

AVALIAÇÃO DAS FERRAMENTAS FINANCEIRAS: A REVISÃO

ASSESSING FINANCIAL TOOLS: THE REVIEW

Palloma Costa e Silva¹, Patricia Fortes², Maria Isabel Rebelo Teixeira Soares³, Roberta Montello Amaral⁴

¹Doutoranda em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável pelo Instituto de Ciências Sociais da Universidade Nova de Lisboa (UNL), Portugal, mestre em Economia Empresarial pela Universidade Candido Mendes (UCAM) e graduada em Ciências Econômicas pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

²Doutora pela Universidade Nova de Lisboa (UNL) e graduada em Engenharia do Ambiente e investigadora auxiliar da Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

³Pós-doutora pela Virginia Tech, Estados Unidos, doutora em Sciences Economiques pela Université de Strasbourg (UNISTRA) e graduada em Economia pela Universidade de Coimbra, Portugal. Professora emérita da Universidade do Porto, Portugal.

⁴Doutora e mestre em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC - Rio), mestrado profissional em Economia Empresarial pela Universidade Candido Mendes (UCAM) e graduada em Matemática pela Universidade Paulista (UNIP), Estatística pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE) e Ciências Econômicas pela PUC – Rio. Docente do Centro Universtário Serra dos Órgãos (UNIFESO).

RESUMO

O cenário atual apresenta desafios em termos de projeções de investimentos globais no setor de energia. Novas medidas para reduzir a dependência energética dos países devem estar no topo da lista de importância para tomadores de decisão e formuladores de políticas públicas. Nesse contexto, o artigo teve como objetivo revisar as metodologias mais utilizadas na análise de investimentos, porém, não exaustivamente. A revisão avaliou as vantagens e desvantagens dos diversos métodos de análise de investimentos encontrados em artigos acadêmicos e documentos de instituições oficiais publicados entre 1979 e 2023. Como resultado dessa análise, constatou-se que a escolha da ferramenta dependerá, sobretudo, de um conjunto de aspetos relacionados com a tomada de decisão que irão convergir para a escolha que melhor se adequa. Até agora, a pesquisa trabalhou apenas com a perspectiva da racionalidade do investimento com critérios puramente financeiros. No entanto, existe uma preocupação crescente em avaliar não só a lucratividade do investimento, mas também em realizar uma abordagem mais integrada relativamente aos impactos econômicos e ambientais. Esta revisão trouxe uma maior contribuição para a literatura atual, pois mostra que diferentes ferramentas cobrem diferentes efeitos, o que pode ser um importante ponto de decisão na escolha da ferramenta.

Palavras-chave: investimento; vantagens; desvantagens.

ABSTRACT

The current scenario presents challenges in terms of global investment projections in the energy sector. New measures to reduce countries' energy dependence should be at the top of the list of importance for decision-makers and public policymakers. In this context, the article aimed to review the most used methodologies in investment analysis, however, not exhaustively, bringing widely used methods. The review evaluated the advantages and disadvantages of the various investment analysis methods found in academic articles and documents from official institutions published between 1979 and 2023. As a result of this analysis, it was found that the choice of tool will depend, above all, on a set of aspects related to decision-making that will converge to the choice that best suits. Until now, research has worked only with the perspective of the rationality of the investment with purely financial criteria. However, there is a growing concern to evaluate not only the profitability of the investment but also to carry out a more integrated approach relating to economic and environmental impacts. This review brought a greater contribution to the current literature, as it shows that different tools cover different effects, which can be an important decision point in choosing the tool.

Keywords: investment; advantages; disadvantages

INTRODUÇÃO

Durante este século, a questão da sustentabilidade relacionada ao consumo de energia é um tema mais recente na agenda política. O mundo também enfrentou alguns desafios nos últimos anos devido à pandemia de COVID-19 e à recente guerra na Ucrânia. A Covid-19 levantou preocupações sobre o processo de transição energética, devido à recessão econômica, impactando também os mercados de energia renovável (por exemplo, investimentos reduzidos, restrições nas cadeias de fornecimento de energia renovável e declínio da demanda). No entanto, a fase pós-pandemia criou novas oportunidades de investimento voltadas para uma “recuperação verde” e desenvolvimento sustentável, com instrumentos de financiamento de apoio a projetos ambientais e de energia renovável (1).

Enquanto isso, de acordo com dados do Relatório de Mercado de Eletricidade da IEA de 2022 (2), após um crescimento brutal da demanda de eletricidade em 2021, a demanda mundial por eletricidade desacelerou fortemente em 2022, como resultado do fraco crescimento econômico global e sua preços em alta, pressionados pela invasão russa da Ucrânia. A demanda global de eletricidade reduziu para 2% em 2022, porém a expectativa de crescimento da demanda por eletricidade cresça para os próximos três anos uma média de 3%, segundo Relatório de Mercado de Eletricidade da IEA 2023 (3), não acompanhando o ritmo de 2021, que cresceu 6%, com base na taxa média de crescimento pré-pandemia de cinco anos. O relatório também acrescenta que a geração global de energia renovável aumente de 29% em 2022 para 35% em 2025 com queda na geração de combustíveis fósseis como o gás e o carvão. As emissões de gases de efeito estufa de geração de energia na Europa devem reduzir em 10% a.a até 2025. O World Energy Transitions Outlook 2023 da IRENA(4) aponta que os investimentos em energia renovável continuam concentrados em um número limitado de países e focado principalmente nas tecnologias eólicas e fotovoltaica que representam 95% dos investimentos em energias renováveis, precisando aumentar investimentos nas demais energias limpas e mais nos países em desenvolvimento. O investimento global em ER responderam por mais de 83% das adições de capacidade e 40% de geração de energia instalada em 2022 no setor energético mundial. Embora tenham tido em 2022 um aumento do investimento recorde de US\$ 1.3 trilhoes percebe se que para manter se na meta de 1,5° Celsius e atender às metas das alterações climáticas, o investimento global em ER deve ser aumentado em média US\$ 5 trilhoes anuais até 2050.

Segundo artigo publicado recentemente pelo FMI em agosto de 2022 (5) confirma uma das lacunas que tem sido o foco global atual, que são os altos custos de energia e alimentos, além dos riscos sociais que fazem diferenças sociais mais graves em todo o mundo. Segundo dados do FMI (5), será fundamental investir fortemente em projetos de mitigação e adaptação para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e vulnerabilidade a choques. Segundo informações do FMI em 2022 já previa a necessidade de investimento, informando serem necessários cerca de US\$ 3 trilhões a US\$ 6 trilhões por ano até 2050 contra os atuais US\$ 630 bilhões, verificando-se assim uma grande lacuna no valor a ser investido até 2050.

Até recentemente, os países desenvolvidos não consideravam as energias renováveis

(ER) uma alternativa completa às tecnologias convencionais de geração de eletricidade, apesar de seu compromisso com o crescimento das ER devido à sua contribuição essencial para o meio ambiente (6). Entretanto, o cenário mudou em termos de urgência e maior necessidade de aumentar os investimentos em ER, após o desenrolar da guerra na Ucrânia em 2022, principalmente para os países da UE, em termos de dependência energética de combustíveis fósseis (7).

De acordo com a publicação do briefing realizado pelo European Parliament Research Service (EPRS) (8) the unprecedented EU response to the crisis triggered by the coronavirus pandemic. This amount corresponds to 2.3 % of the entire RRF, and to 7.8 % of Portugal's 2019 gross domestic product (GDP a União Europeia (EU) através do plano REPowerEU 2030, que é uma proposta da Comissão Europeia de reduzir a dependência de combustíveis fósseis da Rússia antes de 2030 e acelerar o processo de transição para a energia verde, tem os investimentos destinados a promover as energias renováveis e com isso, aumentará a necessidade de investimento em energias renováveis de 40% para 45%, devido à invasão russa da Ucrânia com o objetivo de reduzir a dependência energética da Rússia. Assim, a questão central é como garantir uma transição ótima para um sistema de energia renovável capaz de promover o desenvolvimento econômico sustentável e maximizar o bem-estar, sendo primordial para o alcance da sustentabilidade e uma sociedade mais justa que os investimentos tenham uma abordagem mais abrangente, que integre a parte econômica aos aspectos ambientais e sociais.

A maioria dos métodos utilizados são baseados em abordagens tradicionais. Este trabalho tem como objetivo revisar as metodologias em análise de investimentos, não pretendendo enumerar exaustivamente todos os métodos disponíveis, mas trazer os métodos amplamente utilizados, as perspectivas mais interessantes e úteis para os pesquisadores em finanças e tecnologias renováveis. A revisão abordada nesta pesquisa avaliará as vantagens e desvantagens dos diversos métodos de análise de investimentos encontrados em artigos acadêmicos e documentos de instituições oficiais. Esta revisão pretende trazer uma importante contribuição e melhoria para a literatura atual, pois mostra que ferramentas diferentes cobrem efeitos diferentes, isso pode ser um ponto de decisão importante na escolha da ferramenta.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma. No capítulo segundo, serão apresentadas identificadas as metodologias mais utilizadas pela literatura na análise de investimentos. Ainda este capítulo apresenta as vantagens e desvantagens de cada método descrito e discussões com base na literatura, Em seguida, serão apresentadas as considerações finais e algumas direções para pesquisas futuras.

1. REVISÃO DAS ABORDAGENS DE APOIO ÀS DECISÕES EM ENERGIA RENOVÁVEL

Para atingir os objetivos deste estudo, adotou-se a pesquisa exploratória, que segundo Gil (9) visa aprimorar ideias e identificar algumas perspectivas para pesquisas futuras. Para apurar os fatos e investigar as informações encontradas, foram realizadas pesquisas bibliográfi-

cas (10) e documentais qualitativas (11). Eles foram avaliados com base em artigos publicados no Scopus, Google Scholar, Web of Science e documentos oficiais de instituições ligadas ao setor de energia, resultando em um total de 213 artigos acadêmicos e 68 documentos governamentais e de instituições privadas oficiais publicados entre 1979 e 2023.

A ênfase da revisão recai nas investigações anteriores sobre investimentos em FER, descrevendo e analisando as metodologias que estão sendo aplicadas na avaliação de investimento em tecnologias de energia renovável. Descreve cada uma destas ferramentas de forma breve e de acordo com a realidade desta investigação, não pretendemos apresentar uma revisão exaustiva.

O incentivo à energia renovável é considerado a chave para a política energética e para a promoção do desenvolvimento de baixo carbono no mix energético futuro. Conseqüentemente, este é o momento de investir em abordagens de transição que substituam no futuro as usinas de combustíveis fósseis de alta emissão de CO₂ por usinas de energia renovável. Os investidores são a força motriz para impulsionar a transformação do atual sistema energético, onde cerca de 75% dos investimentos em ER foram representados pelo setor privado entre 2013 a 2020, segundo relatório da IRENA (4). Os investidores estão especificamente interessados em saber qual é o momento certo para investir e se é viável investir em uma transição para energias renováveis. Portanto, é fundamental determinar o momento ideal para se comprometer com a transição.

A decisão de definir o indicador mais adequado para avaliar um investimento depende dos objetivos do projeto. Segundo Cucchiella et al (12) recurring oil crises and market weaknesses, combined with the availability of power from natural resources and resulting possibilities for job creation and energy independence, have all pushed developed and developing countries towards new energy strategies that include RES. This paper analyses the profitability of potential investments in small, medium and large RE electrical power facilities, applying a Net Present Value (NPV, para um investidor privado, os objetivos são a maximização dos lucros e o método será a análise financeira. No caso de um decisor público, o objetivo é a maximização do bem-estar social, e o método de abordagem será a análise econômica. A mudança da análise financeira para a análise econômica requer uma mudança de preços de mercado para preços contábeis, para evitar imperfeições de mercado e externalidades, especialmente o custo social do carbono (13).

2. METODOLOGIAS FINANCEIRAS

Esta seção descreve e analisa as metodologias que habitualmente são aplicadas na avaliação de um investimento em tecnologias de energias renováveis e, não se pretende dar uma lista exaustiva de todos os métodos disponíveis, mas apenas apresentar os principais, que incidem sobretudo na questão financeira. (por exemplo, NPV, IRR, Payback e ROI), Análise de Opções Reais (ROA) e Valor Presente Líquido Anualizado. Em seguida, esses métodos são

brevemente descritos ao longo desta seção.

As metodologias clássicas de cálculo para análise de investimentos são bem conhecidas e difundidas na literatura, que são: Payback, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada e Retorno do Investimento (ROI).

2.1 Payback

O método do Payback é o período necessário para recuperar o investimento ou o tempo necessário para que as entradas líquidas de caixa de um projeto sejam equivalentes ao valor investido. (14–17)traditional methods (Net Present Value (NPV (equação 1).

$$\text{Payback} = (14) \quad (\text{equação 1})$$

Quando $p < n$; I_t = Fluxo de Caixa do Investimento no período t ; NR_t = Receita Líquida no período t ; i = Taxa de desconto; n = número de anos (14).

Muitas vezes, os investidores querem saber quanto tempo levará para pagar seu investimento, ou seja, quanto tempo levará para que o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguale ao investimento inicial (18).

Analisando a regra geral do Payback Simples, se o período de payback for igual ou menor que o período máximo de recuperação aceitável, o projeto é aceito. Porém, se o prazo for maior, o projeto é rejeitado. No caso do payback simples, isso pode servir como parâmetro de liquidez, pois quanto menor o tempo de recuperação, maior a liquidez e menor o risco. Além disso, o payback simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo ao comparar o fluxo futuro de poupança com o custo inicial do investimento. penalizando projetos cujos retornos são de longo prazo e, pior ainda, não considera os fluxos de caixa após atingido o período de payback ((18,19).

Fuller & Petterssen (20) mencionaram desvantagens sobre o método de retorno que ignora todos os custos e economias que ocorrem após o momento em que o retorno é alcançado. Eles também não diferenciam entre alternativas de projeto com diferentes ciclos de vida de projeto e normalmente usa um limite de retorno arbitrário.

Em relação ao payback descontado (equação 2), é ainda mais interessante do que o payback simples, pois é o tempo necessário para a recuperação de um investimento baseado nas entradas líquidas de caixa descontadas pelo custo de capital da empresa ajustado ao risco do projeto (18).

$$\text{Payback Descontado} \Rightarrow I = (20) \quad (\text{equação 2})$$

Quando y é o número de anos até que o investimento se pague, k é o custo de capital e t é o fluxo de caixa no período.

O Payback Descontado, nesse caso, leva vantagem sobre o payback simples, justamente por considerar o valor do dinheiro no tempo. E de acordo com a regra geral do payback descontado, se o payback for menor ou igual ao prazo máximo de recuperação do investimento inicial determinado pela empresa, o projeto deve ser aceito, caso contrário, será rejeitado. Apesar disso, ambos não consideram todos os fluxos de caixa do projeto (18).

1.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Por definição, o VPL representa a diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa descontadas ao custo de capital da empresa e o custo total, ou seja, o VPL é a soma do valor presente dos fluxos de caixa futuros. Assim, conforme determinado pelas regras de decisão do VPL, por exemplo, um potencial projeto de investimento independente deve ser aceito se o VPL for positivo e maior que zero ($VPL > 0$) (21), caso contrário, deve ser rejeitado. Já para projetos mutuamente exclusivos, se o valor do VPL for maior que zero, será escolhido o projeto com maior VPL, caso contrário, se o valor do VPL for menor que zero, rejeita o projeto (19). No método VPL, o investimento é avaliado de acordo com o total de despesas e receitas geradas em um determinado período. Comparando várias variantes de projeto, o projeto mais favorável do ponto de vista econômico tem o menor gasto total no momento da análise (18). No setor de energia, um caso possível é que um investimento pontual seja compensado por receitas e despesas nos anos seguintes. Existem pontos que são muito favoráveis ao VPL, principalmente quando este considera o valor do dinheiro no tempo, pois leva todos os fluxos de caixa (positivos e negativos) para a mesma data para que possam ser somados. É simples como uma regra de decisão. Além disso, os diversos VPLs podem ser somados para formar o VPL da carteira. Se o avaliador tiver problemas com recursos limitados para realizar o investimento e com um grupo de projetos para aprovar, o VPL serve de base para classificar os projetos (20,22–24). O VPL assume que os fluxos de caixa periódicos serão reinvestidos ao custo de capital ou outra taxa de desconto ajustada ao risco. Enquanto a TIR assume ela própria o reinvestimento (15). É uma das metodologias mais utilizadas em finanças (16). A análise do fluxo de caixa é importante para avaliar o equilíbrio monetário ao longo da vida de um investimento. Porque representa as despesas e receitas anuais agregadas para cada ano ao longo da vida (15,22). O cálculo do VPL mostra a lucratividade do projeto aplicando a equação (3):

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \quad (1) \quad (21) \quad \text{(equação 3)}$$

Quando FC_t é o fluxo de caixa no ano t : r é uma taxa de juros

Existem limitações neste método e, de acordo com Dranka et al (23), o VPL não leva em conta a irreversibilidade, a incerteza e a flexibilidade da gestão de um projeto de investimento. Não é notoriamente suficiente para subsidiar a tomada de decisão de investimentos com grande variabilidade por si só, portanto, deve ser aplicada em conjunto com outras metodologias para

trazer maior grau de certeza ao resultado final de projetos em energia renovável.

Além disso, existe o valor presente ajustado (APV), que é o VPL de um projeto ou empresa com base no financiamento de capital, e incorporando o valor presente dos efeitos associados ao financiamento da dívida. Este ajustamento visa melhorar o valor atual do projeto incorporando qualquer benefício fiscal associado à dedutibilidade dos gastos com juros da dívida, que é considerada dedutível fiscalmente (24). Basicamente, o APV afirma que o uso da dívida pode transformar um projeto de VPL negativo em positivo, mostrando ao investidor os benefícios fiscais de uma ou mais deduções fiscais decorrentes de juros ou empréstimos a taxas abaixo do mercado (25).

APV = Valor Presente da empresa sem dívida + Valor Presente dos efeitos do financiamento

$$\text{Valor Presente da empresa sem dívida} = \text{FCFF} / (\rho u - g) \quad (24)$$

FCFF = fluxo de caixa operacional após impostos esperado para a empresa no período seguinte;

ρu = custo de capital não alavancado and

g = taxa de crescimento esperada.

Valor Presente dos efeitos do financiamento = Benefício fiscal de juros que é formado para empresas endividadas e cálculo do valor presente do benefício fiscal de juros, esse benefício fiscal é função da taxa de imposto da empresa, descontado ao custo da dívida para refletir o risco do fluxo de caixa (24).

Valor dos Benefícios Fiscais = (taxa de imposto * dívida do empréstimo * taxa de juros) / taxa de juros

Em regra, uma vez incluído o ajuste, os projetos com valor presente ajustado positivo devem ser aceitos e aqueles com valor presente ajustado negativo devem ser rejeitados. Como o APV pode ser aplicado para analisar a estrutura de capital, é um método útil para empresas com grande carga de endividamento, tendo o benefício fiscal, como principal benefício do empréstimo, capaz de melhorar o valor presente do projeto. Por esse motivo, o APV parece ser mais confiável e preferível para a realização de transações de aquisição alavancada. O valor da firma alavancada pode ser estimado em diferentes níveis de endividamento, sendo o índice de endividamento ótimo o nível de endividamento que maximiza o valor da firma (24).

De acordo com Pienaar (26) the adjusted present value (APV, a principal vantagem do VPL ajustado é que ele combina as decisões de investimento e financiamento, pois dissocia o efeito adverso do financiamento do valor do VPL do projeto se o projeto fosse financiado por capital próprio. A técnica APV é especialmente útil na avaliação de metas de aquisição. Isso porque nos casos em que há fusão entre empresas, por exemplo, a melhor forma de lidar com

o custo da dívida e a estrutura de capital associada à fusão é utilizando a metodologia APV e identificando a despesa esperada de juros por ano, e encontrando de forma isolada os benefícios fiscais dos juros e do valor “assimétrico” da firma (27). Por outro lado, o uso da abordagem APV ignora os custos de falência esperados, o custo mais significativo dos empréstimos, porque pode dar a ideia de que o valor da empresa aumenta à medida que as empresas tomam dinheiro emprestado (24). A segunda desvantagem do APV é, de fato, a avaliação do valor do custo de socorro, custos de agência e tributação pessoal. Porque, por exemplo, se não fossem incluídos os custos de afiliação e tributação pessoal, não impediria os abatimentos fiscais da dívida no imposto de renda da empresa, apresentando-o erroneamente, pois informaria um valor de uma empresa alavancada e com abatimentos fiscais (28) including the weighted average cost of capital (WACC. A terceira desvantagem do APV é que ele não define o nível de risco, pois calcula todos os retornos regulares ignorando as flutuações no processo de investimento (29).

2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Tanto o VPL quanto a TIR são ferramentas convencionais de avaliação de investimentos (23). A TIR e o VPL são diretos como uma regra de decisão (15). Ambos são indicadores financeiros muito próximos pois a TIR é a taxa de desconto que iguala o VPL a zero, ou seja, a TIR é a taxa de retorno exigida pelo investidor e como taxa de desconto resulta no VPL a zero (19).

Pela regra geral de decisões considerando a TIR quando esta for maior que a taxa mínima de atratividade (TMA) o projeto é aceito, caso contrário é rejeitado. Isso acontece porque se houver uma TMA maior que a TIR, o VPL ficará negativo, pois se a TIR for a taxa que iguala o VPL a zero, uma taxa maior que a TIR torna o VPL negativo (23). Enquanto o VPL representa a lucratividade do projeto em valores monetários absolutos, a TIR revela a lucratividade esperada de um projeto em porcentagem. (30). O cálculo da TIR é determinado de acordo com a equação 4,

$$TIR \Rightarrow VPL = -I + = 0 \quad (2) \quad (14) \quad (\text{equação 4})$$

No entanto, aponta inconvenientes associados ao cálculo tradicional da TIR. As principais desvantagens da TIR são quando ela gera um problema de escala, não é possível comparar projetos de investimento com escalas diferentes e quando possui fluxos de caixa não convencionais ao longo da vida do investimento com múltiplas taxas de retorno (positivas e negativas). E assim como o VPL, segundo Dranka et al (23), a TIR não leva em consideração a irreversibilidade, a incerteza e a flexibilidade do gerenciamento de um projeto de investimento. Finalizando, nos casos em que houver múltiplas taxas com fluxos de caixa alternados, deve-se considerar a utilização da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)(15,23).

TIRM é a taxa que iguala o valor presente da soma dos valores futuros das entradas de caixa do projeto, capitalizadas, ao custo de capital da empresa ao valor presente dos custos

do mesmo projeto, ou seja, estabelece que as entradas líquidas de caixa deve ser reinvestido a um custo de capital. O TIRM é usado principalmente no orçamento de capital para identificar a viabilidade de um projeto de investimento, ou seja, é usado para avaliar o retorno do investimento, comparar diferentes investimentos e a taxa de reinvestimento (por exemplo, se um projeto for maior que o retorno esperado indica que é um bom investimento, caso contrário, se o seu TIRM for menor que o retorno esperado empreender um projeto não é recomendado (31). Além disso, o TIRM é normalmente empregado para comparar vários projetos alternativos mutuamente exclusivos, a fim de escolher o projeto com o maior TIRM. A melhor decisão ao analisar os dois indicadores juntos para o mesmo projeto é ter um positivo. No entanto, a principal desvantagem do TIRM é que ele exige que as pessoas tomem várias decisões sobre o custo de capital e a taxa de financiamento que geram estimativas adicionais no processo de tomada de decisão por envolver duas alternativas causando hesitação por parte de quem deseja analisar o investimento (32).

2.4 Retorno do investimento (ROI)

Essa métrica, geralmente não usada, mede a relação entre o valor presente dos fluxos de caixa e os investimentos do projeto (14). O ROI é indicado quando há competição entre mercados e falta de recursos financeiros disponíveis para realizar investimentos, permitindo que as empresas comparem vários projetos e acabem selecionando o projeto mais rentável em diferentes cenários. O ROI pode ser visto como uma medida de lucratividade para gerar um fluxo de benefícios futuros com retorno esperado no período de um ano. Mede o lucro líquido gerado por uma empresa dividido pelo total de ativos (17). A desvantagem do ROI é quando o ROI ignora que a taxa de retorno deve ser igual ou superior ao custo de capital. Os acionistas querem que a empresa maximize o retorno absoluto acima do custo de capital e não maximize porcentagens (33). ROI pode ser expresso pela seguinte equação 5:

$$\text{ROI} = (1 + \text{TMA}) * (1 + \text{ROIA}) - 1 \quad (23) \quad (\text{equation 5})$$

Quando TMA significa taxa mínima de atratividade, ROIA significa Retorno do Investimento Adicional.

Enquanto de acordo com Pletsch (34), o ROIA é a melhor alternativa para estimar ganhos em um projeto de investimento porque a receita gerada pelo projeto é apresentada em forma de porcentagem. De acordo com (Rasoto et al., 2012; Souza & Clemente, 2009; Clemente, 2012), o ROIA equivale a um percentual do Valor Econômico Adicionado (EVA). Representa a rentabilidade regular do projeto, além da remuneração de parte do TMA (23) e ainda elimina o efeito cruzado do MRA. O cálculo do ROIA é a seguinte equação 6 (35).

$$\text{ROIA} = - 1 \quad (\text{equação 6})$$

Quando n significa tempo do planejamento e IBC Índice de Custo-Benefício (35)

1.5 Análise de Opção Real (ROA)

Alguns projetos de investimento apresentam características específicas que também merecem uma abordagem mais sofisticada. Este é o caso de grandes usinas de energia e ER. Os principais problemas envolvidos são a sua irreversibilidade e a eventual opção de adiar (ou não) o projeto. Portanto, na tomada de decisão ideal, os investidores levam em consideração a irreversibilidade, a incerteza sobre os benefícios futuros e o momento de uma oportunidade de investir (16)output, and prices in a competitive industry with a stochastic demand. It is shown, first, that the equilibrium development for the industry solves a particular dynamic programming problem (maximization of "consumer surplus". Diante do exposto, vemos atualmente que as decisões no mercado de geração de energia renovável exigem uma avaliação de investimento mais precisa do que as teorias tradicionais realizam e, ao mesmo tempo, não consideram o valor da incerteza e a flexibilidade da gestão do investimento. Dessa forma, o método das opções reais permite verificar com maior precisão o melhor momento que um determinado investimento deve ser feito, levando em consideração o chamado "timing" do próprio investimento, além do valor da incerteza, que é igualmente importante em suas decisões (23,36)the economic analysis of Renewable Energy Projects (REP.

De acordo com Dranka et al (23), quanto à Análise de Opções Reais (ROA), levou em consideração aspectos de incerteza, irreversibilidade e flexibilidade nesse tipo de análise para fornecer mais informações aos investidores quanto ao risco e retorno do projeto. Além disso, utilizando a avaliação do ROA, os autores verificaram que os investidores também têm a opção de adiar o projeto e viabilizá-lo no futuro, diminuindo os riscos e incertezas do investimento. Os modelos de opções reais aplicados aos investimentos em energias renováveis permitem não só refletir as opções de investimento dos investidores privados, como também compreender melhor a sua reação aos incentivos definidos pelos decisores políticos. Como a abordagem das opções reais incorpora características como a irreversibilidade do investimento, a incerteza ambiental e as flexibilidades de decisão (nomeadamente, adiamento do investimento), pode ser uma ferramenta muito útil para avaliar os investimentos numa perspectiva privada, uma vez que os investidores podem otimizar as decisões de adiar um investimento e adaptar o tamanho de um projeto. Para projetos de investimento em Energias Renováveis, esta dimensão estratégica é muito importante porque os custos iniciais de investimento são normalmente muito elevados face aos custos operacionais.

De acordo com Dranka et al(23), ROA é a diferença entre o VPL estendido, que inclui o valor da flexibilidade gerencial, significando principalmente a flexibilidade para postergar uma decisão de investimento, somado ao valor do VPL tradicional, que não leva em consideração a flexibilidade gerencial. O ROA pode ser expresso pela seguinte equação 7,

$$\text{ROA} = - \text{NPV tradicional} \quad (23) \quad (\text{equação } 7)$$

Delapedra-Silva et al (37), indicam o ROA, porém, levantam a limitação da ferramenta ROA devido à complexidade da análise e difícil interpretação, que ainda é considerada uma metodologia complexa. No entanto, o ROA acaba por aprimorar as metodologias mais tradicionais, o NPV, principalmente em termos de incerteza de mercado, pois defendem que o ROA é capaz de considerar risco e flexibilidade gerencial; o período de Payback aponta como métrica complementar para o avanço de outros métodos. A mesma conclusão sobre a complexidade do ROA foi destacada por Fernandes et al (38). Os Autores(38) destacam que a aplicação da técnica de avaliação por ROA é de difícil implementação, devido à medição da incerteza, para a qual são necessárias simulações mais robustas e com maior conhecimento matemático. Dessa forma, verifica a necessidade de tornar os cálculos do ROA menos complexos e facilitar a interpretação das análises. No entanto, eles também apontam as vantagens de aplicar o ROA às metodologias tradicionais de avaliação de investimentos, como VPL e TIR, ao identificar que os métodos tradicionais de fluxo de caixa descontado falham na avaliação de projetos que contêm risco e incerteza de investimento. Podendo avaliá-las muitas vezes como opções desfavoráveis quando na verdade se adiam e levando em conta as variações do fluxo de caixa, como mudanças de mercado e percepção dos investidores, posteriormente seriam avaliadas como favoráveis.

Resumidamente, os tipos de medidas de avaliação convencionais (VPL, Payback e TIR) mencionados na seção anterior por Dranka et al, 2020 (28); Santos, 2014 (20); Delapedra-Silva et al, 2022 (41); Kierulff, 2008 (37) and; Dalton et al, 2015 (21), embora amplamente utilizados na literatura atual, não são notoriamente suficientes para suportar tomadas de decisão de investimento com grande variabilidade por si só, pois não levam em conta a irreversibilidade, incerteza e flexibilidade da gestão de um projeto de investimento e o ROA tem, e principalmente, em termos do valor da flexibilidade, fundamental para postergar uma decisão de investimento, somado ao valor do VPL tradicional. O ROI é uma métrica pouco utilizada na maioria das avaliações, mede a relação entre o valor presente dos fluxos de caixa e os investimentos do projeto (14). Esses métodos acima devem ser aplicados em conjunto com outras metodologias para trazer maior grau de certeza ao resultado final de projetos em energia renovável. Portanto, a aplicação da TIRM é uma alternativa utilizada para melhor lidar com as fragilidades do VPL e da TIR, permitir o estabelecimento de taxas intermediárias de reinvestimento mais realistas (15).

1.6 Anuidade Uniforme Equivalente (AUE)

A Anuidade Uniforme Equivalente (AUE) também conhecida como Valor Presente Líquido Anulizado (VPLA) é o valor da distribuição do VPL por período, durante a vida útil do investimento (23), ou seja, este método é usado para calcular o fluxo de caixa anual constante gerado por um projeto ao longo de sua vida útil em tempos diferentes. Em casos cujos investi-

mentos são mutuamente excludentes, por exemplo, No caso de projetos mutuamente excludentes com vidas úteis diferentes, a seleção do projeto pode ser realizada com base no VPL anualizado cujo projeto com maior valor anualizado deve ser escolhido e esta característica é tida vantagem no uso desta ferramenta (39), no entanto, para projetos independentes já não são recomendados (40). VPLA pode ser expressa pela seguinte equação 8:

$$\text{AUE} = \dots \quad (\text{equação 8})$$

Onde VPL é o valor presente líquido, i = taxa de juros por período e n o número de períodos.

2.7 Discussão das vantagens e desvantagens de cada metodologia

Nesta seção, propomos uma revisão das metodologias disponíveis, demonstrando as vantagens e desvantagens das várias ferramentas úteis para avaliação de investimentos, levando em consideração vários elementos como o timing da oportunidade de investimento, flexibilidade operacional, valor do dinheiro no tempo, etc. A seção revela lacunas nas metodologias e também pode mostrar que uma determinada ferramenta é escolhida para um determinado problema, sendo portanto fundamental saber o interesse do stakeholder, o que ele busca em determinado investimento para fornecer dados importantes para que tome a decisão mais vantajosa, rentável, social e sustentável para o meio ambiente.

O modelo de investimento sugerido no estudo de Dranka et al (23), sugerem complementaridade entre as metodologias de avaliação econômica para a análise econômica de Projetos de Energia Renovável (REP) agrupadas em quatro categorias para as diferentes metodologias, pois avaliam que as Metodologias Clássicas de Análise de Investimento (CMIA) (por exemplo, VPL, TIR e Return sob Capital Investido ou Período de Payback) são mais indicados para projetos com baixa volatilidade de custo de investimento, investimento inicial ou de período, enquanto para projetos com média ou alta volatilidade recomendaram as Metodologias Multi-Index (MIM), que faz uma avaliação conjunta de indicadores de risco e retorno para dar mais robustez e confiança à viabilidade econômica de um projeto de investimento (41). O Extended Multi-Index (EMIM) é uma extensão do método MMI para realizar análises de sensibilidade sobre as variáveis que afetam a viabilidade econômica e o risco do investimento (42), oferecendo medidas adicionais de risco-retorno e aumentando a percepção do investidor sobre o investimento.

Quanto à Análise de Opções Reais (ROA), Dranka et al (23) levou em consideração aspectos de incerteza, irreversibilidade e flexibilidade nesse tipo de análise para fornecer mais informações aos investidores quanto ao risco e retorno do projeto. Além disso, utilizando a avaliação por meio do ROA, os autores verificaram que os investidores também teriam a opção

de adiar o projeto e viabilizá-lo no futuro, diminuindo os riscos e incertezas do investimento. No entanto, o estudo teve algumas limitações quanto à generalização da escala de volatilidades de cada variável (MRA, CF 0, and CFj)¹ adotados no estudo mais especificamente quanto ao método de avaliação econômica. Outra lacuna, o estudo analisou um único estudo de caso, não estendendo a pesquisa para realizar outras análises econômicas de projetos de energia renovável para cada sistema elétrico e suas estruturas regulatórias e de mercado.

Dranka *et al* (23), como descrito anteriormente, bem como Santos *et al* (14), ambos deram maior ênfase ao método de análise ROA quando comparados às metodologias CMIA. Santos *et al* (14) mencionam que o uso do CMIA pode levar a uma avaliação econômica excessivamente simples do projeto, conforme os mesmos aspectos já destacados por Dranka *et al* (23), ou seja, incerteza, irreversibilidade e flexibilidade. No entanto, o CMIA é de suma importância para fornecer aos investidores informações mais reais sobre as condições do mercado e reduzir as incertezas inerentes às energias renováveis. As limitações mencionadas por Santos *et al* (14) ao estudo são grandes porque não levaram em conta os custos de adiar o projeto quando não for viável dentro de um determinado período. Além disso, outras incertezas não consideradas no estudo, como demanda, regulação e custos de construção, poderiam ter sido incluídas em modelos mais sofisticados.

Na perspectiva de Delapedra-Silva *et al* (37), embora reconheçam as limitações da avaliação dos métodos VPL, Payback e TIR na tomada de decisão de investimento, também admitem que ainda são ferramentas de orientação amplamente utilizadas para o critério de decisão, principalmente, quando se trata de decidir se um projeto de investimento é viável ou não, ou seja, quando o VPL for maior que zero e a TIR for maior que o retorno do capital exigido pelo investidor (15,37).

Apesar de sua popularidade atual, nem o VPL nem a TIR foram projetados para lidar efetivamente com a grande maioria dos problemas de investimento, os fluxos de caixa periódicos gerados entre o momento da compra e venda (32). O VPL assume que os fluxos de caixa periódicos serão reinvestidos ao custo de capital ou outra taxa de desconto ajustada ao risco; Enquanto a TIR assume o próprio reinvestimento. Além disso, as duas medidas avaliam projetos de forma diferente, embora o VPL seja preferível à TIR devido às dificuldades que a TIR apresenta em algumas delas relatadas anteriormente. o VPL e a TIR, permitem estabelecer taxas de reinvestimento intermediárias mais realistas (15).

Os tipos de medidas de avaliação convencionais (VPL, Payback e TIR) mencionados acima, principalmente, por Dranka *et al*, 2020 (28); Santos, 2014 (20); Delapedra-Silva *et al*, 2022 (41); Kierulff, 2008 (37), Dalton *et al*, 2015 (21), embora amplamente utilizados na literatura atual, não são notoriamente suficientes para apoiar decisões de investimento com grande variabilidade por si só, pois não levam em conta a irreversibilidade, incerteza e flexibilidade da gestão de um projeto de investimento. Assim, devem ser aplicadas em conjunto com outras metodologias para trazer maior grau de certeza ao resultado final dos projetos em energia re-

1 De acordo com o estudo de Dranka *et al* (23) a sigla MRA significa Taxa Mínima de Atratividade. CF0 é o investimento inicial e CFj é o fluxo de caixa para cada período j.

novável.

Delapedra-Silva et al indicam o ROA. no entanto, levantam a limitação do instrumento devido à complexidade da análise e difícil interpretação, que ainda é considerada uma metodologia mais complexa. No entanto, o ROA acaba por aprimorar as metodologias mais tradicionais, o NPV, principalmente em termos de incerteza de mercado, pois defendem que o ROA é capaz de considerar risco e flexibilidade gerencial; o período de Payback aponta como métrica complementar para o avanço de outros métodos. A mesma conclusão em relação à complexidade do ROA foi destacada por Fernandes et al (38). Os autores apontam que a aplicação da técnica de avaliação por ROA é de difícil implementação, devido à medição da incerteza, para a qual são necessárias simulações mais robustas e com maior conhecimento matemático. Dessa forma, verifica a necessidade de tornar os cálculos do ROA menos complexos e facilitar a interpretação das análises. No entanto, eles também apontam as vantagens de aplicar o ROA às metodologias tradicionais de avaliação de investimentos, como VPL e TIR, ao identificar que os métodos tradicionais de fluxo de caixa descontado falham na avaliação de projetos que contêm risco e incerteza de investimento. Podendo avaliá-las muitas vezes como opções desfavoráveis quando na verdade se adiadas e levando em conta as variações do fluxo de caixa, como mudanças de mercado e percepção dos investidores, posteriormente seriam avaliadas como favoráveis.

Ginbo et al (42) discutem o ROA para análise de investimento para adaptação e mitigação das mudanças climáticas, sob a ótica da integração do valor econômico à flexibilidade temporal do investimento e questionar os resultados trazidos pelo método do VPL Tradicional que não leva em consideração conta a flexibilidade gerencial do investimento sob incerteza, cuja análise de opções reais é a mais indicada para obter maior precisão na avaliação. Além disso, eles descobriram que os tomadores de decisão são neutros ao risco, embora maximizem os lucros. No entanto, consideram importante levar em consideração as preferências de risco em modelos de opções reais, pois em outras metodologias esses resultados podem levar a valores errôneos nos investimentos. Eles trouxeram uma abordagem um pouco diferente do que foi visto até agora sobre a análise de opções reais. Eles destacaram a vantagem de usar a metodologia de análise de investimento por meio do ROA sob incerteza nos preços da eletricidade para diferentes tipos de edifícios e residências, comparando as propensões de adotar a energia solar fotovoltaica na rede elétrica ininterrupta nos países em desenvolvimento. A opção de cálculo ideal para a tomada de decisão de investimento no estudo avaliado foi a análise de opções reais (ROA), pois consideram que atrasar as decisões de implantação da energia solar fotovoltaica reduz o risco de perda de oportunidade. Constatou que as políticas de incentivo promovem investimentos em FER por meio de seu efeito no ROI esperado.

Tan et al (2019) utilizaram seu estudo em um de seus modelos de otimização, o ROI esperado para determinar a melhor alocação de recursos para diferentes projetos de inovação, podendo observar que projetos cuja maturidade tecnológica é menor possuem maiores níveis de incerteza. Por outro lado, para projetos com maior maturidade, a previsão do ROI pode ser mais precisa, demonstrando que geralmente quando os gestores de fundos de investimento são mais

avessos ao risco, eles tendem a apoiar menos tecnologias cuja maturidade tecnológica é menor, devido ao alto risco técnico e econômico. Além disso, afirmaram que para ambos os objetivos as estimativas de ROI eram representativas e poderiam retratar as preferências dos tomadores de decisão otimistas e pessimistas, de acordo com o grau de aversão ao risco do gestor. No entanto, os autores perceberam que a literatura apresenta uma limitação no desenvolvimento de modelos de otimização para alocação ótima de recursos financeiros, havendo maior avanço em instrumentos de apoio à decisão para avaliar recursos financeiros e sua alocação no desenvolvimento de tecnologias emergentes com sucesso.

Nota-se que existem vantagens e desvantagens para cada um dos métodos e a escolha do método dependerá da preferência dos interessados, sendo ideal a utilização de mais de um método na avaliação do processo decisório (43).

Por último, pode dizer-se que a escolha da ferramenta mais adequada dependerá de um conjunto de aspetos relacionados com o contexto de tomada de decisão que irão convergir para a escolha que melhor se enquadra, em que objeto de estudo se deve focar (por exemplo, quais tipos de impactos o tomador de decisão está interessado em absorver). E para os casos em que ferramentas diferentes abrangem efeitos diferentes, pode ser um importante ponto de decisão na escolha da ferramenta (43).

Além disso, segundo Hobbs & Meier (95), é importante ressaltar que na fase de tomada de decisão, mais de um método deve ser considerado em um processo de tomada de decisão, visto como uma tendência observada na literatura atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo principal alcançado ao revisar as metodologias mais utilizadas para auxiliar a tomada de decisão sobre novos investimentos. A revisão também abordou as vantagens e desvantagens dos métodos de análise de investimentos encontrados em artigos acadêmicos e documentos de instituições oficiais. Trouxe uma revisão ampla, porém não exaustiva, agregando a literatura atual baseada em metodologias de avaliação aplicadas à análise de investimentos em projetos.

Assim, para garantir a avaliação do retorno do investimento, uma ou mais análises financeiras devem ser utilizadas, mas deve-se considerar também outras avaliações cujas ferramentas dão maior enfoque socioambiental e tecnológico. O Valor Presente Líquido, por exemplo, traz ao valor presente a diferença entre entradas e saídas de caixa durante a vida útil do projeto. O ROI é uma métrica pouco utilizada na maioria das avaliações, mede a relação entre o valor presente dos fluxos de caixa e os investimentos do projeto. A Taxa Interna de Retorno representa a taxa de retorno que torna o VPL nulo e o Payback mostra o tempo necessário para recuperar os custos do investimento. Modelos como VPL, TIR e Payback, embora amplamente aplicados para análise de investimentos, não consideram, por exemplo, aspectos de incerteza,

irreversibilidade e flexibilidade que o ROA possui, principalmente em termos do valor da flexibilidade, essencial para postergar uma decisão de investimento, além do valor VPL tradicional, por exemplo. Entretanto, o ROA, pela complexidade da análise e difícil interpretação, ainda é considerado uma metodologia complexa. O Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) também não levam em consideração a variabilidade, as incertezas. Ainda, para VPL e TIR, para cada ano de vida útil da instalação, por exemplo, os retornos líquidos anuais (custos anuais - receitas anuais) são descontados a valor presente. O valor do sistema pode variar de acordo com a geografia e o horizonte de tempo.

Para atingir os objetivos deste estudo, adotou-se a pesquisa exploratória, que segundo Gil (9) visa aprimorar ideias e identificar algumas perspectivas para pesquisas futuras. Para apurar os fatos e investigar as informações encontradas, foram realizadas pesquisas bibliográficas (10) e documentais qualitativas (11). Eles foram avaliados com base em artigos publicados no Scopus, Google Scholar, Web of Science e documentos oficiais de instituições, resultando em um total de 213 artigos acadêmicos e 68 documentos governamentais e oficiais de instituições privadas publicados entre 1979 e 2023.

A escolha de qual é a ferramenta mais adequada dependerá de quais tipos de impactos o decisor está interessado em absorver. De facto, depende de um conjunto de aspetos relacionados com o contexto de tomada de decisão que irão convergir para a escolha que melhor se adequa e, para que objeto o estudo deve incidir (44). Até o prezado momento as pesquisas trabalharam apenas com a perspectiva da racionalidade do investimento com critérios puramente financeiros. Porém cresce a preocupação de avaliar não só a lucratividade do investimento, mas também realizar uma abordagem mais integrada relacionando impactos econômicos e meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tian J, Yu L, Xue R, Zhuang S, Shan Y. Global low-carbon energy transition in the post-COVID-19 era [Internet]. Vol. 307, Applied Energy. Elsevier Ltd; 2022. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118205>
2. IEA IEA. Electricity Market Report [Internet]. Electricity Market Report. 2022. Available from: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-january-2022>
3. IEA. Electricity Market Report 2023. Electricity Market Report. 2023.
4. International Renewable Energy Agency (IRENA). World energy transitions outlook 2023 [Internet]. World Energy Transitions. 2023. Available from: <https://irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2022%0Ahttps://irena.org/publications/2021/March/World-Energy-Transitions-Outlook>
5. IMF Blog. Public Sector Must Play Major Role in Catalyzing Private Climate Finance [Internet]. August 18, 2022. 2022 [cited 2023 Jan 24]. Available from: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/08/18/public-sector-must-play-major-role-in-catalyzing-private-climate-finance>
6. Abban AR, Hasan MZ. Revisiting the determinants of renewable energy investment - New evidence from political and government ideology [Internet]. Vol. 151, Energy Policy. Elsevier Ltd; 2021. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112184>
7. IEA IEA. Renewable Energy Market Update. Renewable Energy Market Update. 2022.
8. European Parliament. Portugal's National Recovery and Resilience Plan [Internet]. 2022.

- Available from: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729408/EPRS_BRI\(2022\)729408_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729408/EPRS_BRI(2022)729408_EN.pdf)
9. Gil AC. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 2002. 137–142 p.
 10. Santos, Campello Bernardes, Cendon Beatriz Valadares and KJM. Fontes de informação para pesquisadores e profissionais.” [Internet]. Fontes de informação para 2000. 128 p. Available from: http://files.biblio-2008.webnode.com.br/200000040-76a3b771d5/fontes_de_informacao_para_pesquisadores_e_profissionais_parte_001.pdf#page=18
 11. Richardson RJ. Pesquisa social, métodos e técnicas. 1999. p. 329.
 12. Cucchiella F, D’Adamo I, Gastaldi M. Financial analysis for investment and policy decisions in the renewable energy sector. Vol. 17, Clean Technologies and Environmental Policy. 2015.
 13. Cucchiella F, D’Adamo I, Gastaldi M. A multi-objective optimization strategy for energy plants in Italy [Internet]. Vol. 443, Science of the Total Environment. Elsevier B.V.; 2013. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.008>
 14. Santos L, Soares I, Mendes C, Ferreira P. Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. Renew Energy [Internet]. 2014;68:588–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.01.038>
 15. Dalton G, Allan G, Beaumont N, Georgakaki A, Hacking N, Hooper T, et al. Economic and socio-economic assessment methods for ocean renewable energy: Public and private perspectives. Renew Sustain Energy Rev [Internet]. 2015;45:850–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.068>
 16. Dixit AK, Pindyck RS. A New View of Investment. In: Investment under Uncertainty. 2019. p. 3–25.
 17. Ross SA, Westerfield RW, Jaffe J, Lamb R. Administração financeira : versão brasileira de corporate finance. 2015. 1196 p.
 18. Bruni AL, Famá R, De J, Siqueira O. Análise Do Risco Na Avaliação De Projetos De Investimento: Uma Aplicação Do Método De Monte Carlo. 1998.
 19. Ross, Stephen A.; Westerfield, Randolph W.; Jordan BD. Princípios de Administração Financeira. 2a Edition. Atlas; 2002.
 20. Fuller SK, Petersen SR. LCCosting Manual for the Federal Energy Management Program. NIST Handbook 135. 1996. 1–222 p.
 21. Tsukamoto YOH, Sugimoto J, Yokoyama R, Zhou Y. Economic Evaluation and Scenario Analysis of Wind Generations Based on Environment Factors. Power. 2006.
 22. Haas R, Ajanovic A, Ramsebner J, Perger T, Knápek J, Bleyl JW. Financing the future infrastructure of sustainable energy systems. Vol. 3, Green Finance. 2021.
 23. Dranka GG, Cunha J, de Lima JD, Ferreira P. Economic evaluation methodologies for renewable energy projects. Vol. 8, AIMS Energy. 2020.
 24. Damodaran A. APPLIED CORPORATE FINANCE. 2010. 52–67 p.
 25. Mota AG. PROJECT INVESTMENT ANALYSIS. 2015.
 26. Pienaar A. Investment appraisal: A critical review of the adjusted present value (APV) method from a South African perspective [Internet]. Vol. 6, Meditari Accountancy Research. 1998. 279–300 p. Available from: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/15318/Pienaar_Investment%281998%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 27. Brigham EF, Daves PR. Intermediate financial management. Vol. 21, The British Accounting Review. 1989. 286–288 p.
 28. Booth L. Finding Value Where None Exists: Pitfalls in Using Adjusted Present Value. Vol. 15, Journal of Applied Corporate Finance. 2002.
 29. Gu F, Jiang Z, Su J. Application of Features and Neural Network to Enhance the Performance of Deep Reinforcement Learning in Portfolio Management. 2021 IEEE 6th International Conference on Big Data Analytics, ICBDA 2021. 2021.
 30. Talavera DL, Pérez-Higueras P, Almonacid F, Fernández EF. A worldwide assessment of economic feasibility of HCPV power plants: Profitability and competitiveness. Vol. 119, Energy. 2017.

31. Balyeat B, Cagle J. MIRR : The Means to an End ? Reinforcing Optimal Investment Decisions Using the NPV Rule. Vol. 41, Journal of Financial Education. 2015.
32. Kierulff H. MIRR: A better measure. Vol. 51, Business Horizons. 2008.
33. Mäkeläinen E. Economic Value Added AS A management tool. Helsinki School of Economics and Business Administration Department; 1998.
34. PLETSCHE GB. MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS LÁCTEOS. 2020.
35. Rasoto A, Gnoatto AA, Oliveira AG de, Rosa CF da, Ishikawa G, Carvalho HA de, et al. Gestão Financeira : enfoque em Inovação. 2012.
36. Kim K, Park H, Kim H. Real options analysis for renewable energy investment decisions in developing countries. *Renew Sustain Energy Rev* [Internet]. 2017;75(October 2015):918–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.073>
37. Delapedra-Silva V, Ferreira P, Cunha J, Kimura H. Methods for Financial Assessment of Renewable Energy Projects: A Review. *Processes*. 2022;10(2).
38. Fernandes B, Cunha J, Ferreira P. Real Options Theory in Comparison To Other Project Evaluation Techniques. 1st International Conference on Project Economic Evaluation ICOPEV 2011, Guimarães, Portugal. 2011.
39. Liu Y. Evaluation Method Based on NPV and IRR. Vol. 656, Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022). 2022.
40. Bora DB. COMPARISON BETWEEN NET PRESENT VALUE AND INTERNAL RATE OF RETURN. *Int J Res Financ Mark* [Internet]. 2015;5(12):61–71. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-6622.2002.tb00337.x/full>
41. Souza; A, Clemente A. Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações. 5. ed. Atlas 2012, editor. São Paulo.; 2009.
42. Lima JD De, Trentin MG, Oliveira GA, Batistus DR, Setti D. A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. Vol. 5, *International Journal of Engineering Management and Economics*. 2015.
43. Strantzali E, Aravossis K. Decision making in renewable energy investments: A review. *Renew Sustain Energy Rev* [Internet]. 2016;55:885–98. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.021>
44. Finnveden G, Moberg Å. Environmental systems analysis tools - An overview. Vol. 13, *Journal of Cleaner Production*. 2005.