



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS,
AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

MARIZELIA SALES DE JESUS

**USO DA ENERGIA SOLAR:
O CASO DO PROJETO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UMA IFES**

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

MARIZELIA SALES DE JESUS

**USO DA ENERGIA SOLAR:
O CASO DO PROJETO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UMA IFES**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientadora: Prof.^a M.^a Lígia Carla de Lima Souza.

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da Unilab
Catalogação de Publicação na Fonte

J56u

Jesus, Marizelia Sales de.

Uso da energia solar : o caso do projeto de minigeração fotovoltaica em uma IFES /
Marizelia Sales de Jesus. - 2018.
45 f. : il. color.

Monografia (especialização) - Instituto de Educação a Distância, Universidade da Integração
Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2018.

Orientadora: Prof.^a M.^a Lígia Carla de Lima Souza.

1. Energia - Fontes alternativas - Brasil. 2. Energia solar - Brasil. 3. Geração de energia
fotovoltaica - Brasil. 4. Instituição Federal de Ensino Superior - Projetos. I. Título.

BA/UF/BSCM

CDD 621.47081

MARIZELIA SALES DE JESUS

**USO DA ENERGIA SOLAR:
O CASO DO PROJETO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA EM UMA IFES**

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: 23/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a M.^a Lígia Carla de Lima Souza (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof.^a M.^a Eveline Alves Queiroz

Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste, Petrobras/Lubnor

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela saúde e oportunidade de adquirir sabedoria.

A todos os meus familiares e amigos que participaram efetivamente me incentivando e valorizando meus esforços para conclusão de mais esta etapa de conhecimento profissional.

A todos os professores da UNILAB pela ajuda e compreensão ao professor Hermínio Miguel de Oliveira Filho e o Professor entrevistado Plínio Nogueira Maciel Filho.

E em especial a minha professora orientadora Lígia Carla de Lima Souza pelo incentivo e correta orientação na elaboração e conclusão desta monografia.

RESUMO

Diante de uma crise ambiental sem precedentes, a gradativa preocupação com a questão ambiental e a necessidade de uma diversificação da matriz energética impulsionaram a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, como é o caso da energia oriunda da fonte solar. Nesse âmbito, o Brasil é um país rico em recursos naturais renováveis, porém não tem utilizado o potencial de produção da energia solar. Diante deste cenário, este trabalho objetiva analisar o uso da energia solar por uma IFES – Instituição Federal de Ensino Superior como forma de proporcionar a sustentabilidade em sua gestão energética. Como metodologia para realização desta pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa. Quanto aos fins, optou-se pela realização de uma pesquisa descritiva. A coleta de dados foi conduzida por meio da técnica de entrevista semiestruturada e pela análise documental. Os resultados mostram que além dos ganhos financeiros e autonomia energética para a instituição, foram relatados outros ganhos institucionais, como a análise contínua das condições qualitativas de energia da instalação elétrica da Unidade Consumidora, o aumento e o impacto na produção científica para comunidade acadêmica, a existência de um laboratório a céu aberto de minigeração a partir de painéis fotovoltaicos, a formação de mão de obra altamente especializada, além do fomento para a criação de um pólo tecnológico para a região, promovendo desenvolvimento regional e sustentável.

Palavras-chave: Energia - Fontes alternativas - Brasil. Energia solar - Brasil. Geração de energia fotovoltaica - Brasil. Instituição Federal de Ensino Superior - Projetos.

ABSTRACT

In the face of an unprecedented environmental crisis, the gradual concern with the environmental issue and the need for a diversification of the energy matrix have boosted the generation of electricity from renewable sources, such as energy from the solar source. In this context, Brazil is a country rich in renewable natural resources, but has not used the potential of producing solar energy. Given this scenario, this work aims to analyze the use of solar energy by an IFES as a way to provide sustainability in its energy management. As a methodology for conducting this research, a qualitative approach was adopted. Regarding the purposes, a descriptive research was chosen. The data collection was conducted through semi-structured interview technique and documentary analysis. The results show that in addition to the financial gains and energy autonomy for the institution, other institutional gains have been reported, such as the continuous analysis of the qualitative conditions of the electrical installation of the Consumer Unit, the increase and the impact on the scientific production for the academic community, the the existence of an open-air mini-aeration laboratory from photovoltaic panels, the training of highly specialized labor, as well as the promotion of the creation of a technological pole for the region, promoting regional and sustainable development.

Keywords: Energy - Alternative sources - Brazil. Federal Higher Education Institution - Projects. Photovoltaic power generation - Brazil. Solar energy - Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Sistema de Energia Fotovoltaico	17
Tabela 1	Número acumulado de unidades consumidoras com sistemas fotovoltaicos	18
Gráfico 1	Evolução das Unidades Consumidoras com geração solar fotovoltaica	19
Figura 2	Células Fotovoltaicas	20
Figura 3	Implantação do sistema fotovoltaico	23
Quadro 1	Categorias da pesquisa	26
Quadro 2	Metas do Projeto	33
Gráfico 2	Custos diretos dos Projeto	34
Gráfico 3	Relação entre os custos diretos e indiretos	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Corrente
AM	Massa de ar
Am	Área do módulo
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica
ED	Energia elétrica diária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPROJETO	Energia total desejada
ES	Energia solar diária
EUA	Estados Unidos da América
EVA	Plástico elástico
FV	Fotovoltaica
GD	Geração Distribuída
GWp	Giga Watt pico
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IFES	Instituição Federal de Ensino Superior
KW	Quilowatt
KWh	Quilowatt hora
LER	Leilão de Energia de Reserva
LIN – melom	Potencial elétrico da unidade de medida
M²	Metro quadrado
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Mega Watt
MWp	Mega Watt pico
OMM	World Meteorological Organization
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCH's	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PROINFA	Programa de Incentivos a Fontes Alternativas
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PTotal	Potência total de pico
RN	Resolução Normativa
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
Si	Silício
TD	Taxa de desempenho do sistema
VR	Valor de Referência
W	Watt
WWF – BRASIL	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ASPECTOS SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	14
2.2	SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	15
2.3	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	19
2.4	CÉLULAS FOTOVOLTAICAS	21
2.5	POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVOS AO USO DE FONTES RENOVÁVEIS	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	25
3.2	CATEGORIAS DA PESQUISA	25
3.3	COLETA DE DADOS	26
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	26
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	28
4.1	A UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA	28
4.2	O PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E INCLUSÃO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXO	41
	APÊNDICES	43

1 INTRODUÇÃO

Vive-se tempos de crise ambiental, em que o consumo dos recursos naturais chegou em um nível alarmante. Nesse âmbito, a gradativa preocupação com a questão ambiental e a necessidade de uma diversificação da matriz energética impulsionaram a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, como é o caso da energia oriunda da fonte solar. Udaeta (1997) explica que os níveis de suprimento energético e a sua base material interagem biunivocamente com o desenvolvimento socioeconômico e, conseqüentemente, impactam o meio ambiente e, portanto, a sua sustentabilidade. Daí, a necessidade de se buscar uma matriz energética que priorize as fontes renováveis. Esta necessidade faz parte de debates em todo o mundo.

No caso do Brasil, ao contrário de muitos outros países, há uma riqueza de recursos naturais, os quais aumentam seu potencial de gerar energia a partir de fontes renováveis. Contudo a fonte hidráulica predominou por décadas. Neto (2012) explica que “o predomínio dessa fonte de energia foi conquistado graças ao grande aproveitamento do manancial hídrico brasileiro, sobretudo até a década de 1990”. O desafio para o país é, portanto, diversificar sua matriz energética a partir de fontes renováveis, o que envolve toda uma política de legislação ambiental efetiva, melhor nível de educação e conscientização e o envolvimento da população (DANTAS *et al*, 2016).

Uma das possibilidades que vêm recebendo investimentos no país é a energia elétrica a partir de fonte solar. Nascimento (2017) argumenta que o Brasil possui expressivo potencial para geração de energia solar, contando com níveis de irradiação solar superiores aos de países onde projetos para aproveitamento de energia solar são amplamente disseminados, como Alemanha, França e Espanha.

O cenário de potencialidade, contudo, precisa ser melhor aproveitado, visto que, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (MME, 2017), ainda é baixo o nível de utilização da energia solar no Brasil, o qual possuía, ao final de 2016, 81 MWp de energia solar fotovoltaica instalados, o que representa cerca de 0,05% da capacidade instalada total no país. Ademais, um outro fator que chama a atenção é que, apesar de ainda ser pouco utilizada (em comparação com outros tipos de energia provenientes de fontes renováveis, como a eólica e a biomassa, por exemplo), segundo a ANEEL, a modalidade solar é a fonte preferida de quem escolhe gerar eletricidade para consumo próprio.

Nesse sentido, ressalta-se o projeto de eficiência energética para *retrofit* do sistema de iluminação e inclusão de minigeração fotovoltaica, elaborado e implantado pela Universidade

da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). O referido projeto objetivou a implantação de ações de eficiência energética com adição de minigeração distribuída proveniente de fonte incentivada de energia elétrica nos usos finais e para gestão energética da Unilab, habilitando-a como uma instituição sustentável e referência na produção e disseminação de conhecimento no tocante as tecnologias que envolvam as energias renováveis.

A possibilidade de analisar, à luz do referencial teórico sobre recursos renováveis e energia solar, o projeto de eficiência energética da UNILAB, motivou a presente pesquisa. De forma que a pergunta norteadora é: **como uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) tem utilizado, experimentalmente, a energia solar como forma de proporcionar a sustentabilidade em sua gestão energética?**

Para responder à pergunta norteadora, foi projetado como objetivo geral para esta pesquisa: compreender e analisar o uso da energia solar por uma IFES como forma de proporcionar a sustentabilidade em sua gestão energética.

Neste sentido, a pesquisa apresenta como objetivos específicos:

1. Verificar e analisar o processo de implantação da estrutura de minigeração fotovoltaica na IFES;
2. Analisar, à luz da teoria em energia solar e recursos renováveis, os ganhos oriundos da energia fotovoltaica gerada na IFES.

Como metodologia para realização desta pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa. Quanto aos fins, optou-se pela realização de uma pesquisa descritiva. A coleta de dados foi conduzida por meio da técnica de entrevista semiestruturada e pela análise documental.

O trabalho está apresentado da seguinte forma: além desta introdução, com a apresentação dos objetivos, a segunda seção é destinada ao referencial teórico que irá abordar os principais aspectos quanto à geração de energia elétrica no Brasil, as políticas públicas que envolvem o uso de recursos renováveis, bem como o sistema de energia solar fotovoltaica. A terceira seção mostrará o perfil metodológico da pesquisa. A quarta seção traz a discussão dos dados coletados através da entrevista e análise documental, bem como as análises subsequentes. Por fim, a quinta seção exprime as considerações finais do estudo, apontando as contribuições, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS SOBRE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

O Brasil, devido ao seu potencial hídrico, tem a maior parte de sua energia gerada por usinas hidrelétricas. Esse tipo de utilização representou mais de 90% da energia demandada no final da década de 1990 (REIS, 2011). Esse valor vem diminuindo a cada ano devido a três razões principais: a necessidade de diversificar a matriz elétrica para aumentar a segurança do fornecimento, a dificuldade de oferecer novos projetos hidráulicos e o aumento de obstáculos legais que protegem o licenciamento ambiental de usinas (ANEEL, 2008).

A dependência das fontes de água, a falta de chuvas e a insuficiente infraestrutura disponível para a geração de eletricidade fizeram com que o país passasse pelo período conhecido como "apagão", ocorrido entre 1º de julho de 2001 e 27 de setembro de 2002. Segundo Landeira (2013), o governo viu a necessidade de promover o acesso de fontes de energia renováveis ao sistema de eletricidade do país. Como o sistema elétrico era muito dependente do índice pluviométrico, o governo entendeu que era vital estabelecer o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas (PROINFA). De acordo com o Ministério de Minas e Energias (MME, 2015), o objetivo do PROINFA era aumentar a participação de energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) à época, a energia fotovoltaica não estava incluída devido ao alto custo. A iniciativa alavancaria economias de escala, aprendizado tecnológico, competitividade industrial e, sobretudo, a identificação e apropriação de benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos na definição da competitividade econômico-energética de empreendimentos de geração por fontes limpas e sustentáveis.

Nesse âmbito, ganhou força a ideia da geração distribuída (GD). O termo "geração distribuída" (GD) tem sido utilizado para caracterizar qualquer forma de geração elétrica, geralmente pequena e conectada à rede localizada próxima ao usuário final. Pode pertencer a um produtor próprio, a um produtor independente, à própria concessionária ou a suas parcerias. Uma política bem-sucedida de incentivar o GD pode facilitar o uso de energia de fontes como vento, calor, sol, cachoeiras e biomassa. O uso desses recursos, no entanto, depende da abundância, do nível de maturidade da tecnologia disponível, dos custos reais e, em alguns casos, do interesse e aceitação dos consumidores finais (REIS, 2011).

O Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, detalha o modelo de contratação de geração distribuída pelas distribuidoras.

Art. 14. Para os fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo art. 8º da Lei nº 9.074, de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento: I - hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e II - termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, a ser estabelecida até dezembro de 2004.

Art. 15. A contratação de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída será precedida de chamada pública promovida diretamente pelo agente de distribuição, de forma a garantir publicidade, transparência e igualdade de acesso aos interessados. § 1º O montante total da energia elétrica contratada proveniente de empreendimentos de geração distribuída não poderá exceder a dez por cento da carga do agente de distribuição.

Tal decreto diz que a contratação será precedida por uma chamada pública promovida diretamente pelo agente de distribuição e que o montante total de energia elétrica contratada não poderá exceder dez por cento da carga do agente de distribuição e autorizará a transferência de tarifas ao consumidor até o limite do valor de referência (VR). Em relação à energia fotovoltaica, no entanto, como os custos de geração fotovoltaica eram maiores que o VR, o pequeno gerador fotovoltaico distribuído não encontrou um ambiente econômico favorável para participar da chamada pública (EPE, 2012).

2.2 SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Do ponto de vista histórico, o efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839, por Edmund Becquerel. De acordo com esse efeito, a diferença de potencial é gerada através da absorção da luz no final da estrutura de material semicondutor. A célula fotovoltaica é a unidade básica do processo de conversão, mas só começou a utilizar esta aplicação, na segunda metade do século XX. (CRESESB p. 5, 2006).

Desde o início da década de 1960 a tecnologia foi melhorada para atingir alta eficiência de conversão, sendo o custo muito elevado, limitando seu uso para fornecer energia para aplicações do satélite do espaço. Com a crise energética global 1973-1974, o estudo de novas formas de produção de energia levou ao uso de células fotovoltaicas.

A energia solar é uma fonte sustentável, renovável e inesgotável. Pode ser aproveitada de diversas formas, como por exemplo, energia térmica, termoelétrica e sistema fotovoltaico, no entanto, as mais utilizadas são a térmica e a fotovoltaica. A energia solar térmica é usada

para o aquecimento de chuveiro, processos industriais, piscina, banheira de hidromassagem etc., já o sistema fotovoltaico é usado para geração de eletricidade, esse sistema deve ser implantado em locais ao ar livre e, é excelente para reduzir o consumo de energia uma vez estando ligado a rede pública de energia elétrica. O sistema fotovoltaico é considerado por ser versátil e confiável, mesmo para satélite (NEOSOLAR, 2016).

Uma célula fotovoltaica é o menor elemento do sistema e tipicamente pode produzir energia elétrica de cerca de 1,5 W (correspondente à voltagem e corrente de 0,5 V e 3 A respectivamente). Para poder mais elevado, as células devem estar conectadas em série e / ou paralelamente, e assim formar um módulo (com um nível de potência de 100 W ~ 50) enquanto que os painéis fotovoltaicos é formado por vários módulos e tem poder de geração superior.

Quando as pessoas falam sobre energia, deve ser lembrado que o sol é responsável pela origem de quase todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, a fonte de energia, em última instância, vem da energia do sol. É a energia do sol que dá origem ao ciclo de evaporação da água, que faz a barragem e a consequente geração de eletricidade (hidrelétrica). A radiação solar também pode causar circulação atmosférica em larga escala, causando vento. O petróleo, o carvão e o gás natural são produzidos por resíduos de animais e plantas que originalmente recebiam a energia necessária para se desenvolver sob a radiação solar.

Dados recentes da WMO (World Meteorological Organization) indicam que 1.367 W / m² é o valor médio da radiação extraterrestre, mas vários fatores contribuem para reduzir essa intensidade, por exemplo, interação com a atmosfera devido aos efeitos de absorção e dispersão. Estas mudanças são dependentes da espessura da camada de ar e também são determinadas pelo que é conhecido como o coeficiente de "Massa de Ar" (AM) e, portanto, do ângulo Zenital do Sol, da distância entre a Terra e o Sol e das condições atmosféricas e meteorológicas. (CRESESB, p. 8, 2006)

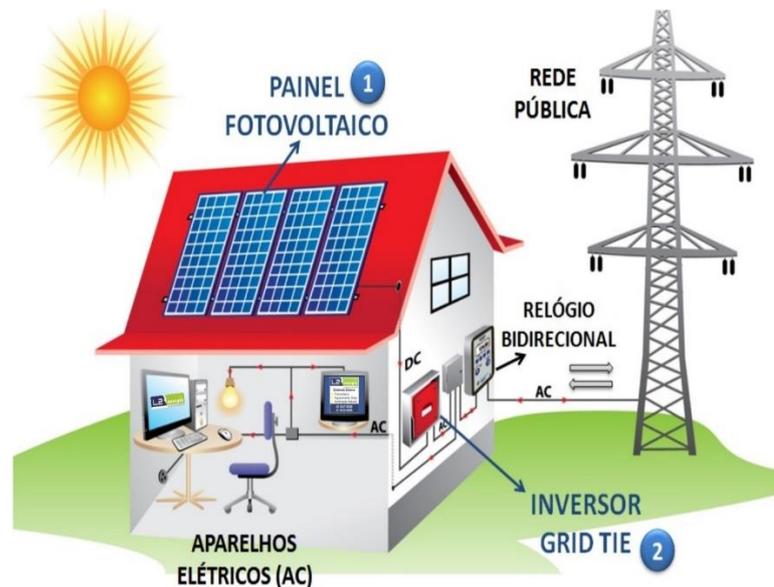
Os recursos de energia solar têm uma grande variabilidade por conta de alguns fatores naturais como: a alternância de dias e noites, e as estações do ano, o que leva a considerar que a radiação atinge a superfície da Terra em torno de 1000 watts por metro quadrado. Por isso há a necessidade de seleção de um sistema de estocagem para a energia resultante do processo de conversão, como por exemplo, uso de baterias ou diretamente ligado à rede elétrica.

A fração chega à superfície da atmosfera pelo componente direto e componentes de refletância difusa do sol e seu futuro dependente de posição, que é o resultado de um processo de reflexão, difração e absorção. Se a superfície receptora estiver inclinada em relação ao

plano horizontal, haverá um terceiro componente da reflexão da radiação a partir da incidência do ambiente (solo, vegetação, obstáculos, terrenos rochosos, etc.). Medidas de radiação solar, incluindo componentes terrestres diretos e difusos, são importantes para o estudo das condições climáticas e atmosféricas.

O sistema segue a configuração básica que deve ter uma unidade de controle de energia e uma unidade de armazenamento. Eles podem ser independentes ou em rede. A Figura 01 mostra um esquema de como deve ser a configuração de um sistema de energia fotovoltaico.

Figura 1 - Sistema de Energia Fotovoltaico



Fonte: EPE (2014).

A energia termosolar ou energia solar concentrada é baseada no uso de superfícies espelhadas para capturar a energia solar, de modo a concentrá-la em uma área menor chamada foco, que permite a geração de energia térmica e também elétrica (Cabral et al., 2013). O sistema fotovoltaico está em ascensão no Brasil. A estratégia de inserção em larga escala desta tecnologia na matriz energética nacional teve início em outubro de 2014, através do 6º Leilão de Energia de Reserva (LER / 2014), onde resultou na contratação de 889,7 MW em projetos de energia solar fotovoltaica (WWF-Brasil, 2015).

Este cenário de crescimento é apresentado na Tabela 1, no qual o número acumulado de aproximadamente 161.360 unidades consumidoras instaladas com sistema solar elétrico (EPE, 2014) é projetado para o ano de 2023.

Tabela 1 - Número acumulado de unidades consumidoras com sistemas fotovoltaicos

Segmento	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Residencial	165	339	677	1.355	2.972	9.609	24.539	54.036	102.387	140.011
Comercial	216	616	1.676	3.735	6.407	9.912	14.936	17.268	19.238	21.349
Total	381	955	2.353	5.090	9.379	19.521	39.475	71.304	121.624	161.360

Fonte: EPE (2014).

Embora representem números significativos, as projeções indicam números bem abaixo da capacidade instalada em países como EUA, China, Japão, Austrália, além dos europeus em geral. Pode-se dizer que a projeção é conservadora, uma vez que é realizada com base no cenário brasileiro, onde a matriz energética é predominantemente renovável, especialmente usinas hidrelétricas, com a difusão tecnológica de energia fotovoltaica altamente dependente das políticas de incentivo no setor (EPE, 2014), o que tende a desestimular o uso de novas tecnologias.

Os sistemas de energia solar apresentam vários aspectos positivos que justificam a implementação do sistema no Brasil. Eles geram o mínimo impacto ambiental, alto potencial de geração, pois o Brasil tem um dos melhores níveis de irradiação do planeta, são fáceis de instalar e de baixa manutenção. De acordo com o FraunhoferInstitute (2015), as garantias usuais de desempenho do fabricante para placas de geração de energia variam de 20 a 25 anos e, em alguns casos, até 30 anos.

Os aspectos negativos podem ser reportados aos altos custos dos produtos que, a princípio, não os tornam atraentes. Isso se deve ao fato de serem produtos importados. Outra desvantagem é a falta de empresas que fornecem mão de obra especializada para manutenção, o que pode gerar insegurança do consumidor, independentemente do baixo nível de manutenção apresentado pelos produtos (RENEWABLE ENERGY WORLD, 2012).

Para consolidar a perspectiva de redução de custos dos sistemas fotovoltaicos, é necessário disseminar a informação ao consumidor, conscientizando-o das novas possibilidades de geração distribuída e da disponibilidade de crédito para que a decisão de investimento seja facilitada a partir da paridade tarifária (EPE, 2014). Algumas políticas públicas possibilitaram maior acesso a essas tecnologias.

O Gráfico 01 apresenta a evolução do número de unidades consumidoras com painéis solares fotovoltaicos que participam do sistema de compensação de energia instituído pela Resolução Normativa 482 de 2012 da ANEEL.

Gráfico 1 - Evolução das Unidades Consumidoras com geração solar fotovoltaica

Fonte: EPE (2014).

2.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Dados solarimétricos são geralmente apresentados na forma de energia coletada ao longo de um dia, produzindo uma média mensal ao longo de muitos anos. As unidades de medida mais frequentes são Wh / m² e a intensidade média diária em W / m² (REIS, 2011).

A energia solar pode ser convertida diretamente em energia elétrica através do uso de tecnologia de células fotovoltaicas. Atualmente, o silício é o mais utilizado para a produção das referidas células, sendo os mais conhecidos o silício monocristalino, amorfo e policristalino. Este último é o tipo mais comum no mercado devido ao menor custo. Eles têm menor eficiência, que é entre 15% e 18%. O conjunto de células fotovoltaicas conectadas é chamado de módulo fotovoltaico. Já um painel fotovoltaico é um conjunto de módulos conectados para produzir os valores desejados de energia elétrica. Quanto maior a incidência solar em um painel fotovoltaico, mais eletricidade é gerada (LOPEZ, 2012). A Figura 02 mostra exemplo de células fotovoltaicas.

Figura 2 - Células Fotovoltaicas



Fonte: EPE (2014).

A eletricidade diária produzida por um módulo fotovoltaico pode ser expressa por:

$$E_d = E_s * A_m * \eta_m * TD \text{ (Eq. 1)}$$

Fonte: (Adaptado de REIS, 2011, p. 220)

em que:

E_d = energia elétrica diária produzida por um módulo fotovoltaico em (Wh/dia)

E_s = energia solar diária recebida do sol (Wh/m² /dia)

A_m = área do módulo fotovoltaico (m²)

η_m = eficiência de conversão do módulo fotovoltaico

TD = Taxa de desempenho do sistema

O valor da energia solar diária E_s pode ser obtido utilizando o programa SunData, disponível no Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB). O programa é projetado para calcular a radiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional e é uma ferramenta para apoiar o projeto de sistemas fotovoltaicos. A taxa de desempenho (TD) é um parâmetro para avaliar a geração de energia de um sistema fotovoltaico, levando em conta a potência real do sistema em condições de operação e todas as perdas envolvidas, como perdas por queda de tensão, poeira acumulada na superfície de painel, sombreamento, temperatura de operação, eficiência do inversor, entre outros.

2.4 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

As células fotovoltaicas são em sua maioria feitas de silício (Si) e podem consistir em cristais de silício monocristalino, policristalino ou amorfo.

- Silício monocristalino

Células de silício de cristal único têm sido historicamente o produto de energia solar mais amplamente utilizado e vendido diretamente convertido em eletricidade, e sua tecnologia de fabricação é um processo básico muito completo.

A fabricação de células de silício começa com a extração de cristais de sílica. O material é desoxigenado, purificado e curado em um forno grande. A pureza deste processo atinge 98% e 99%, o que é uma eficiência energética razoável e de rentabilidade. Este silício usado como célula fotovoltaica requer outros dispositivos semicondutores e maior pureza, que deve chegar a 99,9999%. (CRESESB p. 14, 2006).

- Painel solar composto por células monocristalinas

Este tipo de célula fotovoltaica representa a primeira geração. Sua produção elétrica é relativamente alta, cerca de 16%, (cerca de 23% no laboratório), mas a tecnologia utilizada em sua produção é complexa e cara.

Por outro lado, uma vez que é necessário usar o material em um estado muito puro e ter uma estrutura cristalina perfeita, uma grande quantidade de energia é necessária em sua fabricação.

- Polissilício

Essas baterias consistem em um bloco de silício obtido pela fusão de silício puro em um molde especial. Nesse processo, os átomos não se organizam em cristais únicos. Uma estrutura policristalina com uma superfície separada é formada entre os cristais. Ele converte a luz solar em eletricidade com menos eficiência do que o silício de cristal único.

- Painel solar composto por células policristalinas

As células de polissilício são menos caras de produzir porque requerem menos energia no processo de fabricação, mas têm menor produção de energia (11% a 13%, até 18% no laboratório). A queda na produção é devido a defeitos de cristal causados pelo sistema de fabricação.

- Silício amorfo

Estas células são obtidas depositando silício muito fino e outros materiais semicondutores na superfície de vidro ou metal. Sua eficiência de conversão de energia varia de 5% a 7%.

- Módulos fotovoltaicos

De acordo com Villalva e Gradella (2012), os módulos fotovoltaicos consistem em um número de células individuais conectadas em série, de modo que a tensão obtida é uma soma de aproximadamente 0,5 V por célula. O módulo comercial recebe 30, 32, 33 e 36 baterias em série, mas esse número varia dependendo de sua aplicação.

A bateria é geralmente encapsulada em um plástico elástico (EVA), que também fornece isolamento elétrico.

O quadro é feito de alumínio ou poliuretano e o rosto exposto ao sol usa vidro ou plástico transparente.

- Painel Solar Fotovoltaico

Painéis solares fotovoltaicos são dispositivos usados para converter energia solar em energia elétrica. Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, que captam a luz do sol. Estas células criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz (seja do sol ou da sua casa) e contam com o efeito fotovoltaico para absorver a energia e fazer com que a corrente elétrica flua entre duas camadas com cargas opostas.(VILLALVA; GRADELLA, 2012).

2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVOS AO USO DE FONTES RENOVÁVEIS

A fonte solar fotovoltaica nos últimos anos vem ocupando uma posição de destaque no país entre as opções de geração com baixo impacto ambiental. Essa evolução se deve a alguns fatores que impulsionaram o uso de fontes limpas de energia. Estes incluem uma chamada para Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) da ANEEL em 2011, a Resolução Normativa nº. 482 em 2012 da ANEEL, o Leilão de Energia de Reserva (LER) do MME em 2014 e a linha específica do PRONAF para energia renovável em 2015. A figura 03 mostra a implantação de um sistema fotovoltaico.

Figura 3 - Implantação do sistema fotovoltaico



Fonte: EPE (2014)

O programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) 13 da ANEEL foi o marco da implantação da tecnologia fotovoltaica no Brasil. A partir da implantação, instalaram-se usinas solares fotovoltaicas com capacidade de 0,5 MWp a 3 MWp e de estações solarimétricas. O objetivo foi analisar a viabilidade econômica de projetos, visando sua inserção na matriz energética nacional.

O programa também contribuiu para a disseminação do conhecimento, por meio do intercâmbio com universidades, institutos de pesquisa e especialistas internacionais (WWF – Brasil, 2015). Os programas de P & D forçaram as empresas parceiras internas a se estruturarem nas áreas de gestão de P & D para gerenciar todo o processo de inovação, desde

a captura de ideias até a avaliação de resultados tecnológicos e benefícios econômicos (BRITTES, 2015).

Para Segatto-Mendes e Mendes (2006), a relação entre a capacidade competitiva de empresas e países com conhecimento e sua gestão, por meio de parcerias entre universidades e empresas, tem tornado cada vez mais evidente a importância de estruturas como a pesquisa científica e tecnológica. O autor argumenta que a produtividade e a eficiência da cooperação entre universidade e empresa abrem possibilidades de contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país.

A ANEEL, por meio da Resolução Normativa nº 482/2012, criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. A regulamentação passou a permitir a geração de energia na própria unidade consumidora. Desta forma, o consumidor pode instalar pequenos geradores de microgeração de até 75 kW ou uma minigeração de energia acima de 75kW, menos de 5 MW (3 MW para a fonte de água). O sistema pode ser aplicado a qualquer fonte de energia renovável e permite a troca de energia com o distribuidor local por meio de compensação, possibilitando a redução da conta de energia elétrica (ANEEL, 2012).

Em 2014, o Ministério de Minas e Energia, por meio da Portaria nº 236/2014, definiu as condições do Leilão de Energia de Reserva (LER) realizado em 31 de outubro daquele ano. Foram 400 projetos, número considerado recorde para projetos fotovoltaicos no país, totalizando mais de 10 GWp distribuídos (EPE, 2014). O resultado do LER / 2014 é considerado o primeiro sinal positivo do governo federal para a expansão de uma cadeia produtiva de energia solar fotovoltaica no país. No entanto, para que as indústrias se desenvolvam, políticas públicas específicas para o setor ainda são necessárias. Algumas condições podem intensificar o desenvolvimento dessa tecnologia.

Como exemplos, são mencionados incentivos fiscais e linhas de financiamento com condições semelhantes às aplicadas em países mais competitivos em geração fotovoltaica, com taxas de juros e prazos mais atrativos (WWF-BRASIL, 2015). Embora um ambiente favorável tenha sido criado para o desenvolvimento do mercado, ele ainda precisa ser melhorado para atender às necessidades dos agentes do setor energético (VARELA; CROSER, 2013). Nesse sentido, a implantação da linha de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) em novembro de 2015, por meio da disponibilização de recursos com melhores taxas de juros e prazos, pode representar um passo importante para o uso e desenvolvimento tecnológico no Brasil.

3 METODOLOGIA

Esta seção propõe-se a apresentar o percurso metodológico, isto é, as etapas compreendidas durante o processo de construção do presente estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A abordagem escolhida para tratar a problemática foi a qualitativa. Godoy (1995, p.58) argumenta que os estudos qualitativos “envolvem a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos”.

A pesquisa se caracteriza, ainda, como descritiva em relação aos objetivos propostos. Quanto aos meios, é uma pesquisa bibliográfica e de campo, realizada por meio de um estudo de caso. É bibliográfica, por utilizar material bibliográfico para a fundamentação teórico-metodológica do estudo. Yin (2010) elucida que o estudo de caso é um método de investigação empírico que verifica um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não são bem definidos.

3.2 CATEGORIAS DA PESQUISA

Para Yin (2010), os objetivos do estudo baseiam-se em proposições teóricas que refletem o conjunto de questões da pesquisa, as revisões feitas na literatura sobre o assunto e as novas interpretações que possam surgir. Neste sentido, à luz da revisão da literatura, foram identificadas as categorias pesquisadas neste estudo e discutidas na próxima seção. O quadro 01 apresenta as categorias abordadas na pesquisa.

Quadro 1 - Categorias da pesquisa

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
PROJETO	Descreve os aspectos gerais do projeto.
POLÍTICAS PÚBLICAS	Descreve a visão do entrevistado sobre as políticas de incentivo à produção da energia solar
ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS	Descreve o levantamento dos principais aspectos positivos e negativos para a produção da energia solar (geral e projeto)
FINANCIAMENTO	Descreve como se deu o financiamento do Projeto
ESTRUTURA E IMPLANTAÇÃO	Descreve a estrutura e a atual fase de implantação do projeto
CAPACITAÇÃO	Descreve as ações de capacitação previstas no projeto

Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 COLETA DE DADOS

Para esse estudo foram utilizados dados primários, que são trabalhos originais de pesquisa, sem interpretações ou pronunciamentos; e secundários, que são interpretações de dados primários. Os dados primários foram referentes à entrevista semiestruturada e os dados secundários foram análise de documentos, matérias publicadas sobre o projeto, vídeos e sítios na Internet (COOPER; SCHINDLER, 2011). Martins e Theóphilo (2009) dissertam que entrevista é uma técnica de pesquisa que busca entender o significado que os entrevistados atribuem a questões e situações. Segundo os mesmos autores, uma entrevista semiestruturada é conduzida por um roteiro, mas há liberdade para acrescentar novas perguntas.

Na presente pesquisa foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada, o qual foi aplicado ao engenheiro responsável pelo projeto analisado.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

“A análise dos dados consiste no exame, na categorização, na tabulação, no teste ou nas evidências recombinações de outra forma, para tirar conclusões baseadas empiricamente” (YIN, 2010, p. 154). Os dados coletados foram analisados por meio da técnica análise de conteúdo. Bardin (2011, p.42) conceitua essa análise como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos [...] indicadores

(quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção [...] destas mensagens”.

Os dados coletados foram organizados em categorias de pesquisa. Bardin (2011, p.147) discorre que categorizar é “operar uma classificação de elementos de um conjunto por diferenciação e, após, reagrupá-los por critérios previamente definidos”. Assim, as categorias são classes que reúnem um grupo de elementos agrupados segundo algum critério. As categorias utilizadas nesta pesquisa são aquelas apresentadas no quadro 01.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 A UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) foi criada através da Lei nº 12.289, de 20 de julho de 2010, como Instituição Federal de Ensino Superior. Contudo, em 2008, já se iniciava os trabalhos da Comissão de Implantação da UNILAB, que, ao longo de dois anos, fez levantamentos e estudos a respeito de temas e problemas comuns ao Brasil e países parceiros nessa integração, voltada especialmente para a cooperação sul-sul, por meio da interação com os integrantes da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, a CPLP, em especial com os Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa – PALOP.

A referida integração com os países parceiros faz parte da razão de ser desta Universidade, que já nasceu tendo a internacionalização como princípio norteador. Além da internacionalização, a interiorização também surge como princípio norteador desta instituição.

A ideia de interiorização do ensino superior reiterada como estratégia de expansão e democratização do acesso ao ensino superior no Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024 expande a rede de ensino para áreas distantes dos centros urbanos mais desenvolvidos, diminuindo as desigualdades regionais.

A internacionalização, por sua vez, inspira-se no Plano Nacional de Educação, instituído pela Lei nº 10.172 de 9 de janeiro de 2001, que dirigiu “às universidades o desafio do REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) em suas atividades de ensino, pesquisa e extensão, os requisitos de relevância, qualidade e cooperação internacional” (UNILAB, 2018).

A Lei 12.289/2010 definiu a cidade de Redenção, no Ceará, como sede da UNILAB. Localizada a 63 Km da capital cearense, Redenção é reconhecida pelo seu pioneirismo na libertação de escravos no Brasil. Completando sua abrangência territorial, o Governo Federal, em 2010, estendeu a atuação da UNILAB para a cidade de São Francisco do Conde, na Bahia. Situada a 60km de Salvador, no Recôncavo da Bahia, São Francisco do Conde é o município brasileiro com maior proporção de negros em sua população. “Além de sinalizarem para o desenvolvimento regional, a escolha de Redenção e São Francisco do Conde como sede dos *campi* valoriza símbolos que indicam claramente para compromissos acadêmicos e institucionais da UNILAB com a população brasileira afrodescendente” (UNILAB, 2017). A Unilab ainda estendeu seu *campi* para o município de Acarape, vizinho a Redenção-CE.

Atualmente, a UNILAB conta com o quantitativo geral de 6.529 estudantes, envolvendo alunos de graduação e pós-graduação, presencial e à distância (UNILAB, 2018). O corpo técnico da instituição é formado por 622 servidores, sendo 345 servidores técnico-administrativos e 277 servidores docentes. Mantém, atualmente, 8 acordos de cooperação com instituições brasileiras e 22 acordos de cooperação com instituições internacionais. Quanto à infraestrutura, são ao todo 04 Campi: o Campus da Liberdade e o Campus dos Palmares, em Redenção - CE, o Campus das Auroras, em Acarape - CE, e o Campus dos Malês, em São Francisco do Conde - BA.

Com base na proposta de inserção regional, nacional e internacional, a UNILAB tem buscado se tornar um centro de referência para a integração, mediante o fomento à ciência e à cultura, contribuindo para a construção de um espaço de cooperação, acúmulo e transferência recíproca de ciência e tecnologia, de intercâmbio de culturas e de promoção do desenvolvimento sustentável. “Sendo assim, de forma inicial, a universidade tem como foco a atuação nas áreas de agricultura, engenharia, energia e tecnologias de desenvolvimento sustentável, formação docente, ciências sociais e humanas, gestão pública e saúde coletiva, promovendo o apoio à formação integral dos estudantes, mediante a articulação entre ensino, pesquisa e extensão” (UNILAB, 2018).

Inserido na dinâmica do desenvolvimento sustentável e unindo os três pilares da instituição, ensino, pesquisa e extensão, o projeto de eficiência energética analisado nesta pesquisa foi aplicado no Campus das Auroras, com objetivos de redução do consumo mensal de energia, mas, principalmente, como forma de habilitar a UNILAB como instituição sustentável.

4.2 O PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA RETROFIT DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E INCLUSÃO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Retrofit o termo surgiu na Europa e nos Estados Unidos e significa “colocar o antigo em forma” (retro do latim “movimentar-se para trás e fit do inglês, adaptação, ajuste”), envolve uma série de ações de modernização e readequação de instalações. Seu objetivo é preservar o que há de bom na construção existente, adequá-la às exigências atuais, e ainda estender a sua vida útil. A necessidade surge quando uma instalação chega ao fim de sua vida útil, quando os custos de operação e manutenção se elevam consideravelmente. E esta é uma oportunidade de corrigir distorções que são criadas e acumuladas ao longo do tempo. (PORTAL VGV)

a) O projeto

O “Projeto de Eficiência Energética para Retrofit do Sistema de Iluminação Pública e Inclusão de Minigeração Fotovoltaica no Campus das Auroras” participou e foi contemplado pela Chamada Pública CPP 001/2017, da ENEL Brasil, Distribuição Ceará. Para a produção do projeto foi designada, pela Vice-Reitoria, a Portaria GR n. 113, de 08 de fevereiro de 2017, a qual relacionou os servidores da instituição que deveriam elaborar o projeto.

O projeto foi planejado em 3 etapas:

1. Estudo diagnóstico energético realizado na unidade da Unilab – Acarape com o objetivo de subsidiar todas as suas fases de execução;
2. Substituição das lâmpadas fluorescentes e seus respectivos reatores por lâmpadas de LED (Tubo) como ação de efficientização (retrofit);
3. Instalação de um sistema de minigeração fotovoltaico de 247,5 kWp como fonte de geração distribuída.

A fase de planejamento do projeto apontou a substituição, na segunda etapa, de um total de 4.950 lâmpadas fluorescentes sendo 1.438 lâmpadas de 16W e 3.512 lâmpadas de 32W por iluminação LED (Tubo) de 9W e 18W respectivamente. Também foi proposto a retirada de 2.475 reatores eletrônicos das luminárias e, em seguida, a realização do devido descarte dos materiais por empresa contratada e habilitadas nos órgãos ambientais pertinentes. A princípio foi calculado que, com a realização deste trabalho, a Unilab teve uma economia de energia de 188,28 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta de 98,37 kW, gerando assim um benefício anualizado de R\$ 96.872,10 (noventa e seis mil, oitocentos e setenta e dois reais e dez centavos).

Já em relação à terceira etapa, o projeto propôs a instalação de um sistema de minigeração distribuída que resultou em uma economia de energia de 411,746.40 MWh/ano e teve uma redução de demanda na ponta de 220 kW, totalizando assim uma economia anual de R\$ 172.383,82 (Cento setenta e dois mil, trezentos e oitenta e três reais e oitenta e dois centavos) considerando o valores de tarifas atuais.

O sistema de minigeração contempla os Módulos Fotovoltaicos para captação de energia solar com nível de Eficiência Energética A - INMETRO, incluindo estrutura de suporte (em alumínio), cabos de ligação e acessórios, inversor para transformação da energia DC para AC, quadros dos equipamentos técnicos para proteção DC e AC, incluindo cabos de ligação e acessórios, quadro para interligação com a rede pública incluindo cabos de ligação e acessórios.

Sobre a ideia inicial para o desenvolvimento de um projeto de geração de energia fotovoltaica na UNILAB, o entrevistado relatou que o cenário de racionamento de recursos pelo qual a instituição pública tem passado nos últimos tempos despertou a ideia:

No Período em que fui responsável pela pasta da Pró-reitoria de Planejamento da nossa instituição, enfrentamos momentos difíceis com relação aos repasses dos recursos destinados a unilab pelo MEC. Esse desafio fez tomarmos diversas ações de racionamento e racionalização de recursos. Vários contratos foram revistos ou não foram renovados e algumas ações tiveram cortes, como por exemplo investimentos. Diante desse quadro presidi uma comissão interna, para ações de eficiência energética e sugeri a busca de investimento externo para aquisição de um sistema de geração própria de energia.

O entrevistado também relatou que a confiabilidade do sistema fotovoltaico foi um fator considerado na escolha da instituição: “Vários aspectos, como a manutenção, garantia, a sua possível geração, tempo de retorno do investimento e viabilidade de implantação física nas dependências da instituição”.

b) Políticas públicas de incentivo à produção de energia solar

Sobre as políticas de incentivo à produção de energia solar no Brasil, o entrevistado acredita ser bom momento para a inserção dessa nova matriz no portfólio brasileiro, tendo em vista a crise energética enfrentada pelo baixo acumulo d’água nos reservatórios das hidroelétricas devido à estiagem no país.

Sobre a relevância da energia de origem solar para o Brasil, o entrevistado pondera ser “de fundamental importância a diversificação da matriz energética pois minimiza eventuais contratemplos ocasionados pelo mercado ou mesmo por fatores climatológicos”.

Perguntado sobre as atuais políticas públicas voltadas para a disseminação da informação ao consumidor, de modo que este possa ter maior acesso às tecnologias envolvidas na geração de energia solar, o entrevistado argumenta que

[...] com o advento da RN482/12 da ANEEL que estabelece as condições gerais para a conexão dos sistemas de energia solar fotovoltaica na rede de energia elétrica, pavimentou o início da inserção desse modelo de geração. Também incentivos de financiamentos estão surgindo e muitas pessoas físicas podem adquirir um sistema de geração financiada pelos principais bancos públicos do país.

c) *Os aspectos positivos e negativos*

Sobre a questão dos aspectos positivos e negativos que devem ser considerados para a produção da energia solar, o entrevistado aponta como positivos, além da diversificação da matriz e inclusão de nova geração limpa, a possibilidade de produção energética diretamente pelo consumidor, podendo ocasionar uma pressão nos custos para baixo.

Sobre os aspectos negativos, o entrevistado posiciona-se da seguinte forma: *“a questão negativa, a meu ver, é a importação da tecnologia de outros países, principalmente da China, que poderia ser incentivada em parques tecnológicos do país, agregando conhecimento, emprego e expertise”*.

O posicionamento do entrevistado está alinhado às pesquisas realizadas por instituições especializadas no setor, como a EPE e a Renewable Energy World, as quais ainda apontam como aspecto negativo, além dos colocados pelo entrevistado, a falta de empresas que forneçam mão de obra especializada para manutenção, o que pode gerar insegurança do consumidor.

Sobre o projeto planejado e operacionalizado na UNILAB, o entrevistado mostra uma grande expectativa, ressaltando o caráter de pesquisa: *“Nosso maior benefício pode-se dizer que é a instalação de um grande laboratório de energias renováveis a céu aberto”*. O entrevistado lista, ainda, como perspectiva de impacto positivo para a UNILAB, com o projeto:

- Redução na conta de energia e inicialização da autonomia energética da Universidade; Sobre esse aspecto, foram estabelecidas metas de redução nos valores bem como uma economia de energia, expressas em kW e MWh/ano, respectivamente, com base nos valores verificados no Diagnóstico Energético realizado. O quadro 2 apresenta as metas estabelecidas.

Quadro 2 - Metas do Projeto

Usos Finais	Metas			
	Energia Economizada (MWh/ano)	Redução de Demanda na ponta (kW)	Relação Custo Benefício RCB	Custo por uso final (R\$)
Iluminação	188,28	98,37	0,73	70.712,67
Fontes Incentivadas	411.746,40	220,00	0,75	129.071,64
Total	411.934,68	318,37	0,74	199.784,31

Fonte: Dados do Projeto (2017)

- Análise contínua das condições qualitativas de energia da instalação elétrica da Unidade Consumidora.
- Aumento e Impacto na produção científica para comunidade acadêmica;
- Existência de um laboratório a céu aberto de minigeração a partir de painéis fotovoltaicos
- Formação de mão de obra altamente especializada em:
 - Planejamento energético;
 - Projeto de plantas fotovoltaicas;
 - Consultoria em eficiência e qualidade de energia;
 - Eletrônica de potência; Eletrônica embarcada.
- *“Acreditamos que essa área de atuação possa fomentar para a criação de um polo tecnológico na região do maciço de Baturité”.*

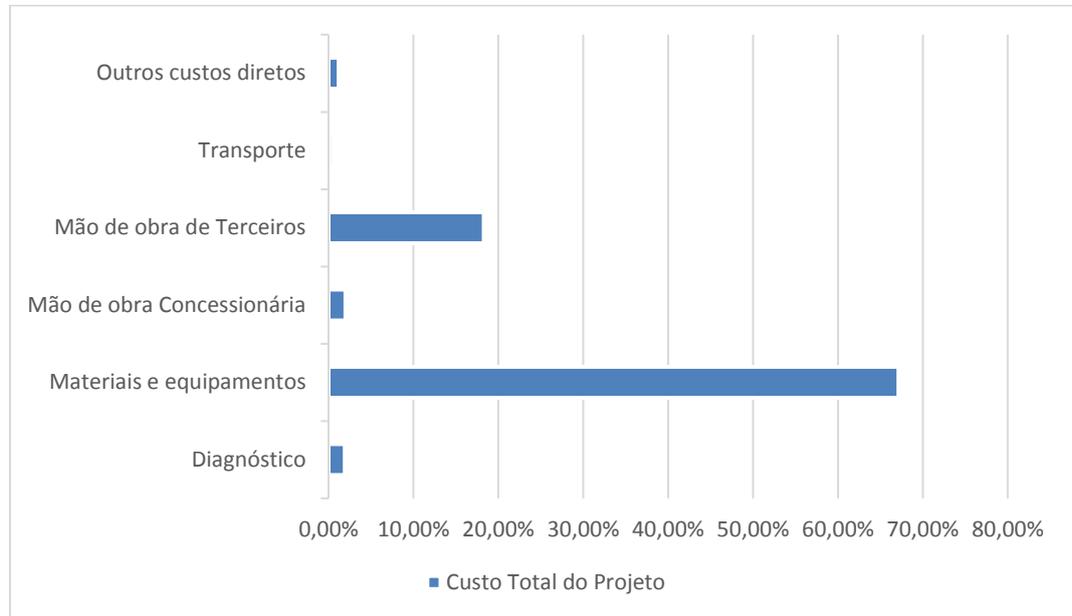
d) Financiamento

Em relação aos subsídios financeiros para a consecução dos objetivos do projeto, o entrevistado explica que o financiamento foi realizado pela empresa ENEL: “Tivemos a oportunidade de concorrer a uma chamada pública oferecida pela concessionária ENEL-CEARA e obtivemos o projeto aprovado, garantindo os recursos para a implantação do sistema”.

Em relação ao montante financeiro necessário para a implementação do projeto, a estimativa é de R\$ 1.522.260.76 (um milhão, quinhentos e vinte e dois mil, duzentos e

sessenta reais e setenta e sei centavos), distribuídos em diferentes rubricas. O gráfico 02 mostra a distribuição dos custos diretos do Projeto.

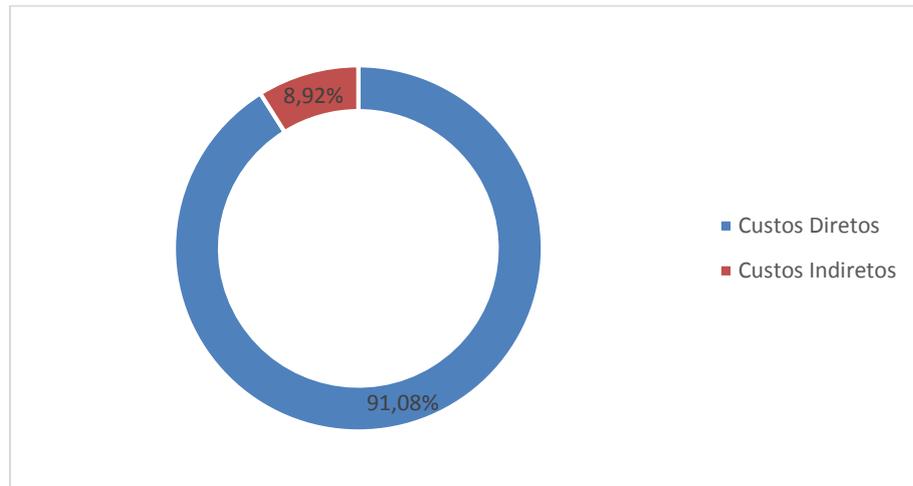
Gráfico 2 - Custos diretos dos Projeto



Fonte: Elaborado pela autora, baseado no projeto.

Assim, pode-se destacar o montante destinado à aquisição dos materiais e equipamentos, em torno de R\$ 1.022.053,82 (um milhão vinte e dois mil cinquenta e três reais e oitenta e dois centavos), o que corresponde a 67,14% dos custos.

O projeto ainda conta com a estimativa dos custos indiretos, envolvendo as rubricas Marketing, Descarte de materiais, Medição e Verificação, Treinamento e Capacitação. Juntas, estas rubricas correspondem a 8,92% do custo total do projeto. O gráfico 03 mostra a relação entre os custos diretos e indiretos no projeto.

Gráfico 3 - Relação entre os custos diretos e indiretos

Fonte: Elaborado pela autora, baseado no projeto

Em relação à rubrica “Descarte de Materiais”, é previsto no projeto que o descarte dos equipamentos ineficientes retirados será realizado de maneira adequada obedecendo as seguintes Leis e normas: Lei Nº 12305 - "Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos”, Lei Nº 10.340, DE 28 DE ABRIL DE 2015; ABNT NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação; ABNT NBR 15833 – Manufatura Reversa. Será, ainda, apresentado certificação de descarte por empresa habilitada ao final do projeto.

Sobre a viabilidade econômico-financeira do projeto, o entrevistado aponta que se trata de um projeto economicamente viável: “*Mesmo se a UNILAB estivesse investido seus recursos na implantação do sistema, ela obteria o retorno praticamente entre 3 a 4 anos*”.

O prazo para a conclusão do projeto foi especificado em 12 meses.

e) Estrutura e implantação

Quanto à estrutura do projeto, foram descritos todos os materiais necessários para a instalação da usina de minigeração fotovoltaica (ANEXO). O entrevistado explicou que o projeto optou pela contratação de uma empresa especializada que é fiscalizada pela ENEL. Todo o material, incluído os painéis, foram adquiridos pela concessionária. Também foi informado pelo entrevistado que o cálculo para determinar o tamanho do projeto foi elaborado a partir de um estudo do padrão de consumo da unidade pretendida e a viabilidade técnica de instalação do sistema.

A usina fotovoltaica está sendo implantada na área de cobertura dos prédios do Bloco didático do Campus das Auroras, no Município de Acarape – CE.

Perguntado sobre em que fase está o projeto, o entrevistado ressaltou que cerca de 70% do projeto já foi concluído.

Na realidade a chamada publica trata de dois projetos interligados: um chamado de Projetos Prioritários de Eficiência Energética baseadas em ações de retrofit e soluções de Minigeração Distribuída em unidades consumidoras do Setor Público em sintonia com Propostas de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento, compreendendo estudos e desenvolvimentos que integrem a geração de novo conhecimento tecnológico.

O projeto prioritário está com praticamente 70% concluído e a expectativa é de no final de julho, início de agosto (2018) a usina comece a operar.

f) Capacitação

Sobre o quesito Capacitação, como instituição de ensino, a perspectiva de ganhos (com o projeto) são enormes. O projeto prevê ações de treinamento e capacitação.

As ações de treinamento e capacitação proposto visa estimular e consolidar as práticas de eficiência energética nas instalações da instituição, bem como difundir os seus conceitos, garantindo a permanência, fixação de conhecimento e ampliação de ações de eficiência energética a nível regional. As atividades de Capacitação proporcionarão uma correta operação e manutenção do equipamento, bem como o seu uso o mais eficiente possível do ponto de vista da utilização da energia, estimulando também, a gestão energética e o aprimoramento constante desta prática. O curso é proposto por 4 (quatro) dias, com aulas teóricas e práticas, apresentando os fundamentos da Energia Solar Fotovoltaica; Principais Equipamentos que pertencem ao sistema On-Grid e diferenças entre os sistemas On-Grid e Off-Grid; instalações e equipamentos; Requisitos para acesso à concessionária; Visão do Mercado de Energia Solar no Brasil; Apresentar a melhor solução para a situação apresentada e a análise de viabilidade financeira (UNILAB, 2017).

Perguntado sobre a importância desta atividade para o projeto, o entrevistado ressaltou que “*é de fundamental importância pois essa fase capacitará estudantes e conscientizará os usuários quanto as questões ambientais referente a energia limpa*”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo de caso aplicado a uma IFES que tem fomentado a produção de energia fotovoltaica como forma de dinamizar sua matriz energética. O estudo parte de uma revisão bibliográfica que, resumidamente, aborda a energia solar fotovoltaica como uma fonte de energia alternativa e energia suplementar para a matriz energética descentralizada.

Com o objetivo de compreender e analisar o uso da energia solar na instituição pesquisada, como forma de proporcionar a sustentabilidade em sua gestão energética, foram verificados e analisados o processo de implantação da estrutura de minigeração fotovoltaica. Dessa forma, os resultados da pesquisa mostraram a necessidade de um estudo inicial, com um diagnóstico energético voltado para medir o tamanho do projeto, os materiais e equipamentos, a mão de obra necessária, bem como estabelecer metas de redução de consumo e economia. Foi visto que o projeto ainda está em execução, em torno de 70% do projeto concluído, mas com perspectivas de iniciar a produção de energia fotovoltaica no início do segundo semestre de 2018. A perspectiva inicial do projeto é de uma economia anual de R\$ 96.872,10 (noventa e seis mil, oitocentos e setenta e dois reais e dez centavos) com a troca das lâmpadas por lâmpadas de Led (Etapa 2 do projeto) e R\$ 172.383,82 (Cento e setenta e dois mil, trezentos e oitenta e três reais e oitenta e dois centavos) com a produção da energia na usina de minigeração fotovoltaica.

Além dos ganhos financeiros e autonomia energética para a instituição, foram relatados outros ganhos institucionais, como a análise contínua das condições qualitativas de energia da instalação elétrica da Unidade Consumidora, o aumento e o impacto na produção científica para comunidade acadêmica, a existência de um laboratório a céu aberto de minigeração a partir de painéis fotovoltaicos, a formação de mão de obra altamente especializada, além do fomento para a criação de um pólo tecnológico para a região, promovendo desenvolvimento regional e sustentável.

De um ponto de vista mais amplo, os resultados obtidos denotam um reflexo do atual momento em que políticas públicas de incentivo à produção de energia solar, com uma legislação mais eficiente, parecem ganhar ênfase. É certo que ainda há muito a ser desenvolvido para que a energia solar passe a configurar de forma representativa na matriz energética brasileira, aproveitando o grande potencial do país que ainda não é explorado, sobretudo devido aos altos custos que ainda permeiam a produção desse tipo de energia. A capacitação de profissionais no país deve ser um caminho para alavancar o desenvolvimento

da energia solar. Nisto, o projeto analisado visa contribuir, oferecendo a capacitação e a possibilidade de realizar pesquisas com o instrumental técnico que foi desenvolvido.

As limitações deste trabalho devem ser reconhecidas. Uma das principais limitações é o fato do projeto ainda estar em desenvolvimento, não sendo possível observar se as perspectivas projetadas foram atingidas ou não, apesar do otimismo demonstrado pelo entrevistado. Outra limitação do estudo diz respeito à quantidade de sujeitos entrevistados, apenas um, o que restringe a visão institucional.

Por esse motivo, acredita-se que outras pesquisas alinhadas a esta devem ser realizadas. Uma possível pesquisa envolveria a análise do projeto após os resultados finalísticos e o impacto do projeto para a comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível in: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em 04/05/2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo: Pretice Hall, 2002.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO SALVO BRITO. **Energia solar princípios e aplicações**. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acessado em: 07/05/2018.

DANTAS, A.L.F. et al. **O impacto da energia eólica na geração de emprego e renda: Um estudo de caso no parque eólico da microrregião da Serra de Santana/RN**. Anais... Natal: Adm. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Série Recursos Energéticos - Nota Técnica DEA 19/14 - Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Rio de Janeiro, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas 2010.

GODOY, Arilda Schimidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, mar/abr, 1995, p. 57-63.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2007.

_____. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2014.

_____. Nota técnica EPE. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Energética Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **Por dentro da conta pública de energia: informação de utilidade pública**. 6. ed. - Brasília : ANEEL, 2013.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o setor elétrico** (pensando o desenvolvimento sustentável). São Paulo, 1997. 351p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VGv – Central de conhecimento direcionada a executivos do mercado imobiliário. Disponível em: <HTTP://www.portalvgv.com.br>. Acessado em 20/06/2018.

WWF-Brasil. **Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil: recomendações para políticas públicas**. Brasília: 2015.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ANEXO

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DO PROJETO

Para execução dos serviços propostos serão utilizados os seguintes materiais:

· Nome do material: Lâmpada de LED de 9W Glight

Tipo: LED

Unidade: Unitário

Quantidade: 1.438

· Nome do material: Lâmpada de LED de 18W Glight

Tipo: LED

Unidade: Unitário

Quantidade: 3.512

· Nome do material: Canadian Solar 60CELLS 275W P-SI

Tipo: Pannel fotovoltaico

Unidade: Unitário

Quantidade: 900

· Nome do material: Inversor ABB PRO 33.0-TL-OUTD-SX400 –
TRIFÁSICO 380V

Tipo: Inversor

Unidade: Unitário

Quantidade: 6

· Nome do material: Estrutura para sistema fotovoltaico de 247,5kWp

Tipo: Estrutura

Unidade: Unitário

Quantidade: 1

· Nome do material: Cabos para sistema fotovoltaico de 247,5kWp

Tipo: Pannel fotovoltaico

Unidade: Unitário

Quantidade: 900

APÊNDICES



UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Meu nome é Marizelia Sales de Jesus, estou realizando uma pesquisa intitulada: "Uso da energia solar: o caso do projeto de minigeração fotovoltaica em uma IFES" para o meu trabalho de conclusão de curso, requisito obrigatório para obtenção do grau de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

A pesquisa visa analisar a relação o uso de energia fotovoltaica em uma IFES. Para realização desta pesquisa conto com sua participação voluntária, respondendo a uma entrevista semiestruturada. É importante salientar que será explicado todo o conteúdo da entrevista e poderá perguntar sobre qualquer dúvida que este possa apresentar. É imprescindível que saiba a importância de sua participação para a condução dessa pesquisa, porém caso deseje não participar ou desistir de contribuir, tem total liberdade para fazê-lo. A pesquisa está sendo conduzida por mim e orientada pela professora Lígia Carla de Lima Souza (UNILAB). Toda e qualquer informação que permita identifica-lo será omitida e sua identidade será mantida no mais absoluto sigilo. Este termo apresenta duas vias, ambas assinadas por mim e pelo (a) senhor (a), ficando uma cópia para cada um.

Maragogipe-BA, ____ de _____ de 2018.

Marizelia Sales de Jesus(pesquisadora)

Participante (colaborador da pesquisa)

ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AO PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA E INCLUSÃO DE MINIGERAÇÃO FOTOVOLTAICA DA UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA – UNILAB

- 1) Qual a sua visão sobre o atual momento da energia fotovoltaica no Brasil?
- 2) Qual a relevância da energia solar para o Brasil?
- 3) Na sua opinião, quais os principais aspectos positivos para a inserção da energia fotovoltaica em larga escala no Brasil?E quais os negativos?
- 4) Como o senhor analisa as atuais políticas públicas voltadas para a disseminação da informação ao consumidor, de modo que este possa ter maior acesso às tecnologias envolvidas na geração de energia solar?
- 5) De onde surgiu a ideia de instalar um minigerador de energia fotovoltaica na unilab?
- 6) A confiabilidade do sistema fotovoltaico foi um fator considerado nesta escolha?
- 7) Este projeto de eficiência energética e minigeração de energia fotovoltaica foi realizado com financiamento próprio?
- 8) Em que fase está o projeto?
- 9) Como se deu a implantação da usina fotovoltaica na Unilab?
- 10) Em que área foi (ou será) instalada a usina fotovoltaica?
- 11) Qual a viabilidade econômica desse projeto para a Unilab?
- 12) A energia solar é economicamente viável?
- 13) Além da economia gerada com a redução nas contas de energia, quais outros benefícios podem ser obtidos com a instalação da usina?
- 14) De que modo foi realizado o cálculo para determinar o tamanho do projeto a ser instalado?
- 15) Qual objetivo é esperado ao término do projeto?
- 16) Como serão desenvolvidas as ações de capacitação ao longo do projeto? Por que elas são importantes?

Muito obrigada por sua contribuição!