



**MENSURAÇÃO DE VALOR PÓS INSTALAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS:
MÚLTIPLOS CASOS SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA DOS CUSTOS DE
MENSURAÇÃO**

**MEASUREMENT OF VALUE AFTER INSTALLATION OF PHOTOVOLTAIC
PANELS: MULTIPLE CASES UNDER THE PERSPECTIVE OF ECONOMY
MEASUREMENT COSTS**

Cristian Winkelmann

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
crisdws1@outlook.com
<https://orcid.org/0009-0007-9930-8433>

Eliana Cunico

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
elianacunico@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2707-809X>

Silvana Anita Walter

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
silvanaanita.walter@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1684-5465>

Resumo

Este artigo se propôs a analisar de que forma os clientes que investiram em energia fotovoltaica avaliam a viabilidade do investimento e como realizam a mensuração de valor dos resultados obtidos. Teoricamente se ampara na Economia dos Custos de Mensuração (ECM) e, empiricamente, os dados são provenientes de três propriedades distintas dentro da mesma região do oeste do Paraná, sendo uma comercial, uma rural e uma residencial. A ECM afirma que um ativo possui diversos atributos e estes geram custos de mensuração. A pesquisa de natureza qualitativa, teve sua coleta de dados por meio de entrevistas e análise documental. Na análise dos resultados, são observadas as expectativas dos clientes antes da instalação dos equipamentos e a forma como mensuraram o retorno sobre o investimento, além das análises

de Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Payback Descontado sobre as faturas de energia elétrica. Conclui-se que o artigo contribui para o avanço da discussão teórica a respeito de mensuração de valor, uma vez que se utiliza de maneira combinada de indicadores quantitativos para avaliar viabilidade por meio das técnicas de orçamento de capital e, complementa essa análise, a partir da consideração de outros aspectos da mensuração de valor presentes na ECM, tais como a natureza dos atributos do ativo, a garantia da marca, a reputação da empresa, o direito legal e o direito econômico envolvidos na transação.

Palavras-chave: Investimento; Energia Solar; Custo de Mensuração.

Abstract

This article set out to analyze how customers who invested in photovoltaic energy evaluate the viability of the investment and how they measure the value of the results obtained. Theoretically, it is based on Economy Measurement Costs and, empirically, the data comes from three different properties within the same region of western Paraná, one commercial, one rural and one residential. ECM states that an asset has several attributes, and these generate measurement costs. The qualitative research had data collection through interviews and document analysis. When analyzing the results, customer expectations are observed before installing the equipment and how they measured the return on investment, in addition to analyzing Net Present Value, Internal Rate of Return and Discounted Payback on electricity bills. It is concluded that the article contributes to the advancement of the theoretical discussion regarding value measurement, since it uses quantitative indicators in a combined manner to assess viability through capital budgeting techniques and, complements this analysis, based on consideration of other aspects of value measurement present in the ECM, such as the nature of the asset's attributes, the brand guarantee, the company's reputation, the legal law and the economic law involved in the transaction.

Keywords: Investment; Solar Energy; Measurement Costs.

1. Introdução

A energia elétrica é produto fundamental, de reconhecida importância para a sociedade e para o desenvolvimento econômico. Está presente e se faz necessária em casas, ruas, meios de transporte, atividades econômicas e nas diversas atividades residenciais e empresariais. No

entanto, as fontes energéticas mais utilizadas são o Petróleo, Gás Natural e Gás Mineral, todas caracterizadas como não renováveis, com reservas com prazo de validade próximo (Azevedo, 2021). Devido ao uso dos combustíveis fósseis como principal fonte de energia, o meio ambiente e o planeta têm sofrido consequências, isso faz com que a busca por novas fontes de energias renováveis, principalmente na matriz energética, e por combustíveis mais limpos ganhem foco em nível mundial (Borges et al., 2016; Azevedo, 2021).

No Brasil, as usinas hidrelétricas são a principal fonte de produção de energia elétrica e são consideradas indispensáveis e tecnicamente mais propícias para a produção, graças a riqueza fluvial do país que permite amplo aproveitamento hidrelétrico. As usinas hidrelétricas demonstram já estarem no seu ápice de geração de energia que, apesar de ser uma fonte limpa, geram impacto ambiental com o desmatamento local e desocupação dos animais silvestres, devido a infraestrutura da qual demandam (Piovesana & Schram, 2016) além de sofrerem com baixa oferta em períodos de escassez de chuvas.

Rico em recursos naturais e privilegiado no que diz respeito a disponibilidade de luz solar, o Brasil, ainda possui de recursos humanos para atuarem no setor de geração de energia solar fotovoltaica. Porém, não obstante, aos eminentes esforços, existem alguns empecilhos para a implementação em grande escala da energia fotovoltaica na matriz elétrica do país (Rella, 2017). Um dos principais fatores que atrapalham o aumento da utilização de painéis fotovoltaicos nas residências consumidoras e empresas de pequeno porte é o investimento inicial (Nascimento, 2004). Contudo, os custos de implantação de energias renováveis caíram nos últimos anos, tornando os projetos de energia solar fotovoltaica mais viáveis em propriedades rurais, residenciais e industriais (Abel et al., 2019).

As normativas nº 482 e nº 517, aprovadas em 2012, que estabelecem condições gerais para a micro geração de energia elétrica, além do sistema de compensação de energia elétrica, atribuíram vantagens econômicas tangíveis a energia solar em grande peso, fora os benefícios ao meio ambiente (Zimmer, 2019). Recentemente, com a Lei nº14.300/2022, aprovada em 06 de janeiro de 2022, mudanças relevantes foram aprovadas. A nova Lei traz equilíbrio e equidade para estabelecer regras claras e coerentes, dentre elas a adição da regra de compensação com prazo delimitado, estando válida até 2045 para consumidores-geradores atuais e aqueles que solicitarem acesso a rede de distribuição por meio do SCEE (Sistema de Compensação de Energia Elétrica) em até 12 meses da publicação da nova Lei (Meyer, 2022).

No Paraná, de acordo com as regras estabelecidas pela Resolução ANEEL Nº 482/2012, é permitido que os consumidores instalem geradores de pequeno porte em suas unidades

consumidoras e utilizem o sistema elétrico da concessionária local (COPEL) para injetar o excedente de energia (Colatusso, 2018). Em novembro de 2020, o estado do Paraná mostrou-se como o quinto estado que teve mais sistemas fotovoltaicos instalados, perdendo apenas para o Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso (Aneel, 2020; Bassan, 2021).

Do ponto de vista teórico deste tema, outros estudos realizados em relação a análise de viabilidade econômico-financeira da instalação de sistemas fotovoltaicos demonstram, segundo Bald, Cunico e Walter (2021), que a instalação desses sistemas é viável em residências urbanas, considerando diferentes cenários. Em contrapartida, outros estudos avaliam que não é vantajoso economicamente colocar a energia produzida na rede elétrica devido às taxas cobradas pela distribuidora e, para tornar o sistema mais econômico, faz-se necessária a utilização de um dispositivo para armazenar o excedente da produção (Rosa, 2022). Para Nascimento, Rodrigues e Santos (2022), a geração compartilhada e a geração junto a carga se mostram vantajosas aos consumidores em relação aos custos e características.

Embora estudos anteriores tenham abordado o mesmo tema, em geral avaliam os resultados sob a ótica econômica e de viabilidade projetada, por meio de técnicas de orçamento de capital, para avaliar custo x benefício em diferentes cenários. Este estudo terá como diferencial, a percepção dos consumidores de sistemas fotovoltaicos após instalação, ou seja, considera ganhos reais, amparado em aspectos de mensuração de valor da Economia dos Custos de Mensuração (ECM). Neste estudo não foram apenas utilizados os resultados quantitativos de projeções envolvendo técnicas de orçamento de capital. Também foram considerados outros atributos de mensuração do valor do ativo que recebeu investimento, na análise de cada um dos casos.

A Economia dos Custos de Mensuração foi proposta em seu estudo precursor em 1982. Seu foco recai para os direitos de propriedade, e determina que a informação gera custos para ser produzida e há dificuldades em sua transmissão crível. Para resolver os problemas de mensuração e proteção do valor gerado, os indivíduos buscarão alternativas para proteger direitos de propriedade. Por direito de propriedade, Barzel (2005), entende que são os direitos econômicos sobre um determinado bem, indicando a habilidade em usufruir direta ou indiretamente das trocas. Desse modo, a Economia de Mensuração de Custos (ECM) define que se existir a possibilidade de mensuração, estruturas de governança menos complexas podem ser eficientes, independentemente da quantidade de especificação dos ativos (Barzel, 2005; Guimarães & Bankuti, 2019).

Frente aos fatos apresentados, a presente pesquisa tem como proposta responder o seguinte questionamento: Como se define a mensuração de valor e de viabilidade financeira de

investimentos em energia fotovoltaica após a implantação dessa tecnologia em residências, propriedades rurais e empreendimentos comerciais? Para isso, foi desenvolvido o seguinte objetivo: analisar de que forma os clientes que investiram em energia fotovoltaica avaliam a viabilidade do investimento e como realizam a mensuração de valor dos resultados obtidos. Especificamente, o artigo se propõe a investigar como os clientes analisam valor em relação aos investimentos realizados para a instalação dos equipamentos e, posteriormente, analisar do ponto de vista da ECM como o valor é gerado e como é protegido no que tange aos investimentos específicos da energia solar.

Estruturou-se o referido de modo que além desta introdução na segunda seção, apresenta-se o embasamento teórico sobre a energia solar e a geração fotovoltaica e sobre a Economia dos Custos de Mensuração (ECM). Na terceira, relatam-se os procedimentos metodológicos empregados para o desenvolvimento da pesquisa. Na quarta seção, se faz a apresentação e a análise dos resultados obtidos; e, na quinta, conclui-se e apresentam-se as limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

2. Referencial Teórico

2.1 Energia Solar e Geração Fotovoltaica

O sol é uma estrela que emite energia através da radiação solar, ela se propaga em todas as direções através do espaço por ondas eletromagnéticas. Essa energia é o que dá início e determina a dinâmica dos processos atmosféricos e do clima. A energia que vem do Sol é dissipada por radiação eletromagnética proporcionada pelas reações de hidrogênio, encontrado no núcleo do Sol, por fusão nuclear e que é emitida pela superfície solar (Vargas, 2019).

A energia fotovoltaica apresenta vantagens, dentre as quais se encontram a sua simplicidade, sua característica modular, os curtos prazos de instalação, o elevado grau de confiabilidade dos sistemas e a baixa manutenção. Além disso, sistemas solares fotovoltaicos são uma fonte silenciosa, não-poluente e renovável de energia elétrica adequada a integração no meio urbano, uma vez que reduz quase completamente as perdas por transmissão e distribuição da energia devido a proximidade entre geração e consumo. Outra vantagem expressiva é a descentralização da geração, acessível a qualquer comunidade em qualquer local, por mais remota que seja (Molin, 2018).

A energia excedente produzida é cedida para a distribuidora local, e depois ela é compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora, ou, de outra unidade que seja da mesma titularidade. No caso de haver saldo positivo de um mês, este

poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou então na fatura do próximo mês e os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses. Ainda existe a possibilidade de utilizar esses créditos em outra unidade, porém as duas unidades consumidoras devem estar na mesma área de concessão e que sejam do mesmo titular. Esse processo não envolve circulação de dinheiro e sim, apenas a troca de kilowatts hora (kWh) entre o consumidor e a concessionária (Zimmer, 2019).

Quando falamos em energia, devemos lembrar que o Sol é o responsável pela origem da maioria das fontes de energia e atualmente, além de seu aproveitamento como fonte de calor e de luz, também é uma alternativa energética promissora para os novos desafios do milênio (Molin, 2018). O uso da energia solar para a obtenção de eletricidade é uma forma de reduzir as emissões de gases do efeito estufa e impactos ambientais ligados a construção de algumas formas de empreendimentos energéticos. Além disso, a dinamicidade de instalação nos mais variados locais, principalmente integrada a construções em projetos de mini e microgeração residenciais, faz dela uma fonte com alto potencial de expansão no país, com benefícios para a rede elétrica nacional (Selo Solar, 2018).

A energia solar tem ganho mais destaque no cenário mundial, com uma alta e contínua taxa de crescimento que irá se manter devido a demanda mundial por fontes de energias limpas, eficiência e baixos prejuízos ao meio ambiente (Silva, 2015). Observado pela primeira vez em 1839 pelo físico francês Edmond Becquerel, o método de conversão da luz solar em energia elétrica, foi utilizado desde então por alguns países para fins de estudo, científicos ou para consumo (Bortoloto et al., 2017). A funcionalidade dessa tecnologia é baseada na conversão da energia solar em energia elétrica por meio da radiação solar sobre materiais semicondutores (Bagnall & Boreland, 2008; Albuquerque et al., 2017).

A energia solar fotovoltaica é gerada através da conversão da radiação solar em eletricidade, por meio de um dispositivo chamado de célula fotovoltaica que utiliza do princípio fotoelétrico ou fotovoltaico (Imhoff, 2007). As células fotovoltaicas, em sua grande maioria, têm em sua composição base o elemento químico Silício (Si) e podem ser constituídas de cristais monocristalinos, policristalinos ou de silício amorfo (Cresesb, 2006).

A geração de energia solar em sistemas fotovoltaicos está dividida em três principais grupos: geração centralizada, geração isolada e geração distribuída. A geração centralizada caracteriza-se como a produção de energia em larga escala, disponibilizada no sistema elétrico pelas linhas de transmissão. Entende-se como geração isolada, a produção local de energia para abastecimento em locais remotos. Por fim, a geração distribuída define-se como o sistema conectado na rede pública de distribuição, junto a unidade consumidora, enviando a energia

produzida em excedente para a rede, integrada pelos sistemas de micro e minigeradores distribuídos (Rosa & Gasparin, 2016).

A energia fotovoltaica representa uma pequena parcela na matriz energética mundial, com perspectivas de crescimento. Experimentos em vários países contribuíram para a expansão da capacidade instalada deste mercado nos últimos anos, apresentando ganhos de produção e redução de custos para os investidores, motivos que apontaram a energia solar fotovoltaica como solução rentável no suprimento de energia (Epe, 2012).

Muitos países adotam políticas de incentivo para a disseminação de energias renováveis, dentre as quais se encontram as políticas regulatórias subdividida em: tarifas feed-in, sistema de compensação de energia elétrica (net metering) e leilões. As políticas mais comuns são as tarifas de feed-in, consistem em garantir aos geradores de energias renováveis o pagamento de valor fixo específico durante um período. A net metering, é propícia para o setor de pequena escala de geração distribuída, possibilitando a compensação energética ou financeira sobre o excedente de produção aos geradores. Os leilões estão ligados a geração em larga escala e servem para a comercialização da energia (Parente, 2018).

O Brasil é visto como um país promissor na geração de energia solar, devido a sua vasta área territorial e incidência de raios solares, além de possuir expressivas reservas de quartzo (matéria-prima utilizada na produção de painéis fotovoltaicos), tendo por benefícios a utilização da energia solar em locais de difícil acesso ou lugares remotos e a grande vida útil dos sistemas implantados (Aguilar et al., 2012).

Apesar do crescimento, o segmento no país ainda representa uma pequena parcela da participação na matriz energética. Porém, no que diz respeito a energia fotovoltaica, o Brasil se mostra alinhado com o cenário mundial de desenvolvimento de energia sustentável (Nascimento, 2017; Mosqueira, 2020).

O estado do Paraná possui a geração distribuída instalada em 385 municípios, com 18.530 registros de pontos de produção de energia e 19.075 unidade consumidoras beneficiárias, em 2021. É o quinto estado com maior potência instalada, atrás apenas de grandes centros como São Paulo e Minas Gerais (Gedisa, 2021). O potencial que o Paraná apresenta frente a energia fotovoltaica, fica ainda mais evidente quando comparado a regiões que são referência nessa tecnologia, como por exemplo a Europa, que apoia o seu desenvolvimento utilizando das políticas públicas (Tiepolo et al., 2018). Dessa forma, se torna relevante conhecer a mensuração de valor vinculada a essa tecnologia em amplo crescimento.

2.2 ECM – Economia dos Custos de Mensuração

A Economia de Custos de Mensuração propõe que um ativo possui diversos atributos, e que a mensuração desses atributos produz efeito sobre os direitos de propriedade, mas essa mensuração não é simples e inevitavelmente agrega custos. Desse modo a ECM consiste em mensurar atributos para determinar a estrutura de governança mais eficiente. Ela considera que, para mensurar de forma fácil e com baixo custo, as transações são viáveis aos mercados ou contratos, enquanto para a mensuração difícil e subjetiva, opta-se por relações de longo prazo ou integração vertical (Barzel, 2005; Sperandio & Souza, 2018).

As relações de mercado ou de risco, são as formas mais simples de transacionar, eficientes quando as dimensões do ativo são facilmente mensuradas, mas possuem custos, e podem ser estipuladas antes da realização da troca (Barzel, 2005). Neste artigo, o ativo considerado é a tecnologia de painéis fotovoltaicos para geração de energia solar. Atualmente, as transações ocorrem por meio de contratos (estruturas híbridas), específicas a cada negociação. No entanto, por se tratar de um ativo de investimento financeiro considerável e que envolve aspectos de customização quanto a instalação, sua transação não se viabiliza via mercado. Outro modo de organização são as relações por meio de contratos, apoiadas pelo Estado e, portanto, possibilitam legalmente a distribuição dos direitos de propriedade. Os atributos contratados devem ser verificáveis e mensuráveis, passíveis de serem medidos apenas durante o consumo (Azevedo, 2000; Barzel, 2005). Relações de longo prazo, são adequadas a transações que envolvem atributos difíceis de avaliação, o que atribui alto custo de mensuração (Barzel, 2005; Guimarães & Bankuti, 2019). Finalmente, a integração vertical é constituída em uma alternativa para solucionar problemas na transmissão da informação e na proteção dos direitos de propriedade, nos casos em que a mensuração é difícil de ser realizada ou envolve elevados custos (Barzel, 2005; Guimarães & Bankuti, 2019).

No que tange os atributos de mensuração do valor, estes podem ser classificados de duas maneiras: intrínsecos e extrínsecos. Atributos intrínsecos podem ser mensurados antes ou depois da compra, portanto são de fácil mensuração e possuem características visíveis, como cor, odor, tamanho e posteriormente, sabor e textura (Azevedo, 2000; Guimarães et al., 2019). Enquanto, os atributos extrínsecos são aqueles ligados ao processo produtivo, dificilmente verificados diretamente no produto e, desse modo, denominam-se como bens de crença, onde nem após o consumo é possível ter conhecimento das informações relevantes, como por exemplo, originários de produção orgânica (Figueiredo & Csillag, 2010; Trienekens, 2011; Guimarães et al., 2019).

A mensuração de tais atributos, gera efeito diretamente sobre os direitos de propriedade, que nesse caso tratam dos direitos legais e dos direitos econômicos. Os direitos legais são

aqueles que determinam a posse de um ativo, com reconhecimento por lei perante o estado. Os direitos econômicos são os direitos que permitem o usufruo sobre um ativo, sendo direta ou indiretamente (Barzel, 2005; Sperandio & Souza, 2018).

Além dos direitos legais e econômicos, outro meio para assegurar acordos são as informações. Em transações onde as informações são discordantes, os compradores e vendedores buscam reduzir incertezas. Desse modo, a sinalização de mercado surge como meio de transmitir informações necessárias de forma crível aos interessados, sem a apropriação indevida de valor, conseqüente da seleção adversa ou informação oculta. Assim, a presença de incerteza e assimetria faz com que incentivos econômicos sejam afetados pela estrutura de propriedade. Portanto, quando a informação é aceita como primordial na geração e não dissipação de valor, direitos adicionais de controle são necessários (Barzel, 2002; Monteiro & Zylbersztajn, 2011; Cunico et al., 2019).

A fim de mensurar valor há que se reconhecer aspectos relativos aos atributos e a estrutura de governança utilizada para confirmar a transação entre as partes. Assim, além dos aspectos relacionados aos atributos, a estrutura de governança e aos mecanismos de proteção de valor, técnicas de orçamento de capital tais como Payback Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno são comumente utilizados pelas empresas fornecedoras para formalizar contratos de venda e prestação do serviço de instalação junto aos clientes.

2.3 *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno

O método descrito como *Payback* Descontado, considera no seu cálculo a desvalorização do capital pelo tempo, aplicando a taxa mínima requerida de juro, também conhecida como custo de capital (Kassai et al., 2000; Laponni, 2000). Neste método, a medida que as receitas são agregadas ao fluxo de caixa de cada mês, o saldo do projeto, que é o valor do investimento inicial, vai diminuindo e conseqüentemente, os juros carregados a ele também são reduzidos. Quando o saldo do projeto chegar a zero ou passar para um valor negativo, atingiu-se o *payback* descontado, ou seja, o tempo transcorrido desde o início do investimento até o retorno integral do capital investido (Piero & Colombini, 2004; Laponni, 2000). Para este estudo, o método foi avaliado de maneira gerencial a fim de validar se a expectativa de tempo de retorno que os clientes possuíam no momento da aquisição desta tecnologia foi atingida.

O Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Em outras palavras, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos (Silva & Fontes, 2005). O projeto que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável,

sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL. Para uso desse método, é necessária a definição de uma taxa de desconto (Silva & Fontes, 2005). O VPL, em suma, foi utilizado para comparar o retorno em valor financeiro que a economia de energia proporcionou frente ao investimento, comparado ao valor de riqueza acumulada que o investidor poderia ter atingido se tivesse utilizado esse mesmo montante para aplicar a rendimento de juros na taxa base da economia, a SELIC.

A Taxa Interna De Retorno (TIR) de um investimento é a maior taxa de retorno do fluxo de caixa, porque outra acima dela torna o VPL negativo. Com a TIR, procura-se determinar uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto. Esta taxa é dita “interna”, pois depende somente dos fluxos de caixa de certo investimento e não de taxas oferecidas em algum outro lugar. Quanto maior for a TIR, melhor o retorno do investimento prometido pelo projeto (Klann & Tomasi, 2010).

A TIR define que se o projeto oferecer um retorno igual ou superior ao custo de capital da empresa, ela vai gerar caixa suficiente para pagar os juros e para remunerar os acionistas de acordo com suas exigências. Quando a TIR for maior que o custo de capital da empresa, significa que a empresa aumentará sua riqueza ao aceitar o projeto de investimento (Klann & Tomasi, 2010). Quanto a TIR, ela consiste no parâmetro comparativo utilizado neste estudo para avaliar, em termos de taxa mensal, o retorno que o investimento na energia solar proporcionou para cada um dos casos.

3. Metodologia

O termo método é descrito como o conjunto dos princípios e dos procedimentos aplicados pela mente para estruturar, de modo ordenado e seguro, informações válidas, enquanto que a metodologia é o estudo dos princípios e métodos de pesquisa (Laville & Dionne, 1999). Desse modo, este estudo é caracterizado como uma pesquisa descritiva com abordagem mista, que engloba tanto perspectivas quantitativas como qualitativas. A pesquisa quantitativa realiza a determinação de dados representativos e objetivos, enquanto a qualitativa tem interesse no coletivo, observando o que é predominante em determinado grupo (Mussi et al., 2019). O objetivo consiste em analisar se clientes que obtiveram energia fotovoltaica possuem ferramentas para realizar o acompanhamento e o controle gerencial dos resultados obtidos.

A coleta de dados foi obtida através da pesquisa documental, que se trata de uma ferramenta ampla onde o escopo das fontes é vasto, diversificado e disperso (Salge et al., 2021). Vale ressaltar que os documentos são importantes, pois proporcionam mais visões do problema inerente para a pesquisa, ou seja, criam meios para formulação de hipóteses que conduzam a

verificação por outros meios, mas não se referem na definição de respostas definitivas para o problema (Gil, 2008). Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com clientes de uma empresa fornecedora de equipamentos para geração de energia fotovoltaica. A entrevista semiestruturada é baseada em um roteiro elaborado de antemão, comumente composta por perguntas abertas (Manzini, 2004). A seleção dos três casos ocorreu em concordância entre a empresa e o aceite dos clientes em participar da pesquisa e fornecer dados de consumo de suas faturas de energia antes e depois da aquisição dos painéis fotovoltaicos. A fim de respeitar a Lei Geral de Proteção de Dados (LEI Nº 13.709, de 14 de agosto de 2018), os clientes não foram nomeados, apenas denominados como E1 para a propriedade comercial, E2 para a propriedade rural e E3 para a propriedade residencial.

Sendo assim, os dados para estruturação da análise foram coletados por meio de entrevistas realizadas no mês de Março de 2023, através de um roteiro apresentado no Quadro 1. Além disso, para desenvolvimento da análise do *Payback* Descontado, foram disponibilizadas pelos entrevistados, as faturas de energia elétrica, correspondentes ao período prévio e posterior de instalação do equipamento, assim como os orçamentos feitos pelas empresas fornecedoras e o valor investido na opção escolhida.

Quadro 1. Perguntas da Entrevista

Categorias da Pesquisa	Pergunta da Entrevista
Mensuração de expectativa de valor	1. O que te fez optar pela energia solar?
	2. Quais eram suas expectativas no momento que instalou os painéis?
<i>Payback</i> Descontado	3. Há quanto tempo instalou a energia solar? Você acredita que o investimento já se pagou?
Medida de valor	4. Suas expectativas relatadas anteriormente, foram todas atendidas?
Sinalização de mercado	5. Como você mensurou/avaliou o valor de retorno do seu investimento? Condiz com o que a empresa informou antes de vender?
Direito Legal	6. Você leu o contrato antes de contratar os serviços?
Direito Legal	7. Você considera que todos os termos do contrato foram cumpridos pela empresa?
Direito Econômico	8. A empresa cumpriu com o que foi combinado entre vocês?
	9. Você recomendaria essa empresa para algum familiar ou amigo? Ou se fosse para instalar a mesma tecnologia em outro local, optaria pela mesma empresa?
Atributos Intrínsecos e Extrínsecos	10. O equipamento tem apresentado o desempenho esperado?
Garantia de marca	11. Você acredita que a qualidade da energia solar varia de acordo com a marca dos painéis?
Reputação	12. Antes de investir na energia solar você buscou recomendações da empresa?
VPL e TIR	13. Quais gastos você tem tido com manutenção do seu sistema de placas solares e você os conhecia antes de adquirir?
	14. Você quer falar algo mais sobre sua experiência com energia solar?

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

4. Resultados

A partir das respostas dos entrevistados, conclui-se que a razão pela qual eles optaram em investir na energia solar está relacionada a economia, redução de custos e retorno financeiro. Isso se deve ao fato de que buscaram um investimento rentável que valoriza o estabelecimento em que está instalado e proporciona aumento na lucratividade, uma vez que reduz despesas com a fatura de energia. De acordo com a ECM para ser possível analisar valor, o ativo deve ser mensurável (Barzel, 2005). Neste caso da energia solar, é possível facilmente medir o desempenho do sistema de maneira *ex-post*, ou seja, antes de instalar trabalha-se com estimativas de sistemas similares. E, posteriormente a instalação, é possível comparar o valor da fatura de energia antes e depois da instalação dos painéis solares.

As expectativas que os entrevistados possuíam no momento da instalação se resumem a trocar a conta de luz pela parcela da compra do equipamento, a produção de energia solar com máxima eficiência durante os primeiros anos, além do fato de que o investimento se pagasse dentro do previsto e que a partir desse tempo essa economia de despesas fosse convertida em lucro. No geral, todos os entrevistados estão satisfeitos com o investimento, pois tiveram suas expectativas atendidas e até mesmo superadas, apenas o E1 fez um breve comentário sobre o consumo de energia que aumentou a partir disso, pois houve o descuido com os aparelhos eletrônicos que passaram a ficar ligados por mais tempo e desnecessariamente. Segundo a ECM, os atributos contratados devem ser verificáveis e mensuráveis, passíveis de medição durante o consumo (Azevedo, 2000; Barzel, 2005). Portanto, foi possível mensurar a rentabilidade do equipamento em relação a produção de energia e diminuição de gastos, conforme o que já era esperado.

Em relação a avaliação do retorno sobre o investimento, todos os entrevistados tiveram essa preocupação. No caso do E1 a empresa fornecedora disponibilizou a simulação. O E2 buscou e fez a cotação com sete empresas das quais separou duas com o melhor preço e estrutura e, dessa forma, escolheu a melhor do seu ponto de vista. O E3 fez o próprio cálculo simulando tempo versus investimento e avaliou o que era mais viável: investir em energia solar ou em aplicação financeira, devido ao rendimento dos juros dos bancos na época. Desse modo, a sinalização de mercado tem o intuito de transmitir informações necessárias de forma crível aos interessados (Barzel, 2002; Monteiro & Zylbersztajn, 2011; Cunico et al., 2019). O mercado de energia solar pode ser considerado como um investimento elevado e a busca por informações para diminuição de incertezas torna-se ponto chave para a tomada de decisão na hora da compra.

Os entrevistados 1 e 3 fizeram a instalação no ano de 2021 com uma diferença de alguns meses. O E2 optou pela energia solar em Junho de 2020. Os entrevistados E1 e E2 afirmam que os investimentos já se pagaram dentro do esperado e o E3 acredita que o equipamento ainda não se pagou devido ao tempo de instalação, mas que está cumprindo com o previsto. Esses dados foram utilizados para fazer a mensuração do retorno do investimento através do *Payback Descontado*, relacionando a diferença entre as faturas de energia elétrica antes e depois da instalação durante o tempo decorrido, junto com contrato de aquisição do equipamento e dos serviços, disponibilizado pelos entrevistados.

Sobre os termos de contrato com as empresas fornecedoras, ambos E1 e E2, fizeram a leitura dos contratos e afirmam que todos os termos foram cumpridos por parte das empresas. No caso do E3 não houve contrato, pois ele é gerente de uma distribuidora de kits geradores fotovoltaicos e apenas solicitou o serviço de instalação do equipamento com um fornecedor com o qual possui relações de trabalho. Dessa forma, os direitos legais determinam a posse de um ativo por meio de contrato com reconhecimento perante o estado (Sperandio & Souza, 2018). No caso de equipamentos de alto valor como os de geração de energia solar, deve haver garantia de posse deles através de um acordo escrito que descreva as funcionalidades do equipamento bem como os possíveis prazos de funcionamento e a quem cabe os custos com a manutenção, esses termos variam de acordo com as empresas e, portanto, deve-se sempre haver a preocupação por parte dos clientes e das empresas fornecedoras.

Todos os entrevistados ficaram satisfeitos com as empresas que escolheram. Inclusive o E1 está realizando novos investimentos com a compra de um novo equipamento com a mesma empresa. O E2 recomendaria a empresa para amigos e familiares e ainda disse que: "Compraria novamente em caso de preços e valores condizentes com a realidade e fatores favoráveis". Por fim, o E3 recomendou para outras pessoas a empresa com quem fez a instalação do equipamento. Os direitos econômicos são os direitos que permitem o usufruo sobre um ativo, sendo direta ou indiretamente (Sperandio & Souza, 2018). Trata-se do cumprimento de relações entre cliente e fornecedor, muitas vezes não descritas previamente em contratos, mas que se referem a critérios de recorrência e satisfação em relação ao serviço ofertado, ocasionando a preservação da imagem que a empresa fornecedora possui ou sua degradação.

Na análise do desempenho do equipamento, todos os entrevistados afirmam que as características dos aparelhos cumprem com a função esperada. O E1 fez o seguinte comentário em relação ao equipamento: "Todas as vezes que apresentou alguma diminuição/déficit de geração, as soluções eram rápidas e práticas, limitando-se normalmente a limpeza e pequenos

reparos". Enquanto isso, os entrevistados E2 e E3 não relataram problemas. Dessa forma, os atributos intrínsecos são as características que podem ser mensuradas antes ou depois da compra (Azevedo, 2000; Guimarães et al., 2019). Observa-se que os equipamentos possuem características físicas e funcionais satisfatórias, como o material utilizado na fabricação das placas solares e na durabilidade do equipamento em si, que fica exposto diariamente as condições climáticas.

Em relação a qualidade de marca e características dos equipamentos, os entrevistados acreditam que esses fatores influenciam na capacidade de produção das placas solares. Os entrevistados E1 e E3 afirmam que a qualidade do material utilizado na fabricação dos equipamentos pode interferir significativamente na produção de energia com maior ou menor eficiência, enquanto isso o E2 acredita que existem marcas que são superiores e inferiores.

O principal fator que influenciou na decisão dos entrevistados E1 e E2 para a escolha das empresas, além da reputação e recomendação, foi o preço ofertados pelas mesmas, enquanto para o E3 a empresa que ele escolheu para a instalação era de seu conhecimento e possuía vários anos de mercado. Atributos extrínsecos são características dificilmente visualizadas diretamente no produto, sendo caracterizadas como bens de crença (Figueiredo & Csillag, 2010; Trienekens, 2011; Guimarães et al., 2019). Essas qualidades dos equipamentos estão ligadas ao processo de produção e são o que definem a capacidade produtiva, assim como o bom desempenho e segurança. Atributos extrínsecos trazem reputação favorável e renome para as marcas dos fabricantes. Além do produto, os serviços a exemplo do manuseio correto pelas empresas que disponibilizam os equipamentos e até mesmo após a instalação, causam a satisfação do cliente.

Todos os entrevistados mostraram que possuíam o conhecimento com os gastos com a manutenção dos equipamentos e afirmam que o único gasto adicional é com as limpeza das placas. O E1 relata que a manutenção e limpeza das placas é um serviço ofertado pela empresa e que obteve um ano de garantia para o inversor e para as placas de aproximadamente 30 dias, após esse tempo quaisquer eventualidades se tornam despesas para o cliente.

Por fim, os entrevistados fizeram comentários em relação ao investimento em energia solar. O E1 afirma que: "Recomendo a instalação se a negociação for favorável, pois o equipamento cumpre com a geração prometida, ocasionando em economia, tanto pela própria energia quanto para a valorização do imóvel". O E2 disse: "Na época era vantajoso e atualmente já não é mais tão favorável, pois possui custo alto e tenho medo na ampliação atualmente", além disso ele fez um comentário favorável para a empresa, dizendo que ela forneceu assistência técnica excelente. E o E3 afirma que: "mesmo após a mudança da lei nº 14.300 de 7 de Janeiro

de 2022, ainda vale a pena o investimento na energia solar, apenas aumentou o tempo de retorno sobre o investimento".

A seguir na Tabela 1, estão representados os dados da propriedade comercial para análise do *Payback* Descontado, TIR e VPL. Para fins de cálculo foi utilizada como T.M.A a Taxa SELIC de março de 2022 (11,75% a.a) convertida para 1,08% a.m. Os fluxos de caixa utilizados foram obtidos a partir do levantamento documental que comparou a diferença entre o valor da fatura de energia paga, em comparação mensal equivalente nos períodos antes e depois da instalação dos equipamentos. Não foram considerados *kilowatts* de consumo de energia, apenas o valor financeiro da fatura de cada mês analisado. As taxas de iluminação públicas e outros encargos foram considerados conforme fatura paga a Companhia Paranaense de Energia (COPEL).

Tabela 1. *Payback* Descontado da Propriedade Comercial

PERÍODOS EM MESES	FLUXO DE CAIXA	VALOR PRESENTE	INVESTIMENTO
0	-R\$ 89.000,00		-R\$ 89.000,00
1	-R\$ 3,27	-R\$ 3,24	-R\$ 89.003,24
2	-R\$ 5,28	-R\$ 5,17	-R\$ 89.008,40
3	-R\$ 14,25	-R\$ 13,80	-R\$ 89.022,20
4	-R\$ 22,78	-R\$ 21,82	-R\$ 89.044,02
5	-R\$ 22,37	-R\$ 21,20	-R\$ 89.065,22
6	-R\$ 18,96	-R\$ 17,78	-R\$ 89.083,00
7	-R\$ 14,84	-R\$ 13,77	-R\$ 89.096,76
8	-R\$ 13,55	-R\$ 12,43	-R\$ 89.109,20
9	-R\$ 103,05	-R\$ 93,55	-R\$ 89.202,75
10	-R\$ 95,76	-R\$ 86,01	-R\$ 89.288,76
11	-R\$ 42,43	-R\$ 37,70	-R\$ 89.326,46
12	-R\$ 20,00	-R\$ 17,39	-R\$ 89.343,85
13	-R\$ 18,49	-R\$ 15,91	-R\$ 89.359,76
14	-R\$ 13,07	-R\$ 11,12	-R\$ 89.370,89
15	-R\$ 11,72	-R\$ 9,87	-R\$ 89.380,76
16	R\$ 12,93	R\$ 10,77	-R\$ 89.369,98
17	R\$ 12,51	R\$ 10,31	-R\$ 89.359,67
18	R\$ 37,13	R\$ 30,28	-R\$ 89.329,40
19	R\$ 43,92	R\$ 35,43	-R\$ 89.293,97
20	R\$ 24,81	R\$ 19,80	-R\$ 89.274,17
21	R\$ 35,10	R\$ 27,71	-R\$ 89.246,46
22	R\$ 35,10	R\$ 27,42	-R\$ 89.219,04
23	R\$ 17,19	R\$ 13,28	-R\$ 89.205,76
24	R\$ 11,22	R\$ 8,67	-R\$ 89.195,78

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Nesse caso, o VPL confirmou a ausência de retorno do projeto, pois apresentou resultado negativo de -R\$ 89.204,45, impedindo o cálculo da Taxa Interna de Retorno. Contudo, na percepção de valor do entrevistado (E1), a compreensão é de que ele trocou a conta de energia pelo pagamento do investimento, ou seja, o cliente não considerou o valor do dinheiro no tempo e o retorno necessário ao seu custo de oportunidade. A mensuração de valor, levou

em conta apenas os valores das contas de energia antes e depois do uso da energia solar. Conforme os dados demonstrados na Tabela 1, mesmo após um período de 24 meses, o investimento não se pagou. Há que se considerar que, além disso, houve aumento do consumo de energia, mais do que era produzido pelo equipamento e, portanto, resultou em TIR e VPL negativos, significando que o investimento se tornou inviável.

No caso da propriedade rural, na Tabela 2, por se tratar de uma atividade que atua com piscicultura, há demanda elevada do uso de energia elétrica. A partir do período em que foi instalado o equipamento na área do E2, pode-se notar redução significativa do valor da fatura de energia, que apesar de baixo, traz um retorno sobre o investimento. Pelo cálculo do *payback* descontado foi considerada mesma T.M.A de 1,08% a.m, e foi constatado que no prazo de 11 anos e 1 mês foi possível obter retorno, tempo este estipulado como satisfatório pelo E2, conforme a projeção realizada seguindo o padrão dos últimos 12 períodos.

Tabela 2. *Payback* Descontado da Propriedade Rural

PERÍODOS EM MESES	FLUXO DE CAIXA	VALOR PRESENTE	INVESTIMENTO
0	-R\$ 290.000,00		-R\$ 290.000,00
1	R\$ 2.685,04	R\$ 2.656,35	-R\$ 287.343,65
2	R\$ 299,88	R\$ 293,51	-R\$ 287.050,14
3	R\$ 369,32	R\$ 357,61	-R\$ 286.692,53
4	R\$ 2.253,53	R\$ 2.158,75	-R\$ 284.533,78
5	R\$ 4.008,03	R\$ 3.798,44	-R\$ 280.735,35
6	R\$ 1.603,46	R\$ 1.503,37	-R\$ 279.231,98
7	R\$ 3.955,55	R\$ 3.669,02	-R\$ 275.562,95
8	R\$ 4.108,11	R\$ 3.769,82	-R\$ 271.793,14
9	R\$ 4.196,34	R\$ 3.809,64	-R\$ 267.983,50
10	R\$ 4.376,41	R\$ 3.930,66	-R\$ 264.052,84
11	R\$ 4.379,24	R\$ 3.891,18	-R\$ 260.161,66
12	R\$ 4.376,50	R\$ 3.847,19	-R\$ 256.314,47
13	R\$ 4.372,37	R\$ 3.802,50	-R\$ 252.511,97
14	R\$ 4.363,63	R\$ 3.754,35	-R\$ 248.757,62
15	R\$ 4.362,13	R\$ 3.712,96	-R\$ 245.044,66
16	R\$ 4.356,96	R\$ 3.668,93	-R\$ 241.375,73
17	R\$ 4.355,87	R\$ 3.628,82	-R\$ 237.746,90
18	R\$ 4.356,06	R\$ 3.590,21	-R\$ 234.156,70
19	R\$ 4.355,11	R\$ 3.551,07	-R\$ 230.605,62
20	R\$ 4.356,14	R\$ 3.513,96	-R\$ 227.091,66
21	R\$ 4.357,84	R\$ 3.477,77	-R\$ 223.613,88
22	R\$ 4.357,59	R\$ 3.440,42	-R\$ 220.173,47
23	R\$ 4.363,53	R\$ 3.408,30	-R\$ 216.765,17
24	R\$ 4.363,53	R\$ 3.371,88	-R\$ 213.393,29

25	R\$	4.363,53	R\$ 3.335,85	-R\$	210.057,43
26	R\$	4.363,53	R\$ 3.300,21	-R\$	206.757,22
27	R\$	4.363,53	R\$ 3.264,95	-R\$	203.492,27
28	R\$	4.363,53	R\$ 3.230,07	-R\$	200.262,20
29	R\$	4.363,53	R\$ 3.195,55	-R\$	197.066,65
30	R\$	4.363,53	R\$ 3.161,41	-R\$	193.905,24
31	R\$	4.363,53	R\$ 3.127,63	-R\$	190.777,60
32	R\$	4.363,53	R\$ 3.094,22	-R\$	187.683,39
33	R\$	4.363,53	R\$ 3.061,15	-R\$	184.622,23
34	R\$	4.363,53	R\$ 3.028,45	-R\$	181.593,79
35	R\$	4.363,53	R\$ 2.996,09	-R\$	178.597,70
36	R\$	4.363,53	R\$ 2.964,08	-R\$	175.633,62
37	R\$	4.363,53	R\$ 2.932,41	-R\$	172.701,21
38	R\$	4.363,53	R\$ 2.901,08	-R\$	169.800,14
39	R\$	4.363,53	R\$ 2.870,08	-R\$	166.930,06
40	R\$	4.363,53	R\$ 2.839,41	-R\$	164.090,64
41	R\$	4.363,53	R\$ 2.809,08	-R\$	161.281,57
42	R\$	4.363,53	R\$ 2.779,06	-R\$	158.502,51
43	R\$	4.363,53	R\$ 2.749,37	-R\$	155.753,14
44	R\$	4.363,53	R\$ 2.719,99	-R\$	153.033,14
45	R\$	4.363,53	R\$ 2.690,93	-R\$	150.342,21
46	R\$	4.363,53	R\$ 2.662,18	-R\$	147.680,04
47	R\$	4.363,53	R\$ 2.633,73	-R\$	145.046,30
48	R\$	4.363,53	R\$ 2.605,59	-R\$	142.440,71
49	R\$	4.363,53	R\$ 2.577,75	-R\$	139.862,95
50	R\$	4.363,53	R\$ 2.550,21	-R\$	137.312,74
51	R\$	4.363,53	R\$ 2.522,96	-R\$	134.789,78
52	R\$	4.363,53	R\$ 2.496,01	-R\$	132.293,77
53	R\$	4.363,53	R\$ 2.469,34	-R\$	129.824,43
54	R\$	4.363,53	R\$ 2.442,95	-R\$	127.381,48
55	R\$	4.363,53	R\$ 2.416,85	-R\$	124.964,62
56	R\$	4.363,53	R\$ 2.391,03	-R\$	122.573,59
57	R\$	4.363,53	R\$ 2.365,48	-R\$	120.208,11
58	R\$	4.363,53	R\$ 2.340,21	-R\$	117.867,90
59	R\$	4.363,53	R\$ 2.315,20	-R\$	115.552,70
60	R\$	4.363,53	R\$ 2.290,47	-R\$	113.262,23
61	R\$	4.363,53	R\$ 2.265,99	-R\$	110.996,24
62	R\$	4.363,53	R\$ 2.241,78	-R\$	108.754,46
63	R\$	4.363,53	R\$ 2.217,83	-R\$	106.536,63
64	R\$	4.363,53	R\$ 2.194,13	-R\$	104.342,49
65	R\$	4.363,53	R\$ 2.170,69	-R\$	102.171,80
66	R\$	4.363,53	R\$ 2.147,50	-R\$	100.024,31
67	R\$	4.363,53	R\$ 2.124,55	-R\$	97.899,76
68	R\$	4.363,53	R\$ 2.101,85	-R\$	95.797,90

69	R\$	4.363,53	R\$ 2.079,39	-R\$	93.718,51
70	R\$	4.363,53	R\$ 2.057,18	-R\$	91.661,33
71	R\$	4.363,53	R\$ 2.035,20	-R\$	89.626,14
72	R\$	4.363,53	R\$ 2.013,45	-R\$	87.612,68
73	R\$	4.363,53	R\$ 1.991,94	-R\$	85.620,75
74	R\$	4.363,53	R\$ 1.970,66	-R\$	83.650,09
75	R\$	4.363,53	R\$ 1.949,60	-R\$	81.700,49
76	R\$	4.363,53	R\$ 1.928,77	-R\$	79.771,72
77	R\$	4.363,53	R\$ 1.908,16	-R\$	77.863,56
78	R\$	4.363,53	R\$ 1.887,77	-R\$	75.975,79
79	R\$	4.363,53	R\$ 1.867,60	-R\$	74.108,18
80	R\$	4.363,53	R\$ 1.847,65	-R\$	72.260,54
81	R\$	4.363,53	R\$ 1.827,91	-R\$	70.432,63
82	R\$	4.363,53	R\$ 1.808,38	-R\$	68.624,25
83	R\$	4.363,53	R\$ 1.789,05	-R\$	66.835,20
84	R\$	4.363,53	R\$ 1.769,94	-R\$	65.065,26
85	R\$	4.363,53	R\$ 1.751,03	-R\$	63.314,23
86	R\$	4.363,53	R\$ 1.732,32	-R\$	61.581,91
87	R\$	4.363,53	R\$ 1.713,81	-R\$	59.868,10
88	R\$	4.363,53	R\$ 1.695,50	-R\$	58.172,60
89	R\$	4.363,53	R\$ 1.677,38	-R\$	56.495,22
90	R\$	4.363,53	R\$ 1.659,46	-R\$	54.835,76
91	R\$	4.363,53	R\$ 1.641,73	-R\$	53.194,03
92	R\$	4.363,53	R\$ 1.624,19	-R\$	51.569,84
93	R\$	4.363,53	R\$ 1.606,83	-R\$	49.963,00
94	R\$	4.363,53	R\$ 1.589,67	-R\$	48.373,34
95	R\$	4.363,53	R\$ 1.572,68	-R\$	46.800,66
96	R\$	4.363,53	R\$ 1.555,88	-R\$	45.244,78
97	R\$	4.363,53	R\$ 1.539,25	-R\$	43.705,52
98	R\$	4.363,53	R\$ 1.522,81	-R\$	42.182,72
99	R\$	4.363,53	R\$ 1.506,54	-R\$	40.676,18
100	R\$	4.363,53	R\$ 1.490,44	-R\$	39.185,74
101	R\$	4.363,53	R\$ 1.474,52	-R\$	37.711,22
102	R\$	4.363,53	R\$ 1.458,76	-R\$	36.252,46
103	R\$	4.363,53	R\$ 1.443,17	-R\$	34.809,29
104	R\$	4.363,53	R\$ 1.427,76	-R\$	33.381,53
105	R\$	4.363,53	R\$ 1.412,50	-R\$	31.969,03
106	R\$	4.363,53	R\$ 1.397,41	-R\$	30.571,62
107	R\$	4.363,53	R\$ 1.382,48	-R\$	29.189,15
108	R\$	4.363,53	R\$ 1.367,71	-R\$	27.821,44
109	R\$	4.363,53	R\$ 1.353,09	-R\$	26.468,35
110	R\$	4.363,53	R\$ 1.338,64	-R\$	25.129,71
111	R\$	4.363,53	R\$ 1.324,33	-R\$	23.805,38
112	R\$	4.363,53	R\$ 1.310,18	-R\$	22.495,20
113	R\$	4.363,53	R\$ 1.296,18	-R\$	21.199,01

114	R\$	4.363,53	R\$ 1.282,33	-R\$	19.916,68
115	R\$	4.363,53	R\$ 1.268,63	-R\$	18.648,05
116	R\$	4.363,53	R\$ 1.255,08	-R\$	17.392,97
117	R\$	4.363,53	R\$ 1.241,67	-R\$	16.151,30
118	R\$	4.363,53	R\$ 1.228,40	-R\$	14.922,90
119	R\$	4.363,53	R\$ 1.215,28	-R\$	13.707,62
120	R\$	4.363,53	R\$ 1.202,29	-R\$	12.505,33
121	R\$	4.363,53	R\$ 1.189,45	-R\$	11.315,88
122	R\$	4.363,53	R\$ 1.176,74	-R\$	10.139,14
123	R\$	4.363,53	R\$ 1.164,16	-R\$	8.974,98
124	R\$	4.363,53	R\$ 1.151,73	-R\$	7.823,25
125	R\$	4.363,53	R\$ 1.139,42	-R\$	6.683,83
126	R\$	4.363,53	R\$ 1.127,25	-R\$	5.556,59
127	R\$	4.363,53	R\$ 1.115,20	-R\$	4.441,39
128	R\$	4.363,53	R\$ 1.103,29	-R\$	3.338,10
129	R\$	4.363,53	R\$ 1.091,50	-R\$	2.246,60
130	R\$	4.363,53	R\$ 1.079,84	-R\$	1.166,77
131	R\$	4.363,53	R\$ 1.068,30	-R\$	98,47
132	R\$	4.363,53	R\$ 1.056,88	R\$	958,41

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A tabela 3 faz análise do terceiro caso, uma residência urbana. Na propriedade residencial, observa-se que após 24 meses, metade do investimento foi pago e segundo a projeção dos períodos futuros com base na média entre as faturas de energia, há a liquidação do mesmo em cerca de 3 anos e 10 meses. Dentro dessa perspectiva temporal a TIR foi de 1,09% a.m, praticamente igualada ao custo de oportunidade. O VPL foi de R\$ 31,44, valor simbólico que indica ao investidor que o retorno financeiro do investimento é praticamente igual a T.M.A.

Tabela 3. *Payback* Descontado da Propriedade Residencial

PERÍODOS EM MESES	FLUXO DE CAIXA	VALOR PRESENTE	INVESTIMENTO
0	-R\$ 10.650,18		-R\$ 10.650,18
1	R\$ 283,35	R\$ 280,32	-R\$ 10.369,86
2	R\$ 271,53	R\$ 265,76	-R\$ 10.104,10
3	R\$ 262,56	R\$ 254,23	-R\$ 9.849,87
4	R\$ 275,25	R\$ 263,67	-R\$ 9.586,19
5	R\$ 268,98	R\$ 254,91	-R\$ 9.331,28
6	R\$ 272,84	R\$ 255,81	-R\$ 9.075,47
7	R\$ 288,35	R\$ 267,46	-R\$ 8.808,01
8	R\$ 296,63	R\$ 272,20	-R\$ 8.535,80
9	R\$ 301,27	R\$ 273,51	-R\$ 8.262,30
10	R\$ 305,73	R\$ 274,59	-R\$ 7.987,70
11	R\$ 304,42	R\$ 270,49	-R\$ 7.717,21
12	R\$ 325,63	R\$ 286,25	-R\$ 7.430,96
13	R\$ 325,71	R\$ 283,26	-R\$ 7.147,71

14	R\$	319,10	R\$ 274,54	-R\$	6.873,16
15	R\$	320,05	R\$ 272,42	-R\$	6.600,74
16	R\$	316,97	R\$ 266,92	-R\$	6.333,82
17	R\$	298,84	R\$ 248,96	-R\$	6.084,86
18	R\$	295,46	R\$ 243,51	-R\$	5.841,35
19	R\$	296,26	R\$ 241,56	-R\$	5.599,79
20	R\$	296,26	R\$ 238,98	-R\$	5.360,80
21	R\$	296,26	R\$ 236,43	-R\$	5.124,37
22	R\$	296,26	R\$ 233,90	-R\$	4.890,47
23	R\$	296,26	R\$ 231,40	-R\$	4.659,06
24	R\$	296,26	R\$ 228,93	-R\$	4.430,13
25	R\$	296,26	R\$ 226,49	-R\$	4.203,64
26	R\$	296,26	R\$ 224,07	-R\$	3.979,58
27	R\$	296,26	R\$ 221,67	-R\$	3.757,90
28	R\$	296,26	R\$ 219,30	-R\$	3.538,60
29	R\$	296,26	R\$ 216,96	-R\$	3.321,64
30	R\$	296,26	R\$ 214,64	-R\$	3.107,00
31	R\$	296,26	R\$ 212,35	-R\$	2.894,65
32	R\$	296,26	R\$ 210,08	-R\$	2.684,57
33	R\$	296,26	R\$ 207,84	-R\$	2.476,73
34	R\$	296,26	R\$ 205,62	-R\$	2.271,12
35	R\$	296,26	R\$ 203,42	-R\$	2.067,70
36	R\$	296,26	R\$ 201,24	-R\$	1.866,45
37	R\$	296,26	R\$ 199,09	-R\$	1.667,36
38	R\$	296,26	R\$ 196,97	-R\$	1.470,39
39	R\$	296,26	R\$ 194,86	-R\$	1.275,53
40	R\$	296,26	R\$ 192,78	-R\$	1.082,75
41	R\$	296,26	R\$ 190,72	-R\$	892,03
42	R\$	296,26	R\$ 188,68	-R\$	703,34
43	R\$	296,26	R\$ 186,67	-R\$	516,68
44	R\$	296,26	R\$ 184,67	-R\$	332,00
45	R\$	296,26	R\$ 182,70	-R\$	149,30
46	R\$	296,26	R\$ 180,75	R\$	31,44

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

5. Conclusão

Este artigo se propôs a responder a seguinte pergunta: Como se define a mensuração de valor e de viabilidade financeira de investimentos em energia fotovoltaica após a implantação dessa tecnologia em residências, propriedades rurais e empreendimentos comerciais?

Dentre as três propriedades analisadas, foi possível identificar semelhanças na mensuração de valor, tais como o retorno sobre os investimentos que são de longo prazo, não se trata de algo que vai corresponder com todas as expectativas do cliente a curto prazo, mas sim somente após alguns anos. Como pôde ser observado no caso do empreendimento

comercial, o cuidado após instalação com o consumo de energia deve se manter o mesmo, pois ainda está sujeito ao pagamento da fatura de energia elétrica caso o consumo exceda a produção do equipamento.

Como diferenças, analisamos que o valor do investimento reflete sobre o retorno financeiro, mesmo com a capacidade produtiva de energia solar sendo a maior na propriedade rural, ainda estima-se levar 11 anos para recuperar o investimento, enquanto na residencial por ser o menor valor de investimento, o retorno ocorre de maneira mais rápida.

Foi possível analisar que os clientes que obtiveram a energia fotovoltaica podem se utilizar dos orçamentos com as simulações de consumo como uma ferramenta para realizar uma análise prévia da viabilidade financeira. Contudo, há a necessidade de um acompanhamento e controle gerencial dos resultados obtidos mensalmente. Ademais, as empresas fornecedoras devem observar que devem repassar informações críveis e considerar outras análises de valor que são consideradas pelos clientes.

Especificamente, o artigo se propõe a investigar como os clientes analisam valor em relação aos investimentos realizados. Conclui-se que os clientes analisaram o investimento fazendo projeções e analisando qual era a melhor decisão a ser tomada com base nas informações dos fornecedores. No caso do empreendimento comercial a ideia inicial era trocar a conta de luz pela parcela do investimento, o que não foi possível devido ao aumento do consumo de energia que impossibilitou a redução da fatura de energia elétrica.

Na propriedade rural, esperava-se que o investimento se pagasse dentro de 4 anos e gerasse lucro a partir de 12 anos e como foi apresentado pela análise do payback descontado, apenas a segunda expectativa foi atendida, isso reflete que o cliente calculou esse retorno que teria a partir desse período. E, na propriedade residencial, apesar de não apresentar uma expectativa pelo tempo, fica claro que o cliente tomou uma decisão quantitativa quando decidiu investir na energia solar ao analisar o cenário das taxas de juros em aplicações financeiras.

O objetivo de analisar do ponto de vista da ECM como o valor é gerado e como é protegido no que tange aos investimentos específicos da energia solar. Conclui-se que o artigo contribui para o avanço da discussão teórica a respeito de mensuração de valor, uma vez que se utiliza de maneira combinada de indicadores quantitativos para avaliar viabilidade por meio das técnicas de orçamento de capital e, complementa essa análise, a partir da consideração de outros aspectos da mensuração de valor presentes na ECM, tais como a natureza dos atributos do ativo, a garantia da marca, a reputação da empresa, o direito legal e o direito econômico envolvidos na transação.

A principal contribuição gerencial deste estudo ocorre de modo que foi possível analisar e mensurar as diferenças e similaridades do investimento em energia solar entre uma propriedade rural, comercial e uma residência no interior do oeste do Paraná. Como observado, cada local possui suas próprias características e foi perceptível que na residência, devido ao investimento de menor valor e bom desempenho do equipamento, é o local em que se obtém retorno financeiro em menor tempo. Seguido pela rural, que obtém a maior redução do valor da fatura de energia, mas que dentre as três detém o maior valor de investimento e ainda assim apresenta retorno financeiro maior do que a propriedade comercial, pois esta não consegue ou diminui muito pouco o valor de sua fatura de energia.

Contudo, este artigo apresenta limitações que podem ser superadas em estudos futuros, tais como comparação de apenas 3 casos de uma mesma região no estado do Paraná, o que pode implicar em diferenças de estudos de outros estados em função da legislação vigente e da capacidade de geração de energia. Além disso, poderia ter sido abordado um estudo comparativo entre diferentes marcas de painéis solares e demais componentes. Ainda é possível que outros estudos avaliem o real valor residual dos painéis solares após o período de uso, que pode impactar no fluxo de caixa em caso de substituição ou venda das placas usadas. Outros estudos também podem construir um painel comparativo com a variação do custo do kilowatt/hora pago.

6. Referências

Abel, D. de C., Tavares, T. F. C., Araujo, R. L. & Santos, C. A. F. dos. (2019). Análise da viabilidade econômico-financeira da implantação de energia solar fotovoltaica no Hotel praiano (Tapes/RS). In: *ENGEMA - Encontro Internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente*, 21, São Paulo, pp. 1-12.

Aguilar, R.S., Oliveira, L.C.S., & Arcanjo, G.L.F. (2012). Energia Renovável: os ganhos e os impactos sociais, ambientais e econômicos nas indústrias brasileiras. *Anais... XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Bento Gonçalves. Rio Grande do Sul: UFRGS.

Albuquerque, T. C., Maldonado, M. U. & Vaz, C. R. (2012). Um levantamento da produção intelectual sobre energia solar fotovoltaica. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 915-939. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v6i5.51334>.

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2020) Geração Distribuída por fonte: Unidades consumidoras com geração distribuída. Disponível em http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp, Acessado em setembro de 2022.

Azevedo, L. G. S. (2021). *Um olhar geopolítico sobre as fontes de energia que movem o mundo*. 2021. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

Azevedo, P. F. (2000). Nova Economia Institucional: referencial geral e aplicações para a agricultura. *Agricultura em São Paulo*, v. 47 (01). Disponível em: <http://www.ica.sp.gov.br/out/publicacoes/asp-1-00.htm>.

Bagnall, D. M. & Boreland, M. (2008, December) Photovoltaic technologies. *Energy Policy*, 1487701794, v. 36, n. 12, p. 4390-4396. ISSN 0301-4215. Disponível em://WOS:000261679000019.

BARZEL, Y. (2005). Organizational forms and measurement costs. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. v.1, p. 161, 357-373.

Barzel, Y. (2002). *A Theory of the State*. Cambridge University Press: Cambridge.

Bassan, T. A. M. dos S. (2021). *Proposta de equação para determinar a eficiência apresentada por inversores de SFVCR para as condições de irradiação encontradas no estado do paraná*. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pósgraduação em Sistemas de Energia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Batista, W. A., Souza, A. A. de., Fonseca, S. E. & Silva, S. E. da. (2020). Energias sustentáveis: a viabilidade econômico financeira da utilização de energia solar no Brasil. *FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão*, [S. I.], v. 23, n. 3, p. 274-290.

Borges, A. C. P., Silva, M. S., Alves, C. T. & Torres, E. A. (2016). Renewable energy: a contextualization of the biomass as power supply. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, [S.L.], v. 10, n. 02, p. 23-36. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.22411/rede2016.1002.02>.

Bortoloto, V. A., Souza, A., Goes, G., Martins, M. A., Berghe, M. J. & Montanha, G. K. (2017). Geração de energia solar *on grid e off grid*. *Jornacitec - Jornada Científica e Tecnológica*, 6. Botucatu. ETC. Botucatu: Jornacitec. p. 1-6.

Colatusso, R. A. (2018). *A energia solar e sua contribuição na matriz energética do Paraná: aspectos socioambientais e de sustentabilidade local*. 2018. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Cunico, E., Bánkuti, S. M. S. & Souza, J. P. de. (2019). Coordenação de sistemas agroindustriais e a importância do fluxo de informações: um estudo na cadeia piscícola no Paraná. *Revista Expectativa*, [S. I.], v. 18, p. 71-98.

Fanti, L. D., Dias, T. da S., Lucena, L. P. de., Reis, R. A. dos. & Nascimento, L. B. (2015). O uso das técnicas de Valor Presente Líquido, Taxa De Interna De Retorno e Payback Descontado: um estudo de viabilidade de investimentos no Grupo Breda Ltda. *Desafio Online*, Campo Grande, v. 3, n. 1, p. 1141-1157.

Gedisa. (2021). *ENERGIA*. Geração distribuída cresce 21% em um ano no paraná. Geração Distribuída cresce 21% em um ano no Paraná. Disponível em: <https://gedisa.com.br/post/47/geracao-distribuida-cresce-21-em-um-ano-no-parana>. Acesso em: 14 fev. 2022.

- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo, SP: Atlas.
- Guimarães, A. F. & Bánkuti, S. M. S. (2019) Coordenação em Sistemas Agroalimentares Diferenciados do Café: Uma Revisão à Luz da ECT e da ECM. *Desafio Online*, Campo Grande, v.7, n.1.
- Guimarães, A. F., Souza, J. P. de. & Schiavi, S. M. de A. (2020, Junho 01). Quality attributes and measurement mechanisms in the specialty coffee subsystem in Brazil: a literature review. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 227-252. A Fundacao para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB). <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v15i2.2514>.
- Imhoff, J. (2007). *Desenvolvimento de conversores estáticos para sistemas fotovoltaicos autônomos*. 2007. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Kassai, J. R., Casa Nova, S. P. de C., Santos, A dos. & Assaf, A. N. (2000). *Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. São Paulo: Atlas.
- Klann, R. C. & Tomasi, G. (2010, Novembro 30). Análise de Viabilidade de Instalação de Kit GNV em Veículos com a Utilização do Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, [S.L.], v. 9, n. 27, p. 9-24. *Revista Catarinense da Ciencia Contabil*. <http://dx.doi.org/10.16930/2237-7662/rccc.v9n27p9-24>.
- Lapponi, J. C. (2000). *Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel*. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora.
- Laville, C. & Dionne, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre, RS: Artmed; Belo Horizonte, MG: Ed. UFMG.
- Meyer, M. (2022). *Novo Marco Legal da Geração Distribuída no Brasil*. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/novo-marco-legal-da-geracao-distribuida-no-brasil/>. Acesso em 08 de Outubro de 2022.
- Molin, G. C. dal. (2018). *Estudo de viabilidade técnica e econômica para a instalação de painéis solares no departamento de engenharia elétrica da UFRGS*. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Monteiro, G. F. A. & Zylbersztajn, D. (2011). Direitos de propriedade, custos de transação e concorrência: o modelo de Barzel. *Economic Analysis of Law Review*. V.2(1), 95-114.
- Mosqueira, G. L. de A. (2020). *A evolução da energia solar fotovoltaica no Brasil*. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Centro de Ciências Políticas e Jurídicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rj.
- Mussi, R. F. de F., Mussi, L. M. P. T., Assunção, E. T. C. & Nunes, C. P. (2019, Dezembro 09) Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. *Revista Sustinere*, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 414-430. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/sustinere.2019.41193>.

Nascimento, C. A. do. (2004). *Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica*. 21 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu em Fontes Alternativas de Energia, Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

Nascimento, D. C., Rodrigues, G. R. & Santos, W. J. dos. (2022). Análise técnica e financeira da implantação de placas fotovoltaicas em empreendimentos residenciais. *Anais... Congresso Nacional De Excelência Em Gestão*, 16., Rio de Janeiro. ETC. Rio de Janeiro: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2022. p. 1-17.

Nascimento, R. L. (2017). *Energia solar no Brasil: situação e perspectivas*. Brasília, Câmara dos Deputados.

Parente, P. A. (2018). *Análise do cenário global político-econômico do setor de energia renováveis com foco nas fontes solar fotovoltaica e eólica (2010 - 2016)*. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Piero, P. F. di. & Colombini, G. N. U. I. (2004, Janeiro) Avaliação de projeto de investimento em ultra-sonografia ocular: Método do “payback” descontado. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, [S. I.], v. 63, n. 5, p. 334-339.

Piovesana, V. F. & Schram, I. B. (2017, Abril/Junho). Viabilidade econômica da instalação de painéis solares fotovoltaico em uma pequena residência. *Revista Uningá Review*, [S. I.], v. 30, n. 1, p. 31-37.

Rella, R. (2017). Energia solar fotovoltaica no Brasil. *Revista de Iniciação Científica*, Criciúma, v. 15, n. 1, p. 1-11.

Empresa De Pesquisa Energética. (2012). *Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira*. Rio de Janeiro: Epe, 58 p.

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. (2006). *Energia Solar Princípios e Aplicações*. Rio de Janeiro: Cresesb.

Rosa, A. R. (2022). *Análise da Viabilidade De Sistemas Fotovoltaicos Aplicado Ao Contexto Do Campus Da UFSC em Joinville*. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville.

Rosa, A. R. O. da. & Gasparin, F. P. (2016, Dezembro). Panorama da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. *Revista Brasileira de Energia Solar*, [S. I.], v. 7, n. 2, p. 140-147.

Salge, E. H. C. N., Oliveira, G. S. de. & Silva, L. S. (2021, Dezembro). Saberes para a construção da pesquisa documental. *Revista Prisma*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 123-139.

Silva, M. L. da. & Fontes, A.A. (2005). Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). *Sif - Sociedade de Investigações Florestais*, [S. I.], v. 29, n. 6, p. 931-936.

Silva, R. M. (2015, Fevereiro). *Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios*. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 20 de dezembro de 2022.

Solar, S. (2018) *O Que é o Selo Solar*. Disponível em: <https://www.selosolar.com.br/selo-solar/>. Acesso em: 07 fev. 2023.

Sperandio, M. R. & Souza, J.P. de. (2019). Economia dos Custos de Mensuração e distribuição de valor: estudo das transações no fornecimento de embalagem para os processadores de leite no Paraná. *Custos e @Gronegócio On Line*, [S. I.], v. 15, n. 3, p. 425-450.

Tiepolo, G. M., Pereira, E. B., Urbanetz Junior, J., Pereira, S. V., Gonçalves, A. R., Lima, F. J. de., Costa, R. S. & Alves, A. R. (2018, Julho). Atlas de energia solar do estado do Paraná - resultados. *Revista Brasileira de Energia Solar*, [S. I.], v. 9, n. 1, p. 01-10.

Vargas, J. S. C. (2020). *Evaluación técnico ambiental para la implementación del sistema fotovoltaico para la iluminación de la vía nacional que cruza la ciudad de Sogamoso (Boyacá)*. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, Bogotá.

Zimmer, G. M. (2019). *Avaliação econômica da instalação de painéis fotovoltaicos em edificações urbanas de uso coletivo*. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.