

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NA UFRB- CRUZ DAS ALMAS

Galo, J. J. M. * Mascarenhas, H. M. † de Macedo, M. N. Q. ‡

Revista Eletrônica de Ciências Exatas e Tecnológicas

MAR-2022, 3ª Edição, Volume 1.

Submitted: 20 dez.2021. Approved: 01 mar.2022.

RESUMO

O artigo é um estudo da viabilidade técnico-econômico de um projeto piloto de microgeração de energia fotovoltaica, para geração de energia elétrica limpa, não poluente e renovável, a ser instalado no Campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus da cidade de Cruz das Almas no estado da Bahia. Com o propósito de montar um laboratório de pesquisa de geração de energias renováveis para os estudantes de engenharia, professores e toda comunidade local da cidade, e, também, reduzir os altos custos de energia elétrica na UFRB. Pelos resultados obtidos foi verificado que a implantação de um sistema de microgeração fotovoltaica demonstrou ser viável economicamente (obteve um tempo de retorno em menos de cinco anos e se mostrou um projeto viável no período de 25 anos de vida útil) e também tecnicamente, pois possibilitará a inserção da comunidade acadêmica em novos estudos e pesquisas sobre este tema de grande relevância mundial.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos. Sistema *on grid*. Radiação solar. Viabilidade técnica e econômica.

ABSTRACT

The article is a study of the technical-economic feasibility of a pilot project for photovoltaic energy microgeneration, for the generation of clean, non-polluting and renewable electricity, to be installed on the Campus of the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus da city of Cruz das Almas in the state of Bahia. With the purpose of setting up a research laboratory for renewable energy generation for engineering students, professors and the entire local community in the city, and also to reduce the high costs of electricity at UFRB. From the results obtained, it was verified that the implementation of a photovoltaic microgeneration system proved to be economically viable (it had a payback time in less than five years and proved to be a viable project in a period of 25 years of useful life) and also technically, as it will enable the insertion of the academic community in new studies and researches on this topic of great worldwide relevance.

Keywords: Photovoltaic Systems. System on grid. Solar radiation. Technical and economic feasibility.

* Joaquim Jorge Martins Galo. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (1983), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (1998) e doutorado em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (2014). Atualmente é professor Adjunto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Pesquisa na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrotécnica, Redes Inteligentes de Energia (*Smart Grid*) Automação e Energia Complementares, atuando principalmente nos seguintes temas: Geração de energia, Distribuição e Transmissão de Energia, Eficiência Energética, *Smart Grid*, Lógica Fuzzy. Filiação: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC)/ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Brasil. E-mail: joaquimgalo@ufrb.edu.br

† Heyde Miranda Mascarenhas. Possui graduação em Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Atualmente é aluna do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica e Geração de Energias Complementares, atuando principalmente nos seguintes temas: Geração de energia complementares e de Eficiência Energética. Filiação: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC)/ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Brasil. E-mail: heydemascarenhas80@gmail.com

‡ Maria das Neves Queiroz de Macedo. Possui graduação Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba (1983), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (1997) e doutorado em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (2014). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal de da Bahia (IFBA). Pesquisa na área de Engenharia Elétrica, Automação Smart Grid, Redes Neurais artificiais e Energia Complementares, atuando principalmente nos seguintes temas: Geração, Distribuição e Transmissão de Energia, Eficiência Energética, Smart Grid, Redes Neurais Artificiais. Filiação: Departamento Eletrotécnica / Instituto Federal da Bahia (IFBA), Brasil. E-mail: mariamacedo@ifba.edu.br

Sumário

Sumário	1
Introdução	2
Energia Fotovoltaica	3
Sistema conectado à rede (<i>on grid</i>)	3
Definição do Local de Instalação	4
Levantamento do consumo da instalação, as etapas do projeto e a energia gerada	4
Etapas para a elaboração do projeto fotovoltaico	4
Cálculo percentual da energia gerada	5
Dimensionamento da energia estimada a ser gerada e o cálculo do número de módulos fotovoltaicos	5
Cálculo da Energia Líquida Mensal e Anual	5
Arquitetura e implantação do sistema	6
Orçamento	7
Materiais e equipamentos	7
Estudo de viabilidade	8
Viabilidade técnica	8
Viabilidade econômica	8
Conclusão	9
Referências	10

INTRODUÇÃO

A demanda pela geração de energia renovável com características não poluentes tem tido um aumento considerável no mundo, devido a necessidade de preservação do meio ambiente e a consciência que deve-se promover o desenvolvimento com sustentabilidade ou seja, com menor impacto ambiental.

No Brasil, o aumento desta demanda tem trazido a necessidade de se fortalecer a pesquisa na área de energia renovável, o que implica na criação de centros de pesquisa para se promover estudos sobre as características desta geração, seus desafios, sua viabilidade técnica e seus aspectos econômicos.

Neste cenário, a conscientização do uso racional dos recursos oferecidos pela natureza que são esgotáveis, sobre tudo, da energia elétrica é uma exigência do mundo moderno, a educação

dos estudantes de nível médio e superior será fundamental para proliferação do conhecimento e da conscientização de toda a sociedade. Além disso, o lastro de sustentação do desenvolvimento de um país depende da sua matriz energética, que é um recurso básico para seu desenvolvimento.

No caso da região de Cruz das Almas, baseado na grande incidência de raios solares, a estratégia inicial desse trabalho culminou em apresentar um estudo de viabilidade técnico-econômica para implantação de um projeto piloto de um sistema fotovoltaico no prédio de agroecologia situado Campus de Cruz das Almas da UFRB. Essa instalação será do tipo *on grid*, pois o sistema é conectado à rede elétrica da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA), e não necessitará investimento com banco de baterias para funcionamento durante o período da noite, e por questões financeiras da UFRB torna-se o método mais econômico. Dessa forma, definiu-se suprir inicialmente 83% do consumo de energia do prédio agroecologia visando a expansão desse percentual futuramente por toda UFRB.

O objetivo principal deste trabalho baseia-se na apresentação de um estudo de viabilidade técnico-econômico na implementação de sistema de energia fotovoltaica na UFRB no campus de Cruz das Almas, de forma que se consiga analisar a viabilidade da implantação deste tipo de energia e o retorno técnico- científico para a comunidade acadêmica.

A ideia é realizar uma pesquisa que possa introduzir os estudantes neste tema, para que eles possam entender e aplicar as diversas etapas da investigação científica, abrangendo o questionamento deste problema, a fundamentação teórica, coleta de dados, além do estudo e elaboração das diversas alternativas para a solução de problema que atinge nossa sociedade o uso de energias complementares.

Este artigo está dividido em dez seções: a terceira, apresenta as características básicas dos sistemas fotovoltaicos; a quarta, as características da área escolhida para implantação; a quinta, o levantamento do consumo e as etapas do projeto; a

sexta, a arquitetura e implantação do sistema; a sétima, o orçamento da implantação; a oitava, o estudo de viabilidade (técnicas e econômicas) e a nona, a conclusão.

ENERGIA FOTOVOLTAICA

Segundo a (ANEEL) (2002), as fontes de energia existentes, são formas indiretas de energia solar. Além delas, a radiação solar tem grande destaque, pois pode ser usada como fonte de energia solar fotovoltaica após convertida em energia elétrica através das células fotovoltaica.

Chamamos de sistema fotovoltaico, a capacidade que o mesmo tem ao captar a luz solar e transformar diretamente em corrente elétrica. Ao ser coletada, essa corrente é processada por dispositivos controladores e conversores, podendo ser armazenada em baterias no qual denomina-se o sistema *off grid*, ou ser utilizada diretamente em sistemas conectados à rede elétrica denominado de sistemas *on grid* (VILLALVA, 2015).

Sistema conectado à rede (*on grid*)

O princípio desse sistema fotovoltaico é atuar como fonte complementar de energia, isso porque os consumidores desse sistema são alimentados pela rede elétrica. Esse sistema pode ser centralizado, como por exemplo na construção de usinas de geração de energia elétrica bem como sistemas descentralizados de geração distribuída, sendo eles: instalações residenciais, em empresas, prédios públicos etc. Mesmo assim, uma vez que essa energia foi gerada pelo sistema fotovoltaico ela é injetada e distribuída na rede elétrica (VILLALVA, 2010).

Nessas instalações, tanto a energia foto gerada quanto a energia convencional pode ser utilizada e, por isso, não há necessidades de baterias para acumular energia, porque quando o consumo elétrico for maior do que a eletricidade produzida pelos módulos fotovoltaicos a rede elétrica fica responsável para fornecer a energia necessária para a edificação (CAMARA, 2011).

A Figura 1 ilustra, genericamente, um sis-

tema fotovoltaico conectado à rede.

O Brasil é visto como um dos mercados potenciais mais relevantes para a implantação de tecnologias de geração solar, isso porque existem fatores como a intensa irradiação solar e a crescente redução dos custos de implantação comparado as outras fontes em todo território nacional.

O potencial energético para o aproveitamento solar no Brasil é bem significativo, tanto para o uso de energia solar em sistemas isolados (*off grid*) quanto para os sistemas interligados à rede elétrica (*on grid*) (SILVA, 2015). O sistema *on grid* tem a vantagem em relação ao *off grid* pois durante a noite o consumidor pode receber energia elétrica da concessionária local, sendo assim não havendo necessidade de instalação de baterias.

Figura 1 – Geração *on grid*



Fonte – (BRASIL, 2019)

1- Painéis solares fotovoltaicos:

Captam os raios de sol e os transformam em energia elétrica de corrente contínua.

2 - Inversor:

São usados para converter a energia de corrente contínua para a corrente alternada, compatível com a rede elétrica local e com a maioria dos equipamentos de uso doméstico.

3 - Medidor Bidirecional:

Mede a energia que é injetada na rede elétrica pela residência.

4 - Monitoramento:

Utilizado para monitorar e medir a geração de energia solar.

Os sistemas de geração fotovoltaicos oferecem uma série de vantagens em relação as outras

gerações, (CAMARA, 2011):

- Energia produzida junto à carga, na qual as perdas nas redes de transmissão e distribuição são minimizadas;
- A energia elétrica produzida ocupa um espaço já utilizado por uma edificação;
- Coincidência no consumo, principalmente quando se trata de prédios comerciais, pois a maior utilização acontece no horário de maior produção de energia pelos módulos;
- Possui modularidade, podendo ser ampliado havendo carga da edificação e espaço para o mesmo;
- Fonte de energia inesgotável, disponíveis em muitos locais produzindo energia limpa, renovável, sem emitir gases causadores do efeito estufa.

DEFINIÇÃO DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local de instalação do sistema fotovoltaico fica próximo ao refeitório universitário da UFRB no Campus de Cruz das Almas, Bahia.

Tendo em vista a localização da instalação, foi possível perceber que a mesma tem área no telhado disponível e suficiente para a instalação dos painéis fotovoltaicos, e não possui sombreamento nas áreas próximas ao prédio. Dessa forma, foi indispensável a verificação da planta baixa e a visita técnica ao local para checar a área para a implantação dos painéis fotovoltaicos. A Figura 2 mostra o prédio de agroecologia:

Figura 2 – Prédio agroecologia.



Fonte – Autoria própria, 2020

LEVANTAMENTO DO CONSUMO DA INSTALAÇÃO, AS ETAPAS DO PROJETO E A ENERGIA GERADA

Inicialmente a primeira etapa do trabalho foi o levantamento das cargas que serão instaladas no prédio (projeto elétrico), analisando a estimativa de consumo de energia elétrica no prédio da Agroecologia. Este prédio em estudo trata-se de uma edificação recente, construída em 2019. Portanto, o estudo das cargas instaladas foi feito através do projeto elétrico do prédio. A carga da edificação especificada no projeto elétrico é de uma potência aparente de 7,263 kVA ou de uma potência ativa de 6,38kW.

Etapas para a elaboração do projeto fotovoltaico

As seguintes etapas foram executadas para a elaboração do projeto:

- Verificação se há espaço no telhado para instalação das placas e também se existe algum sombreamento (no local visitado não tinha sombreamento);
- Verificação do suporte do telhado para a instalação das placas;
- Verificação do projeto elétrico da edificação;
- Análise das cargas que serão instaladas;
- Levantamento das coordenadas geográficas (Latitude e Longitude);
- Determinação da irradiação solar do local de instalação (HSP);
- Dimensionamento da quantidade de energia e escolha dos módulos fotovoltaicos;
- Cálculo do percentual estimado de energia fotovoltaica a ser gerada na edificação;
- Elaboração do projeto do sistema fotovoltaico para atender o prédio;
- Implantação modular (inicialmente 83% do consumo local) devido ao pouco recurso da UFRB no momento



Cálculo percentual da energia gerada

Segundo o levantamento de cargas do prédio de Agroecologia, a potência ativa necessária para o prédio é de 6,38 kW. O projeto visa suprir, através da energia fotovoltaica, uma potência ativa de 5,28 kW pico que corresponde a 83% dessa potência necessária ao prédio.

DIMENSIONAMENTO DA ENERGIA ESTIMADA A SER GERADA E O CÁLCULO DO NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para realizar o dimensionamento da energia a ser gerada no sistema solar do prédio da Agroecologia, será utilizado a potência de geração de 5,28 kWp, correspondendo a 83% do valor da geração necessária para edificação ($0,83 \cdot 6,38 = 5,28$ kWp), o valor de irradiação solar médio da cidade de Cruz das Almas é 5,05 kWh/m².dia (através da consulta ao site da CRESCEB, entrando com latitude e longitude da cidade), (CRESESB, 2014), a energia é faturada ao mês (30 dias) e considerando um rendimento médio de um sistema fotovoltaico de 80%, então a energia gerada por mês será calculada pela fórmula abaixo:

$$E = P \cdot T \cdot HSP \cdot R, \quad (1)$$

onde:

- E : Energia total mensal a ser gerada em kWh;
- P : Potência necessária a ser gerada pelos painéis em kWp;
- T : Tempo mensal em dia (30 dias);
- HSP : Hora de sol pico da cidade de Cruz das Almas em kWh/m² dia;
- R : Rendimento médio de um sistema fotovoltaico (80% ou 0,8).

Substituindo os valores tem-se a energia mensal a ser gerada:

$$E = 5,29 \cdot 30 \cdot 5,05 \cdot 0,8 = 639,94 \text{ kWh.}$$

A energia a ser gerada pelo sistema será sempre limitada entre a energia gerada pelas pla-

cas e a potência do inversor escolhido a ser ligado à rede da concessionária (COELBA, 2014).

A escolha da potência do inversor deve ser um valor um pouco acima da potência de geração das placas (5,28 kWp), pois um superdimensionamento do inversor aumentaria as perdas no sistema fotovoltaico e elevaria custos para a aquisição.

No caso do sistema em estudo, o inversor escolhido será de 6 kW (ou mesmo um 7 kW), prevendo no futuro o crescimento de cargas da edificação, Os fabricantes dos inversores recomendam que a potência máxima deste não deve exceder entre de 30% a 50% da capacidade das placas fotovoltaicas instaladas, esta preocupação é devida a corrente e a tensão de alimentação do inversor, elas não devem exceder os limites estabelecidos em placa

CÁLCULO DA ENERGIA LÍQUIDA MENSAL E ANUAL

Como o sistema está conectado à rede da concessionária, existe a cobrança de uma tarifa mínima mensal de 100 kWh para o sistema trifásico, 50 kWh para o sistema bifásico e 30 kWh para o sistema monofásico.

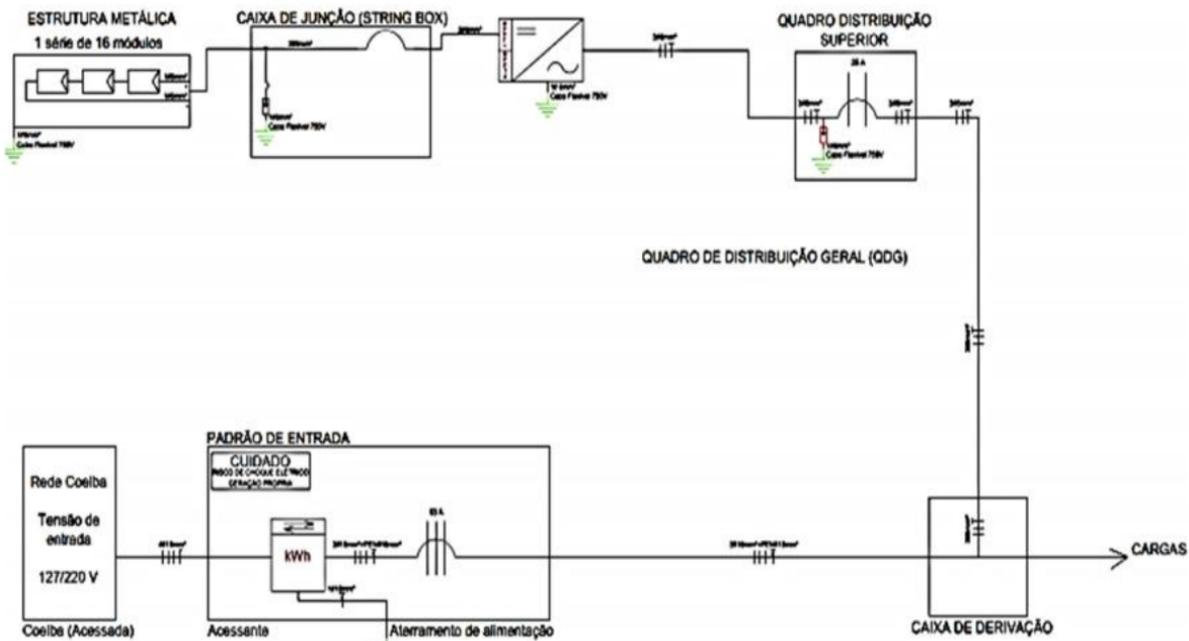
A UFRB de Cruz das Almas recebe energia da COELBA através de um sistema trifásico, portanto a energia fotovoltaica líquida gerada pela UFRB será: Energia líquida gerada mensal = $639,94 - 100 = 539,94$ kWh / mês.

A energia líquida gerada anualmente será igual a energia líquida mensal multiplicada pelos 12 meses:

$$\text{Energia líquida gerada anualmente} = 539,94 \text{ kWh / mês} \cdot 12 \text{ meses} = 6479,28 \text{ kWh/ano.}$$

A energia líquida gerada anualmente em reais, considerando o valor de 1 kWh, com acréscimos dos impostos, cobrado pela COELBA de 0,86 R\$/kWh. O valor da energia líquida gerada anual em reais será igual a $6.479,28 \cdot 0,86 = 5.572,18$ (cinco

Figura 3 – Diagrama unifilar do sistema fotovoltaico do prédio da agroecologia



Fonte – Autoria própria, 2020

mil quinhentos e setenta e dois reais e dezoito centavos).

ARQUITETURA E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

O diagrama unifilar apresentado na [Figura 3](#) representa o sistema fotovoltaico a ser implantado no prédio da Agroecologia do campus de Cruz das Almas. O sistema é composto dos seguintes componentes parte superior da esquerda para a direita:

1. 16 módulos fotovoltaicos fabricados pela QCELLS, ligados em série (strings) com potência por módulo de 330 W, tensão de circuito aberto 46,1 VCC e corrente de curto-circuito 9,3 A, eficiência do módulo 16,9%. Na [Tabela 1](#) tem-se a folha de especificações dos módulos ou painéis (Datasheet), o módulo fotovoltaico escolhido foi do fabricante QCELLS, modelo L-G5.
2. Caixa de junção CC (String box) composta de fusível, chave seccionadora CC e um disjuntor de proteção contra surto (DPS) CC;

Tabela 1 – Folha de especificações do painel fotovoltaico QCELLS.

Fabricante	QCELLS
Modelo	L-G5
Tensão de Circuito Aberto (V)	46,10
Tensão de Máxima Potência (V)	37,7
Corrente de Curto Circuito (A)	9,3
Corrente de Máxima Potência (A)	8,76
Potência Máxima (W)	330
Eficiência do Módulo	16,90%
Tolerância de Potência (W)	0 a 5%
Tensão de Máxima do Sistema (V)	1.000
Corrente de Fusível Máxima (A)	20
Temperatura Operacional	-40°C a +85°C
Coeficiente de Temperatura de tensão β (%°C)	-0,31
Coeficiente de Temperatura de Potência δ (%°C)	-0,41
Coeficiente de Temperatura de Corrente α (%°C)	-0,053
Temperatura operacional nominal	45 ± 2°C
Número de Células	72
Tipo de Células	Policristalino
Peso (Kg)	22,5

Fonte – Datasheets dos módulos (QCELLS, 2021).

3. 01 Inversor fabricado pela Fronius, com potência 6 kW, tensão máxima CC de 1000 V e corrente máxima de 18A, eficiência 97,3%. Na [Tabela 2](#), temos a folha de especificações (Datasheet) do inversor escolhido, de fabricação da Fronius - modelo 6.0.1 ([FRONIUS, 2021](#)).

Tabela 2 – Folha de especificações do inversor fotovoltaico da Fronius

Fabricante	FRONIUS
Modelo	PRIMO 6.0.1
Potência Nominal de Entrada (W)	6.000
Corrente de entrada Máxima (A) ENTRADA A	18
Corrente de entrada Máxima (A) ENTRADA B	18
Tensão de Máxima de Entrada (V)	1.000
Tensão de Mínima de Entrada (V)	80
Tensão de Inicial de Entrada (V)	80
Alcance MPPT Mínimo	80
Alcance MPPT Máximo	800
Tensão MPPT Avaliada	710
Número de MPPT	2
Potência Nominal (W)	4.000
Potência Máxima de Saída (W)	4.000
Voltagem Nominal de Saída (V)	230
Voltagem Mínima de Saída (V)	180
Voltagem Máxima de Saída (V)	270
Frequência de Operação 50 /	60HZ
Corrente Nominal de Saída (A)	26,1
Corrente Máxima de Saída (A)	26,1
Máxima Eficiência	97,8%
Eficiência Europeia	97,3%
Largura (mm)	645
Altura (mm)	431
Espessura (mm)	204
Peso (Kg)	21,5
Faixa de temperatura ambiente	-40 a +55°C
Grau de Proteção	IP65

Fonte – Datasheets do Inversor Fronius ([FRONIUS, 2021](#))

4. Caixa de junção CA (String box) composta de Disjuntor CA e um disjuntor de proteção contra surto (DPS) CA, ela está representada na no quadro de distribuição de baixa tensão (QDB).

O sistema é composto dos seguintes componentes na parte inferior da esquerda para a direita:

5. Padrão de entrada da concessionária com alimentação com tensão 220/127V;
6. Caixa de medição: Com medidor bidirecional, aterramento e disjuntor geral;
7. Caixa de derivação: com as proteções que alimentará cargas da edificação, este pode ser incorporado pela unidade 4 anterior: Quadro de distribuição com o String box para proteção CA.

Observação: Os cabos utilizados para instalação, obedecendo o critério da capacidade de corrente e queda de tensão serão os cabos de 6 mm² nas cores preto e vermelho e verde/amarelo para o aterramento.

Será realizado pela instaladora um estudo no local para realizar o aterramento seguindo a NBR 5410 e 16690.

ORÇAMENTO

O orçamento para realização do atual projeto foi feito através de uma média de valores adquirido nas pesquisas orçamentarias feitas com algumas empresas, sendo elas: ANPTEC Engenharia e Projetos, Raios do Sol e Minha Casa Solar, Fóton Energia Solar, Genix Solar Power, etc. Ambas as empresas enviaram os seus valores para a instalação do projeto solar, e a média entre elas foi de aproximadamente 30 mil reais para a implantação desse projeto no prédio de agroecologia na UFRB.

Materiais e equipamentos

Na [Tabela 3](#) é possível identificar os componentes do kit do sistema fotovoltaico necessários para a implantação e os seus devidos valores do orçamento.

Tabela 3 – Componentes orçamentais do kit para sistema fotovoltaico.

Orçamento do Sistema FV Conectado à Rede				
NÚMERO	ITEM	UNIDADE	QUANT.	VALOR
1. INVERSOR				
1.1	Fronius Primio 6.0-1 - com monit Wi-fi	Unidade	1	12.000,00
2. MÓDULO / PAINEL				
2.1	Painel FV QCELLS LGS 330 W Poly 1000 V	Unidade	16	14.900,00
3. ESTRUTURA DE FIXAÇÃO				
3.1	Estrutura de fixação em telha metálica	Unidade	16	2.000,00
4. PAINEL DE PROTEÇÃO (String Box)				
4.1	Painel de proteção em corrente contínua	Unidade	1	1.000,00
4.2	Painel de proteção em corrente alternada	Unidade	1	1.000,00
5. CABOS SOLARES				
5.1	Cabo solar 6MM até 1800 V CC Preto ABNT NBR 16612	Unidade	30	800,00
5.2	Cabo solar 6MM até 1800 V CC Preto ABNT NBR 16612	Unidade	30	800,00
6. MÃO DE OBRA				
6.1	Projeto, Instalação da Usina e Homologação junto a Concessionaria	Unidade	1	1.500,00
7. SEGURO				
7.1	O seguro cobre sinistros como incêndio, raio ou explosões de Unidade 16 qualquer natureza, vendaval, granito e outros danos previsto em apólice, cobertura do Sistema Fotovoltaico para o primeiro ano de vida, limitada em 50% a mais do valor de nota fiscal dos equipamentos.	Unidade	16	-
TOTAL DOS ITENS				
TOTAL GERAL				R\$ 30.000,00

Fonte – Autoria própria, 2020.

ESTUDO DE VIABILIDADE

VIABILIDADE TÉCNICA

A Universidade Federal do Recôncavo UFRB - é um centro de pesquisa e ensino que está sempre atendida para o estado arte de novas tecnologias. A geração de energia elétrica através de fontes limpas e renováveis é um tema extraordinário para o país e para a UFRB.

Atualmente os custos com energia elétrica no Campus de Cruz das Almas da UFRB são bastantes elevados, em torno de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais), logo, um estudo que justifique a viabilidade técnico-econômico deste tema será muito importante para instituição e toda comunidade acadêmica. Pesquisar e estudar este assunto bastante relevante possibilitará: geração de novos artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertação de mestrado e teses de doutorados para universidade.

Por esse motivo, além da justificativa técnica ser de suma importância, precisamos entender também, um pouco mais sobre as justificativas econômicas, na qual será avaliado a seguir.

VIABILIDADE ECONÔMICA

Atualmente os custos com energia elétrica no campus da UFRB em Cruz das Almas está mensalmente em torno de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais), algumas medidas devem ser tomadas pela comunidade acadêmica para reduzir estes gastos, o grupo de geração de energia fotovoltaica da UFRB então propôs este estudo/projeto e teve o apoio da Reitora da UFRB.

Com o intuito de comprovar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico, será necessário alguns cálculos e estimativas do consumo de energia local, visto que, o prédio da

Agroecologia tem pouco tempo de funcionamento e não existe uma medição local. A energia consumida do prédio não é separada, ela é faturada conjuntamente com toda a conta do campus. Por esse motivo, os dados de consumo do prédio Agroecologia do presente estudo foi coletado a partir do quadro de cargas do projeto elétrico.

As premissas para o estudo econômico são: um sistema fotovoltaico tem sua vida útil estimada em 25 anos, o orçamento investimento inicial no sistema de 30 mil reais (item 6.1),

O cálculo a geração líquida mensal do sistema de 539,94 kwh/mês, foi considerando o custo de 1 kWh com impostos igual a 0,86 R\$/kWh, o que corresponde a uma geração mensal líquida em real de R\$ 464,35 (quatrocentos e sessenta e quatro reais e trinta e cinco centavos), multiplicando por 12 meses, produz uma geração líquida anual de (12*464,35) R\$ 5.572,18 (cinco mil quinhentos e setenta e dois reais e dezoito centavos). Agora, considerando:

- Um reajuste anual de tarifa cobrada pela concessionária (COELBA) em 10% ao ano;
- Uma taxa de depreciação anual do sistema fotovoltaico de 1%;
- Considerando o custo de manutenção anual de R\$ 200,00 (duzentos reais), para inspeção, limpeza dos módulos e checagem de folgas nas ligações (o trabalho será realizado pelos alunos de Engenharia Elétrica);
- Substituição do inversor por outro novo no 12º ano de vida útil (valor pesquisado de R\$12.000,00).

Com essas informações acima foi produzida na [Tabela 4](#) uma análise do retorno do investimento.

Observando os cálculos realizados na [Tabela 4](#), concluímos que há viabilidade financeira do projeto e, além do mesmo ser pago em 4,59 anos (4 anos e 7 meses), no final dos 25 anos, com abatimento dos gastos anuais para manutenção do sis-

tema, terá um retorno de R\$495.527,44 (quatrocentos e noventa cinco mil, quinhentos e vinte e sete reais e quarenta e quatro centavos), além de usufruir de uma energia limpa e renovável.

Fazendo uma análise mais profunda, um investimento inicial do projeto (C) de R\$30.000,00 ([Tabela 3](#)), sendo gerado, no final em 25 anos, um montante (M) de R\$495.527,44 ([Tabela 4](#)) neste projeto, se fosse aplicado no mercado financeiro, teria um rendimento com uma taxa de juros anual (i) de 11,87%. Esta taxa de juro é calculado pela [Equação 2](#):

$$M = C \cdot (1 + i)^{25}, \quad (2)$$

onde: *M*: Montante no final de 25 anos; *C*: Capital inicial investido; *i*: taxa de juro.

Substituindo os valores: $i = 11,87\%$ ao ano.

Uma taxa de juros anual de 11,87% é uma taxa atrativa, reforçado a justificativa da viabilidade do projeto fotovoltaico apresentado para a UFRB.

CONCLUSÃO

Diante do cenário atual, em que a necessidade da implantação de energias renováveis e não poluentes são de grande relevância para o desenvolvimento sustentável, torna-se imperativo que os centros de pesquisas e universidades efetuem estudos das características, da operação, da viabilidade e alternativas disponíveis para estas modalidades de energia.

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade técnico-econômica para a implantação de um sistema fotovoltaico *on grid* (conectado à rede elétrica) no Prédio de Agroecologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus de Cruz das Almas.

Para realização da pesquisa, foi necessário o levantamento do consumo do prédio em questão, as características de irradiação solar da região e a escolha do local mais apropriado para a instalação do sistema.

Tabela 4 – Análise do Retorno do Investimento

Ano	Investimento no inicial do sistema em reais	Total de energia gerada ao ano com reajuste em reais (10%)	Depreciação do sistema 1% ao ano	Substituição do Inversor	Manutenção por ano no sistema	Retorno do Investimento
1	30.000,00	5.572,18	55,72	0,00	200,00	-24.683,54
2		6.129,40	61,29	0,00	200,00	-18.815,44
3		6.742,34	67,42	0,00	200,00	-12.340,52
4		7.416,57	74,17	0,00	200,00	-5.198,12
5		8.158,23	81,58	0,00	200,00	2.678,53
6		8.974,05	89,74	0,00	200,00	11.362,84
7		9.871,46	98,71	0,00	200,00	20.935,58
8		10.858,60	108,59	0,00	200,00	31.485,60
9		11.944,46	119,44	0,00	200,00	43.110,62
10		13.138,91	131,39	0,00	200,00	55.918,14
11		14.452,80	144,53	0,00	200,00	70.026,41
12		15.898,08	158,98	12.000,00	200,00	73.565,51
13		17.487,89	174,88	0,00	200,00	90.678,52
14		19.236,68	192,37	0,00	200,00	109.522,83
15		21.160,34	211,60	0,00	200,00	130.271,57
16		23.276,38	232,76	0,00	200,00	153.115,18
17		25.604,02	256,04	0,00	200,00	178.263,16
18		28.164,42	281,64	0,00	200,00	205.945,93
19		30.980,86	309,81	0,00	200,00	236.416,98
20		34.078,95	340,79	0,00	200,00	269.955,14
21		37.486,84	374,87	0,00	200,00	306.867,11
22		41.235,52	412,36	0,00	200,00	347.490,28
23		45.359,08	453,59	0,00	200,00	392.195,77
24		49.894,98	498,95	0,00	200,00	441.391,80
25		54.884,48	548,84	0,00	200,00	495.527,44

Fonte – Autoria própria, 2021.

Atualmente, a UFRB tem um gasto de energia de aproximadamente R\$ 200.000,00, e o estudo demonstrou uma redução dos custos com energia elétrica e o retorno do investimento no projeto no prazo de 4 anos e 7 meses e os tempos restantes de vida útil do sistema (20 anos e 5 meses) seria de lucro para a comunidade acadêmica.

Portanto, foi verificado que a implantação de um sistema de microgeração fotovoltaica demonstrou ser viável tecnicamente e economicamente e também possibilitará a inserção da comunidade acadêmica em novos conhecimentos sobre a geração de energia não poluente e renovável.

Por fim, a Universidade Federal do Recôncavo (UFRB) demonstra o reconhecimento e preocupação frente à eficiência energética do planeta,

buscando reduzir o desperdício e também de avançar as pesquisas na área.

Referências

(ANEEL), A. N. de E. E. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 2. ed. Brasília: [s.n.], 2002. único. 0-199 p. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf>. Citado na página 3.

BRASIL, S. *SISTEMAS ON GRID E OFF GRID*. 2019. Disponível em: <<http://www.strombrasil.com.br/sistemas-on-grid-e-off-grid/>>. Citado na página 3.

CAMARA, C. F. *Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica*. 0-68 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

Disponível em: <<https://www.solenerg.com.br/files/monografia-Carlos-Fernando-Camara.pdf>>.
Acesso em: 03.03.2022. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

COELBA. SM04.14-01.001: *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais*. Bahia: [s.n.], 2014. Citado na página 5.

CRESESB, C. d. P. d. E. E. *Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito: Potencial Solar - SunData v 3.0*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Citado na página 5.

FRONIUS. Folha de dados do inversor fronius primo 6.0-1. 2021. Disponível em: <<https://www.fronius.com/pt-br/brasil/energia-solar/instaladores-e-parceiros/dados-tecnicos/todos-os-produtos/inversor/fronius-primo/fronius-primo-6-0-1>>. Citado na página 7.

QCELLS. Folha de dados do painel fv qcells lgs 330 w poly. Germany, 4 2021. Citado na página 6.

SILVA, R. M. *Energia solar no brasil: dos incentivos aos desafios*. Brasília - DF, 2015. Disponível em: <www.senado.leg.br/estudos>. Citado na página 3.

VILLALVA, M. G. *Conversor Eletrônico de Potência Trifásico para Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica: Conversor Eletrônico de Potência Trifásico para Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica*. 0-292 p. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Citado na página 3.

VILLALVA, M. G. *Energia solar fotovoltaica: Sistemas Isolados Conectados à Rede*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. v. 1. 0-224 p. Citado na página 3.