

VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES (ESTUDO DE CASO)

Micarlla Caroline da Silva Cirilo¹, Rafael da Costa Ferreira²

Resumo: O sol é uma fonte renovável e que possui grande abundância em todo o mundo, assim, o comércio mundial da energia fotovoltaica vem se destacando positivamente. No Brasil, em função da incidência solar abundante, acaba o colocando como um forte candidato para a geração de energia solar. Este trabalho discute sobre a viabilidade econômica da implantação de painéis solares em um comércio no município de Currais Novos – Rio Grande do Norte. Por meio de um estudo de um projeto preliminar de instalação, obteve dados que foram analisados sobre o impacto que os painéis causariam a longo prazo. Este estudo leva como referência os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEL) para a obtenção das tarifas em vigor da energia no mercado, assim como, a evolução da tecnologia. Analisando o quanto a instalação do novo sistema é promissora para a empresa. Pois apesar do sistema fotovoltaico (FV) ser viável, é necessário a discussão sobre os impactos em sua implantação. Assim podendo se comprovar o potencial energético desta fonte.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica. Fonte renovável. Incidência solar.

1. INTRODUÇÃO

A procura por fontes de energia renováveis é uma barreira existente desde muito tempo e que atualmente vem recebendo uma valorização maior, em função da intensificação do efeito estufa. [9]. O Brasil, diferente da média mundial, possui geração de energia elétrica renováveis, chegando a 85% da geração elétrica, mas boa parte dela é proveniente das hidroelétricas. Uma das fontes alternativas que vem ganhando maior destaque é a solar, por ser promissora no Brasil, devido a sua localização geográfica perto da linha do equador, local onde se tem uma grande quantidade de luz solar por horas [33].

O Rio Grande do Norte (RN) possui um índice elevado de radiação proveniente do sol, o que o faz um lugar adequado para o investimento em energia fotovoltaica. De acordo com dados fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (1985/86), do LABSOLAR E BRACOS – INPE (1995/98), existem três faixas de irradiação máxima anualmente no RN: de 5.500 Wh/m² a 5.700 Wh/m², de 5.700 Wh/m² a 5.900 Wh/m² e de 5.900 Wh/m² a 6.100 Wh/m² (INMET, 1998).

Em função de novas implantações das centrais solares nas localidades da região, a tendência é que haja a diminuição dos custos devido a transmissão e distribuição da energia solar. Além da causa dos impactos ambientais menores, se comparadas com as outras fontes (hidroelétrica, térmica, eólicas, ...) [33].

Uma fonte renovável adequada é aquela que possui uma disponibilidade quase inalterável para seu uso. A energia solar, é a energia elétrica produzida pela corrente elétrica quando fótons obtidos da radiação solar reagem em um material semicondutor [13].

Por conseguinte, o objetivo geral deste estudo, é analisar fatores econômicos para a aplicação da energia fotovoltaica, levando em consideração o local que será aplicada, o valor da energia atual e dos materiais para implantação. Além disso, servir como referência para próximos estudos sobre a energia fotovoltaica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Breve histórico de município de Currais Novos

Currais Novos é uma cidade situada na microrregião do Seridó Ocidental, a cerca de 172 km da capital do estado do Rio Grande do Norte, Natal, como mostra a Figura 1. Inicialmente sua localidade foi ocupada por índios nomeados como Cariri. Mas em 1755, o pernambucano Coronel Cipriano Lopes Galvão, fixou residência nas proximidades, dando início a criação de uma fazenda de gado. Assim, os moradores originais acabaram sendo expulsos em função do “ciclo do gado” [8].



Figura 1 – Localização geográfica do município de Currais Novos. Fonte: [29].

O município teve grande influência econômica da pecuária, iniciando as primeiras feiras de gado do local, mas devido a pouca ocorrência de chuva, que acarretou a diminuição de alimento e água, foi necessário a busca pela agricultura. E com o crescimento dessas atividades, mais pessoas acabaram fixando moradia [28].

Com a morte do Coronel Cipriano Lopes, em 1764, o Cipriano Galvão Filho assume as administrações da fazenda, e realiza mudanças no comércio de gado. Desta forma, aconteceu o crescimento comercial da fazenda, e ela passou a ser referência no estado [8].

Em 20 de fevereiro de 1884, foi criada a Lei Provincial nº 893, dando início ao distrito de Currais Novos, mas só com o Decreto Estadual nº 59, o município foi desmembrado de Acari. Se tornou município do Rio Grande do Norte apenas em 1891, possuindo a primeira Intendência nomeada pelo Governador do Estado, Pedro de Albuquerque Maranhão [28].

2.2 Energia Solar

O sol é o responsável por grande parte das fontes de energia, de forma direta ou indireta. E a energia solar é aquela que é obtida através da radiação eletromagnética dos raios solares. Esta que pode ser usada para aquecimento ou para a geração de energia elétrica.

Quando a energia solar atinge a superfície terrestre em um ponto e instante, ela é nomeada como radiação solar, que pode ser definida em dois componentes:

- Radiação direta: ocorre quando o disco solar aparece totalmente ou parcialmente;
- Radiação difusa: causada em função da separação da atmosfera que chega ao local considerado, por meio de um ou vários desvios.

A emissão de radiação solar acontece em quase todos os comprimentos de onda, mesmo que 99,9% da energia proveniente do sol esteja na faixa compreendida no 0,15 e 4,0 μ de comprimento de onda, assim, conhecida como domínio de radiação solar [32].

Na atualidade, é defendido que a energia solar vem de origem de reações termonucleares, que possuía capacidade de formar um núcleo de hélio (partícula alfa) decorrentes de quatro núcleos de hidrogênio (prótons), assim utilizam o nitrogênio e o carbono como sendo o intermediário que são refeitos no final da reação.

A energia solar ela se divide de duas formas, através da térmica e da fotovoltaica. A energia solar térmica, é aquela energia solar que serve para o aquecimento [33].

2.3 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é aquela produzida por meio da conversão de forma direta da radiação do sol de forma elétrica [15]. O efeito fotovoltaico é um fenômeno contido em alguns materiais, que ao entrarem em contato com a luz, ocasionam na eletricidade.

De acordo com a [10] o valor dos sistemas fotovoltaico (FVs) vem diminuindo em função dos avanços tecnológicos dos semicondutores, somado a alta na produção das células solares contribuíram para essa baixa.

O custo para a instalação desta energia pode chegar até a metade dos gastos de uma central hidrelétrica pequena. Em contrapartida, o custo que essa implantação pode acarretar chega a aproximadamente trinta anos. Comparando a sistemas isolados, são até dez vezes maior e caso seja interligada a uma rede elétrica, chega a superar cerca de três vezes [25].

Este sistema pode ser reproduzido de três maneiras; de forma isolada, híbrida ou conectado à rede elétrica [33].

2.3.1 Sistema Fotovoltaico Isolado (*off grid*)

O sistema *off grid* depende exclusivamente da radiação solar. Para ser aplicada nesse cenário, é preciso que uma parte da energia advinda dos painéis, seja guardada em bancos de baterias, para que em momentos que tenha poucos índices de energia, a armazenada possa ser utilizada. Por não se conectar à rede elétrica, este modelo pode ser utilizado para consumo de energia em residências, atividades que envolvam maquinários (como bombas, trituradores, moedores e cercas eletrificadas) [11].

Este sistema possui quatro estruturas:

- Arranjo Fotovoltaico: atribuído pela captação da radiação solar e transformação em energia elétrica;
- Banco de baterias: capaz de armazenar a energia elétrica transformada, possibilitando a sua utilização sempre que preciso;
- Controlador de carga: dispositivo capaz de comandar as cargas do banco de baterias;
- Inversor solar: Transforma a corrente contínua em alternada [33].

2.3.2 Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (*on grid*)

Os sistemas solares fotovoltaicos conectados à rede, ou também conhecido como *on grid*, possuem capacidade de transmissão de energia total para a rede elétrica. Este sistema, é caracterizado por ter potenciais mais elevados (kW até MW) que os autônomos [33].

O sistema *on grid* é dividido em dois tipos: forma centralizada, como uma usina convencional e longe dos consumidores, e de forma integrada a edificação, descentralizada e próxima ao consumidor [24]. Além disso, ao adquirir esse equipamento, só vai pagar a empresa de energia caso consuma mais do que ele está produzindo, se produzir mais do que o consumido, gera crédito levando em consideração a normativa da [3].

2.3.3 Sistema Fotovoltaico Híbridos

Estes sistemas operam através de unidades geradoras que obtêm energia além da energia solar [33].

2.3.4 Painéis Fotovoltaicos

Atualmente, existe alguns tipos de módulos solares fabricados, como: rígidos ou flexíveis, decorrentes do tipo de célula empregada [21]. O silício (Si) é o principal material para a fabricação das células fotovoltaicas, chegando a 85% a 90% no mercado global, segundo a Agência Nacional de Energia (*International Energy Agency* – IEA) (IEA, 2013a). E os principais são descritas a seguir.

2.3.4.1. Silício Monocristalino

Esta célula é a mais usada comercialmente, por ser a tecnologia da primeira geração, assim, mais antiga. Estas são obtidas em barras cilíndricas de silício monocristalino que são cortadas em forma de pastilhas finas, possuindo a espessura de 200 μm . A eficiência desta célula é de 15% a 24,7% [23].

2.3.4.2 Silício Multicristalino

Esta célula é nomeada também de silício policristalino. São originadas de blocos de silício advindos de fusão em porções de silício puro em moldes especiais. Em decorrência do resfriamento do silício ser lento nos moldes e assim, eles solidificam. A eficiência para essa célula acaba sendo menor que a de monocristalino, chegando de 14% a 20,3% [23].

2.3.4.3. Filmes Finos

Esta célula é mais barata que a de silício cristalino em função, da sua tecnologia. Elas compõem 10% a 15% das vendas globais do módulo fotovoltaicos (IEA, 2013^a). A eficiência dessa célula é definida em função do seu material: silício amorfo de 4% a 8%, telureto de Cádmio (CdTe) de 10% a 11%, disseleneto de cobre-índio-gálio (CIGS) de 7% a 12% [26].

2.4 Energia Fotovoltaica no mundo e no Brasil

A energia fotovoltaica permaneceu se desenvolvendo pelo mundo. Em 1998 ela atingiu sua maior eficiência chegando a 25% com células de silício monocristalino [31].

[7] defende que a energia vinda do sol, por ser renovável é uma alternativa vista como promissora, tendo em consideração os desafios do milênio. Cada área da terra absorve do sol uma potência de 14 lâmpadas de 100watts.

De acordo com a [2], no decorrer do tempo, países iniciaram suas exigências para que ocorresse o aquecimento da água por meio da energia solar. Enquanto isso, Israel e a Espanha em 2006, requereu uma porcentagem obrigatória para a produção de energia solar nas edificações. Posteriormente, demais países, como: Índia, Coreia do Sul, China e Alemanha, adotaram também essa medida.

A localização geográfica do Brasil, por estar próximo ao Equador, o torna um país beneficiado por receber raios solares com alta incidência de radiação e elevada insolação diariamente [18]. Cerca de 26% da energia proveniente do sol atinge o planeta Terra de forma espalhada, e 25% chegam diretamente à região do Equador [30].

[6] aponta que na Alemanha o lugar que mais receber sol chega a 40% menor que o local com menos radiação proveniente do sol no Brasil. Além disso, o país possui exportação abundante de quartzo em pedra, aquela que é a matéria prima para a fabricação de silício, chegando a exportar 230 mil toneladas para Japão, Coreia, China, Alemanha e Estados Unidos.

A ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, através da resolução Normativa nº482, criada em 17 de abril de 2012 [3], incentiva o crescimento da energia fotovoltaica no Brasil, por possibilitar a microgeração da energia por fontes renováveis, ligadas as redes elétricas que possuem baixa tensão. Onde a Figura 2 expressa esse crescimento.

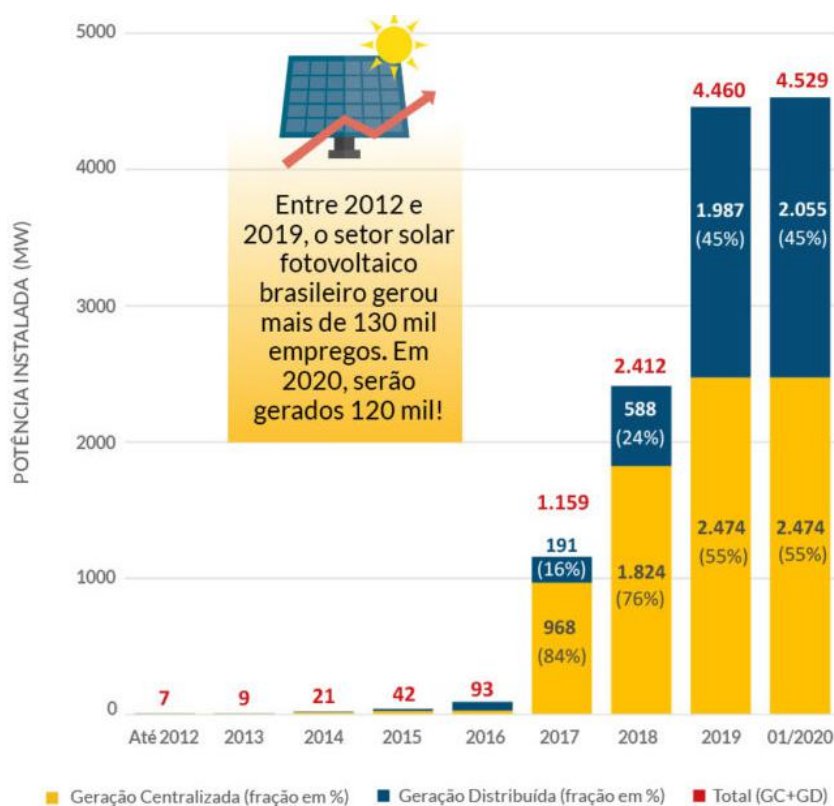


Figura 2 – Evolução da fonte solar no Brasil. Fonte: [1]

A energia solar no país, tem se desenvolvido principalmente para o atendimento nas comunidades rurais e em regiões mais afastadas no Nordeste e Norte. Através do bombeamento de água, iluminação pública e sistemas energéticos coletivos.

Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB/CEPEL, o Brasil possui cerca de 143GW gerados pelas usinas, mas pouca parte desse valor vem da energia solar, por ainda existir potencial a ser aproveitado.

No Brasil, uma das principais formas de geração de energia, é através das hidroelétricas, chegando a 64% de sua matriz energética (BEM, 2016). Contudo, as hidroelétricas, atualmente, se encontram com baixa nos níveis dos reservatórios, assim, a importância do investimento em novas fontes alternativas, que suprisse a necessidade.

Em 2012, foi criada no país a Resolução Normativa 482, pela ANEEL, e assim, a energia solar começou a ser uma alternativa para quem buscava produzir sua própria energia. Esta norma determina retribuir a energia causada pelo uso do sistema fotovoltaico conectado à rede (*on grid*). De acordo com a legislação da energia solar, qualquer indivíduo pode gerar sua própria energia através da instalação de micro ou minigeradores.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 Caracterização do local

O estudo foi realizado para a implantação de um sistema fotovoltaico na empresa Comcil. Com a intenção de diminuir o valor da energia gasta no comércio. A escolha da análise do sistema ocorre em função do potencial da região, por possuir elevados índices solar (INMET, 1998).

3.1.1 Cenário Climatológico

Currais Novos é um município que possui um clima quente e seco, que são características do semi-árido, com chuvas irregulares ao decorrer do ano. Oito meses com pouca chuva, tendo trimestres mais chuvosos. Possuindo suas precipitações a aproximadamente 500mm/ano e temperatura em média de 28°C [14].

O Rio Grande do Norte, está entre os oito estados que se destacam na geração distribuidora da energia solar fotovoltaica, grande parte disso, se dá por ele ser um dos estados que mais possui radiação solar, assim, muitas empresas tendem a inverter nessa região. Em Currais Novos de acordo com índices fornecidos pelo LABREN, que é uma nova ferramenta criada pelo Instituto Nacional de Pesquisa Especiais (INPE), o local é caracterizado por possuir aproximadamente faixa de latitude de 6,3005° e longitude de 36,549° do município, possuindo uma média de radiação de 5,694 kWh/m².dia.

3.1.2 Área de cobertura

A área de estudo para a instalação do sistema solar no comércio foi estabelecida através da ferramenta do *Google Earth*, onde se obteve aproximadamente que a cobertura da distribuidora possui 170,63 m².

3.2 Coleta e análise de dados

A caracterização da local de estudo será com base na observação da área da empresa Comcil, no município de Currais Novos, através de cálculo para que se obtenha a quantidade necessária de painéis que serão instalados, assim como, os investimentos necessários para a montagem do sistema. No projeto foi tomado como medida, dados fornecidos pela empresa Neosolar e através da ferramenta LABREN. Foi realizado o orçamento com empresas, onde foi levantado o custo médio para a instalação dos painéis solares. Sendo utilizado módulos solares manocrystalino OSDA com potência de 450 watts.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo de energia

A Tabela 1 a seguir, representa os valores por mês da fatura da energia gasta pela empresa. O consumo da energia no comércio, de acordo com as contas, possui uma estabilidade, em função dos valores semelhante de um mês para o outro. Assim, foi realizado um cálculo através da média por mês, equivalente a um ano, atingindo a média de 774 kWh.

Tabela 1 - Custo da energia na empresa Comcil em Currais Novos/RN. Fonte: (Autoria própria)

Mês/Ano	Energia Consumida (kWh/mês)	Valor da conta (R\$)
Julho/2020	631,00	541,08
Agosto/2020	656,00	659,00
Setembro/2020	547,00	647,51
Outubro/2020	691,00	615,07
Novembro/2020	654,00	592,63
Dezembro/2020	629,00	603,55
Janeiro/ 2021	633,00	652,68
Fevereiro/2021	753,00	681,23
Março/2021	799,00	692,62
Abril/2021	1.009,00	864,00
Mai/2021	793,00	772,35
Junho/2021	756,00	778,96
Julho/2021	737,00	828,81
Média dos meses	774,00	693,13

4.2 Planejamento do sistema

4.2.1 Delimitação dos módulos fotovoltaicos

Levando em consideração a média de radiação de 5,694 kWh/m².dia do município de Currais Novos e o potencia do sistema optado, será adquirido 20 painéis FV para que supra a necessidade da empresa que consome cerca de 774 kWh/mês.

4.2.2 Escolha do sistema fotovoltaico

O sistema foi escolhido levando em consideração todo o estudo desenvolvido. A primeira medida a ser analisada foi o custo do sistema, realizando a média de consumo da empresa, por meio da conta de luz. Em seguida, a eficiência dos painéis, assim medindo quantos watts a cada m² o painel era capaz de gerar. Tomando como base todas as informações precisas para a escolha do melhor material a ser usado, que suprisse a necessidade da empresa, foi escolhido a módulos solares manocrystalino OSDA com potência de 450 watts. Assim, o sistema adotado foi o *on grid*, por ser mais viável para a empresa.

4.2.3 Orçamento

No custo da implantação do sistema fotovoltaico na distribuidora Comcil, foi aproveitado dados fornecidos pela Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira (EPE, 2012), de acordo com a Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Custo do investimento no sistema FV – referência nacional. Fonte: [27]

Potência	Painéis	Inversores	Montagem e instalação	Total (US\$/Wp)
Residencial (4-6kWp)	2,95	0,76	0,93	4,638
Residencial (8-10kWp)	2,68	0,66	0,83	4,174
Comercial (100kWp)	2,31	0,56	0,72	3,578
Industrial (>1.00kWp)	2,12	0,40	0,64	3,154

A empresa Neosolar, disponibilizou um orçamento sobre a instalação do sistema, com análise dos gastos, desde a mão de obra até a compra dos equipamentos. Assim, o valor do investimento totaliza em R\$ 48.185,06.

4.2.4 Custo-benefício

Através do orçamento feito pela empresa Neosolar, foi fornecido a estimativa de geração mensal, obtendo a produção média de 724 kWh, enquanto a economia mensal ficou prevista em R\$ 648,35.

Assim, foi previsto o valor que a geração da própria energia economizaria, como se observa na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Economia na geração de própria energia. Fonte: Produzida pelo autor com base de dados de [20]

Economia	Valor (R\$)
Média da conta antes da energia solar	R\$ 693,13
Média da conta com energia solar	R\$ 44,78
Economia mensal	R\$ 648,35
Gasto sem solar (25 anos)	R\$ 608.066,84
Gasto com solar (25 anos)	R\$143.077,00

4.2.4.1 Análise financeira

A análise financeira da instalação dos painéis na empresa, estão reproduzidos por meio da Figura 3 e do Gráfico 1, para um melhor entendimento do que foi abordado. Onde no Gráfico 1 foi aplicada uma taxa da inflação da energia de 8%, de acordo com o orçamento fornecido.

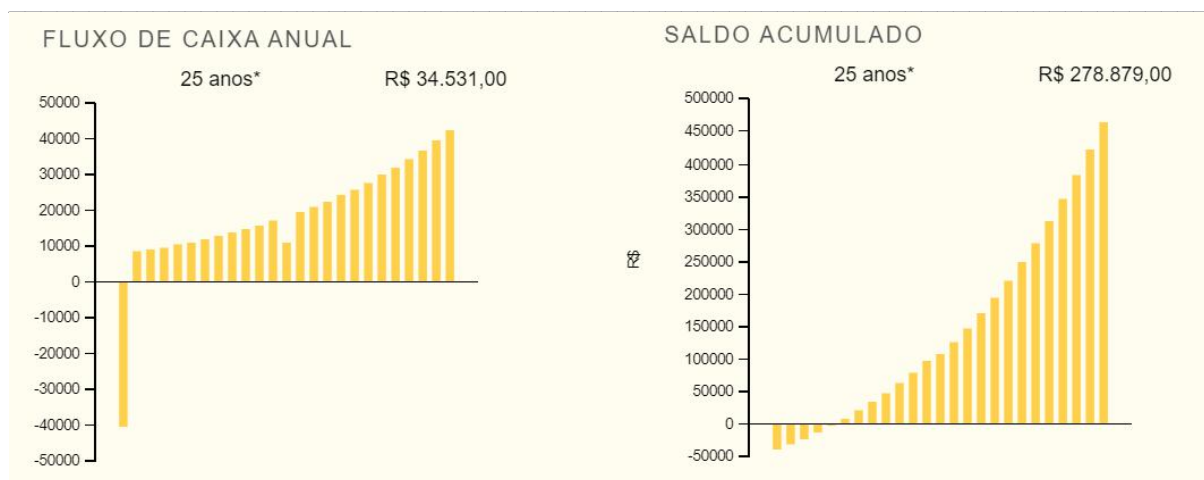


Figura 3 – Gráficos do fluxo de caixa anual e saldo acumulado. Fonte: [20]

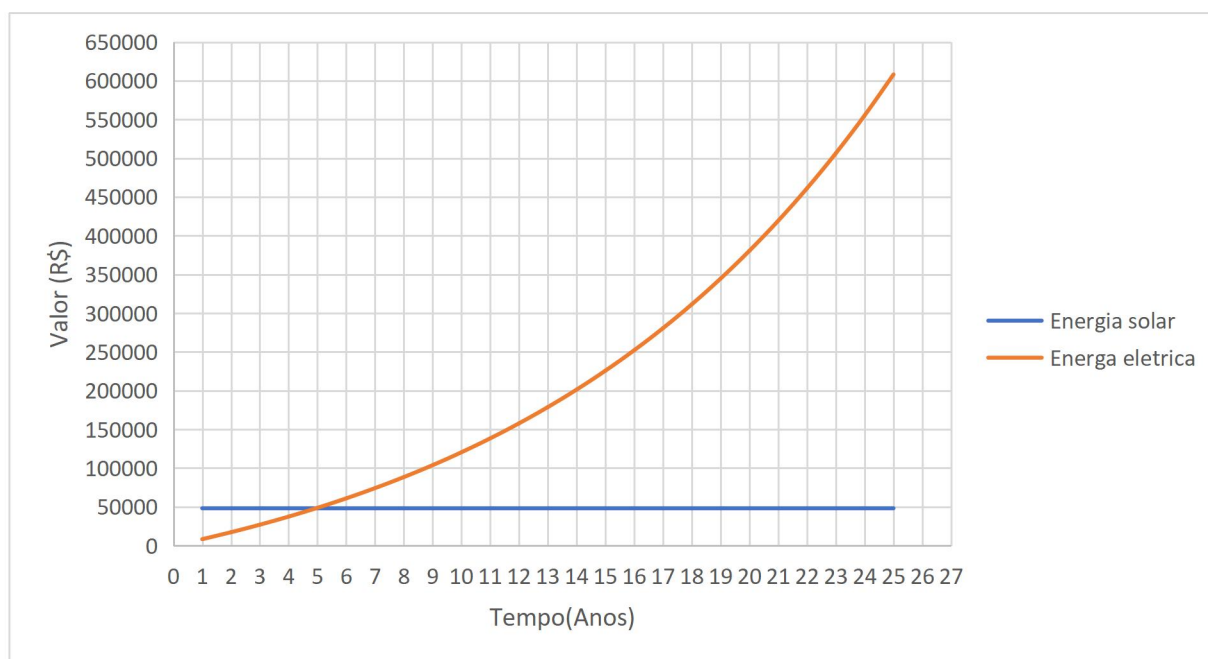


Gráfico 1 – Retorno do Sistema Fotovoltaico. Fonte: (Autoria própria)

Com base nos dados analisados obtém a taxa interna de retorno (TIR) de 27,87%. Logo o retorno do gasto de investimento no sistema solar fotovoltaico será em cinco anos e dois meses.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi realizado por meio de um estudo sobre a viabilidade da instalação de módulos solares fotovoltaicos na distribuidora Comcil, que reside no município de Currais Novos, constatando que o local possui ótimas condições para a implantação do sistema FV.

O sistema solar escolhido na pesquisa foi o *on grid*, em função das necessidades da empresa, conseguir suprir melhor que os outros sistemas. Com estimativa do retorno financeiro de cinco anos e dois meses, levando em consideração todo o gasto aplicação ao sistema.

Logo, foi nítido que o projeto fotovoltaico na empresa Comcil possui um bom potencial para a fabricação da energia solar, sendo viável sua instalação para a empresa, por trazer uma economia de cerca de R\$ 648,35 por mês, totalizando que em 25 anos o saldo acumulativo seja de R\$ 278.879,00.

REFERÊNCIAS

- [1] ABSOLAR. **Infográfico**. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico>>. Acesso em: 23 outubro 2021.
- [2] ALDO.BLOG. **Você conhece a legislação de energia solar no Brasil?**. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/blog/voce-conhece-a-legislacao-de-energia-solar-no-brasil>>. Acesso em: 4 nov. 2021. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.
- [3] BRASIL; Aneel. Resolução Normativa nº 482, 17 de abril de 2012. **Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências**;
- [4] BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2013. EPE - Empresa de Pesquisa Energética. MME – **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- [5] BORTOLOTO, V. A. et al. GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR ON GRID E OFF GRID. **Jornada científica e tecnologia**, São Paulo, v. 6, n. 23, p. 1-6, out. 2017.
- [6] CABRAL IS, Torres AC, Senna PR. Energia solar – análise comparativa entre Brasil e Alemanha. **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Salvador, Bahia, 2013. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-009.pdf>>. Acesso: 25 de out. 2021.
- [7] CARVALHO, CLÁZIA RAMAYANA FREITAS DE. **Sistema fotovoltaico isolado: uma aplicação pratica no projeto xapuri**. 2021.
- [8] CURRAIS NOVOS. **Prefeitura de Currais Novos**, 2017. Disponível em: <<https://curraisnovos.rn.gov.br/currais-novos>>. Acesso em: 12 out. 2021.
- [9] DANTAS, S. G.; POMPERMAYER F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. **Texto para discussão**. e2388, p. 1-42, 2018.
- [10] DIAMANDIS, P. **Solar energy revolution: a massive opportunity**. New York: Forbes, Sept. 2014. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/peterdiamandis/2014/09/02/solarenergy-revolution-a-massive-opportunity/#56994e866c90>>. Acesso em 15 out. 2021.
- [11] EBERHARDT, D. Desenvolvimento de um Sistema Completo para Caracterização de Células Solares. **Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre. 2005. 104 f.
- [12] EMPRESE BRASIL DE COMUNICAÇÃO. **Hidrelétricas: ONS alerta que reservatórios do país estão em baixa**. Disponível em: <<https://bit.ly/3DmiYbt>>. Acesso em: 5 nov. 2021.
- [13] ESPOSITO, A.; FUCHS, P. **Desenvolvimento Tecnológico e Inserção da Energia Solar no Brasil**. Revista do BNDES, n. 40, dez. 2013.
- [14] IICA – INSTITUTO INTERNACIONAL DE COOPERAÇÃO DAS AMÉRICAS. Plano de desenvolvimento sustentável da Região Seridó. Natal-RN: SEPLAN – **Secretaria de Planejamento do Estado do Rio Grande do Norte**, 2000.
- [15] IMHOFF, J. Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaico Autônomos. **Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria. 2007. 146 f.
- [16] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. PVPS Report: **A snapshot of global PV 1992-2012**. Disponível em: <<http://iea-pvps.org>>. Acesso em: 4 nov. 2021.
- [17] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (BRASIL). Atlas de irradiação solar do Brasil. Brasília: INMET, 1998. Disponível em: <http://lepten.ufsc.br/pesquisa/solar/atlas_de_irradiacao.pdf>. Acesso em 14 out. 2021.

-
- [18] KELMAN J. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em 28 out. 2021.
- [19] LABREN. **Médias do Total Diário da Irradiação no Plano Inclinado para o Estado do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/atlas2_tables/RN_inc.html>. Acesso em: 4 nov. 2021.
- [20] NEOSOLAR. **Orçamento**. Disponível em: <<https://bit.ly/3FgbxmX>>. Acesso em: 8 nov. 2021.
- [21] PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco A. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: **Cepel-Cresesb**, 2014.
- [22] PORTAL SOLAR, 2011. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br>>. Acesso em: 1 nov. 2021.
- [23] PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS: RESEARCH AND APPLICATIONS. **Short Communication: Solar Cell Efficiency Tables (Version 32)**. Jun, 2008.
- [24] RUTHER, Ricardo. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: UFSC / **LABSOLAR**, 2004.
- [25] SHAYANI, Rafael Amaral; OLIVEIRA, Marco Aurélio Gonçalves de; CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In: **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE)**. Brasília. 2006.
- [26] SILVA, Selênio Rocha. **EEE024 - Fundamentos em fontes alternativas de energia**. Disponível em: <http://www.cpdee.ufmg.br/~selenios/Geracao/EEE024-2013_3.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- [27] SILVESTRI, Alessandro Frederico; TAKASAKI, Vinicius Garcia. **Estudo de viabilidade para implantação de geração fotovoltaica em shopping centers na região de Curitiba**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- [28] SOUZA, Joabel Rodrigues de. **Totoró, berço de Currais Novos**. Natal: EDUFRRN, 2008.
- [29] SLIDEPLAYER. **Curso: Mineralogia Aplicada aos Minerais Industriais Prof.º Dr. Luiz Carlos Bertolino**. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/383618/>>. Acesso em: 25 out. 2021.
- [30] TOMASSELLA J, Rossato L. Balanço de energia, **INPE**, São José dos Campos. Disponível em: <<https://bit.ly/3opOvD6>>. Acesso em: 20 out. 2021.
- [31] VALLÊRA AM, Brito MC. Meio século de história fotovoltaica. Lisboa, **Gazeta da física**, v. 29, 2006. Disponível em: <<http://solar.fc.ul.pt/gazeta2006.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2021.
- [32] VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e climatologia**. Recife, 2006. 449 p. (Versão Digital, 2). Acesso 1 20 out. 2021.
- [33] WANDERLEY, A. C. F.; CAMPOS, A. L. P. S. Perspectivas de inserção da energia solar\ fotovoltaica na geração de energia elétrica no rio grande do norte/prospects for integration of photovoltaic solar energy in electricity generation in rio grande do norte state. **HOLOS**, v. 29, n. 3, p. 3, 2013.