acompanhamento da cultura, possibilitando a observação detalhada da saúde das plantas e a identificação de pragas ou doenças em prol da área (PEIXOTO et al., 2016).

No que diz respeito às doenças que afetam os citros, existem várias que podem ser mencionadas, como a Clorose Variegada dos citros (CVC), Podridão floral (estrelinha), Mancha-preta, Melanose, Gomose, entre outras. Contudo, neste contexto será abordada a doença mais séria e devastadora que afeta os citros, conhecida como Greening. A primeira

observação registrada dessa doença ocorreu na China em 1919, e posteriormente, ela se espalhou para nações na África e na Oceania. No entanto, no começo do século 21, essa doença também foi identificada no continente americano, especificamente nos dois maiores países produtores de citros, os Estados Unidos (Flórida) e o Brasil (São Paulo) (PEIXOTO et al., 2016).

O agente responsável pela condição é uma bactéria que se encontra nos vasos de circulação da seiva elaborada (Floema). Os sinais da infecção podem surgir em plantas tanto jovens quanto em plantas que já estão em produção plena. Em ambas as situações, os sintomas costumam se manifestar inicialmente nos ramos com folhas amareladas. É crucial ter cuidado, pois os sinais dessa condição se assemelham bastante a deficiências nutricionais por falta de zinco, cálcio ou nitrogênio. À medida que a doença avança há um significativo desfolhamento dos ramos afetados, além de ser altamente contagiosa para o restante da planta, podendo afetar toda a copa, levando ao ressecamento a até a morte da parte terminal (PEIXOTO et al., 2009).

A doença é transmitida por um pequeno inseto cinza com manchas escuras nas asas. Esse inseto mede cerca de 2 a 3 mm de comprimento e é conhecido como Psilídeo (*Diaphorina citri*). Pode infectar todas as espécies de citros, sendo a falsa murta (*Murraya paniculata*) sua principal hospedeira. No entanto, o Greening também pode se espalhar através de mudas retiradas de plantas já infectadas, resultando em novas plantas afetadas. Para minimizar o risco de ocorrência dessa doença nas plantações, é crucial realizar inspeções no pomar, monitorar o inseto e adquirir mudas saudáveis (PEIXOTO et al., 2009).

2.3 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

Na citicultura, todos os sistemas de irrigação podem ser empregados, desde que se considere sua eficácia em termos de conservação da água e energia, sem comprometer a produtividade da cultura. Além disso, é fundamental compreender o momento adequado para irrigar e a quantidade de água a ser disponibilizada. Uma plantação já desenvolvida necessita entre 1.000 mm a 1.560 mm de água anualmente. Um ponto crucial a ser destacado é que a demanda hídrica dos citros varia significativamente conforme o estágio fenológico em que a planta se encontra. Durante as etapas de brotação, floração, frutificação e até o crescimento dos frutos, a planta exige um aumento na oferta de água,

pois é nesses momentos que ela se torna mais vulnerável a falta de água (FERREIRA et al., 2012).

Na irrigação localizada, existem três abordagens que podem ser utilizadas: a irrigação superficial, a subsuperficial e a microaspersão. O gotejamento na superfície se destaca na produção de cítricos, pois oferece a vantagem de requerer pouca mão de obra e proporciona um sistema permanente. O mesmo evita a umidade no dossel da planta (cpa) e pode atingir uma eficiência de até 95% em regiões tropicais, especialmente em solos que não são arenosos. É aconselhável instalar dois gotejadores por planta logo após o plantio; depois de 12 meses de desenvolvimento, o ideal é ter quatro gotejadores por planta. Esses gotejadores podem ser dispostos em duas linhas laterais ao longo da fileira de plantas ou em torno do tronco formando um anel (FERREIRA et al., 2012).

Keller; Bliesner (1990) aconselharam que a porcentagem de área molhada (pm) para irrigação localizada deve variar entre 33% e 67% para culturas com espaçamento amplo, como os citros. O pm, deve ser elevado em locais com baixa precipitação, como em regiões semiáridas. Além disso é indicado que áreas com alta precipitação, pm abaixo de 33% pode ser considerado adequado, especialmente em solos com textura media a fina, ou seja, solos que são siltosos ou argilosos (FERREIRA et al., 2006).

Os solos que apresentam uma textura média (francos) ou fina (argilosos) são mais adequados para a utilização do sistema de irrigação do tipo gotejamento, pois possuem uma maior habilidade de reter água e de difundir, o que resulta em um raio maior do volume úmido (bulbo molhado) ou uma maior pm, para o sistema mencionado (FERREIRA et al., 2006).

Apesar de suas vantagens, a irrigação localizada possui desvantagens, incluindo o alto investimento inicial e os custos de manutenção, possíveis rupturas nas tubulações, prejuízos ocasionados por roedores, a exigência de pessoas qualificadas e, principalmente, o problema da obstrução dos emissores e das tubulações devido a sedimentos e proliferação de microrganismos (CESAR, 2004).

Inúmeras ações podem ser implementadas de forma isolada ou em combinação para evitar o surgimento de entupimentos, incluindo: a melhoria dos equipamentos, um planejamento e gerenciamento adequados do sistema, a realização de filtragens, a cloração, a execução de descargas de água periódicas ao final das linhas de irrigação, a utilização de hidrocyclones, bem como a aplicação de substância como ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido clorídrico, ácido peracético, homopolímero de anidrido maleico,

sais de cobre, amônia, ozônio,e inibidores químicos acrescidos ao material plástico dos emissores, como trifluralina e sulfato de cobre (CESAR, 2004).

2.4 CUSTO DE PRODUÇÃO / RENTABILIDADE

Com base em dados disponibilizados pela EMATE-DF, é possível estimar os gastos com a produção de um pomar de tangerina ponkan irrigado desde o início do plantio até a implementação do sistema em pomares já estabelecidos. Nos estágios iniciais do cultivo, os custos incluem mudas, fertilizantes orgânicos, cloreto de potássio, sulfato de amônio, FTE BR-12, produtos químicos de controle como (abamectina; enxofre; glifosato; imidacloprido; óleo mineral; sufluramida), despesas com eletricidade para irrigação, serviços de instalação, que englobam (capina, adubação, escavação de covas, plantio, preparação do solo, roçagem), e também a montagem do sistema de irrigação (EMATER, 2025).

Especificando os custos para um pomar que possui cerca de 420 árvores, tem-se:

- Mudas; 420 un a R\$ 18,00 resultando em um total de R\$ 7.560,00.
- Fertilizantes orgânicos; cama de frango 2,0 t a R\$ 650,00 somando R\$ 1.300,00.
- Cloreto de potássio; 0,2 t a R\$ 3.774,80) que dá um total de R\$ 754,96.
- Sulfato de amônio; 0,5 t a R\$ 2.841,50 resultando em R\$ 1.420,75.
- FTE-BR-12; 50 kg a R\$ 3,60 somando R\$ 180,00.
- Produtos químicos para controle; abamectina R\$ 38,11; enxofre R\$ 78,13; glifosato R\$ 112,24 l; imidacloprido R\$ 50,73 l; óleo mineral R\$ 187,88 l; sulfluramida R\$ 88,00.
- Gastos com energia elétrica para irrigação; 1.500 kWh a R\$ 0,95 kWh totalizando R\$ 1.425,00.
- Serviços de instalação totalizam R\$ 6.140,00.
- Montagem do sistema de irrigação: (gotejamento + bombeamento, materiais + instalação) está entre R\$ 30.000,00 a R\$ 35.000,00 por hectare e possui uma vida útil de 10 anos. Então, ao chegar a um subtotal sem o sistema de irrigação: R\$ 19.287/ha, Total incluindo irrigação: aproximadamente R\$ 49.287 há^{-1} . Para a manutenção do pomar nos próximos anos ficara em torno de \approx R\$ 15,500,00 ha^{-1} ano.

O espaçamento utilizado na cultura é de 6x4m, 6x3m, 7x4m e 7x3m, dependendo do tipo de maquinário disponível na área. As plantações mais atuais têm adotado um planejamento que permite maior densidade nas linhas. Sua produtividade é avaliada em caixas com 20 kg. Considerando que o mínimo ideal deve ser de 2,5 caixas, o que equivale a 50 kg por planta. Em plantações que são bem cuidadas, é possível estimar entre 5 e 8 caixas por planta, resultando em uma produção que varia de 18 a 60 t/ha, sendo 32 t/ha, a média mais frequente (CEASA-GO, 2025).

O preço por kg da fruta oscila entre R\$ 6,00 no início do ano, durante a entressafra, e R\$1,25 na época em que há maior oferta. A qualidade também influencia o preço, existindo frutas de primeira e de segunda qualidade, sendo as de segunda vendidas a metade do preço das de primeira. O valor por caixa varia de R\$ 25,00 a R\$ 120,00. Existindo três tipos de mercado, o pessimista: R\$ 76,20 por caixa de 27 kg (aproximadamente R\$ $2,82 \text{ kg}^{-1}$; cerca de R\$ 56,00 por caixa de 20 kg). O base: R\$ 90,00 por caixa de 27 kg (aproximadamente R\$ $3,33 \text{ kg}^{-1}$; em torno de R\$ 66,7 por caixa de 20 kg). E o otimista: R\$ 105,00 por caixa de 27 kg (aproximadamente R\$ $3,89 \text{ kg}^{-1}$; aproximadamente R\$ 77,8 por caixa de 20 kg (CEASA-GO, 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

A avaliação foi conduzida no Estado de Goiás, com foco na região de Anápolis (GO), a qual apresenta clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Aw, segundo Köppen). Para a caracterização climática (precipitação e temperatura médias), foram compiladas as Normais Climatológicas 1991–2020 do INMET, considerando municípios do entorno de Anápolis como referência regional, sem utilização de coordenadas pontuais (INMET, 2020).

3.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO E PREMISSAS AGRONÔMICAS

A viabilidade econômica foi analisada para a cultura da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco). Foi adotado espaçamento $6,0 \times 4,0$ m, resultando em densidade aproximada de 420 plantas ha^{-1} (EMATER-DF, 2025). O sistema de irrigação foi composto por gotejamento com dois emissores por planta e vazão nominal de 4 L h^{-1} por emissor ($\approx 8 \text{ L h}^{-1}$ por planta), filtragem por disco e fertirrigação por venturi/bomba dosadora. Foi considerada eficiência de aplicação $E_a = 0,90$ para o manejo (MARIN; ANGELOCCI, 2011; MARIN et al., 2016).

3.3 DEMANDA HÍDRICA E MANEJO DA IRRIGAÇÃO

A evapotranspiração de referência (ET_0) foi estimada pelo método Penman–Monteith FAO-56 (ALLEN et al., 1998). Os coeficientes de cultura (K_c) para citros foram obtidos de literatura especializada em pomares irrigados no Brasil (MARIN; ANGELOCCI, 2011; MARIN et al., 2016) e ajustados aos estádios fenológicos. O manejo considerou:

$$\text{Lâmina líquida (LL): } LL = ET_0 \times K_c$$

$$\text{Lâmina bruta (LB): } LB = LL/E_a$$

Precipitação efetiva foi abatida do balanço quando aplicável; o turno de rega foi definido para manter a fração depleável do solo em níveis seguros (ALLEN et al., 1998).

3.4 ESTRUTURA DE CUSTOS E ANO-BASE

A estrutura de custos seguiu a metodologia de Matsunaga et al. (1976). Os valores de CAPEX e OPEX por hectare foram parametrizados com as planilhas EMATER-DF 2025 para Ponkan, complementados pelas premissas revisadas:

3.4.1 Implantação (CAPEX) por há

- Mudas, insumos e serviços: R\$ 49.287,00 (EMATER-DF, 2025)
- Sistema de irrigação (gotejamento + bombeamento): R\$ 30.000,00 ha⁻¹ com vida útil de 10 anos
- Depreciação linear: R\$ 3.000,00 ano⁻¹ (anos 2-10)
- Manutenção anual: 2,5% do CAPEX = R\$ 750,00 ano⁻¹
-

3.4.2 Encargos Tributários e Trabalhistas

Foram incluídos 28% sobre a folha de pagamento para cobrir encargos sociais (INSS, FGTS, 13º salário), conforme prática contábil nacional (Padoveze, 2020)

3.4.3 Energia elétrica (Equatorial Goiás, 2025)

O custo com energia elétrica para acionamento do conjunto motobomba foi calculado com base no consumo energético anual estimado e nas tarifas vigentes fornecidas pela concessionária Equatorial Goiás.

a) Estimativa do Consumo Energético Anual:

O consumo de energia elétrica (E , em kWh/ano) foi calculado pela fórmula adaptada de Bernardo et al. (2006), considerando o volume de água a ser bombeado e a eficiência do sistema:

$$E = (V \times H) / (367 \times \eta) \quad (1)$$

Em que:

V = Volume total de água bombeado anualmente = 3.780 m³/ano.

Justificativa: Este volume considera 420 plantas/ha, uma demanda máxima de 60 L/planta/dia (0,06 m³) no pico de necessidade hídrica (MARIN; ANGELOCCI, 2011), e um período de irrigação de 150 dias/ano, ajustado para a estação seca e fases críticas da cultura.

H = Altura manométrica total = 30 m. Considera a altura de sucção, de recalque e as perdas de carga no sistema.

η = Eficiência do conjunto motobomba = 0,65 (65%). Valor conservador e amplamente utilizado para sistemas de irrigação (BERNARDO et al., 2006).

367 = Fator de conversão para transformar (m³ x m) em kWh.

Para os cálculos financeiros, foi adotado o valor de 500 kWh/ano, incorporando uma margem de segurança para perdas adicionais e arredondamentos operacionais.

b) Aplicação das Tarifas de Energia:

Foram consideradas três estruturas tarifárias da Equatorial Goiás, vigentes em 2025, para calcular o custo operacional anual com energia:

- Tarifa A (Convencional): R\$ 0,95 por kWh / Custo = 500 kWh/ano × R\$ 0,95/kWh = R\$ 475,00/ano.
- Tarifa B (Rural): R\$ 0,38 por kWh (desconto de 60% em relação à Tarifa A) / Custo = 500 kWh/ano × R\$ 0,38/kWh = R\$ 190,00/ano.
- Tarifa C (Irrigante): R\$ 0,2565 por kWh (desconto de 73% em relação à Tarifa A) / Custo = 500 kWh/ano × R\$ 0,2565/kWh = R\$ 128,25/ano.

Nota de Verificação: Os valores de custo anual utilizados na planilha de viabilidade e refletidos nos resultados são condizentes com os cálculos acima, podendo apresentar variações insignificantes de centavos devido a arredondamentos em projeções internas do modelo, mas mantendo a relação de custo entre as tarifas perfeitamente representada.

3.5 VALORES DE VENDA (CENÁRIOS) E PRODUTIVIDADE POR IDADE

Foram utilizados preços “na árvore” do CEPEA/HF Brasil para tangerina Ponkan (caixa de 27 kg), compondo três cenários para análise de sensibilidade:

- Pessimista: R\$ 76,20/cx 27 kg (\approx R\$ 2,82 kg $^{-1}$)
- Base: R\$ 90,00/cx 27 kg (\approx R\$ 3,33 kg $^{-1}$)
- Otimista: R\$ 105,00/cx 27 kg (\approx R\$ 3,89 kg $^{-1}$) - (CEPEA, 2025).

Como apoio regional de mercado, foram consultadas as cotações diárias do CEASA-GO (CEASA-GO, 2025). *Observação:* preços “na árvore” não incluem custos de colheita/transporte do produtor; portanto, tais dispêndios não foram duplicados no OPEX quando esses preços forem utilizados.

Foi adotada a seguinte curva de produtividade ($t\ ha^{-1}$) por idade do pomar irrigado, alinhada a referências operacionais regionais e literatura: Ano 1–2: 0; Ano 3: 12; Ano 4: 20; Ano 5: 25; Ano 6: 28; Anos 7–12: 30; Ano 13: 29; Ano 14: 28; Ano 15: 27; Ano 16: 26; Ano 17: 25; Ano 18: 24 (EMATER-DF, 2025; MARIN; ANGELOCCI, 2011).

3.6 INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS

Para os cálculos de viabilidade foi utilizada a planilha eletrônica AMAZONSAF (ARCO-VERDE; AMARO, 2011), parametrizada com as premissas descritas e horizonte de análise de 18 anos. A depreciação da irrigação foi considerada linear (valor residual nulo, abordagem conservadora).

Os indicadores que analisam a viabilidade do investimento foram: Indicador de lucratividade - refere-se à receita bruta (RB, R\$), que foi obtida pela Equação 1:

$$RB = Pd \cdot PV \quad (1)$$

Em que: Pd é a produção na área de estudo, ha^{-1} (kg) e PV o preço de venda (R\$);

O Valor presente líquido (VPL) - definido como a diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005), determinado pela Equação 2:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} \quad (2)$$

Sendo: n o horizonte do projeto, j o período, CF o saldo do fluxo de caixa, e i a taxa de juro. Para efeito de cálculo, utilizou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12% a.a., alinhada ao custo de oportunidade do capital no setor;

A Taxa interna de retorno (TIR) foi determinada pela equação 3 é a potencialidade do projeto de gerar retornos, essa taxa quando aplicada ao cálculo da VPL zera o resultado (FRIZZONE ; ANDRADE JUNIOR, 2005; GARZEL, 2003):

$$TIR = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} = 0 \quad (3)$$

A diferença entre a TIR e a TMA resulta no prêmio que o projeto está se comprometendo resultar para que o investidor aceite o risco (Prêmio de Risco);

O Período de Recuperação do Capital (P.R.C.) - também conhecido como Payback Period é o tempo que o projeto leva para retornar o capital investido (NORONHA, 1987); Benefício/Custo (B/C) – esta razão verifica se os benefícios são maiores do que os custos Equação 4 (Frizzzone e Andrade Júnior, 2005):

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{k=0}^n B_k (1+j)^{-k}}{\sum_{k=0}^n C_k (1+j)^{-k}} \quad (4)$$

Onde: B é o benefício (R\$) e C o custo (R\$), j é a taxa de juros (anual), k a vida útil (anos).

O Valor Anual Equivalente (VAE) é a parcela periódica e constante que equivale ao VPL do investimento ao longo de sua vida útil. Para uma taxa de juros i e um horizonte de n períodos, o VAE é calculado por:

$$VAE = VPL \times \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (5)$$

Em que:

VAE = Valor Anual Equivalente (R\$/ano)

VPL = Valor Presente Líquido (R\$)

i = Taxa de desconto (TMA de 12% a.a.)

n = Horizonte de análise do projeto (18 anos)

O projeto é considerado economicamente viável se apresentar VAE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos. Quanto à seleção de opções, deve ser escolhida a que apresentar maior VAE, para determinada taxa de desconto (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

O payback simples (ou período de payback), é o método mais simples para se analisar a viabilidade de um investimento. É definido como o número de períodos (anos, meses, semanas etc.) para se recuperar o investimento inicial. Para se calcular o período de payback de um projeto basta somar os valores dos fluxos de caixa auferidos, período a período, até que essa soma se iguale ao valor do investimento inicial.

Já o payback descontado é semelhante ao payback simples, mas com o adicional de usar uma taxa de desconto antes de se proceder à soma dos fluxos de caixa. Em geral esta taxa de desconto foi a TMA. Neste método, todos os fluxos de caixa futuro deverão ser descontados por esta taxa em relação ao período ao qual o fluxo está atrelado.

Foram combinados os três cenários de preço (CEPEA) à curva de produtividade por idade. Adicionalmente, foram avaliadas sensibilidades em:

- (i) CAPEX de irrigação ($\pm 15\%$ sobre R\$ 30.000 ha $^{-1}$);
- (ii) tarifa de energia ($\pm 15\%$ e cenário com desconto irrigante);
- (iii) produtividade ($\pm 10\%$).

As referências metodológicas para ETc, Kc e manejo de irrigação seguiram recomendações consolidadas (ALLEN et al., 1998; SOUSA et al., 2011). A área de estudo e horizonte: análise econômico-financeira para 1 ha de Ponkan em Anápolis/GO, com horizonte de 18 anos (e análise complementar de 10 anos). Produtividade por idade (t ha $^{-1}$): 0; 0; 12; 20; 25; 28; 30; 30; 30; 30; 30; 29; 28; 27; 26; 25; 24. Os preços do fruto (R\$/kg) foram parametrizados a partir da série CEPEA para tangerina ponkan (caixa 27 kg \rightarrow kg), em três cenários: pessimista, base e otimista. Custos anuais contemplam insumos e manejo (OPEX fixo), mão de obra de colheita, energia elétrica de bombeamento (detalhada abaixo), componentes fixos de irrigação (manutenção de 2,5% a.a. e depreciação linear em 10 anos) e mão de obra de implantação no ano 1.

Modelagem hídrica e energia: o volume diário por planta considera 60 L planta $^{-1}$ d $^{-1}$ no pico (enchimento de fruto) e fator etário (10% no ano 1 até 100% nos anos 7–12, com decréscimo gradual após), multiplicado por um coeficiente de cultura Kc médio sazonal (manejo via clima). A energia anual foi obtida por ETc transformada em volume (V) e altura manométrica (H = 30 m), pela relação $E_{dia} = (V \cdot H) / (367 \cdot \eta)$, com $\eta=0,65$ e 150 dias de irrigação. Tarifas elétricas seguem homologações ANEEL/Equatorial vigentes em 2025 e cenários de enquadramento irrigante (A: sem desconto; B: desconto 60%; C: desconto 73%).

Indicadores econômicos: VPL (TMA=12% a.a.), TIR, payback (t0 inclui CAPEX do sistema de irrigação e itens associados) e preço de equilíbrio (R\$/kg) por bisseção do preço até $VPL \approx 0$. Resultados apresentados por idade e por cenário (tarifa \times preço).

Produtividades por idade (t ha $^{-1}$): 0; 0; 12; 20; 25; 28; 30; 30; 30; 30; 30; 29; 28; 27; 26; 25; 24. Energia de bombeamento estimada por $V \cdot H / (367 \cdot \eta)$ com Kc e fator de idade; manutenção 2,5% a.a.; depreciação 10 anos; TMA=12%. Cenários de preço (CEPEA, 27 kg \rightarrow kg): pessimista, base e otimista; tarifas: A (1,125 R\$/kWh), B (-60%), C (-73%).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Os resultados, que incorporam a estrutura completa de custos, confirmam e reforçam a robustez financeira do projeto. O payback descontado, situando-se entre 4 e 5 anos conforme o cenário de preços, demonstrou um retorno de capital significativamente mais acelerado que o observado na literatura. Estudos como os de Marin et al. (2016) e a tese de Dantas (2022), que também analisa a Ponkan, frequentemente apontam retornos em horizontes de 5 a 7 anos.

Essa alta performance financeira do projeto pode ser atribuída a dois fatores principais identificados neste estudo:

1. **Alta Produtividade:** A modelagem de um pomar irrigado de alto desempenho, atingindo 30 t ha^{-1} na fase de produção plena (Anos 7–12), está alinhada ao potencial máximo da cultura citado por Bremer Neto et al. (2013) e Dantas (2022).
2. **Eficiência do Investimento:** O investimento inicial (CAPEX) de R\$ 79.287,00 por hectare, embora substancial, é rapidamente amortizado por essa alta produtividade, justificando o uso da irrigação.

A Figura 1 ilustra a estrutura de custos operacionais, onde insumos (37,7%) e mão de obra (25,4%) são os componentes dominantes. Notavelmente, o custo de energia (variando de 1,7% a 2,1% dos custos totais) tem impacto marginal na viabilidade global. Isso reforça que a gestão de risco do projeto deve focar-se primariamente na negociação de insumos e na eficiência da mão de obra, e não no custo energético.



FIGURA 1. Composição dos Custos Operacionais Anuais e Distribuição do Investimento Inicial para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO
Fonte: O autor, 2025.

4.2. SENSIBILIDADE AO PREÇO E PAYBACK ACELERADO

A Figura 2 demonstra de forma clara a sensibilidade do Valor Presente Líquido em relação aos diferentes cenários de preço de venda. Observa-se que o cenário otimista (R\$ 3,89/kg) proporciona VPL superior a R\$ 350.000,00 em todas as tarifas, enquanto mesmo no cenário pessimista (R\$ 2,82/kg) a viabilidade é mantida com VPL acima de R\$ 240.000,00. A linha de viabilidade (VPL = 0) situa-se em torno de R\$ 1,05/kg, significativamente abaixo dos preços de mercado praticados, indicando ampla margem de segurança.

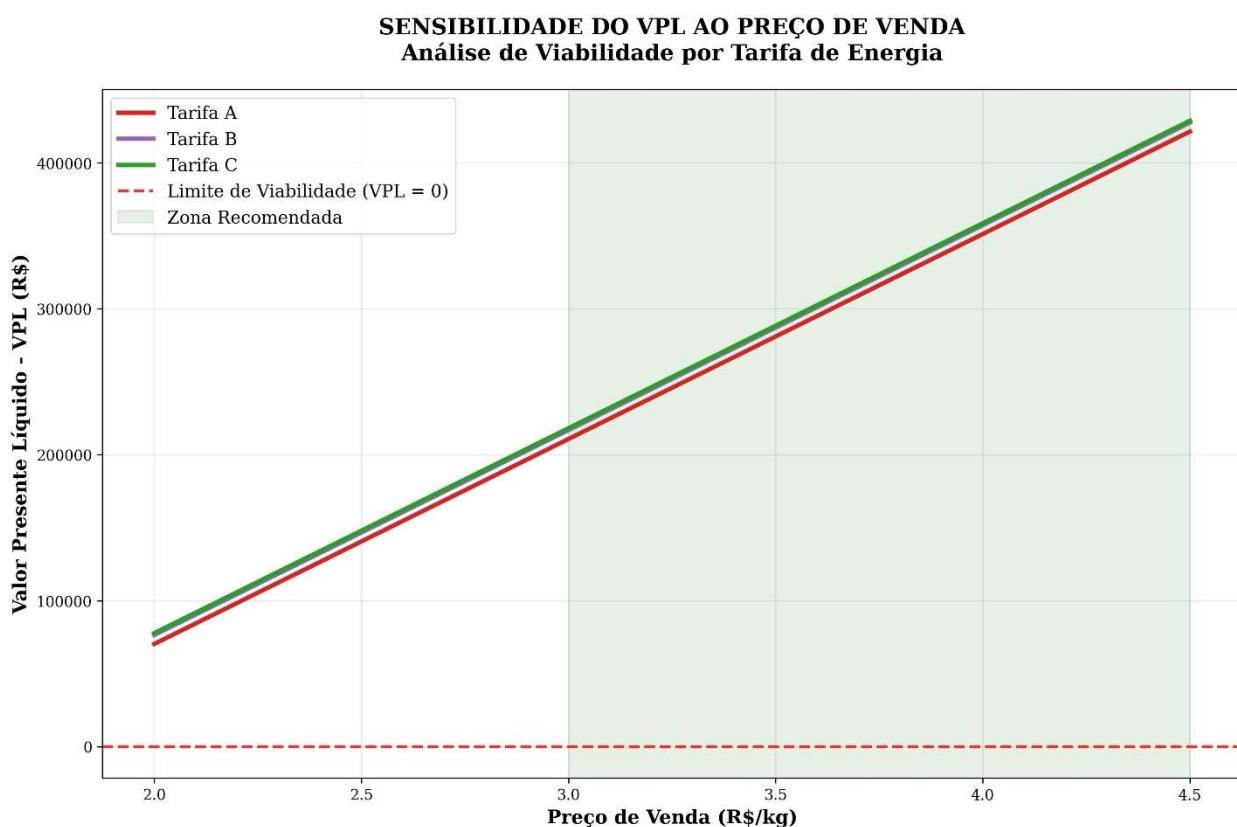


FIGURA 2. Sensibilidade do VPL ao Preço de Venda por Tarifa de Energia para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO
Fonte: O autor, 2025.

4.3. IMPACTO DAS TARIFAS DE ENERGIA NA VIABILIDADE

A Figura 3 apresenta análise comparativa dos principais indicadores financeiros entre as três tarifas de energia no cenário base. A tarifa C (irrigante) apresenta ligeira vantagem em todos os indicadores: VPL de R\$ 320.006, TIR de 44,97% e lucro anual de R\$ 74.558, contra R\$ 318.313, 44,83% e R\$ 73.518 da tarifa A, respectivamente. Embora as diferenças sejam modestas (0,5% a 1,4%), representam vantagem competitiva acumulativa no longo prazo

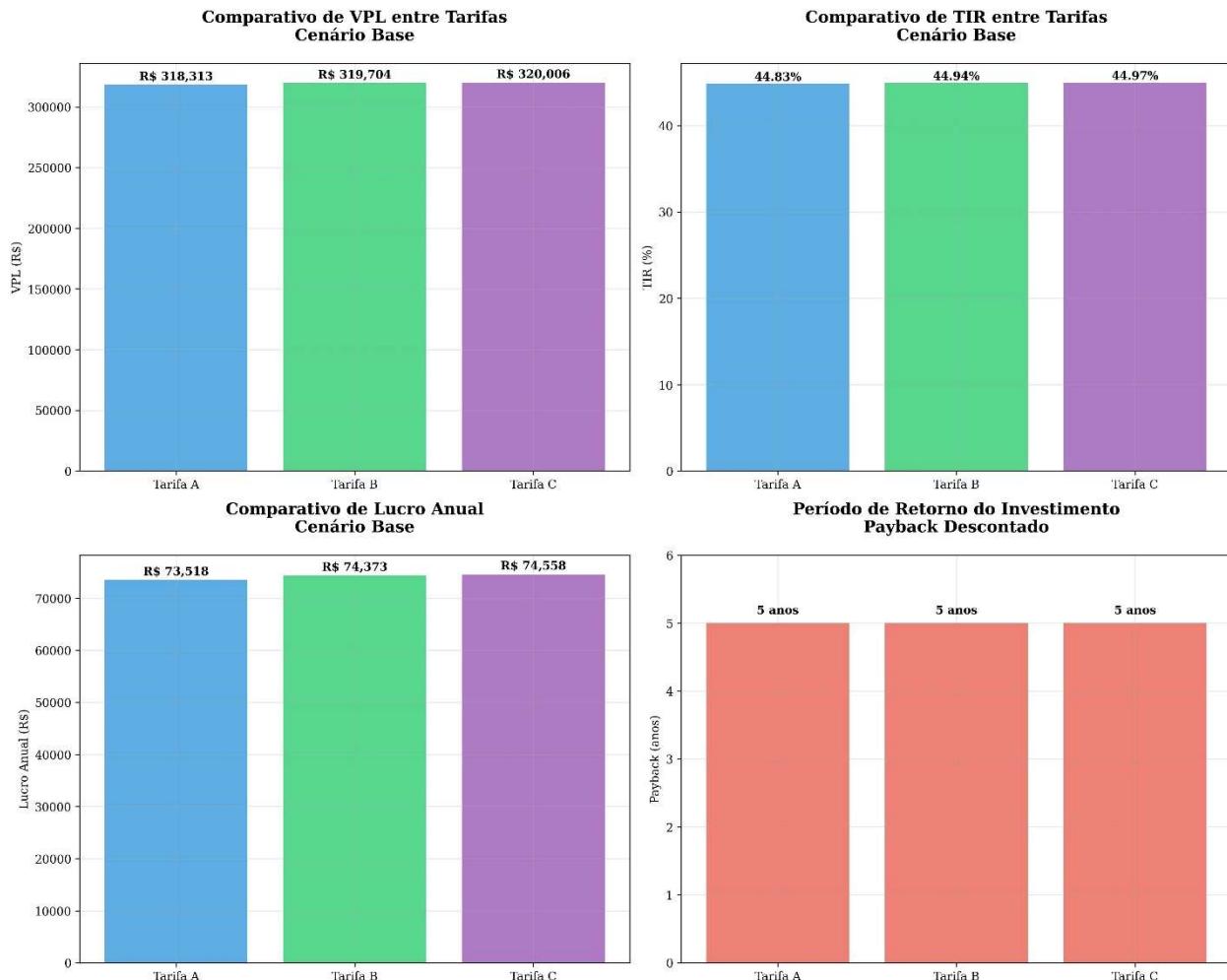


FIGURA 3. Comparativo de Indicadores Financeiros entre Tarifas no Cenário Base para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025.

4.4. ANÁLISE DE PAYBACK POR CENÁRIO

A Figura 4 sintetiza a análise de liquidez do investimento, demonstrando payback entre 4-5 anos em todos os cenários. No cenário otimista, o payback descontado ocorre no 4º ano, enquanto no cenário pessimista estende-se para o 5º ano. A diferença entre

payback simples e descontado é mínima (0,2-0,4 anos), indicando que o valor do dinheiro no tempo tem impacto reduzido devido ao retorno acelerado

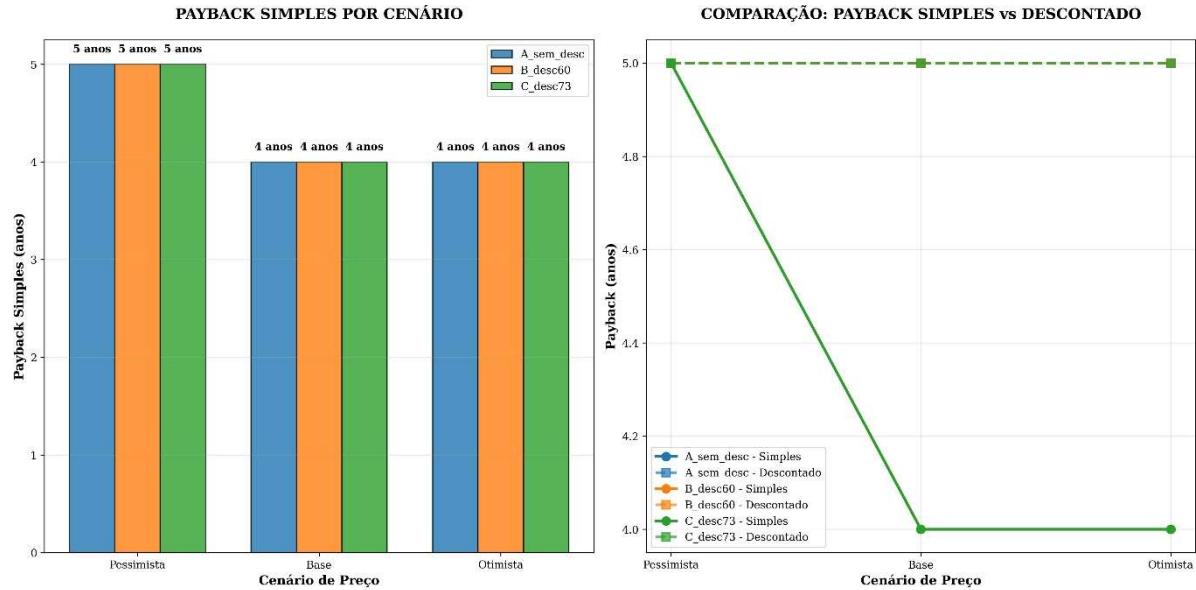


FIGURA 4. Análise de Payback Simples e Descontado por Cenário para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025.

4.5. ANÁLISE DE PREÇO MÍNIMO E MARGEM DE SEGURANÇA

A Figura 5 apresenta análise crítica do preço mínimo de viabilidade, situado em R\$ 1,054/kg para tarifa C. Considerando o preço do cenário base (R\$ 3,333/kg), verifica-se margem de segurança de 68,4%, indicando robustez excepcional do projeto frente a possíveis quedas de preço. Esta margem fornece amplo espaço para manobras comerciais e absorção de choques de mercado.

ANÁLISE DE VIABILIDADE: PREÇO MÍNIMO E FAIXA DE LUCRO

Areas de Lucro vs Prejuízo por Tarifa

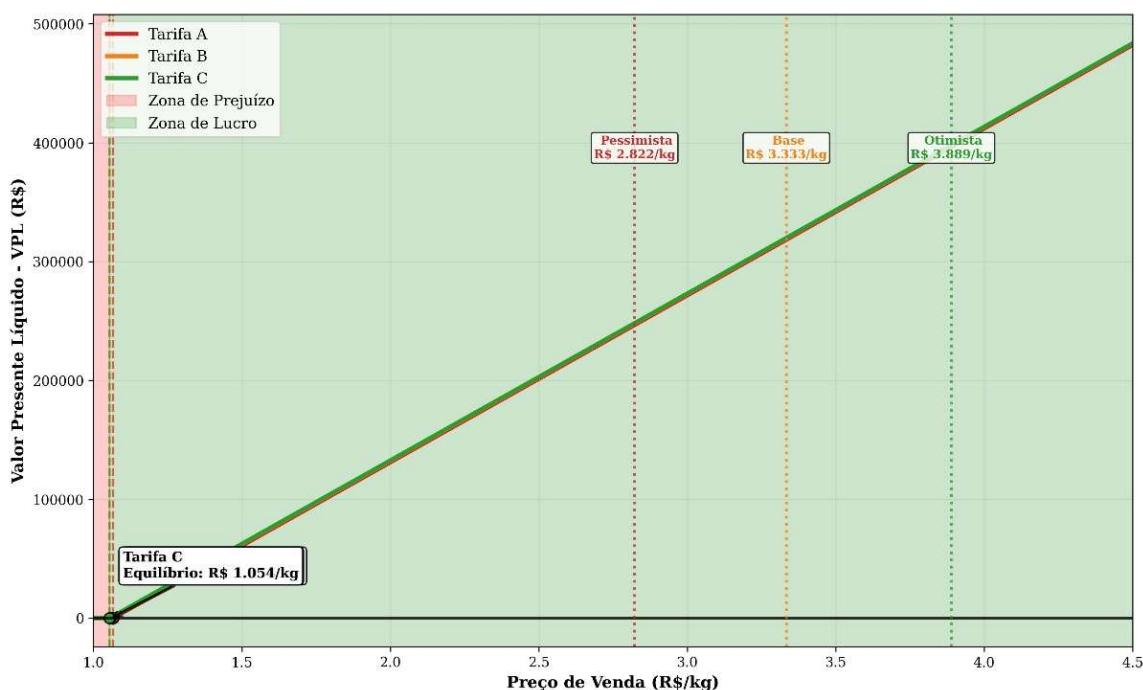


FIGURA 5. Análise de Viabilidade: Preço Mínimo e Faixa de Lucro para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025.

4.6. IMPACTO DOS IMPOSTOS NA RENTABILIDADE

A Figura 6 demonstra o impacto dos impostos sobre o faturamento, variando entre 7,5% e 10,7% conforme o cenário. No cenário base com tarifa C, os impostos representam R\$ 8.467,00 anuais (7,7% do faturamento). A inclusão da carga tributária não compromete a viabilidade, mas reduz o lucro líquido em aproximadamente 11-13%.

COMPOSIÇÃO DETALHADA DE CUSTOS COM IMPOSTOS
Análise por Tarifa e Cenário de Preço

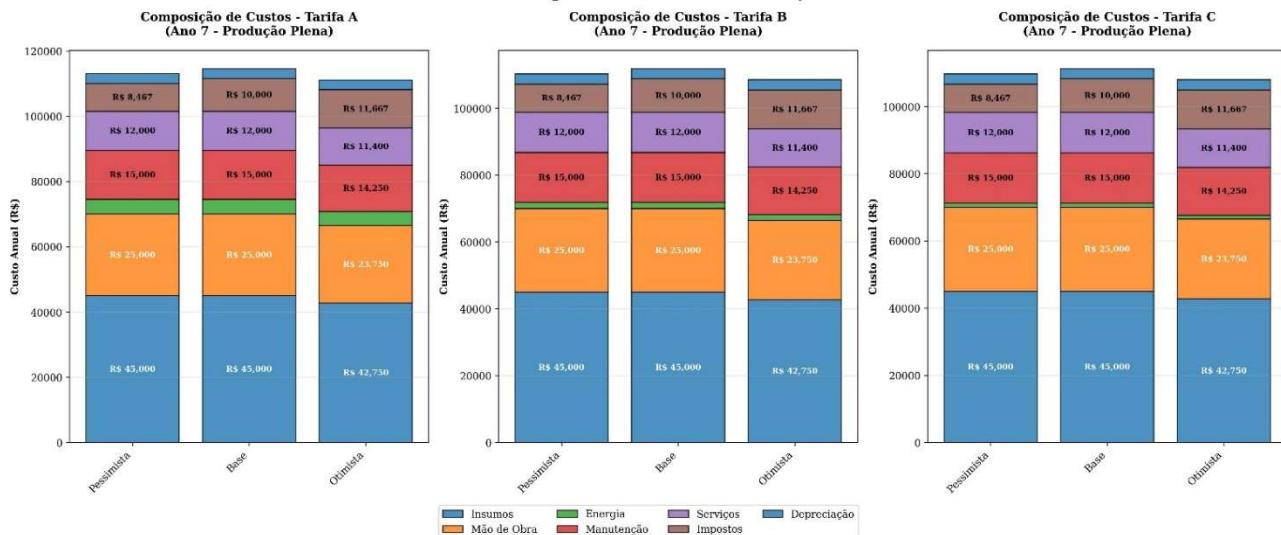


FIGURA 6. Carga Tributária Anual por Cenário para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025.

4.7. FLUXO DE CAIXA E PONTO DE EQUILÍBRIO

A Figura 7 detalha o comportamento do fluxo de caixa acumulado ao longo do horizonte de 18 anos. No cenário otimista com tarifa C, o fluxo final supera R\$ 890.000,00, enquanto no cenário pessimista com tarifa A atinge R\$ 376.664,00. Todos os cenários apresentam trajetória crescente a partir do ponto de payback, com aceleração significativa a partir do 7º ano

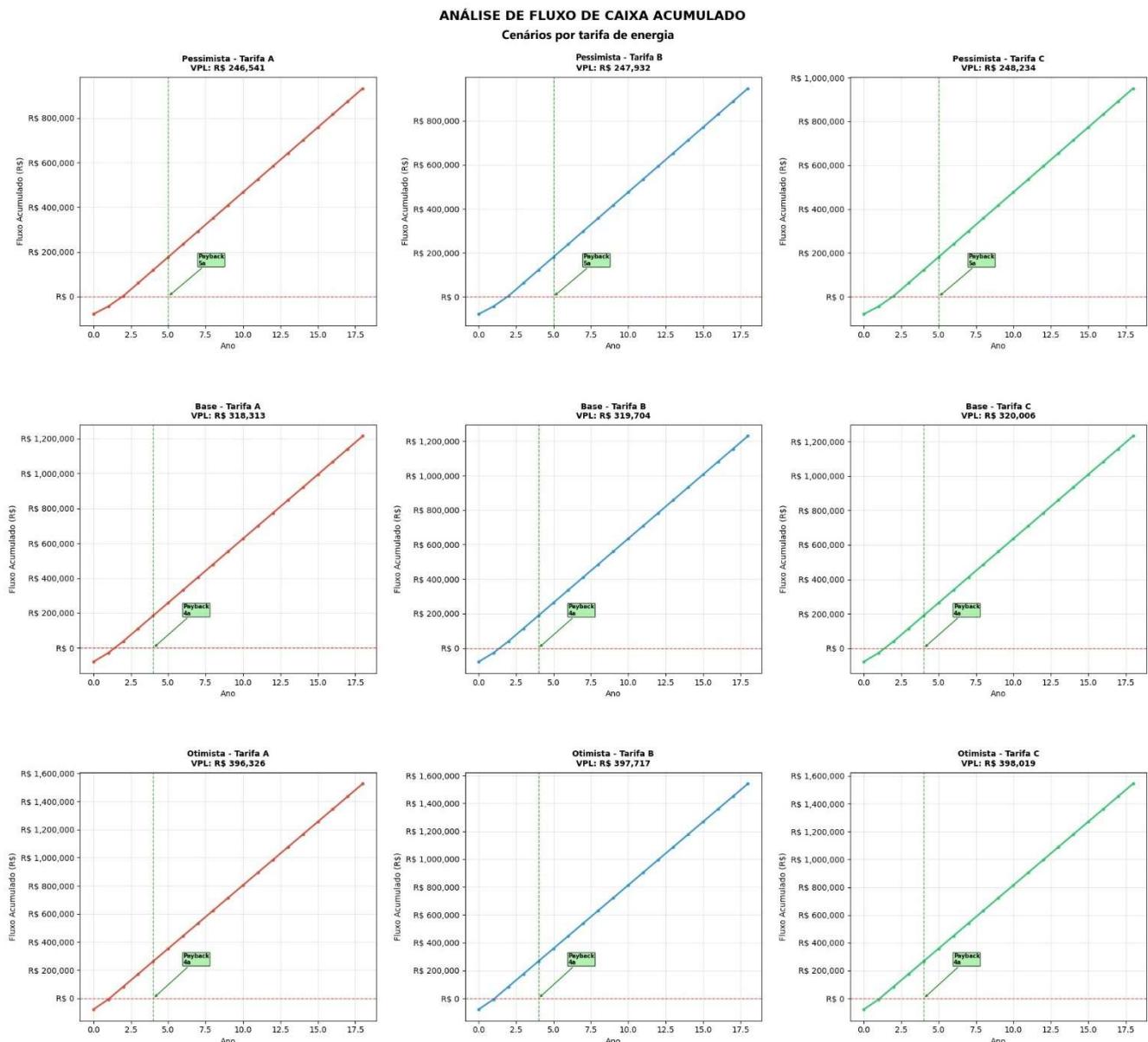


FIGURA 7. Fluxo de Caixa Acumulado por Cenário e Tarifa para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025.

4.8. ANÁLISE COMPARATIVA DO VPL ENTRE CENÁRIOS

A Figura 8 apresenta análise comparativa do Valor Presente Líquido entre todos os cenários e tarifas, demonstrando a robustez do investimento. Observa-se que mesmo no cenário pessimista com tarifa A, o VPL mantém-se expressivo em R\$ 246.541, enquanto no cenário otimista com tarifa C atinge R\$ 398.019.

A pequena variação entre tarifas (1,5% em média) confirma o impacto limitado do custo energético na viabilidade global, enquanto as diferenças entre cenários de preço (61% entre pessimista e otimista) reforçam a sensibilidade do projeto à comercialização.

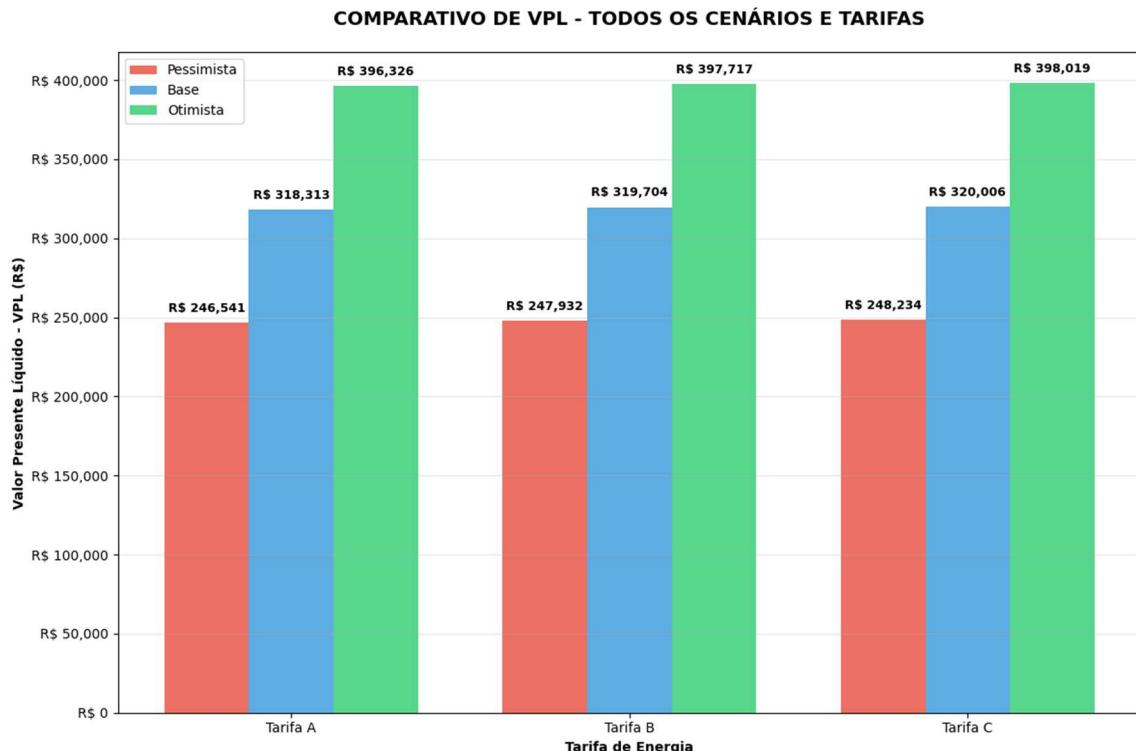


FIGURA 8. Comparativo de VPL entre Todos os Cenários e Tarifas para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025

4.9. CONSOLIDAÇÃO DOS INDICADORES DA MELHOR OPÇÃO

A Figura 9 consolida os indicadores da tarifa C no cenário base, configurando-se como a opção mais equilibrada entre retorno e risco. O VPL de R\$ 320.006 representa

atratividade econômica significativa, com TIR de 44,97% superando em 3,7 vezes a TMA de 12%.

O investimento inicial de R\$ 79.287 apresenta retorno acelerado (payback de 5 anos) e lucro anual de R\$ 74.558, garantindo liquidez consistente ao longo do horizonte do projeto.

Indicadores Econômico-Financeiros Consolidados Tarifa C - Cenário Base (Melhor Opção)

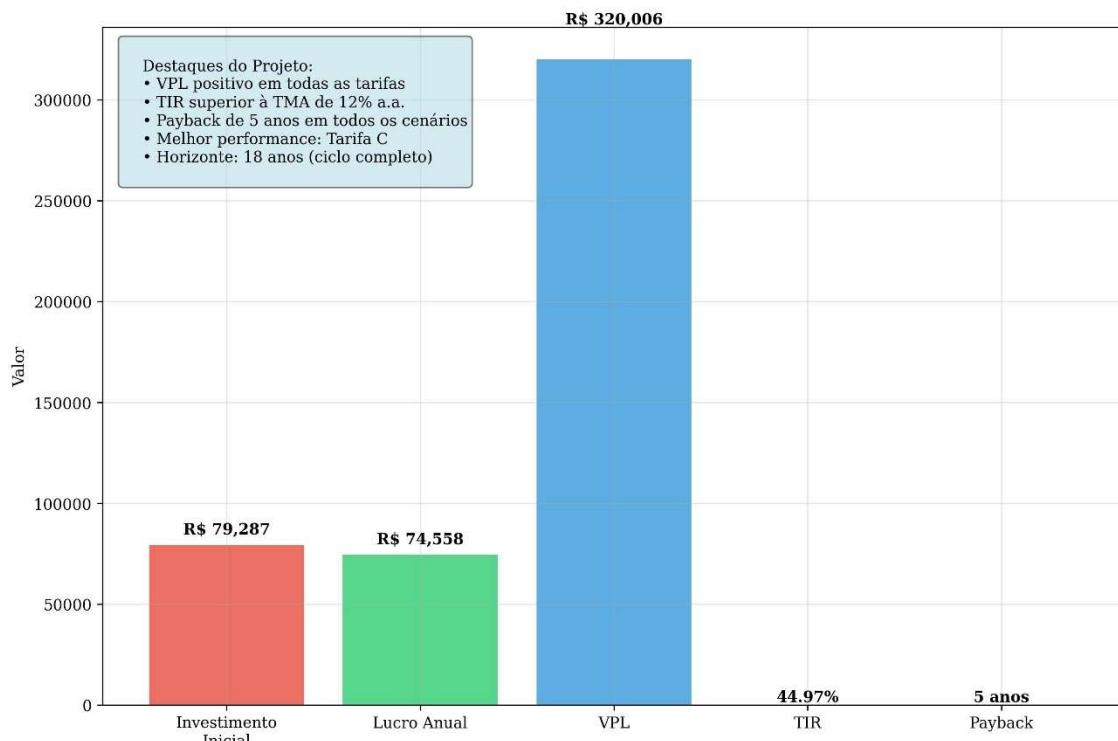


FIGURA 9. Indicadores Econômico-Financeiros Consolidados - Tarifa C, para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025

4.10. ANÁLISE ESTRATÉGICA DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO

A Figura 10 apresenta de forma estratégica a análise do Valor Presente Líquido por cenário de preço e tarifa energética, permitindo visualização clara das diferenças de rentabilidade. Observa-se progressão consistente dos valores do VPL desde o cenário pessimista (R\$ 246.541 a R\$ 248.234) até o otimista (R\$ 396.326 a R\$ 398.019), com a tarifa C mantendo ligeira vantagem em todos os cenários. A análise confirma que a variação entre tarifas representa apenas 0,6% do VPL total, enquanto a diferença entre cenários de preço atinge 61,2%, reforçando que a estratégia comercial é o fator determinante para a maximização do retorno financeiro do investimento.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO POR CENÁRIO
Análise de Viabilidade Financeira

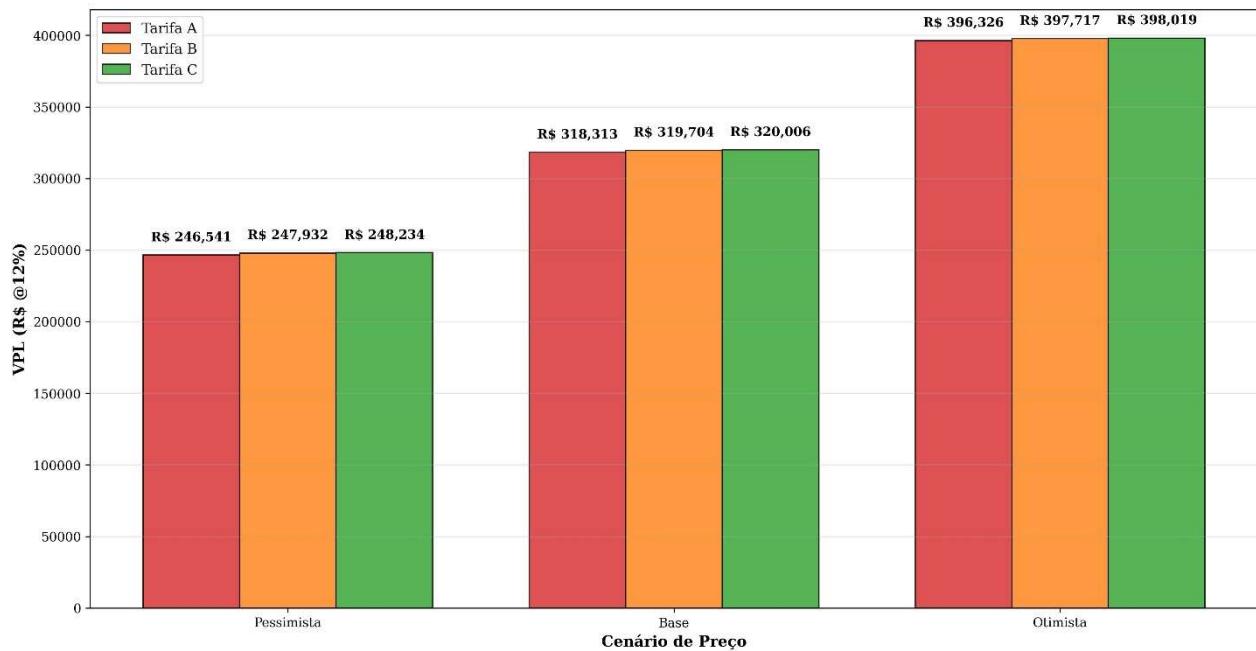


FIGURA 10. Valor Presente Líquido por Cenário - Análise de Viabilidade Financeira para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO
Fonte: O autor, 2025

4.11. ANÁLISE CONSOLIDADA DOS INDICADORES

A Tabela sintetiza os principais indicadores de viabilidade para os nove cenários analisados, permitindo uma visão comparativa abrangente. A consolidação dos dados permite extrair três insights estratégicos fundamentais:

Robustez Absoluta: A viabilidade econômica é confirmada em todas as configurações de preço e tarifa. Mesmo no cenário mais conservador (Pessimista/Tarifa A), o VPL de R\$ 246.540,77 e a TIR de 39,57% superam em muito a TMA de 12%, demonstrando uma margem de segurança excepcional contra a volatilidade de mercado.

Sensibilidade Hierárquica dos Fatores: A análise evidencia que o preço de venda é o fator crítico de sucesso, responsável por uma variação de aproximadamente 61% no VPL entre os cenários pessimista e otimista. Em contrapartida, a estrutura tarifária exerce uma influência marginal, com uma variação máxima de apenas 0,7% no

VPL para um mesmo cenário de preço. Isso direciona a estratégia de gestão de risco prioritariamente para a comercialização, e não para o custo energético.

Otimização Marginal pela Tarifa: Embora o impacto seja pequeno, a Tarifa C (Irrigante) consistentemente oferece os melhores indicadores em todos os cenários de preço, culminando no maior VPL (R\$ 398.018,72) e na maior TIR (50,05%) no cenário otimista. Seu principal atributo estratégico é apresentar o menor Preço de Equilíbrio (R\$ 1,054/kg), conferindo ao projeto uma margem de segurança ligeiramente superior frente a possíveis quedas de preço. Portanto, embora não seja determinante para a viabilidade, seu enquadramento constitui a melhor prática de gestão.

O preço de venda é o driver principal de rentabilidade. A variação de 61% no VPL entre os cenários pessimista e otimista sublinha que a estratégia comercial é o fator crítico para maximizar o retorno. A escolha da tarifa é um fator de otimização marginal. A pequena, porém consistente, vantagem da Tarifa C em todos os indicadores – especialmente seu menor Preço de Equilíbrio (R\$ 1,054/kg) – a consolida como a opção mais eficiente e segura, conferindo uma margem de segurança ligeiramente ampliada ao projeto.

Tarifa	Cenário	Preço (R\$/kg)	VPL (R\$) @12%	TIR (%)	Payback Simples (anos)	Payback Descontado (anos)	Preço de Equilíbrio (R\$/kg)
Tarifa A	Pessimista	2,82	R\$ 246.540,77	39,57%	5	5	R\$ 1,07
Tarifa A	Base	3,33	R\$ 318.312,78	44,83%	4	5	R\$ 1,07
Tarifa A	Otimista	3,88	R\$ 396.325,84	49,92%	4	5	R\$ 1,07
Tarifa B	Pessimista	2,82	R\$ 247.932,18	39,69%	5	5	R\$ 1,06
Tarifa B	Base	3,33	R\$ 319.704,19	44,94%	4	5	R\$ 1,06
Tarifa B	Otimista	3,88	R\$ 397.717,25	50,02%	4	5	R\$ 1,06
Tarifa C	Pessimista	2,82	R\$ 248.233,65	39,72%	5	5	R\$ 1,05
Tarifa C	Base	3,33	R\$ 320.005,67	44,97%	4	5	R\$ 1,05
Tarifa C	Otimista	3,88	R\$ 398.018,72	50,05%	4	5	R\$ 1,05

TABELA 1 - Indicadores de viabilidade econômica do cultivo de tangerina Ponkan irrigada sob diferentes tarifas energéticas e cenários de preço (horizonte: 18 anos; TMA: 12% a.a.)

Fonte: O autor, 2025.

A Figura 11 corrobora graficamente essa análise, ilustrando a trajetória de rápida recuperação do capital. O cruzamento da linha de lucro acumulado com o eixo zero entre o 4º e 5º ano está em perfeita sintonia com os dados de payback da Tabela 1, reforçando a solidez do fluxo de caixa ao longo do horizonte de 18 anos.

Em síntese, a combinação do Cenário Otimista (R\$ 3,89/kg) com a Tarifa C (Irrigante) configura a melhor alternativa de investimento, oferecendo o ápice de retorno financeiro (VPL de R\$ 398.019 e TIR de 50,05%). A estrutura de custos – dominada por

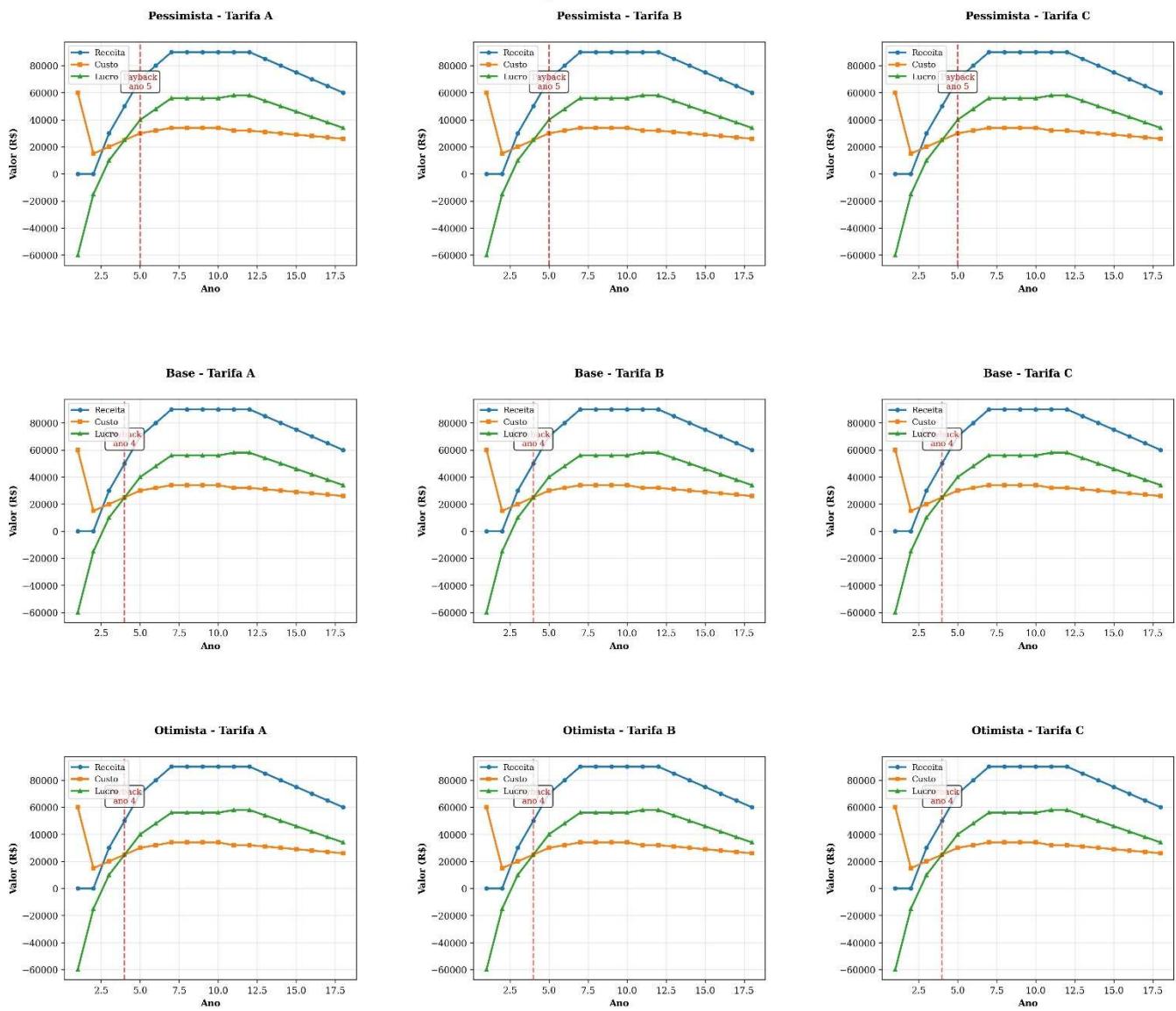
insumos (37,7%) e mão de obra (25,4%) – direciona o gestor a focar na eficiência operacional e na negociação com fornecedores. O investimento inicial de R\$ 79.287,00 por hectare mostra-se plenamente justificável pelos retornos gerados, constituindo uma oportunidade de baixo risco e alta rentabilidade para a fruticultura goiana.

Foram calculados ainda os indicadores benefício/custo (B/C) e valor anual equivalente (VAE) para o cenário base com tarifa c. O B/C de 1,90 indica que os benefícios superam os custos em 90%, enquanto o VAE de R\$ 44.148 por ano reflete um retorno anual constante e positivo. Esses resultados reforçam a conclusão de que o investimento é economicamente atraente. A análise consolidada demonstra que o cultivo irrigado de tangerina 'Ponkan' em Anápolis apresenta viabilidade econômica robusta em todos os cenários testados, com VPL positivo, TIR superando a TMA de 12% a.a. e payback entre 4 e 5 anos. Complementando esses indicadores, o Benefício/Custo (B/C) de 1,90 e o Valor Anual Equivalente (VAE) de R\$ 44.148/ano no cenário base com tarifa C reforçam a atratividade do investimento, confirmado que os benefícios superam expressivamente os custos e geram um retorno anual consistente. A combinação do cenário otimista (R\$ 3,89/kg) com a tarifa C (irrigante) configura a estratégia ótima, maximizando o retorno financeiro.

FIGURA 11. Evolução anual das receitas, lucros e custos para o cultivo irrigado de tangerina “Ponkan” em Anápolis-GO

Fonte: O autor, 2025

EVOLUÇÃO ANUAL: RECEITA vs CUSTO vs LUCRO
Análise por Cenário e Tarifa



5. CONCLUSÃO

O cultivo irrigado de tangerina 'Ponkan' em Anápolis-GO é economicamente viável e financeiramente atrativo, atendendo ao objetivo deste estudo. A análise dos indicadores (VPL, TIR, payback, B/C e VAE) confirma viabilidade robusta mesmo em cenários pessimistas, com retorno do capital entre 4 e 5 anos. Recomenda-se a implementação do projeto, priorizando o enquadramento na tarifa irrigante e estratégias de comercialização que assegurem preços na faixa otimista, constituindo uma oportunidade de baixo risco e alta rentabilidade para produtores da região.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Cálculo de Indicadores Financeiros para Sistemas Agroflorestais.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2011. 32 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 44).
- BARREDA, L.; TRENOR, I.; LORENTE, F.; VALLE, F. Calidad de los frutos de los agrios. **Informaciones Técnicas.** Valencia, Generalitat Valenciana, n. 84, p. 1-12, 1984.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 625 p.
- BREMER NETO, H.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; STUCHI, E. S.; ESPINOZA-NÚÑEZ, E.; CANTUARIAS-AVILÉS, T.E. The horticultural performance of five 'Tahiti' lime selections grafted onto 'Swingle' citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. **Scientia Horticulturae**, New York, v.150, p.181-186, 2013.
- CARARO, D. C. **Manejo de irrigação por gotejamento para aplicação de água resíduária visando a minimização do entupimento de emissores.** 2004. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CEASA-GO. **Cotações diárias - 21 ago. 2025 (Tangerina Ponkan).** Goiânia: CEASA-GO, 2025.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Citros: Relatório Mensal.** Piracicaba: CEPEA/ESALQ, 2025.
- COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; MAGALHÃES, A. F. de J.; OLIVEIRA, A. S. de. Irrigação e fertirrigação na cultura de citros. In: SOUSA, V. F. de; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. cap. 14, p. 413-439.
- COELHO, Y. S. **Tangerina para a exportação: aspectos técnicos da produção.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 42 p. (Série Publicações Técnicas Frupe, 3).
- COHEN, A.; GOELL, A. Regulated deficit irrigation: a method to control vegetative growth and increase fruit size in citrus. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6., 1988, Tel Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv: Balaban Publishers, 1988. p. 647-651.
- CRUZ, M. do C. M. da; RAMOS, J. D.; MOREIRA, R. A.; SANTOS, V. A. dos. Crescimento de tangerinas 'Ponkan' em plantas submetidas ao raleio químico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, p. 500-505, 2010.

CRUZ, M. do C. M. da; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Florescimento da tangerineira 'Ponkan' e da limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 360-364, ago. 2006.

CUNHA SOBRINHO, A. P. da; MAGALHÃES, A. F. de J; NASCIMENTO, A. S. do; SANTOS FILHO, H. P.; SOUZA, L. D; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S; COELHO, Y. D. S. **Cultivo dos citros**. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 1996.

DANTAS, E. da S. **Distribuição de raízes de porta-enxertos, produtividade e qualidade de frutos de tangerineira Ponkan em cultivos irrigado e sequeiro**. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, 2022.

EMATER-DF. **Custo de produção: Cultura Tangerina Poncã (Implantação)**. Brasília, DF: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do DF, 2025.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of United Nations - Top 10 Country production of Tangerinas, mandarinas e clementinas 2023**. Rome: FAO, 2023.

FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Análise de decisão econômica em irrigação**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. 371 p. (Série Didática, 17).

GARZEL, L. G. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e VPL fuzzy**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal - PAM: Tangerina (SIDRA, Tabela 5457)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produtividade da tangerina no Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas 1991-2020**. Brasília, DF: INMET, 2020.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

LENNON, S. Produção mundial de tangerinas atinge 44,2 milhões de toneladas. **Agrolink**, 25 abr. 2024. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/producao-mundial-de-tangerinas-atinge-44-2-milhoes-de-toneladas_490587.html. Acesso em: 12 mar. 2025.

MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R. Irrigation requirements and transpiration coupling to the atmosphere of a citrus orchard in Southern Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 6, p. 1091-1096, 2011.

MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R.; NASSIF, D. S. P.; COSTA, L. G.; VIANNA, M. S.; CARVALHO, K. S. Crop coefficient changes with reference evapotranspiration for highly canopy-atmosphere coupled crops. **Agricultural Water Management**, v. 163, p. 139-145, 2016.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. D.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

OLIVEIRA, R. P.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, E. L. S.; GONZATTO, M. P.; SCIVITTARO, W. B.; UENO, B.; CASTRO, L. A. S.; CANTILLANO, R. F. F. **Cultivares de citros recomendadas pela Embrapa Clima Temperado para o Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2014.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade Gerencial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 398 p.

SANTOS FILHO, H. P.; BARBOSA, F. F. L.; DO NASCIMENTO, A. S. **Greening a mais grave e destrutiva doença dos citros: nova ameaça à citricultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. (Citros em Foco, 31).

SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, A. A. R.; HADDAD, F. **Controle alternativo das doenças dos citros**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016.

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 278 p.

TEIXEIRA DE CASTRO, N. M.; PINTO DA CUNHA, S. F. W.; FONSECA DE JESUS, M. A.; DA SILVA SOUZA, A.; SAMPAIO PASSOS, O.; DOS SANTOS SOARES, F. W. **Cultura dos citros (Capítulo 7 Fisiologia)**. Embrapa, 2013.