



A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

**Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)**

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)

A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	<p>A importância da energia solar para o desenvolvimento sustentável [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-616-4 DOI 10.22533/at.ed.003190309</p> <p>1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia solar. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Oliveira, Jaqueline Rezende.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621.47</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A matéria-prima para a geração de energia elétrica, no cenário mundial, ainda é constituída predominantemente pelos combustíveis fósseis, os quais são compostos pelo gás natural, carvão mineral e petróleo. Segundo a Agência Internacional de Energia, em 2016, esses combustíveis foram responsáveis por 65,1% da matriz energética mundial. O emprego desses é notoriamente preocupante, pois são fontes finitas e causam elevados impactos ambientais, como a chuva ácida e a destruição da camada de ozônio, devido liberarem para a atmosfera gás carbônico durante seu processo de queima.

Dessa forma, a energia solar apresenta como principais características a utilização de uma matéria-prima inesgotável, o sol, e não causa impactos ao meio ambiente durante a conversão da energia solar em energia elétrica. Portanto, sendo o desenvolvimento sustentável caracterizado pela utilização dos recursos naturais necessários para o desenvolvimento de diversos setores, como o social, energético e econômico, sem comprometer esses recursos para atender as próximas gerações, a energia solar tem se consolidado como uma fonte de energia alternativa e renovável que contribuí para atender a demanda de eletricidade de modo sustentável.

Nesse contexto, esse *e-book* apresenta artigos que discorrem sobre as principais características da energia solar, destacando suas vantagens e desvantagens, aplicações e desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil. Também são descritos estudos sobre a implementação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica e análise de um sistema em operação.

Em seguida, esse exemplar contempla estudos sobre a influência da associação de módulos fotovoltaicos e o sombreamento sobre esses sistemas, é apresentado uma pesquisa sobre um sistema fotovoltaico híbrido e são discutidos os fundamentos e validação de um sistema arrefecedor para usinas fotovoltaicas.

Além disso, são apresentados trabalhos que relatam as características da sujidade acumulada sobre módulos fotovoltaicos, o desenvolvimento de um *software* para projeto e simulação de sistemas solares e a geração de dados de irradiação solar nas condições brasileiras, imprescindíveis nos estudos sobre energia solar fotovoltaica.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES	
Frank Wesley Rodrigues Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque Joel Adelaide Medeiros Jonathan Jefferson Pereira Moura Diego Henrique da Silva Cavalcanti Rafael Pereira de Medeiros Hugo Rojas Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.0031903091	
CAPÍTULO 2	10
ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO CENTRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA ARCELOR MITTAL TUBARÃO	
Bruna Machado Christ Stefanie Lievore Cruz Warley Teixeira Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.0031903092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE MERCADO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOTÉRMICA E PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO	
Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal Rafael García Gutierrez Paula C. Isiordia-Lachica Martín Picón Nuñez Jesús Hernández Ruíz German Eduardo Devora-Isiordia	
DOI 10.22533/at.ed.0031903093	
CAPÍTULO 4	36
ANÁLISES DE EFEITOS EXTERNOS SOBRE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TAIS COMO ASSOCIAÇÃO E SOMBREAMENTO POR MEIO DO ATP	
Leonardo Rosenthal Caetano Silva Jaqueline Oliveira Rezende Geraldo Caixeta Guimarães Raul Vitor Arantes Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.0031903094	
CAPÍTULO 5	50
ANÁLISE 2E DE UM SISTEMA SOLAR PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO ÓPTICA ANIDÓLICA	
Eduardo González-Mora Eduardo Armando Rincón-Mejía	
DOI 10.22533/at.ed.0031903095	
CAPÍTULO 6	64
DISEÑO DE SISTEMAS HIBRIDOS FV-H ₂	
Fernando Gutiérrez-Martín	
DOI 10.22533/at.ed.0031903096	

CAPÍTULO 7 74

FUNDAMENTOS E MEIOS DE UNIDADE FOTOVOLTAICA ARREFECIDA CONTENDO ASPECTOS TÉCNICOS E GEOGRÁFICOS

André Luiz Veiga Gimenes
Pascoal Henrique da Costa Rigolin
Angélica Luana Linhares
Vinícius Oliveira da Silva
Stefania Gomes Relva
Miguel Edgar Morales Udaeta

DOI 10.22533/at.ed.0031903097

CAPÍTULO 8 91

ACEPÇÃO E VALIDAÇÃO PROCEDIMENTAL DE SISTEMA ARREFECEDOR MODULAR PARA USINA FOTOVOLTAICA

André Luiz Veiga Gimenes
Pascoal Henrique da Costa Rigolin
Angélica Luana Linhares
Vinícius Oliveira da Silva
Diego Biaseto Bernhard
Miguel Edgar Morales Udaeta

DOI 10.22533/at.ed.0031903098

CAPÍTULO 9 105

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA SUJIDADE DEPOSITADA SOBRE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EM ZONAS CLIMÁTICAS DE MINAS GERAIS

Suellen Caroline Silva Costa
Amanda Mello Faria Veloso Abreu
Marcelo Machado Viana
Pedro Paiva Brito
Cristiana Brasil Maia
Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz
Lawrence Lee Kazmerski

DOI 10.22533/at.ed.0031903099

CAPÍTULO 10 119

SIMVR-SOLAR: FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE REALIDADE VIRTUAL PARA PROJETO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Cleber Onofre Inácio
Hugo Tavares Vieira Gouveia
Ismael Humberto Ferreira dos Santos
Luiz Fernando Almeida Fontenele
Paulo Henrique Fernandes Ferreira
Rodrigo Guido Araújo

DOI 10.22533/at.ed.00319030910

CAPÍTULO 11 133

GERAÇÃO DE SÉRIES SINTÉTICAS DE IRRADIAÇÃO DIÁRIA PARA AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS BRASILEIRAS

Cleber Onofre Inácio
Hugo Tavares Vieira Gouveia
Luiz Fernando Almeida Fontenele
Paulo Henrique Fernandes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.00319030911

CAPÍTULO 12 147

GERENCIAMENTO DE REDES DE ENERGIA INTELIGENTES (REI) EMPREGANDO ANÁLISE POR MODELO PREDITIVO ATRAVÉS DE REDES MODULARES EXPANSÍVEIS DE INSTRUMENTAÇÃO

Elói Fonseca

José Francisco Resende da Silva

Victor Hugo Paezane dos Anjos

Diego Henrique do Amaral

Gabriel de Souza Cordeiro

Naiara de Souza Lima

Bruna Malaguti

Felipe Emanuel Sales

DOI 10.22533/at.ed.00319030912

SOBRE A ORGANIZADORA 154

ÍNDICE REMISSIVO 155

ANÁLISE DE MERCADO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOTÉRMICA E PROPOSTA DE MODELO DE NEGÓCIO

Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal
Rafael García Gutierrez
Paula C. Isiordia-Lachica
Martín Picón Nuñez
Jesús Hernández Ruíz
German Eduardo Devora-Isiordia

RESUMO: A indústria solar mexicana está nascendo desde que existe a comercialização de tecnologia importada. Desenvolvemos iniciativas que buscam criar esta indústria no México, uma delas é a criação do Centro Mexicano de Inovação em Energia Solar (CeMIE-Sol) criado em 2013, este projeto terminou em janeiro de 2019, gerando projetos em tecnologia fotovoltaica, fototérmica e infra-estrutura para certificações de qualidade. Os principais atores foram o setor acadêmico e de pesquisa, gerando tecnologia que foi avaliada com ferramentas como Nível Tecnológico de Maturidade (TRL), análise de custos, projeções financeiras e propostas de modelos de negócios, a fim de trazer comercializar os desenvolvimentos e gerar inovação, dando lugar a uma indústria solar mexicana. Os resultados deste centro têm gerado propriedade industrial, mas sem uma visão de mercado por falta de informação útil, uma vez que não está disponível no momento. Com base na identificação do potencial de mercado da tecnologia fototérmica, este artigo

propõe um modelo de negócio para um projeto derivado do CeMIE-Sol que traz sua integração mais próxima da cadeia de valor da indústria solar nacional e internacional.

PALABRAS CLAVE/PALAVRAS CHAVE: Energia Solar, Inovação Industrial, Propriedade Intelectual.

MARKET ANALYSIS OF PHOTOTHERMAL SOLAR TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL PROPOSAL

ABSTRACT: A Mexican solar industry is being born since there is a commercialization of imported technology. We develop initiatives that seek to raise this industry, not Mexico, one of the centers of the Mexican Solar Energy Innovation Center (CeMIE-Sol) created in 2013, this project finished in 2019, gearing projects in photovoltaic, photothermal and infra-red technology. structure for certificações de qualidade. The main principles are academic research and development, gerarging technology that has been supported by technological standards of Maturidade (TRL), analysis of custos, financial projeções and proposals of business models, in order to commercialize the development and gerar inovação , giving rise to a Mexican solar industry. The results of this center, the industrial property, plus the market's vision due to the lack of useful information, since it is not available at

any time. Based on the identification of the market potential of photothermal technology, this article proposes a business model for a derivative project of CeMIE-Sol that traces its integration next to the value chain of national and international solar industry.

KEYWORDS: Solar Energy, Industrial Innovation, Intellectual Property.

INTRODUÇÃO

Este trabalho é baseado em uma análise de mercado da tecnologia fototérmica, anteriormente realizada por meio de consultoria internacional previsões (Rodríguez-Carvajal, et al, 2018), cujo objetivo foi identificar o potencial de integração dos desenvolvimentos tecnológicos de um projeto do CeMIE-Sol. Este documento mostra um estudo de caso específico que corresponde ao projeto P03 “Produção de eletricidade solar através de sistemas de disco parabólico, a partir de fotocélulas de alta eficiência e dispositivos termiônicos avançados”, para o qual é proposto um modelo de negócios que contribui para a abordagem de estratégias para sua integração na cadeia de valor da indústria solar

Um dos regulamentos que está impulsionando o desenvolvimento do mercado é a Lei de Transição de Energia (LTE), que estabelece que a Secretaria de Energia (SENER) fixará como meta uma participação mínima de energia limpa na geração de energia elétrica de 25% para 2018, 30% para 2021 e 35% para 2024.

Também a Lei Geral de Mudanças Climáticas (LGCC), contempla promover o uso de energias renováveis como medida de mitigação às mudanças climáticas, a lei estabelece os seguintes objetivos e aspirações: reduzir em 2020 30% das emissões em relação à linha de base bem como uma redução de 50% nas emissões para 2050 em relação às emissões de 2000. Isso leva o México a enfrentar desafios tecnológicos, econômicos e políticos, que abrem um mercado para atingir as metas estabelecidas pelo governo.

Uma das grandes oportunidades que motivou essa abertura para a transição energética é o impulso para a investigação e desenvolvimento e inovação, a LGCC prevê a concessão de estímulos fiscais para a realização de atividades relacionadas a:

- Pesquisa, incorporação ou uso de mecanismos, equipamentos e tecnologias que visem evitar, reduzir ou controlar as emissões; bem como promover práticas de eficiência energética.
- Pesquisa e incorporação de sistemas de eficiência energética; e desenvolvimento de energias renováveis e tecnologias de baixa emissão de carbono.

Para as empresas usuárias e consumidoras de vetores de energia, visando principalmente o consumo de energia elétrica, mas sem deixar de fora o consumo de outras energias utilizadas para a geração de calor industrial.

Além disso, em 2014, os CEMIEs foram criados como uma linha estratégica do

SENER e do CONACYT (Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia) para fortalecer as capacidades nacionais em energia geotérmica, solar e eólica. A criação do CEMIE Sol representa um novo esquema, pois reúne 57 participantes - 47 institutos de pesquisa e ensino superior e 10 empresas privadas líderes -.

O CEMIE Sol ajudará na criação de tecnologias para melhorar a exploração do recurso solar, o desenvolvimento de capacidades empreendedoras e a geração de talentos de classe mundial.

Entre suas linhas de pesquisa, o CEMIE Sol inclui mapeamento de recursos solares, P & D de materiais, células solares e módulos fotovoltaicos, combustíveis solares, calor de processo e calor para eletricidade. Esses temas estão integrados em duas grandes áreas: fototérmica e fotovoltaica.

O apoio econômico do Fundo de Sustentabilidade Energética ao CEMIE Sol representa um dos maiores investimentos realizados até agora em termos de P & D em energia solar; o CEMIE Sol conta com 452,8 milhões de pesos de apoio direto e 9,8 milhões de pesos de recursos concorrentes.

Os projetos do CEMIE Sol que estão desenvolvendo tecnologia e inovação no assunto da energia fototérmica são:

- Produção de energia solar através de sistemas de discos parabólicos, a partir de fotocélulas de alta eficiência e dispositivos termiônicos avançados.
- Desenvolvimento de tanques de armazenamento solares térmicos
- Desenvolvimento de sistemas de refrigeração operados com energia solar.
- Combustíveis solares e processos industriais (COSOLPI).
- Desenvolvimento de coletores, sistemas solares e sistemas autônomos de baixa temperatura com novos materiais para o México.
- Laboratório de testes de baixa e média temperatura, laboratório para projeto e integração de sistemas termo-solares assistidos por computador.
- Inventário Nacional do Recurso Solar (Mapa do Recurso Solar).
- Materiais seletivos e reflexivos para sistemas de conversão de energia solar em energia térmica. (CEMIE SOL, 2013)

ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA

Comparada com a energia solar fotovoltaica em larga escala, a energia solar fototérmica recebeu menos atenção dentro da reforma energética; No entanto, é a tecnologia solar mais profundamente enraizada no mercado mexicano e tem contribuído com mais energia para a matriz energética do país nos últimos anos. Até 2015, a superfície total instalada de Aquecedores Solares de Água (CSA) somava pouco mais de 3 milhões de metros quadrados. Se o ritmo de crescimento registrado pela energia solar fototérmica no período 2010-2015 continuar - em termos de superfície

total instalada e nova superfície instalada anualmente -, estima-se que até 2020 esta tecnologia poderá atingir uma área total instalada entre 5 milhões e 6 milhões de metros quadrados.

Embora nos últimos anos tenha havido uma tendência ascendente, o potencial do país para a tecnologia fototérmica é muito maior. De acordo com um estudo realizado em 2015 pela Agência IRENA e SENER, estima-se que exista um potencial fototérmico solar de 33 GW distribuído nos setores industrial e de construção (SENER / IRENA REMAP 2030 México). O potencial de água quente sanitária e refrigeração em edifícios é de 24 GW, enquanto no setor industrial um potencial de 9 GW é calculado - 80% deles na indústria de transformação -; 7GW (\pm 10,3 milhões de metros quadrados) estão localizados no setor de baixa temperatura - em processos típicos das indústrias têxtil e de alimentos, por exemplo - e 2GW (\sim 2,9 milhões de metros quadrados) estão em processos de média temperatura, para quais sistemas de concentração são necessários. (Energia Solar, 2018).

EL CALOR SOLAR INDUSTRIAL

O consumo final de energia térmica no setor industrial é maior que o consumo de eletricidade em todo o mundo. No entanto, muito mais se fala de eletricidade. Figura 1

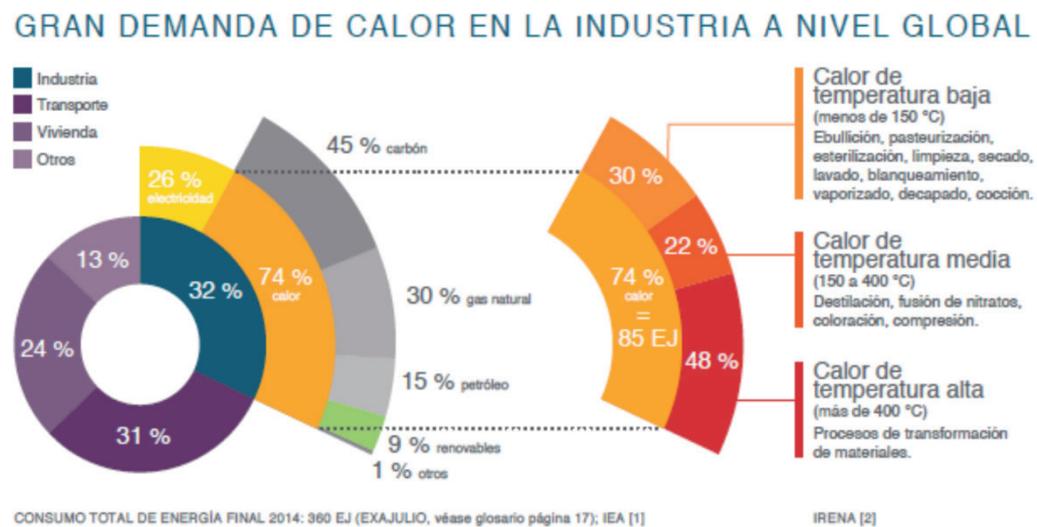


Figura 1 Distribuição do uso de calor solar do processo em nível global.

Fonte: Calor solar industrial, Solar Payback, 2016.

Atualmente, o calor dos processos industriais (SHIP, por sua sigla em inglês) é suprido em 90% por meio de carvão, petróleo e gás; e essa demanda cresce 1,7% ao ano projetada para 2030.

A tecnologia térmica solar é amplamente utilizada em todas as regiões do mundo para fornecer água quente, calor e espaço fresco, produtos secos e fornecer calor, vapor ou refrigeração para processos industriais ou uso comercial de cozinha. Até o

final de 2016, as tecnologias de aquecimento e resfriamento solar foram vendidas em pelo menos 127 países. A capacidade acumulada de coletores de vidro (placa plana e tubo a vácuo) e coletores não vidrados em operação aumentou para um total de 456 GWth no final do ano, comparado a 435 GWth um ano antes. (Renewables 2017, Relatório de Status Global)

Assim como em 2015, os cinco primeiros países com capacidade instalada são: China, Estados Unidos, Turquia, Alemanha e Brasil. Os coletores solares térmicos de todos os tipos forneceram aproximadamente 375 TWh (1.350 PJ) de calor por ano até o final de 2016, o equivalente ao conteúdo de energia de 221 milhões de barris de petróleo. A instalação de novos sistemas solares térmicos estagnou desde 2016, devido aos baixos preços dos combustíveis fósseis. Desacelerações significativas foram registradas na Polônia (-58%), França (-35%), Áustria (-19%) e Israel (-16%). Entre os 20 maiores mercados, e apresentando crescimento, estão países como Dinamarca (84%), México e Índia (ambos 6%) (Figura 2). Assim como em 2015, os cinco principais países em novas instalações em 2016 foram China, Turquia, Brasil, Índia e Estados Unidos. Os 20 principais países para instalações solares térmicas representaram uma estimativa de 94% do mercado global em 2016. (Renewables 2017, Global Status Report)

Na maioria desses 20 países importantes, os mercados eram dominados pelos coletores de placas: na China e na Índia, mais da metade das novas instalações em 2016 são coletores de tubo a vácuo. No mercado atual, as tecnologias utilizadas são assim distribuídas: os coletores a vácuo representam 75% das novas instalações, os coletores de placas planas, compostos por 21%, e os coletores de água não vitrificada, os restantes 4%. Na Figura 2 pode-se observar que o mercado mexicano cresceu 6%.

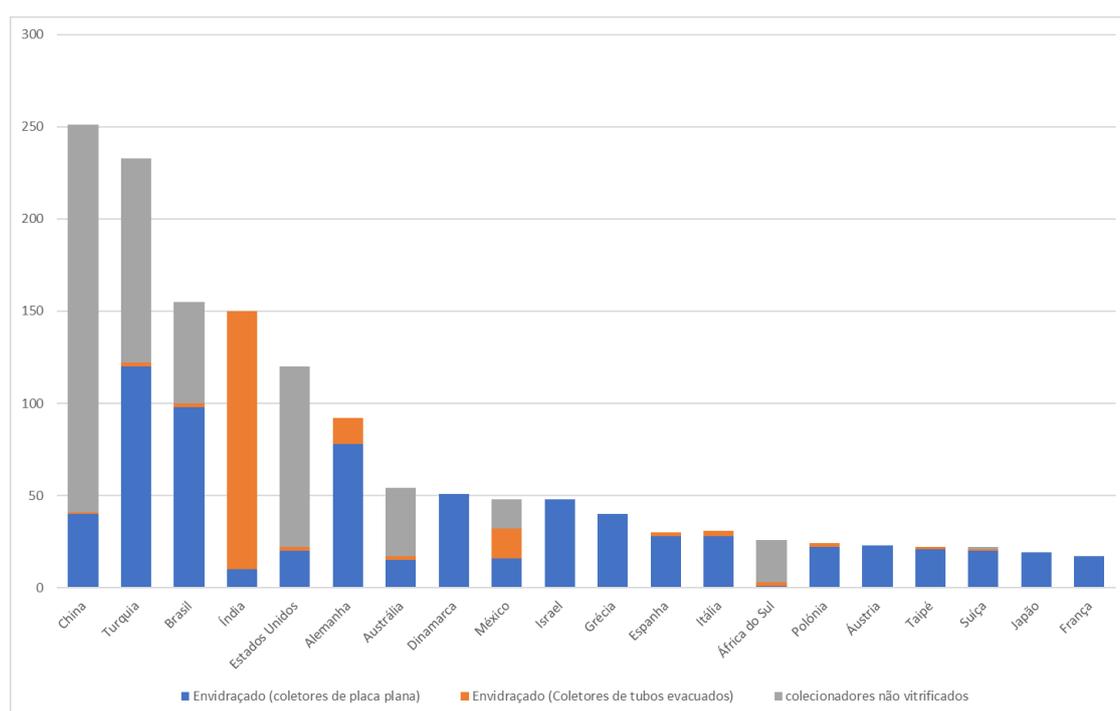


Figura 2 Os 20 principais países com capacidade instalada de aquecedores solares de água.

O mercado de aquecedores solares de água é o que está crescendo, isso se deve a diferentes políticas e projetos que promovem e financiam a aquisição desses dispositivos.

O aquecimento de água é a operação que consome mais energia em casa, com quase 50% do consumo de energia da casa, o aquecedor de água representa mais que o dobro do refrigerador (22%) e mais que o triplo do ar condicionado (15%) e essa iluminação (15%).

Fatores estruturais, como o alto regime solar do México (5,2 kW / m² / dia) e o acelerado progresso tecnológico, e fatores de curto prazo, como tendências no mercado de combustíveis fósseis e a taxa de câmbio, tornam o aquecimento de água solar uma alternativa de alto potencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

No México há uma década, os esforços foram intensificados para promover o uso de aquecedores solares de água (CSA), destacando o Programa para a Promoção de Aquecedores Solares de Água no México. Nessas circunstâncias, esses esforços permitiram que as vendas da CSA atingissem níveis próximos a 400.000 m² por ano, em comparação com um potencial estimado em mais de 2 milhões de m² por ano. As principais realizações estão ocorrendo no novo equipamento de habitação, deixando o setor de habitação pré-existente um pouco atrasado. (Relatório Bimcon, 2017).

A oferta ao público em geral da CSA ainda é incipiente. No entanto, a forte rede de revendedores de aquecedores convencionais é facilmente utilizável para distribuir CSA massivamente. Apenas a marca Calorex refere-se a 2.517 pontos de venda de aquecedores a gás em seu site.

Durante a última década, as CSAs foram ganhando insight nesse mercado com uma taxa de crescimento anual média de 14%. No entanto, apenas um em cada 20 lares mexicanos tem um aquecedor solar de água. O nicho que registrou o maior crescimento da CSA é o de novas moradias de interesse social, fortemente apoiadas por programas como Green Mortgage e Sustainable Housing. Dos 31,4 milhões de domicílios no México, 42% (13,2 milhões) usam aquecedores a gás. 63% das despesas familiares em energia são precisamente em gás, e deste 54% é usado para aquecer a água. Assim, o potencial de vendas da CSA foi estimado em 2 milhões de m² por ano, dos quais apenas cerca de um quinto está sendo alcançado.

ESTUDO DE CASO DO PROJETO "PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE SOLAR ATRAVÉS DE SISTEMAS DE DISCOS PARABÓLICOS, A PARTIR DE FOTOCÉLULAS DE ALTA EFICIÊNCIA E DISPOSITIVOS TERMIÔNICOS AVANÇADOS"

Este projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia e pela

Secretaria de Energia do governo mexicano, que afirmou em seus objetivos:

Desenvolver tecnologia para competir comercialmente com combustíveis fósseis quando for implementada em larga escala com base na Concentração Fotovoltaica (CPV, por sua sigla em inglês). Este sistema combina as melhores características dos métodos fotovoltaico (PV) e de concentração de energia solar (CSP), produzindo dois vetores de energia, como eletricidade e calor de processo.

Desde o início deste desenvolvimento, foram consideradas questões de negócios e proteção industrial e transferência de tecnologia, para as quais foram desenvolvidas diferentes atividades estratégicas para agregar valor ao desenvolvimento científico e tecnológico do projeto.

Entre as atividades realizadas, destaca-se a aplicação do Nível Tecnológico de Maturidade (TRL, na sigla em inglês), como guia de projeto para ver o progresso proposto por este modelo, conforme proposto pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). por suas siglas em inglês). O Canvas Business Model também foi aplicado para apresentar de forma sintética as informações de interesse para potenciais investidores. Abaixo estão as tabelas de avaliação de TRL do projeto P03 "Produção de eletricidade solar através de sistemas de discos parabólicos, de fotocélulas de alta eficiência e dispositivos termiônicos avançados", onde pode ser visto que a maturidade obtida no desenvolvimento do projeto veio no nível 7, colocando esta tecnologia pronta para ser comercializada ou transferida. Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 pode-se observar que a autoavaliação dos níveis foi satisfatória, pois foram desenvolvidos para protótipos funcionais que operam em condições reais do ambiente, e as propostas dos primeiros sistemas de manufatura foram desenvolvidas para produzir essa tecnologia.

Nível de Maturidade Tecnológica	Elementos chave	Parâmetros esperados no final do estágio. Se você não cumpriu os seguintes aspectos, você está em um nível mais baixo do TRL.	Estado atual da tecnologia (sim / não)
Desenvolvimento da invenção	1 Pesquisa básica Princípios básicos observados e relatados. Artigos científicos publicados sobre os princípios da nova tecnologia.	1 Você terminou a pesquisa básica da sua ideia?	Sim
		2 Você identificou princípios básicos de pesquisa que poderiam ser traduzidos em novos princípios que podem ser usados em novas tecnologias?	Sim
	2 "Pesquisa de laboratório. Conceito tecnológico e / ou aplicação tecnológica formulada. Pesquisa aplicada Publicações ou referências que destacam as aplicações da nova tecnologia. Início da invenção".	1 Você realizou uma análise dos artigos científicos, modelos ou teorias científicas que suportam a aplicação da ideia em alguma área tecnológica?	Sim
		2 Você realizou estudos de busca e análise de patentes em nível nacional e internacional, e os resultados indicaram que não há desenvolvimento igual à sua ideia? (marca tecnológica benck)	Sim
		3 Você já explorou princípios básicos de manufaturabilidade?	Sim
		4 Você já explorou possíveis usuários da invenção?	Sim
		5 Você tem um grupo de pesquisa que possa facilitar a avaliação inicial da viabilidade da tecnologia?	Sim
		6 Você já contemplou um plano de licenciamento de tecnologia para terceiros?	Sim

Figura 3. Nível 1 de avaliação de LRT e 2. Preparação própria com evidência do projeto P03.

Nível de Maturidade Tecnológica		Elementos chave	ID	Parâmetros esperados no final do estágio. Se você não cumpriu os seguintes aspectos, você está em um nível mais baixo do TRL.	Estado Actual de la Tecnologia (Si/No)
Validação do conceito	3	Pesquisa de laboratório. Prova experimental de conceito Primeira avaliação da viabilidade de um conceito e sua tecnologia.	1	Você tem os componentes da sua invenção tecnológica identificados?	Sim
			2	Você realizou algum processo de validação de mercado em sua invenção? (P & D no laboratório, além de conversas com usuários em potencial)	Sim
			3	Você realizou / atualizou estudos de pesquisa e análise de patentes em nível nacional e internacional, e os resultados indicaram que não há desenvolvimento igual à sua ideia? (benchmark tecnológico)	Sim
			4	Os resultados da pesquisa e análise de patentes indicam que a invenção pode ser protegida por algum mecanismo de proteção?	Sim
			5	Você realizou um estudo sobre os aspectos regulatórios (comitês de ética, normas, ISOs e certificações) que são necessários para a sua invenção tecnológica?	Sim
			6	Você já contemplou um plano de licenciamento de tecnologia para terceiros?	Sim
	4	Desenvolvimento tecnológico. Validação tecnológica em nível laboratorial Validação de um protótipo inicial com componentes integrados no laboratório com baixa confiabilidade de comportamento.	1	Você integrou os principais componentes de sua invenção tecnológica?	Sim
			2	Você realizou testes de validação da eficácia da referida invenção no laboratório?	Sim
			3	Você explorou em aspectos de maior profundidade / certificações de manufaturabilidade relacionadas ao desenvolvimento de sua invenção tecnológica?	Sim
			4	A validação de mercado da sua invenção continuou com mais entrevistas com usuários em potencial e estudos de mercado?	Sim
			5	Sua invenção tecnológica funciona no nível de laboratório?	Sim
			6	Você identificou riscos tecnológicos de mercado e financeiros com um plano de mitigação?	Sim
			7	Você atualizou os estudos de patentes nacionais e internacionais, e você definiu uma estratégia para gestão da propriedade intelectual? (benchmark tecnológico)	Sim
			8	Você já contemplou um plano de licenciamento de tecnologia para terceiros?	Sim

Figura 4. Nível de avaliação LRT 3 e 4. Preparação própria com evidência do projeto P03.

Nível de Maturidade Tecnológica		Elementos chave	ID	Parâmetros esperados no final do estágio. Se você não cumpriu os seguintes aspectos, você está em um nível mais baixo do TRL.	Estado Actual de la Tecnologia (Si/No)
Desenvolvimento de protótipo	5	Desenvolvimento tecnológico. Tecnologia validada em laboratório mas em condições de um ambiente relevante (condições que simulam condições existentes em um ambiente real). A integração dos componentes começa a ser altamente confiável. No caso de plataformas tecnológicas, o ambiente relevante deve considerar as condições industriais, e não o laboratório acadêmico experimental. Processo de planejamento de negócios	1	Você já testou seu protótipo no laboratório em condições reais?	Sim
			2	Você identificou e considerou completamente os aspectos de manufatura do futuro produto?	Sim
			3	O protótipo em escala real atende aos regulamentos e / ou disposições legais ou ao ambiente do setor?	Sim
			4	Você atualizou os estudos de patentes nacionais e internacionais, e você definiu uma estratégia para gestão da propriedade intelectual? (benchmark tecnológico)	Sim

Figura 5. Nível de avaliação da LRT 5. Preparação própria com evidência do projeto P03.

Nível de Maturidade Tecnológica		Elementos chave	ID	Parâmetros esperados no final do estágio. Se você não cumpriu os seguintes aspectos, você está em um nível mais baixo do TRL.	Estado Actual de la Tecnologia (Si/No)
Produção piloto e demonstração	6	Demonstração tecnológica. Tecnologia demonstrada em um ambiente relevante (No caso de plataformas tecnológicas, o ambiente relevante deve considerar as condições industriais, e não o laboratório acadêmico experimental). Pré-produção de um produto, incluindo testes em um ambiente real	1	Você tem tecnologias integradas de produtos e fabricação em uma planta piloto? (considerando todos os aspectos da manufaturabilidade)	Sim
			2	Você tem o novo produto alinhado com as tecnologias de produção?	Sim
			3	Você tem usuários em potencial que testam a produção em pequena escala?	Sim
			4	Você tem uma organização operativa de acordo com as necessidades de operação da produção? (marketing, logística, produção e outros)	Sim
			5	O processo teve início no registro das certificações exigidas pelas autoridades governamentais para a produção e implantação do protótipo?	Sim
	7	Desenvolvimento de Produto. Demonstração de protótipo no nível do sistema em um ambiente operacional real (sistema real) Produção em escala reduzida para demonstração em ambiente operacional real. Produção em escala reduzida para demonstração em ambiente operacional real	1	Você tem um processo de fabricação operacional de baixa escala? (produzindo produtos comerciais)	Sim
			2	Você tem usuários em potencial para experimentar a versão final do produto?	Sim
			3	Possui estrutura organizacional adequada para implementação?	Sim
			4	Você tem um produto acabado para testar os primeiros clientes?	Sim

Fig. 7. Nível 6 de avaliação do TRL e 7. Preparação própria com evidência do projeto P03.



Fig 8. Fabricação de protótipos, elaboração própria, projeto P03



Fig 9. Foto do protótipo funcional em ambiente real, própria descrição, projeto P03

A ferramenta Modelo de Negócio Canvas apresenta de forma bastante sintética o potencial comercial do projeto, que é apresentado a seguir:

<p>7. Associações chave : </p> <ul style="list-style-type: none"> • Indústria elétrica nacional e internacional • Indústria da construção civil • Indústria automotiva • Indústria Eletrônica • Centros de pesquisa e desenvolvimento tecnológico 	<p>6. Atividades-chave </p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigação e desenvolvimento • Aplicações de demonstração em larga escala • Desenvolvimento de negócios • Associação com empresas que necessitam de vetores energéticos de calor e eletricidade 	<p>2. Proposta de valor </p> <p>Redução dos custos de energia, com maior eficiência ao combinar um sistema de produção de calor de processo e energia elétrica</p>	<p>3. Relações com clientes </p> <ul style="list-style-type: none"> • Instaladores certificados independentes • Desenhos personalizados • Baixos custos 	<p>1. Segmento de clientes </p> <ul style="list-style-type: none"> • Setor de energia • Setor industrial • Setor de alimentos • Comerciantes e distribuidores
<p>9. Estrutura de custos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalações de fabricação • Materiais • Equipes • Design da aplicação • Logística e transporte para instalação 	<p>8. Recursos principais </p> <ul style="list-style-type: none"> • Células de união tripla • Arranjos ópticos • Espelhos com ótica Köhler • Sistemas de rastreamento solar • Sistemas de refrigeração 	<p>5. Fonte de ingressos </p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicações no setor • Integração em cadeias de fornecimento de energia elétrica • Integração na indústria a um nível geral (alimentos, automóveis, calçado entre outros ...) 	<p>4. Canais de contato </p> <ul style="list-style-type: none"> • Vendas diretas • Lojas comerciais • Vendas pela internet 	<p>5. Fonte de ingressos </p>

A proposta de valor apresentada é a redução dos custos de produção de energia, uma vez que são utilizados dois vetores de energia, como energia elétrica e térmica, para que esta tecnologia possa ser utilizada nas crescentes necessidades demandadas pelas empresas. indústria em geral. O interessante é poder gerar uma solução atrativa para os possíveis usuários, não se restringindo ao comércio, casa ou indústria, se não expandindo o leque de opções para o governo nas comunidades marginalizadas.

Impacto Ecológico

Os produtos gerados pelo projeto visam aumentar a rentabilidade dos projetos fotovoltaicos e fototérmicos, aumentando a capacidade instalada no país, reduzindo a quantidade de energia elétrica consumida em fontes não renováveis e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, como resultado da combustão de energia fóssil. O design, fabricação e instalação dos produtos seguirão sempre as diretrizes do desenvolvimento sustentável, respeitando o meio ambiente.

Impacto Social

Empregos de alto valor agregado serão criados para a fabricação, instalação e manutenção de tecnologia, promovendo o treinamento de recursos humanos na geração de tecnologias limpas. Tecnologia de alta qualidade desenvolvida no México através da articulação do IES-empresa. Aumento de suas capacidades tecnológicas para competir como fornecedor internacional.

Impacto científico

A propriedade intelectual é gerada para sua exploração ou comercialização

nacional nos mercados internacionais. Publicações e apresentações sobre as metodologias de avaliação utilizadas foram geradas.

Barreiras à Entrada no Mercado da Indústria Solar

A principal barreira é a confiança do cliente, uma vez que a maioria das usinas fotovoltaicas e / ou fototérmicas operam intermitentemente devido às condições naturais do movimento do sol. No entanto, as barreiras para entrar no mercado para o sucesso do nosso projeto podem ser separadas da seguinte forma:

Barreiras Econômicas

Condições de financiamento favoráveis para garantir a viabilidade deste projeto em relação à concorrência, a necessidade de estabelecer vendas a exigência de capital substancial para investir nas próximas etapas, volume necessariamente pequeno. Custo alvo, que deve comparar o ganho de poder com o custo instalado por watt do projeto interconectado

Barreiras Técnicas

Capacidade de produção que atende a necessidade de nosso mercado alvo. Embora a experiência até o momento sugira que a tecnologia atingirá o desempenho técnico descrito acima, ainda há uma escassez de dados sobre a confiabilidade a longo prazo dos sistemas, embora o registro do sistema protótipo Gen2 apresente um bom augúrio nesse sentido. . Em relação às barreiras regulatórias, elas ainda não são importantes, embora os padrões para rastreadores solares estejam em desenvolvimento. Os padrões a serem seguidos são os mesmos de qualquer maquinário de automação.

Foco de Inserção no Mercado

Esta inovação proporciona ao mercado um valor acrescentado da energia térmica, a favor do ambiente, promovendo aplicações inovadoras de fontes de energia, o que nos coloca na vanguarda como fortes promotores da integração na concepção e construção de projetos industriais. Atualmente, no mercado latino-americano, há pouca presença da tecnologia de energia solar por meio da concentração fotovoltaica e do rastreamento solar, e ainda mais a consideração de seu uso calorífico. A abordagem de inserção será bastante apoiada por ter uma planta de demonstração, onde você pode ver a operação da planta, sua viabilidade econômica e a capacidade de executar este tipo de projeto. Por outro lado, há contatos de vários complexos de mineração que demonstraram interesse em obter sistemas de produção de eletricidade ou água quente para reduzir o impacto ambiental de suas operações. A principal estratégia será mostrar os resultados da planta de demonstração para o pessoal dos complexos de mineração e compartilhar os custos de nível de produção elétrica e térmica, bem

como oferecer estudos de viabilidade de instalações de plantas similares em seus complexos.

Cliente-alvo para o qual o produto, processo ou serviço é tratado, bem como as necessidades do cliente atendidas pelo produto ou serviço proposto (que o diferencia de outros similares) e a maneira pela qual os clientes atualmente atendem a essas necessidades

Tem uma estratégia para penetrar no mercado, apresentando principalmente resultados muito competitivos em tempo e custos, uma vez que se destina a colocar as instalações fotovoltaicas, o mais próximo possível das fábricas, sendo esta uma vantagem para o cliente. O mercado alvo será projetos industriais em que os permutadores de calor intervêm, ou nos quais a água a uma temperatura superior a 80 ° C é necessária.

Processos industriais onde temperatura mais alta é requerida, este subproduto pode ser integrado àqueles processos nos quais apenas o calor necessário para atingir acima de 95-100 ° C é aplicado. Normalmente trabalham com caldeiras e condensadores de vapor, que requerem algum tipo de combustível para elevar a massa de água a esta temperatura, estes custos poderiam ser reduzidos se a água para estes processos, com uma temperatura próxima a 80 ° C

O diferencial de calor necessário é pouco para atingir a temperatura necessária de acordo com o tipo de processo ou aplicação. Esse tipo de alternativas torna a operação de alguns processos mais rentável e rentável do ponto de vista do custo de operação, com a tendência de substituir tecnologias que podem fazer a diferença no curto e médio prazo.

CONCLUSÕES

O mercado de energia solar térmica no México está crescendo anualmente, dando um potencial importante para resolver, embora existem fabricantes nacionais, como Módulo Solar Calorex, Rheem México, IUSA, entre outras marcas, estas não são fabricadas com 100% de componentes mexicanos .

desenvolvimento da cadeia Proveeduría para este mercado deve ser uma estratégia nacional, bem como o fornecimento de fabricantes mexicanos podem ser integrados em cadeias globais, e penetrar no mercado da América Central e Latina.

O esforço feito por grupos de cientistas mexicanos tem sido muito bom como o caso do projeto P03, onde maturidade tecnológica chegou ao projecto, com uma pesquisa de desenvolvimento de três anos e desenvolvimento mostrado, isto foi conseguido através da interação de cientistas, engenheiros e empresários, desenvolvimento resultando cadeia potencial aquecedores proveeduría mexicana e coletores solares.

A contribuição do México sobre a questão do aproveitamento da energia solar tem de ser abordado de forma holística, com políticas apropriadas públicas, planos econômicos favoráveis para a sociedade, e uma abordagem ambiental para redução

de GEE, para ajudar a mitigação das mudanças climáticas.

Como uma nova tecnologia, o mercado apresenta barreiras à entrada que são difíceis de superar para que foram identificados os principais impactos de desenvolvimento e barreiras, deixando a tarefa de um estudo mais aprofundado para propor estratégias que abordam essas barreiras e inserção é alcançada desenvolvimentos tecnológicos mexicanos nas cadeias da indústria solar global. A contribuição do México no uso da energia solar deve ser abordada de maneira integral, com políticas públicas adequadas, planos econômicos favoráveis para a sociedade e uma abordagem ambiental para a redução de GEE, que ajudem a mitigar a mudança climática.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Projeto CEMIE SOL P03, “PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE SOLAR ATRAVÉS DE SISTEMAS DE DISCOS PARABÓLICOS, A PARTIR DE FOTOCÉLULAS DE ALTA EFICIÊNCIA E DISPOSITIVOS TERMIÔNICOS AVANÇADOS”, pela motivação e apoio para a apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Artículo de Revista:

Herrera Alcázar, Concepción; Andrade Vallejo, María Antonieta (2010). Estudio técnico-económico de colectores solares planos para zonas rurales del estado de Oaxaca, Investigación y Ciencia, vol. 18, núm. 50, septiembre-diciembre, 2010, pp. 55-68

Barbel Epp, Oropeza Marisol, 2017, EL CALOR SOLAR INDUSTRIAL, SOLAR PAYBACK,

Del Rio Antonio, Rodriguez Carvajal, Ricardo, Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar, CEMIE-SOL, 2014, SENER, Fondo de Sustentabilidad Energética.

L. Ariadna Velasco Montiel / Fernando F. Velasco Montiel, 2012, Tecnología solar: costo-beneficio de los calentadores solares, RUA 7 □ Enero - Julio 2012 pp16-20.

Oscar Alfredo Jaramillo Salgado, Manuel Martínez Fernández, Jorge Alberto Tenorio Hernández y Jesús Antonio del Río Portilla, 2014, "Estrategia de Transición para promover el uso de Tecnologías y Combustibles más limpios en el tema de energía solar" 2014, pp. 1-19

Rabia Ferroukhi (IRENA), Paolo Frankl (IEA) and Christine Lins (REN21), Renewable Energy Policies in a Time of Transition, 2018 IRENA, OECD/IEA and REN21, ISBN 978-92-9260-061-7.

J. Santiago Rodríguez Suárez, Emmanuel Espinoza Navarrete, GIZ, Joscha Rosenbuch, Hermilio O. Ortega Navarro, IER, Dr. Manuel Martínez Fernández, Dra. Karla G. Cedano Villavicencio, Miriam M. Armenta Energía Solar, PROMÉXICO, 2017. PROMEXICO, ISBN: 978-607-97294-8-6

Virginia Guadalupe López Torres, Dra. Ma. Carmen Alcalá Álvarez, Dr. Luis Ramón Moreno Moreno, La Cadena de Suministro de la Energía Solar, Conciencia Tecnológica No. 43, Enero-Junio 2012, pp 18-24

Artículo de Revista en Prensa:

Programa de Innovación Orientada, Sector Energía Solar, TechBA, México, FUMEC, 2014.

Informe_Bimcon_1t_2017.pdf recuperado en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/294406/Informe_Bimcon_1t_2017.pdf

Libro

REN21. 2017., Renewables 2017 Global Status Report, (Paris: REN21 Secretariat), ISBN 978-3-9818107-6-9

SOBRE A ORGANIZADORA

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aplicações 1, 2, 20, 32, 49, 79, 83, 121, 122, 150

Armazenamento de energia 147, 148, 149

Associação de módulos 5, 36

ATP 36, 43, 44, 48

C

Caracterização da sujidade 105

Células Fotovoltaicas 36, 41, 42, 78, 148

Condições Meteorológicas 105, 107, 109, 111

CPC 50, 51, 53, 54, 55, 56, 61, 62

D

Desenvolvimento 1, 8, 12, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34, 74, 75, 76, 86, 88, 89, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 119, 121, 122, 123, 131, 133, 147, 148, 150, 151, 153

E

Efeitos externos 36, 37

Electrolisis 64, 65

Energia 2, 5, 8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 49, 50, 74, 75, 78, 79, 83, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 118, 120, 121, 122, 130, 133, 134, 135, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154

Energia Fotovoltaica 4, 6, 7, 10, 36, 121

Energia Solar 2, 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 32, 33, 34, 37, 38, 49, 74, 79, 88, 89, 91, 104, 134, 145, 146, 154

Energia Solar Fotovoltaica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 19, 20, 24, 37, 49, 154

F

Fotovoltaico/Térmico 75, 86, 91

G

Geração distribuída 9, 36, 134, 148, 153

H

Hidrógeno 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72

I

Inovação Industrial 22

M

Matrizes de Markov 133

Modelo Preditivo 8, 147, 148, 149

P

Projeto de Sistema Fotovoltaico 119

Propriedade Intelectual 22, 31

R

Radiação Solar 2, 10, 11, 50, 75, 79, 83, 84, 92, 106, 112, 133, 134, 135, 137, 145

Realidade Virtual 119, 121, 132

Redes Inteligentes 147, 148

S

Séries Sintéticas 133, 135, 137, 138, 141, 142, 143, 144

SFV 74

Simulação computacional 44, 45, 119, 154

Sistema de arrefecimento de FV 91

Sistemas Fotovoltaicos 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 19, 20, 36, 37, 79, 105, 106, 108, 109, 111, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 131, 133, 135, 136

Sistemas Híbridos 64, 66, 72

Sombreamento 6, 10, 13, 15, 16, 19, 36, 41, 42, 46, 47, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129

T

Tolokatsin 50, 51

Tratamento de águas residuais 50

U

UFV 74, 75, 76, 84, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 102, 103

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-616-4



9 788572 476164