

28, 29 e 30
de Outubro



XVI SENPEX

Inclusão e Diversidade Científica:
Democratizando o Conhecimento

ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM EMPRESA DO SETOR DE ALIMENTOS EM URUSSANGA/SC

Engenharia e Tecnologia

Raphael Bettiol Elias¹; João Paulo Mendes²; Ana Sônia Mattos³; Hiago König Benedet⁴; Julio Preve⁵; Alan Andrade Firmiano⁶; Ana Paula Marques⁷.

¹ Centro Universitário Barriga Verde. rafaeliasbettiol@hotmail.com

² Centro Universitário Barriga Verde. joao.mendes@unibave.net

³ Centro Universitário Barriga Verde. ana_sonia_mattos@hotmail.com

⁴ Centro Universitário Barriga Verde. hiagobenedetcmg@gmail.com

⁵ Centro Universitário Barriga Verde. juliopreve@hotmail.com

⁶ Centro Universitário Barriga Verde. alan_afirmiano@hotmail.com

⁷ Centro Universitário Barriga Verde. anaprofibras@gmail.com

Resumo: A energia solar fotovoltaica tem se destacado no Brasil devido à alta incidência de radiação solar e aos incentivos regulatórios para microgeração. Este estudo avaliou a viabilidade financeira da instalação de um sistema fotovoltaico em uma microempresa do setor alimentício em Urussanga/SC. Foram coletados dados de consumo energético, elaborado um inventário de equipamentos e projetada a demanda para dez anos. Com base nesses dados, foram construídos três cenários de consumo, que subsidiaram a solicitação de orçamentos a quatro empresas especializadas. Os resultados indicaram viabilidade em todos os casos, com destaque para a proposta da empresa “A”, que apresentou custo unitário de R\$ 3,57/Wp, retorno em cinco anos e investimento total de R\$ 89.990,17. A implantação do sistema mostrou-se vantajosa, promovendo economia, sustentabilidade e valorização do imóvel

Palavras-chave: energia renovável; microgeração de energia; painéis solares; período de retorno.

Introdução

A sustentabilidade tornou-se um dos principais eixos de discussão no cenário global, especialmente diante da necessidade de conciliar crescimento econômico com preservação ambiental. O conceito, amplamente difundido após o Relatório de Brundtland, foi definido como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (Pereira, 2012).

Nesse contexto, a adoção de fontes renováveis de energia mostrou-se essencial para garantir a disponibilidade dos recursos naturais. Os recursos renováveis são aqueles que se regeneram naturalmente, como o sol, o vento e a água, enquanto os não renováveis não apresentam essa capacidade de reposição (Auerrero, 1996). Segundo Hinrichs *et al.* (2011), o uso de fontes limpas como a energia solar contribui significativamente para a redução dos impactos ambientais causados pela geração elétrica convencional, além de promover maior segurança energética.

A energia solar, por exemplo, foi considerada limpa, sustentável e inesgotável, sendo captada por meio de sistemas fotovoltaicos que convertem diretamente a irradiação solar em eletricidade (apud Coelho, 2019). A radiação solar corresponde à transferência de energia do sol por ondas eletromagnéticas, variando conforme a localização geográfica e as condições atmosféricas (Carnevskis, 2019). A chamada constante solar, medida no topo da atmosfera sem interferência, foi estimada em 1.366 W/m^2 , podendo atingir até 1.000 W/m^2 na superfície terrestre (Alvarenga, 2015). Já a irradiação corresponde à quantidade de radiação captada em uma área específica durante determinado tempo, expressa em kWh/m^2 (Vian *et al.*, 2021).

Apesar de a matriz elétrica brasileira ser uma das mais renováveis do mundo (Gov.br, 2020), a participação da energia solar ainda foi considerada limitada. Em 2015, o mercado global de energia solar atingiu 227 gigawatts-pico (GWp) de capacidade instalada, segundo a Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* - IEA, 2016). No mesmo período, o Brasil registrou apenas 81 megawatts-pico (MWp), conforme dados do Ministério de Minas e Energia (MME, 2017). Para incentivar a adoção dessa tecnologia, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou um sistema de compensação que permitiu transformar o excedente de energia gerada em créditos para uso futuro (Abinee, 2012). Além disso,

surgiram linhas de crédito específicas para viabilizar a instalação dos sistemas (BNDES, 2016).

Mesmo com esses incentivos, o país ainda apresentou baixa adesão à energia solar entre micro e pequenas empresas, que representaram a maioria das organizações em estados como Santa Catarina (Sebrae-SC, 2016). A falta de investimento em inovação tecnológica comprometeu a competitividade dessas empresas e contribuiu para o encerramento de suas atividades (Perufo; Godoy, 2019).

Os sistemas fotovoltaicos mais utilizados foram os modelos *ON-GRID* e *OFF-GRID*. O sistema *ON-GRID* é conectado à rede elétrica e permite a compensação de créditos, enquanto o *OFF-GRID* é autônomo e depende de baterias para armazenar energia. O modelo *ON-GRID* apresentou cerca de 30% mais eficiência e menor custo de instalação por não exigir baterias (Portal Solar, 2021). Mesmo quando a geração superou o consumo, o consumidor ainda pagou uma taxa mínima de distribuição, variando conforme o tipo de medidor: 30 kWh para monofásico, 50 kWh para bifásico e 100 kWh para trifásico (Walter, 2019).

Para avaliar a viabilidade financeira da instalação de sistemas solares, utilizou-se o método do *Payback*, que calculou o tempo necessário para recuperar o investimento com base na economia gerada (Walter, 2019). O *Payback* simples foi obtido pela divisão do valor investido pela economia mensal projetada (Coelho, 2019). Além disso, projeções de crescimento foram feitas por meio da equação exponencial composta (Equação 1), que considerou juros acumulados ao longo do tempo (Lima *et al.*, 2006; Paula, 2016:

$$M = C(1 + i)^t \quad (1)$$

Onde, M = Projeção de Crescimento da produção; C = Produção em 2020; i = Taxa de crescimento 20%; t = Ano da projeção.

Outro fator relevante foi o custo unitário, definido como o custo total por unidade de produção, incluindo estrutura, equipamentos e mão de obra, dividido pelo potencial de geração em watts-pico (R\$/Wp) (Young, 2019; Abinee, 2012). Esse indicador foi essencial para a tomada de decisão sobre a aquisição de sistemas solares.

Diante desse panorama, justificou-se a realização deste estudo como forma de contribuir para a adoção de tecnologias sustentáveis por microempresas, promovendo economia e competitividade no setor alimentício. Este trabalho buscou responder à seguinte questão: qual proposta de orçamento se adaptou melhor aos recursos financeiros de uma microempresa do ramo alimentício na cidade de Urussanga/SC?

O objetivo geral foi determinar a viabilidade financeira da instalação de um sistema fotovoltaico nessa empresa. Os objetivos específicos incluíram: projetar cenários de consumo energético; catalogar o consumo por equipamento; estimar o crescimento da empresa; e analisar o investimento necessário e o retorno financeiro.

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa foi classificada, quanto à natureza, como aplicada, pois buscou gerar conhecimento voltado à solução prática de um problema específico (Silva; Menezes, 2005). A abordagem adotada foi quantitativa, caracterizada pelo uso de dados numéricos e técnicas estatísticas para explicar os fatos (Lira, 2014). Quanto aos objetivos, tratou-se de uma pesquisa exploratória, que procurou aprofundar a compreensão do problema e permitir a formulação de hipóteses e intervenções (Sellitz *et al.*, 1967; Gil, 2002). O método utilizado foi o estudo de caso, por permitir o exame detalhado de uma situação real (Pereira, 2012).

O objeto de estudo foi uma microempresa do ramo alimentício, com 20 anos de atuação, localizada no Bairro das Damas, município de Urussanga/SC. A empresa possuía sete funcionários e ocupava uma área de aproximadamente 240 m². Estava conectada à rede elétrica por meio de sistema trifásico, que apresentava uma das tarifas mais elevadas do estado. Em processo de reforma, buscava otimizar recursos e ampliar sua produtividade, considerando a instalação de placas fotovoltaicas como alternativa energética.

A latitude de Urussanga (28°31'04") apresentou os seguintes valores de irradiação anual: Global – 1.689,22 kWh/m²; Inclinada – 1.879,29 kWh/m²; Direta – entre 1.696,89 e 1.879,29 kWh/m² (Portal do Sol, 2021).

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada coleta de dados in loco, contemplando: levantamento da média de consumo de energia com base nas faturas dos últimos 12 meses; entrevistas com os proprietários para estimar o crescimento da produção; obtenção de informações sobre o projeto de reforma e aquisição de novos equipamentos; criação de três cenários de consumo energético, considerando o histórico de consumo e as projeções futuras; inventário dos equipamentos atuais, com subdivisão entre os que compunham diretamente a produção e os que integravam a logística do local, como iluminação, escritório, estocagem e climatização; cronometragem do tempo de uso e da produção por equipamento, para cálculo do consumo por item; elaboração de relatório dos novos equipamentos previstos, com

categorização por função e estimativa de consumo; e, por fim, solicitação de orçamento a quatro empresas especializadas em sistemas fotovoltaicos, compatíveis com os três cenários projetados.

Para determinar o consumo de energia em quilowatt-hora (kWh) de cada equipamento utilizado na produção, foi aplicada a Equação 2, que relaciona a potência do aparelho com o tempo de uso (Resnic; Halliday, 1988):

$$[kWh] = P \times T \quad (2)$$

Onde: kWh = Energia elétrica consumida; P = Potência do aparelho (kW); T = Tempo de funcionamento (h)

Com base nos dados coletados e nos cenários projetados, foram solicitados orçamentos a quatro empresas especializadas em sistemas fotovoltaicos. Para cada proposta, foi calculado o custo unitário de produção de energia (R\$/Wp), conforme a Equação 3:

$$R\$/[Wp] = \left(\frac{\text{Investimento total}}{\text{produção [kWp]}} \right) \times 1000 \quad (3)$$

Esse indicador permitiu comparar as alternativas disponíveis, considerando o sistema de distribuição de energia instalado, a capacidade de geração e o período estimado de retorno financeiro. A proposta mais adequada foi selecionada com base na compatibilidade com os recursos financeiros da empresa.

Resultados e Discussão

A análise de viabilidade financeira foi estruturada em três cenários de consumo energético, elaborados com base em dados reais da empresa e projeções futuras. O levantamento contemplou o inventário dos equipamentos atuais, estimativas de produção, consumo direto e indireto de energia, além da expectativa de crescimento de 20% ao ano, calculada por meio da equação exponencial composta, equação 1 (Paula, 2016).

No Cenário 1, considerou-se apenas o consumo dos equipamentos já existentes. A Tabela 1 apresentou o consumo mensal em kWh de cada item utilizado na produção, enquanto a Tabela 2 detalhou os equipamentos que, embora não participassem diretamente da produção, contribuíam para o consumo energético, como iluminação e climatização.

Tabela 1 - Consumo energético em (kWh) mensal com equipamentos atuais

Ano	Tipo de produto						Total
	Macarrão	Nhoque	Capeletti	Massa de lasanha	Massa de empadão	Massa para salgados	
2020	26,911	11,754	32,738	12,364	1,429	2,127	87,32
2021	32,293	14,102	39,286	14,837	1,715	2,552	104,79
2022	38,752	16,926	47,143	17,804	2,058	3,063	125,75
2023	46,502	20,311	56,572	21,365	2,470	3,675	150,90
2024	55,803	24,374	67,886	25,638	2,964	4,410	181,08
2025	66,963	29,248	81,464	30,766	3,556	5,292	217,29
2026	80,356	35,098	97,757	36,919	4,267	6,351	260,75
2027	96,427	42,118	117,308	44,303	5,121	7,621	312,90
2028	115,713	50,541	140,769	53,164	6,145	9,145	375,48
2029	138,855	60,650	168,923	63,796	7,374	10,974	450,57
2030	166,626	72,779	202,708	76,556	8,849	13,169	540,69

Fonte: Autores (2021).

Tabela 2 - Consumo dos equipamentos atuais utilizados indiretamente na produção

Equipamento	Potência [w]	Horas / dia	Dias / mês	Mês / ano	Cons. mensal [kWh]	Cons. anual [kWh]	Cons. mensal pela média anual [kWh]
Ilha 3 m	610	12	30	12	219,60	2.635,20	219,60
Ilha 1,3 m	245	12	30	12	88,20	1.058,40	88,20
Computador	200	8	21	12	33,60	403,20	33,60
Iluminação	100	8	20	12	16,00	192,00	16,00
Ar condicionado	6047	7	8	4	338,63	1.354,53	112,88
Freezer horizontal (9 unid.)	331	12	30	12	1.072,44	12.869,28	1.072,44
Freezer vertical	760	12	15	12	136,80	1.641,60	136,80
Freezer vertical	760	12	15	12	136,80	1.641,60	136,80
Iluminação produção	150	8	20	12	16,00	192,00	16,00
Seladora potes	480	2	8	12	7,68	92,16	7,68
Iluminação produção	150	8	20	12	24,00	288,00	24,00
Liquidificador	1105	3	2	12	6,63	79,56	6,63
Exaustor	120	6	20	12	14,40	172,80	14,40
Torneira elétrica	5550	1,5	20	12	166,50	1.998,00	166,50
Total					2.277,28	24.618,33	2.051,53

Fonte: (Autores, 2021).

A soma desses valores das tabelas 1 e 2, resultou na projeção total de consumo para esse cenário, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Projeção do consumo total para o Cenário 1

Ano	Consumo da produção [kW] / mês	Consumo dos equipamentos [kW] / mês	Total
2020	87,32	2051,53	2138,85
2021	104,79	2051,53	2156,32
2022	125,75	2051,53	2177,28
2023	150,90	2051,53	2202,43
2024	181,07	2051,53	2232,60
2025	217,29	2051,53	2268,82
2026	260,75	2051,53	2312,28
2027	312,90	2051,53	2364,43
2028	375,48	2051,53	2427,01
2029	450,57	2051,53	2502,10
2030	540,69	2051,53	2592,22

Fonte: Autores (2021).

Para o Cenário 2, foram incluídos os equipamentos logísticos previstos no projeto de reforma. A Tabela 4 listou os novos itens a serem adquiridos, e a Tabela 5 consolidou o consumo total ao somar os dados do Cenário 1 com os novos equipamentos indiretos. Essa expansão refletiu um aumento significativo no consumo, evidenciando a necessidade de reavaliar a capacidade de geração fotovoltaica.

Tabela 4 - Projeção do consumo para os novos equipamentos utilizados indiretamente na produção.

Equipamento	Potência [W]	Horas / dia	Dias / mês	Mês / ano	Cons. mensal [kWh]	Cons. anual [kWh]	Cons. mensal pela média anual [kWh]
Ilha 3 m	610	12	30	12	219,60	2.635,20	219,60
Ilha 1,3 m	245	12	30	12	88,20	1.058,40	88,20
Compressor MT036	2300	12	30	12	828,00	9.936,00	828,00
Computador	200	8	21	12	33,60	403,20	33,60
Ar condicionado produção	6047	7	8	4	338,63	154,53	12,88
Ar condicionado loja	1630	7	21	8	239,61	1.916,88	159,74
Freezer horizontal (3unid.)	331	12	30	12	119,16	4.289,76	357,48
Freezer vertical	760	12	15	12	136,80	1.641,60	136,80
Freezer vertical	760	12	15	12	136,80	1.641,60	136,80
Seladora	480	2	8	12	7,68	92,16	7,68
Iluminação interna loja	150	8	21	12	25,20	302,40	25,20
Iluminação externa loja	150	10	30	12	45,00	540,00	45,00
Iluminação da garagem	100	2	20	12	4,00	48,00	4,00
Iluminação depósito	100	8	20	12	16,00	192,00	16,00
Iluminação escritório	30	7	20	12	4,20	50,40	4,20
Liquidificador	1105	3	2	12	6,63	79,56	6,63
Exaustor	120	6	20	12	14,40	172,80	14,40
Torneira Elétrica	5500	1,5	20	12	166,50	1.998,00	166,50
Total					2.261,28	24.426,33	2.124,39

Fonte: Autores (2021)

Tabela 5 - Projeção de consumo total para o Cenário 2.

Ano	Consumo da produção [kW] / mês	Consumo dos equipamentos [kW] / mês	Total
2020	87,32	2124,39	2211,71
2021	104,79	2124,39	2229,18
2022	125,75	2124,39	2250,14
2023	150,90	2124,39	2275,29
2024	181,07	2124,39	2305,46
2025	217,29	2124,39	2341,68
2026	260,75	2124,39	2385,14
2027	312,90	2124,39	2437,29
2028	375,48	2124,39	2499,87
2029	450,57	2124,39	2574,96
2030	540,69	2124,39	2665,08

Fonte: Autores (2021).

O Cenário 3 incorporou a expansão da capacidade produtiva. A Tabela 6 apresentou os equipamentos futuros de produção, indicados pelos proprietários em entrevista.

Tabela 6 - Equipamentos a serem instalados futuramente.

Equipamento	Quantidade	Potência [w]	Capacidade de Produção
Cilindro	1	184	-
Extrusora de massa	2	2.200	50 kg/h
Maquina capeletti	1	250	6,5 kg/h
Masseira	1	1.100	120 kg/h
Mexerola	1	740	75 Litros
Nhoqueira	1	1.100	120 kg/h

Fonte: Autores (2021).

A Tabela 7 detalhou o consumo energético por produto, enquanto a Tabela 8 consolidou o consumo mensal estimado com esses novos equipamentos.

Tabela 7 - Consumo de energia dos novos equipamentos para produção de cada produto

Produto	Quantidade por produção kg	Tempo de maquina [t]	Potência da maquina [kW]	kW/h total gasto por produção
Nhoque	100 kg/h	0,67 hora mexerola	0,740	0,50
		1 hora nhoqueira	1,100	1,10
		Total		1,60
Macarrão	100 kg/h	0,84 hora masseira	1,100	0,92
		2x1 hora extrusora	2,200	4,40
		Total		5,32
Capeletti	13 kg/h	0,66 hora masseira	0,490	0,32
		2x1 hora máq. capeletti	0,250	0,50
		2x1 Hora cilindro	0,184	0,37
		Total		1,19
Massa para empadão	100 kg/h	1 hora masseira	1,100	1,10
		Total		1,10
Massa para lasanha	13 kg/h	0,84 hora masseira	1,100	0,92
		2x 1 hora extrusora	2,200	4,40
		Total		5,32
Massa para salgados	47 kg/h	0,33 hora mexerola	0,740	0,24
		1 hora máq. Salgados	0,800	0,80
		Total		1,04

Fonte: Autores (2021).

Tabela 8 - Consumo mensal [kWh] da produção com novos equipamentos.

Ano	Tipo de produto						Total
	Macarrão	Nhoque	Capeletti	Massa de lasanha	Massa de empadão	Massa para salgados	
2020	28,909	5,808	29,540	9,477	0,770	2,266	76,77
2021	34,691	6,970	35,450	11,372	0,924	2,719	92,13
2022	41,629	8,364	42,540	13,646	1,109	3,263	110,55
2023	49,955	10,036	51,040	16,376	1,331	3,916	132,65
2024	59,946	12,043	61,250	19,651	1,597	4,699	159,19
2025	71,936	14,452	73,500	23,581	1,916	5,639	191,02
2026	86,323	17,343	88,200	28,297	2,299	6,767	229,23
2027	103,587	20,811	105,840	33,957	2,759	8,120	275,07
2028	124,305	24,973	127,010	40,748	3,311	9,744	330,09
2029	149,166	29,968	152,410	48,898	3,973	11,693	396,11
2030	178,999	35,962	182,890	58,677	4,768	14,031	475,33

Fonte: Autores (2021).

A Tabela 9 reuniu todos os dados do Cenário 3, somando o consumo dos novos equipamentos produtivos (Tabela 8) com os logísticos (Tabela 4).

Tabela 9 - Projeção do consumo futuro em kWh para o Cenário 3

Ano	Consumo da produção kW/mês	Consumo dos equipamentos kW/mês	Total
2020	76,77	2.124,39	2.201,16
2021	92,12	2.124,39	2.216,51
2022	110,55	2.124,39	2.234,94
2023	132,66	2.124,39	2.257,05
2024	159,19	2.124,39	2.283,58
2025	191,02	2.124,39	2.315,41
2026	229,23	2.124,39	2.353,62
2027	275,08	2.124,39	2.399,47
2028	330,09	2.124,39	2.454,48
2029	366,14	2.124,39	2.490,53
2030	475,33	2.124,39	2.599,72

Fonte: Autores (2021).

A comparação entre os três cenários foi sintetizada na Tabela 10, permitindo visualizar a evolução do consumo energético e a necessidade de dimensionamento adequado do sistema fotovoltaico.

Tabela 10 - Projeção de consumo para os 3 Cenários

Ano	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
2020	2.138,85	2.211,71	2.201,16
2021	2.156,32	2.229,18	2.216,51
2022	2.177,28	2.250,14	2.234,94
2023	2.202,43	2.275,29	2.257,05
2024	2.232,60	2.305,46	2.283,58
2025	2.268,82	2.341,68	2.315,41
2026	2.312,28	2.385,14	2.353,62
2027	2.364,43	2.437,29	2.399,47
2028	2.427,01	2.499,87	2.454,48
2029	2.502,10	2.574,96	2.490,53
2030	2.592,22	2.665,08	2.599,72

Fonte: Autores (2021).

Segundo Salamoni *et al.* (2009), o Brasil possui grande potencial não aproveitado na geração de energia solar, sendo recomendada a instalação de placas fotovoltaicas em telhados como alternativa de abastecimento futuro. Essa perspectiva reforçou a relevância da análise realizada.

Entre as propostas recebidas, a empresa “A” destacou-se por apresentar o menor custo unitário 3,75 R\$/Wp no Cenário 1 (Tabela 12) e 3,57 R\$/Wp nos Cenários 2 e 3 (Tabela 13). Já a empresa “C” ofereceu o melhor prazo de retorno financeiro, estimado em 3 anos e 7 meses. A viabilidade técnica foi confirmada pela

compatibilidade entre a área disponível (240 m²) e a área mínima necessária para instalação dos módulos fotovoltaicos, conforme evidenciado nas Tabelas 11.

Tabela 11 - Área mínima de telhado necessário para o Cenário 01.

Empresa	Modulo placa solar (m ²)	Área total (m ²)
A	48 x 2,227	108,96
B	46 x 2,218	102,00
C	48 x 2,226	108,48
D	54 x 2,216	119,07

Fonte: Autores (2021).

Tabela 12 - Produção de energia R\$/[kW] ára o cenário 1 e o período de retorno.

Empresa	Potência [kWp]	R\$	R\$/Wp	Payback
A	19,20	71911,39	3,75	5 anos
B	20,70	79850,00	3,86	3 anos e 11 meses
C	21,84	82935,00	3,80	3 anos e 7 meses
D	22,41	93761,48	4,18	6 anos

Fonte: Autores (2021).

Tabela 13 - Produção de energia R\$/[kW] para os cenários 2 e 3, e o período de retorno.

Empresa	Potência [kWp]	R\$	R\$/Wp	Payback
A	25,20	89.990,17	3,57	5 anos
B	29,70	115.000,00	3,87	4 anos e 3 meses
C	28,21	109.707,00	3,89	4 anos e 6 meses
D	27,20	106.872,71	3,93	5 anos

Fonte: Autores (2021).

A Tabela 14 apresentou os orçamentos para os Cenários 2 e 3, enquanto a Tabela 15 detalhou a área mínima de telhado necessária para acomodar os módulos solares em ambos os casos.

Tabela 14 - Orçamento para o Cenário 2 e 3.

Empresa	Equipamentos	Estrutura	Quantidade de modulos	Inversor [kWp]	Potencial instalado[kWp]	Ger. mensal [kw/h]	Valor à vista [R\$]
A	BYD/GoodWe	Alum./Inox	64 x 400Wp	20kW	25,20	2578	89.990,17
B	WEG	Alum./Inox	66 x 450Wp	30kW	20,70	2973	115.000,00
C	Renovigi	Alum./Inox	62 x 455Wp	30kW	28,21	2633	109.707,00
D	Renovigi	Alum./Inox	80 x 315Wp	20kW	27,2	2397	106.872,71

Fonte: Autores (2021).

Tabela 15 - Área mínima de telhado necessário Cenário 2 e Cenário 3.

Empresa	Modulo placa solar [m²]	Área total [m²]
A	64 x 2,227	145,62
B	66 x 2,167	146,00
C	62 x 2,226	138,01
D	80 x 1,994	159,52

Fonte: Autores (2021).

Simulações de financiamento indicaram que os valores das parcelas eram compatíveis com os gastos mensais médios da empresa (R\$ 2.214,65), permitindo a substituição da conta de energia pela parcela do financiamento durante o período de retorno. Os valores projetados para o Cenário 1 foram apresentados na Tabela 16, e para os Cenários 2 e 3 na Tabela 17.

Tabela 16 - Valores a serem pagos para o Cenário 1.

Descrição	Numero de parcelas	Valor da parcela (R\$)
12 x cartão	12 vezes	6.519,14
Financeira 60x	60 vezes	1.556,36
Financeira 80X	84 vezes	1.237,36

Fonte: Autores (2021).

Tabela 17- Valores a serem pagos Cenário 2 e Cenário 3.

Descrição	Numero de parcelas	Valor da parcela
12 x cartão	12 vezes	8.158,07
Financeira 60x	60 vezes	1.947,64
Financeira 80X	84 vezes	1.548,43

Fonte: Autores (2021).

A economia financeira projetada pela empresa “A” para o Cenário 1 foi apresentada na Tabela 18.

Tabela 18- Economia de energia para o Cenário 1 projetado pela empresa “A”.

Conta sem energia solar	Conta com energia solar	Economia
R\$ 16.679,36/ano	R\$ 1.704,00/ano	R\$ 14975,36/ano
R\$ 1.389,95/mês	R\$ 142,00/mês	R\$ 1.247,95/mês

Fonte: Autores (2021).

Os dados indicaram que, a partir do quinto ano, a empresa começaria a obter lucro, com retorno financeiro estimado em até R\$ 100.000,00 em dez anos. Considerando que o sistema possui vida útil entre 25 e 40 anos, com perda de eficiência de 0,70% ao ano, os resultados confirmaram a viabilidade da implantação.

Portanto, os achados deste estudo indicaram que a instalação de um sistema fotovoltaico foi financeiramente viável para a empresa analisada, promovendo economia, sustentabilidade e valorização do imóvel.

Considerações Finais

Com base na análise dos cenários e nos orçamentos recebidos, concluiu-se que a proposta da empresa “A” apresentou o melhor custo-benefício para a instalação de um sistema fotovoltaico na microempresa estudada. Com custo unitário de R\$ 3,57/Wp e valor de instalação de R\$ 89.990,17, o sistema mostrou-se capaz de suprir a demanda energética projetada para os próximos dez anos, mesmo considerando o pior cenário de consumo. A compatibilidade entre o valor das parcelas de financiamento e o gasto médio mensal atual da empresa reforçou a viabilidade econômica do investimento, que apresentou retorno financeiro (*Payback*) a partir do quinto ano, com economia estimada de até R\$ 950.000,00 ao longo da vida útil do sistema.

Além dos benefícios financeiros, a adoção da energia solar contribui para a sustentabilidade ambiental e fortalece a imagem da empresa perante um mercado cada vez mais atento às práticas responsáveis. A utilização de fontes renováveis garante acesso contínuo aos recursos naturais e agrega valor à marca, fidelizando consumidores preocupados com o impacto ambiental de suas escolhas. Assim, o investimento em energia fotovoltaica revelou-se estratégico tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Referências

ABINEE. **Sistema de compensação de energia elétrica**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, 2012. Disponível em: <https://www.abinee.org.br>. Acesso em: 10 set. 2025.

ALVARENGA, F. M. **Energia solar: fundamentos e aplicações**. Belo Horizonte: Editora Solar, 2015.

AUERRERO, M. J. **Fontes de energia: renováveis e não renováveis**. Porto Alegre: Editora Energia, 1996.

BNDES. **Energia solar fotovoltaica: oportunidades e desafios para o desenvolvimento do setor no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, 2016.

CARNEVSKIS, C. **Radiação solar e aproveitamento energético**. Curitiba: SolarTech, 2019.

COELHO, L. F. **Energia solar fotovoltaica: fundamentos, tecnologias e aplicações**. São Paulo: Érica, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Gov.br. **Matriz elétrica brasileira**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2021.

HINRICHS, R. A.; Kleinbach, M.; Reis, L. B. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

IEA. **Snapshot of global PV markets**. Paris: International Energy Agency, 2016.

LIMA, J. R.; Silva, M. A.; Costa, R. M. **Matemática financeira aplicada**. Recife: Editora Universitária, 2006.

LIRA, M. G. **Metodologia da pesquisa científica**. Recife: Editora Universitária, 2014.

MME. **Capacidade instalada de energia solar no Brasil**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2017.

PAULA, J. C. **Matemática financeira: aplicações e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

PEREIRA, A. M. **Estudo de caso: teoria e prática na pesquisa social**. Curitiba: Juruá, 2012.

PERUFO, L. M.; Godoy, M. C. **Inovação tecnológica e competitividade em microempresas**. Florianópolis: Sebrae, 2019.

PORTAL DO SOL. **Irradiação solar por município**. Disponível em: <https://www.portaldosol.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PORTAL SOLAR. **Diferenças entre sistemas ON-GRID e OFF-GRID**. São Paulo: Portal Solar, 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2021.

RESNICK, R.; Halliday, D. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988.

SALAMONI, I. T. *et al.* **Energia solar fotovoltaica: potencial e perspectivas no Brasil**. Revista Brasileira de Energia, v. 15, n. 2, p. 45–60, 2009.

SEBRAE-SC. **Perfil das micro e pequenas empresas em Santa Catarina**. Florianópolis: Sebrae, 2016.

SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: EPU, 1967.

SILVA, A. S.; Menezes, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

VIAN, L. M.; Oliveira, R. S.; Costa, D. F. **Irradiação solar e eficiência energética**. São Paulo: Editora Sustentável, 2021.

WALTER, J. P. **Energia solar: economia e retorno financeiro**. São Paulo: Nova Geração, 2019.

YOUNG, M. T. **Custo unitário na geração fotovoltaica**. Rio de Janeiro: SolarPro, 2019.