



Energia Solar e Eólica

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Paulo Jayme Pereira Abdala
(Organizador)

Energia Solar e Eólica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E56 Energia solar e eólica [recurso eletrônico] / Organizador Paulo Jayme Pereira Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Energia Solar e Eólica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-066-7

DOI 10.22533/at.ed.667192201

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Energia eólica. 3. Energia solar. I. Abdala, Paulo Jayme Pereira.

CDD 621.042

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As chamadas energias renováveis, também conhecidas como energias alternativas ou ainda energias limpas são três denominações possíveis para qualquer forma de energia obtida por meio de fontes renováveis, e que não produzem grandes impactos ambientais negativos. Atualmente, com a grande preocupação mundial em compensar as emissões de CO₂, o consumo deste tipo de energia tem sido o foco de governos e empresas em todo globo.

Neste sentido, o Brasil possui uma matriz energética bastante limpa, onde predomina o uso de hidrelétricas, apesar do crescimento do uso de termelétricas, as quais são abastecidas por combustível fóssil. No Brasil, o setor energético é responsável por grande parte das emissões de CO₂, ficando atrás somente do setor agrícola que reapresenta a maior contribuição para o efeito estufa brasileiro.

A energia proveniente do sol é a alternativa renovável mais promissora para o futuro e, por este motivo tem recebido maior atenção e também mais investimentos. A radiação solar gratuita fornecida pelo sol pode ser captada por placas fotovoltaicas e ser posteriormente convertida em energia elétrica. Esses painéis usualmente estão localizados em construções, como indústrias e casas, o que proporciona impactos ambientais mínimos. Esse tipo de energia é uma das mais fáceis de ser implantada em larga escala. Além de beneficiar os consumidores com a redução na conta de energia elétrica reduzem as emissões de CO₂.

Com relação à energia eólica, o Brasil faz parte do grupo dos dez países mais importantes do mundo para investimentos no setor. As emissões de CO₂ requeridas para operar esta fonte de energia alternativa são extremamente baixas e é uma opção atrativa para o país não ser dependente apenas das hidrelétricas. Os investimentos em parques eólicos vem se tornando uma ótima opção para neutralização de carbono emitidos por empresas, indústrias e etc.

Neste contexto, este EBOOK apresenta uma importante contribuição no sentido de atualizar os profissionais que trabalham no setor energético com informações extremamente relevantes. Ele está dividido em dois volumes contendo artigos práticos e teóricos importantes para quem deseja informações sobre o estado da arte acerca do assunto.

Paulo Jayme Pereira Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
UMA REVISÃO SOBRE AS TECNOLOGIAS FOTOVOLTAICAS ATUAIS	
Alexandre José Bühler Ivan Jorge Gabe Fernando Hoefling dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6671922011	
CAPÍTULO 2	26
VALIDAÇÃO DE MODELOS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
Bruna de Oliveira Busson Pedro Henrique Fonteles Dias Ivonne Montero Dupont Pedro Hassan Martins Campos Paulo Cesar Marques de Carvalho Edylla Andressa Queiroz Barroso	
DOI 10.22533/at.ed.6671922012	
CAPÍTULO 3	41
A GERAÇÃO SOLAR DE CALOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE GESSO BETA DO POLO GESSEIRO DO ARARIPE	
André Vitor de Albuquerque Santos Kenia Carvalho Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.6671922013	
CAPÍTULO 4	58
A UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NACIONAL PARA A FABRICAÇÃO DE PLACAS SOLARES: UMA REFLEXÃO DAS DIFICULDADES TECNOLÓGICA E FINANCEIRA	
Felipe Souza Davies Gustavo Luiz Frisso Matheus Vinícius Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.6671922014	
CAPÍTULO 5	72
AEROPORTO DE VITÓRIA/ES: ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Ana Luiza Guimarães Valory Sidney Schaeffer Warley Teixeira Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.6671922015	
CAPÍTULO 6	87
ANÁLISE ENERGÉTICA E EXERGÉTICA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILÍCIO MONOCRISTALINO E POLICRISTALINO	
Suellen Caroline Silva Costa Janaína de Oliveira Castro Silva Cristiana Brasil Maia Antônia Sônia Alves Cardoso Diniz	
DOI 10.22533/at.ed.6671922016	

CAPÍTULO 7	1043
ANÁLISE HARMÔNICA NOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS DE UMA MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Alessandro Bogila Joel Rocha Pinto Thales Prini Franchi Thiago Prini Franchi	
DOI 10.22533/at.ed.6671922017	
CAPÍTULO 8	120
ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NO MODELO DE UMA ÁRVORE NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Bárbara de Luca De Franciscis Gouveia	
DOI 10.22533/at.ed.6671922018	
CAPÍTULO 9	139
ANÁLISE FINANCEIRA DE SISTEMAS DE MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA FINANCIADOS EM PALMAS - TO	
Brunno Henrique Brito Maria Lúcia Feitosa Gomes de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.6671922019	
CAPÍTULO 10	152
APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA CIDADE DE CRUZ ALTA/RS: ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO E POTENCIAL DE ENERGIA GERADA	
Alessandra Haas Franciele Rohr Ísis Portolan dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.66719220110	
CAPÍTULO 11	165
APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA (MPPT) EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Augusto Hafemeister João Batista Dias Leonel Augusto Calliari Poltosi	
DOI 10.22533/at.ed.66719220111	
CAPÍTULO 12	181
AR CONDICIONADO SOLAR – CICLO DE ADSORÇÃO	
Rafael de Oliveira Barreto Pollyanne de Oliveira Carvalho Malaquias Matheus de Mendonça Herzog Luciana Carvalho Penha Lucio Cesar de Souza Mesquita Elizabeth Marques Duarte Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220112	
CAPÍTULO 13	194
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO COLETOR SOLAR PLANO ACOPLADO EM SECADOR HÍBRIDO	
Raphaela Soares da Silva Camelo	

Ícaro da Silva Misquita
Thais Andrade de Paula Lovisi
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira
Juliana Lobo Paes
Camila Lucas Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.66719220113

CAPÍTULO 14 212

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE NOVO PROTÓTIPO DE FOTOBIORREATOR NÃO TRANSPARENTE PARA CULTIVO DE MICROALGAS COM ILUMINAÇÃO INTERNA ATRAVÉS DE POFS QUE RECEBEM A LUZ DE LENTES MONTADAS EM SISTEMA DE RASTREAMENTO SOLAR

Gisel Chenard Díaz
Yordanka Reyes Cruz
Rene Gonzalez Carliz
Fabio Toshio Dino
Maurílio Novais da Paixão
Donato A. Gomes Aranda
Marina Galindo Chenard

DOI 10.22533/at.ed.66719220114

CAPÍTULO 15 225

AVALIAÇÃO DE WEBSITES BRASILEIROS PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE: PARÂMETROS DE ENTRADA E RESULTADOS

Marina Calcagnotto Mascarello
Letícia Jenisch Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.66719220115

CAPÍTULO 16 241

AVALIAÇÕES DE CUSTO E DESEMPENHO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TIPO SIGFI COM DIFERENTES PERÍODOS DE AUTONOMIA

Marta Maria de Almeida Olivieri
Leonardo dos Santos Reis Vieira
Marco Antonio Galdino
Márcia da Rocha Ramos

DOI 10.22533/at.ed.66719220116

CAPÍTULO 17 257

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO CONSIDERANDO O EFEITO DA ESTEIRA AERODINÂMICA DE TURBINAS ATRAVÉS DO MODELO DO DISCO ATUADOR

Luiz Fernando Pezzi
Adriane Prisco Petry

DOI 10.22533/at.ed.66719220117

CAPÍTULO 18 272

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE DIFERENTES BASES DE DADOS DE IRRADIAÇÃO - ESTUDO DE CASO EM CURITIBA

Danilo Carvalho de Gouveia
Jeanne Moro
Muza Iwanow
Rebecca Avença
Jair Urbanetz Junior

DOI 10.22533/at.ed.66719220118

CAPÍTULO 19	284
DESENVOLVIMENTO DE SUPERFÍCIES SUPERHIDROFÓBICAS COM EFEITO AUTOLIMPANTE PARA APLICAÇÕES EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Lucélio Oliveira Lemos	
Magnum Augusto Moraes Lopes de Jesus	
Aline Geice Vitor Silva	
Angela de Mello Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220119	
CAPÍTULO 20	297
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA	
Stéphane Rodrigues da Silva	
Érica Tiemi Anabuki	
Luis Cláudio Gambôa Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.66719220120	
CAPÍTULO 21	312
DO PETRÓLEO À ENERGIA FOTOVOLTAICA: A INSERÇÃO DO BRASIL NESTE NOVO MERCADO	
Emilia Ribeiro Gobbo	
Maria Antonia Tavares Fernandes da Silva	
Rosemarie Bröker Bone	
DOI 10.22533/at.ed.66719220121	
CAPÍTULO 22	330
EFEITO DO SOMBREAMENTO EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
José Rafael Cápua Proveti	
Daniel José Custódio Coura	
Carlos Roberto Coutinho	
Adriano Fazolo Nardoto	
DOI 10.22533/at.ed.66719220122	
CAPÍTULO 23	342
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO ENERGÉTICA E DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO AO COMPLEXO AQUÁTICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	
Helena Flávia Napolini	
Gustavo Xavier de Andrade Pinto	
Julio Boing Neto	
Ricardo Rütther	
DOI 10.22533/at.ed.66719220123	
CAPÍTULO 24	354
ESTUDO DA SECAGEM INTERMITENTE DA MANGA UTILIZANDO SECADOR HÍBRIDO SOLAR-ELÉTRICO	
Camila Lucas Guimarães	
Juliana Lobo Paes	
Raphaela Soares da Silva Camelo	
Madelon Rodrigues Sá Braz	
Ícaro da Silva Misquita	
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220124	

CAPÍTULO 25	367
ANÁLISE PRÉVIA DO VALOR DA DEPENDÊNCIA DO SOLO PARA AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS COM A POSSÍVEL IMPLANTAÇÃO DO PARQUE EÓLICO DA SERRA, EM SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS	
Antonio Robson Oliveira da Rosa Leonardo Beroldt Rafael Haag	
DOI 10.22533/at.ed.66719220125	
CAPÍTULO 26	379
APLICAÇÃO DE UM DVR EM AEROGERADORES SCIG E DFIG PARA AUMENTO DE SUORTABILIDADE FRENTE A AFUNDAMENTOS DE TENSÃO	
Edmar Ferreira Cota Renato Amorim Torres Victor Flores Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.66719220126	
CAPÍTULO 27	398
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL EÓLICO DE UMA REGIÃO COM TOPOGRAFIA COMPLEXA UTILIZANDO DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL	
William Corrêa Radünz Alexandre Vagtinski de Paula Adriane Prisco Petry	
DOI 10.22533/at.ed.66719220127	
CAPÍTULO 28	410
EDIFICAÇÃO DE ENERGIA POSITIVA: ANÁLISE DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESCRITÓRIO VERDE DA UTFPR EM CURITIBA	
Larissa Barbosa Krasnhak Elis Almeida Medeiros de Mello Jair Urbanetz Junior Eloy Casagrande Junior	
DOI 10.22533/at.ed.66719220128	
CAPÍTULO 29	422
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA WIFI DE BAIXO CUSTO BASEADO EM THINGSPEAK	
Renan Tavares Figueiredo Odélsia Leonor Sanchez de Alsina Diego Lopes Coriolano Eurípes Lopes de Almeida Neto Ladjane Coelho dos Santos Iraí Tadeu Ferreira de Resende Ana Claudia de Melo Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.66719220129	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	431

APLICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO EM ESCOLAS MUNICIPAIS DA CIDADE DE CRUZ ALTA/RS: ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO E POTENCIAL DE ENERGIA GERADA

Alessandra Haas

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
- PPGEC
Santa Maria - RS

Franciele Rohr

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
- PPGEC
Santa Maria - RS

Ísis Portolan dos Santos

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
- PPGEC
Santa Maria - RS

RESUMO: O estudo da implantação de painéis fotovoltaicos para geração de energia elétrica no sistema BAPV (Building Applied Photovoltaics - Sistema Fotovoltaico aplicado à edificação), busca atender a demanda de energia de todas as escolas municipais localizadas no perímetro urbano da cidade de Cruz Alta/RS. Portanto, para realizar o pré-dimensionamento do sistema fotovoltaico, determinar o rendimento e a quantidade de módulos necessários, bem como o local ideal para a instalação dos painéis, fez-se necessário conhecer a quantidade de escolas municipais no perímetro urbano, o posicionamento e tipologia das coberturas, os

valores de consumo de energia, e os índices de radiação solar na cidade para diferentes azimutes. Por fim consideram-se três cenários: o primeiro com coberturas planas, 9° de inclinação; o segundo, coberturas curvas e total capacidade de geração; e o terceiro, coberturas curvas suprindo somente a demanda das escolas. Conclui-se que as coberturas curvas possibilitam a concentração da geração em menos pontos devido as suas grandes dimensões, bem como, há possibilidade de usar toda sua capacidade aumentando a geração do sistema, o que possibilitaria suprir a demanda de outros edifícios públicos. Desse modo a iniciativa da utilização de sistemas fotovoltaicos em edifícios públicos além de fomentar a popularização do sistema como alternativa sustentável apresenta benefícios econômicos à cidade. Logo esse estudo pode servir como base de dados à prefeitura de Cruz Alta/RS se desejar buscar recursos e colocar em prática a ideia.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Sistema Fotovoltaico, Escola Municipal.

ABSTRACT: The study of the implantation of photovoltaic panels for generation of electric energy in the BAPV (Building Applied Photovoltaics) system, seeks to meet the energy demand of all municipal schools located in the urban perimeter of the city of Cruz Alta / RS.

Therefore, in order to carry out the pre-sizing of the photovoltaic system, to determine the efficiency and quantity of modules required, as well as the ideal place for the installation of the panels, it was necessary to know the number of municipal schools in the urban perimeter, positioning and typology of roofing, values of energy consumption, and solar radiation rates in the city for different azimuths. Finally, three scenarios are considered: the first one with flat roofs, 9° of slope; the second, curved roofs and total generation capacity; and the third, curved roofs supplying only the demand of schools. It is concluded that the curved roofs allow concentration of the generation in less points due to its large dimensions, as well as, it is possible to use all its capacity increasing the generation of the system, which would make it possible to supply the demand of other public buildings. In this way, the initiative to use photovoltaic systems in public buildings besides promoting the popularization of the system as a sustainable alternative presents economic benefits to the city. Soon this study can serve as a database to the city of Cruz Alta / RS if you want to seek resources and put the idea into practice.

KEYWORDS: Solar Energy, Photovoltaic Systems, Municipal School.

1 | INTRODUÇÃO

A eletricidade para a sociedade de modo geral é de extrema importância, uma vez que, com a evolução da tecnologia tem se tornado essencial. Dessa maneira, aumentar a oferta de energia e reduzir custos da produção vem se transformando no objetivo de muitos países, bem como assuntos relacionados à sustentabilidade e conservação do meio ambiente (SILVA et. al., 2011).

Portanto, a utilização de fontes renováveis de energia como alternativa sustentável desponta como medida que visa garantir a utilização dos recursos naturais pela atual geração, sem comprometê-los para as gerações futuras. Neste contexto tem-se a energia solar fotovoltaica. Por isso muitos países buscam adotar medidas de eficiência energética em prédios públicos como forma de contribuir para redução de emissões que afetam o clima, ou até mesmo pela representação tecnológica (BRASIL, 2011).

Sendo assim, o presente artigo visa analisar a possibilidade de implantação de painéis fotovoltaicos em prédios públicos do município de Cruz Alta/RS para geração de energia no sistema BAPV (*Building Applied Photovoltaics* - Sistema Fotovoltaico aplicado à edificação), buscando suprir o consumo energético dos prédios das escolas municipais de ensino fundamental (EMEF) no perímetro urbano da cidade. Com o objetivo de identificar o melhor local para instalação dos painéis fotovoltaicos, beneficiando-se do melhor posicionamento para obter a maior eficiência energética dos módulos, integrando-os da melhor forma a arquitetura existente, trazendo benefícios como a redução do consumo de energia elétrica.

Levando em conta que o Brasil é um país rico em recursos naturais, com dimensões vantajosas, altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo para a produção de silício de alto grau de pureza, e que a utilização de energia solar fotovoltaica ainda

é baixa (Brasil, 2012), estudos que levem a propostas de implantação do sistema de energia solar são de grande valor, pois através dos dados alcançados apontam o melhor caminho e ajudam a difundir a utilização do sistema de energia solar.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

CGEE (2010) enfatiza que no ano de 2050, 50% da geração de energia no mundo virá de fontes renováveis, e que dessa demanda 25% será suprida pela energia solar fotovoltaica. Indicando um crescimento na utilização da eletricidade solar fotovoltaica. O autor destaca que o Brasil ainda está definindo as políticas públicas e regulamentações que incentivem a utilização dessa energia pelas concessionárias, e aponta o alto custo dos materiais de boa eficiência como obstáculo.

Nascimento (2017) menciona diversos incentivos que existem até então no país e relata que, apesar de todo incentivo e dos resultados alcançados existe muito a ser feito para consolidar a fonte solar como matriz energética nacional. Dentre as normativas existentes, pode-se destacar: a Resolução Normativa nº 300, de 12 de fevereiro de 2008, estabelece critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética (ANEEL, 2008), onde os programas anuais das concessionárias de energia elétrica já destinam recursos aos projetos de conservação de energia em prédios públicos conforme o Plano Nacional de Eficiência Energética (Brasil, 2011). A Resolução Normativa nº 482, de 24 de novembro de 2015, estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica e procedimentos de distribuição (ANEEL, 2012), e sua alteração para Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015, trouxe benefícios como, autoconsumo remoto, geração compartilhada e geração em condomínio (ANEEL, 2015).

Através da lei nº 9.991/2000, as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica são obrigadas a aplicar anualmente um percentual de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em pesquisa e desenvolvimento (Brasil, 2000), considerando que a pesquisa é uma ferramenta que proporciona resultados e análises quanto à utilização do sistema e que contribui para fomentar a utilização dele no ramo da indústria e conseqüentemente para os consumidores finais. Já em edifícios da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional é obrigatória a Etiquetagem desde 2014 (Procel Info, 20--), nesse processo a utilização de fontes renováveis de energia, como a energia solar, contribui para a melhor avaliação do selo de certificação.

Outro incentivo é dado através da portaria nº 23, de 12 de Fevereiro de 2015, a qual, também estabelece em sua redação boas práticas de gestão e uso de energia elétrica nos órgãos e entidades da administração pública federal direta (Brasil, 2015), salientando que, nos projetos e respectivas edificações públicas federais, novas ou

que recebam retrofit deve-se utilizar a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia).

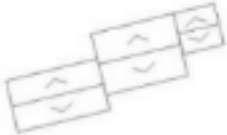
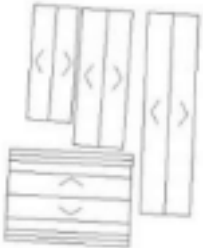
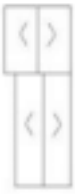
Com todos esses investimentos em pesquisa, e políticas de incentivo para a utilização do sistema solar conectado à rede elétrica, a CGEE (2010) destaca a perspectiva de que em 10 anos, o preço da energia fotovoltaica possa se igualar ou ser inferior ao preço das fontes convencionais.

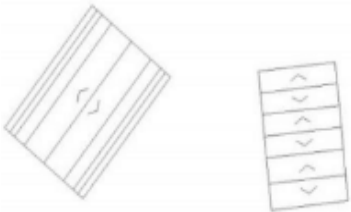

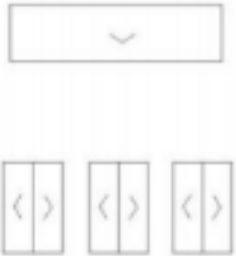
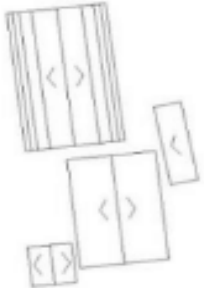

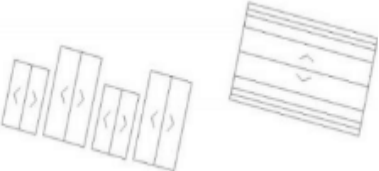

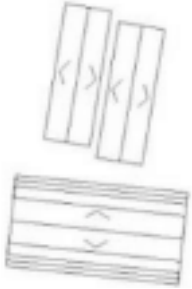
3 | METODOLOGIA

O estudo tem por finalidade quantificar os módulos necessários para atender a demanda energética das escolas municipais de ensino fundamental (EMEF) localizadas no perímetro urbano da cidade de Cruz Alta/RS além de identificar os melhores locais para instalação do sistema. Portanto, necessita-se saber quais são as escolas existentes, as suas localizações, e o consumo energético de cada uma.

Desse modo, a lista das escolas existentes foi obtida através do site da secretaria de educação do Rio Grande do Sul. Os valores de gasto energético mensal (kWh), identificados através das faturas de energia de cada escola, cedidas pela secretaria de educação do município.

Através do uso do software *Google Earth*, verificou-se as dimensões aproximadas, posição e tipo de cobertura das escolas, possibilitando a elaboração croquis das coberturas com a utilização do *AutoCAD*. Essas informações foram dispostas na Tab. 1.

Nº	ESCOLA - EMEF	COORD.	DIMENSÕES (m)	AZIMUTE	CROQUI	NORTE ↑
1	DR. ÁLVARO FERREIRA LEITE	28°40'00.5"S 53°36'22.1"W	10X18 12X16 8X8	NO/SE		
2	GABRIEL ANNES DA SILVA *ginásio com cobertura curva	28°38'57.8"S 53°37'46.4"W	8x20 9x24 9x35 16x22*	L/O N/S*		
3	PRESIDENTE GETULIO VARGAS	28°38'14.4"S 53°35'53.9"W	10X20 12X12	L/O		

4	INTENDENTE VASCONCELOS PINTO *ginásio com cobertura curva	28°36'40.4"S 53°37'05.6"W	(3) 10x20 26x36*	N/S NO/SE*	
5	CASTELO BRANCO	28°39'05.3"S 53°36'00.1"W	12x28	L/O N/S	
6	PROFESSOR FREDERICO BAIOCCHI	28°38'46.0"S 53°34'39.8"W	(3) 10x16 10X36	L/O S	
7	ENG. ILDO MENEGHETTI *ginásio com cobertura curva	28°39'21.0"S 53°37'30.0"W	16X22 18X28*	L/O	
8	FRANCISCO PUPPO	28°37'40.1"S 53°36'11.8"W	12x50 12x20	L/O N/S	
9	ALBERTO PASQUALINI *ginásio com cobertura curva	28°38'09.8"S 53°35'15.4"W	(2) 12x22 (2) 10x16 24x38*	L/O NE/SO*	
10	TICIANO CAMEROTTI	28°37'28.9"S 53°36'39.5"W	8x34	NE/SO	
11	ANTONIO SERRA PEREIRA *ginásio com cobertura curva	28°37'27.8"S 53°37'20.2"W	(2) 8x24 16x30*	L/O N/S*	

12	CARLOS CINI	28°37'02.9"S 53°36'21.6"W	(3) 6x12	N/S	
13	TORIBIO VERISSIMO	28°38'49.5"S 53°37'17.0"W	8x16 6x28 10x14 6x26	N/S L/O	
14	18 DE AGOSTO	28°39'16.9"S 53°35'22.3"W	8x12 10x20 9x15 9x20	NO/SE NE/SO	
15	CARLOS GOMES *ginásio com cobertura curva	28°38'09.7"S 53°36'34.8"W	(2) 6x12 12x16 (2) 10x16 16x22*	L/O N/S*	
16	ARTHUR MOREIRA *telha cerâmica	28°38'59.3"S 53°35'04.6"W	10x18 6x18	L/O	
17	HENRIQUE HOSTIN	28°39'11.7"S 53°36'25.7"W	8x14	N/S L/O	

Tabela 1 - Croquis com o posicionamento das coberturas

(considera-se norte a parte superior da tabela conforme a seta)

Dando sequência ao levantamento de dados, tem-se a obtenção dos valores de irradiação média diária disponível por meio do software *Radiasol 2*, de modo que o azimute e a inclinação utilizados foram obtidos conforme a posição solar das coberturas e sua tipologia, considerando: plana em telha de fibrocimento 9° de inclinação; plana em telha cerâmica 32° de inclinação; curva inclinação conforme posicionamento do módulo em sua curvatura.

E com a adoção do módulo YL 320P-35b com 1960x990mm de silício policristalino com classificação de eficiência energética "A" pelo INMETRO, pode-se dar sequência aos cálculos.

Primeiro determina-se a potência total necessária (kW) para o funcionamento do sistema através da Eq. (1).

$$Pot. total = \frac{C}{IRR(* 30 dias) * R (0,8)} \quad (1)$$

Onde: C - Consumo médio mensal (kWh/mês)

IRR - Média diária de irradiação disponível (kWh/m²/dia)

R - Rendimento do sistema (%) - considerar 80%

Depois, calcula-se a quantidade de módulos necessários para atingir a potência total, conforme Eq. (2).

$$N^{\circ} = \frac{Pot. total}{Pot. módulo} \quad (2)$$

Onde: N° - quantidade de módulos

Pot. módulo - potência do módulo adotado (kW)

Deve-se arredondar a quantidade de módulos para um número inteiro menor que o obtido, levando-se em conta a distribuição do sistema.

Em seguida determina-se a potência final gerada pelo sistema (kW), ou seja, a quantidade de módulos multiplicada pela potência do módulo adotado, conforme Eq. (3).

$$Pot. final = N^{\circ} * Pot. módulo \quad (3)$$

A média mensal de energia gerada pelo sistema (G em kW) é obtida pela Eq. (4).

$$G = Pot. final * IRR(* 30 dias) * R(0,80) \quad (4)$$

Por fim calcula-se o percentual de atendimento do sistema através da Eq. (5)

$$P = G \times 100 / C \quad (5)$$

Desse modo pode-se prever em quais coberturas instalar o sistema e quantos módulos elas comportariam, bem como, estabelecer o rendimento e fazer a comparação entre o consumo e a geração desse sistema.

Para tanto, priorizaram-se telhados que comportassem o maior número de módulos, tendo por consequência menos pontos de geração espalhados pela cidade, visando à economia quanto aos custos de instalação dos sistemas.

4 | RESULTADOS

Com base na análise da posição solar e dimensões aproximadas das coberturas, definiram-se quais azimutes seriam mais relevantes para o cálculo, buscando sempre aquele com melhor rendimento. Utilizou-se, a princípio a inclinação mais comum encontrada entre as coberturas 9° , e as principais posições solares. Sabendo-se que a potência do módulo escolhido é de 320 W, e com os valores de consumo obtidos

através das faturas de energia das escolas, onde, o consumo total é de 163.096 kW/ano, que se traduz em uma média mensal de consumo de 13.591,35 kW/mês, deu-se continuidade aos cálculos.

Desse modo a Tab. 2 traz os valores de irradiação disponível (kWh/m²) para as principais posições solares, identificado por mês, total anual e média diária (IRR). Apresenta também os valores calculados de potência total necessária conforme Eq. (1), quantidade de módulos obtidos pela Eq.(2), potência final através da Eq. (3), energia gerada obtida pela Eq. (4), e o percentual de atendimento calculado pela Eq. (5).

EMEF - Cruz Alta/RS		NO	N	NE	L	SE	S	SO	O
Ano	Mês	Irradiação disponível - kWh/m ²							
2016	Abr	4,57	4,69	4,57	4,26	3,95	3,83	3,93	4,25
	Mai	3,34	3,48	3,33	3,05	2,75	2,66	2,78	3,05
	Jun	3,03	3,14	3,01	2,71	2,42	2,28	2,39	2,72
	Jul	3,04	3,17	3,04	2,75	2,48	2,35	2,46	2,74
	Ago	3,54	3,64	3,55	3,3	3,03	2,94	3,03	3,29
	Set	4,53	4,6	4,53	4,31	4,06	3,98	4,08	4,31
	Out	5,23	5,27	5,22	5,09	4,95	4,91	4,98	5,11
	Nov	5,71	5,73	5,69	5,69	5,62	5,63	5,65	5,68
2017	Dez	6,56	6,55	6,55	6,59	6,61	6,65	6,63	6,61
	Jan	6,29	6,27	6,26	6,29	6,28	6,29	6,29	6,3
	Fev	6,14	6,18	6,14	6,03	5,92	5,88	5,92	6,02
	Mar	5,27	5,34	5,26	5,05	4,85	4,75	4,86	5,06
Total anual - kWh/m ²		57,25	58,06	57,15	55,12	52,92	52,15	53	55,14
Média diária IRR - kWh/m ²		4,77	4,84	4,76	4,59	4,41	4,35	4,42	4,60
Pot. Total - kW		118,70	117,05	118,91	123,29	128,41	130,31	128,22	123,24
Nº módulo		370	364	370	384	400	406	400	384
Pot. Final - kW		118,40	116,48	118,40	122,88	128,00	129,92	128,00	122,88
Energia Gerada G - kW		13.556,8	13.525,7	13.533,1	13.546,3	13.547,5	13.550,7	13.568,0	13.551,2
Percentual de atendimento P - %		99,75	99,52	99,57	99,67	99,68	99,70	99,83	99,70

Tabela 2 - Cálculo do sistema fotovoltaico para diferentes azimutes a 9° de inclinação

Obviamente a posição mais favorável é a Norte, seguida por Noroeste e Nordeste respectivamente, e mesmo com a variação de irradiação diária tendo pouca diferença de uma posição para outra, essa diferença refletirá diretamente na quantidade de módulos necessários para suprir a demanda. Logo foram adotados os resultados da posição norte para comparação entre valores de consumo mensal das escolas e geração mensal do sistema. Dessa maneira, com a instalação de 364 módulos tem-se como média de energia gerada mensal 13.525,70 kW/mês em contrapartida a média mensal consumida pelas escolas de 13.591,35 kW/mês.

Entretanto ao observar a Fig. 1, nota-se que o período do ano com maior geração de energia coincide com o período de recesso escolar, ou seja, o de menor consumo, o que não significa que a energia gerada será perdida, ao contrário, a Resolução

Normativa nº 687 (ANEEL, 2015) possibilita que a energia seja aproveitada como abatimento no consumo de outros edifícios do mesmo proprietário. Já nos meses de março a outubro onde a energia consumida é maior que a energia gerada, a economia acontece com a redução no valor da fatura energética.

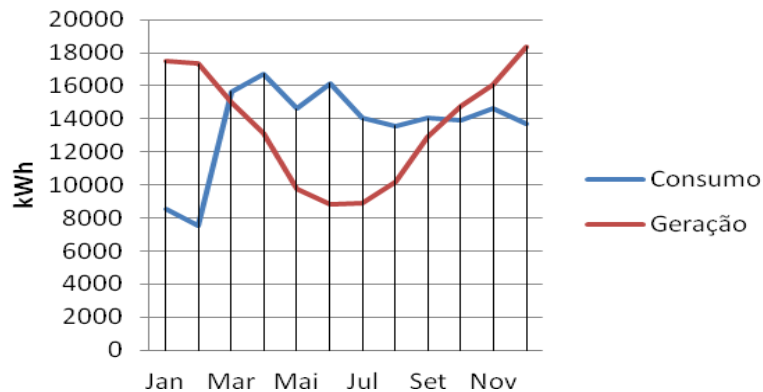

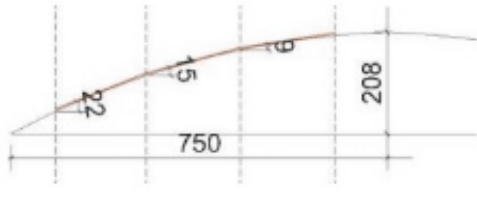


Figura 1 - Comparação entre o consumo mensal das escolas com a geração mensal do sistema fotovoltaico instalado em coberturas planas na posição Norte a 9°.

Todavia após estipular a quantidade de módulos necessários para suprir a demanda das escolas, procurou-se estabelecer os locais que receberiam o sistema fotovoltaico. Contudo, ao procurar estabelecer os 364 módulos somente nos telhados com inclinação 9° ao Norte, verificou-se a indisponibilidade de espaço, o que levou a um número elevado de locais de geração, tornando-se inviável pelo fato de poucas placas formarem um sistema.

Logo, a existência de ginásios (quadra esportiva coberta) em algumas escolas poderia resolver o problema de espaço, e ao verificar os ângulos azimutais dessas coberturas, deparou-se com: três com caimento norte/sul; um com caimento leste/oeste; um com caimento nordeste/sudoeste; e um com caimento noroeste/sudeste.

Portanto, sabendo-se da compatibilidade dessas coberturas com os azimutes de maior aproveitamento energético (norte, noroeste e nordeste), e descartando o ginásio com posição leste/oeste, buscou-se determinar os ângulos formados pelo módulo e a curvatura do telhado dos ginásios conforme croqui na Tab. 3.

ESCOLA - EMEFF	FOTO	SEÇÃO - AZIMUTE - DIMENSÃO - STRINGS		
GABRIEL ANNES DA SILVA				
		N/S	22X16	4 strings


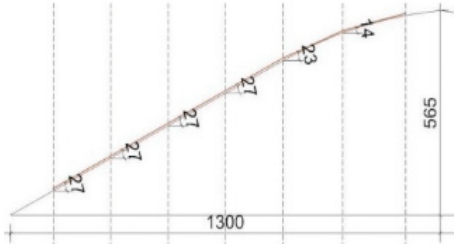

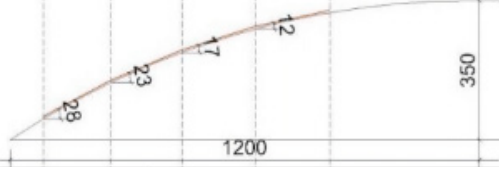

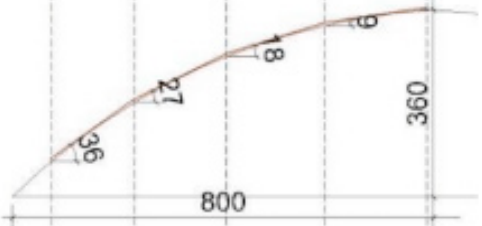

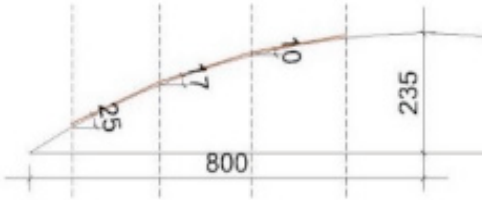
INTENDENTE VASCONCELOS PINTO			NO/SE	26x36	6 strings
ALBERTO PASQUALINI			N/S	24x38	4 strings
ANTONIO SERRA PEREIRA			NE/SO	16x30	4 strings
CARLOS GOMES			N/S	16x22	3 strings

Tabela 3 - Configuração das coberturas dos ginásios.

Com o conhecimento dos azimutes e inclinações de cada *string* (linha) nas coberturas curvas, foi possível obter os valores de irradiação média diária para cada configuração. Bem como, designar a quantidade de módulos instalados em cada *string*, a capacidade de geração desses módulos nos seus respectivos ângulos e o total de energia gerada pelo sistema conforme resultados apontados na Tab. 4.

E/MEF	Gabriel Annes da Silva NORTE			Intendente Vasconcelos Pinto NOROESTE			Alberto Pasqualini NORDESTE				Antonio Serra Pereira NORTE				Carlos Gomes NORTE		
	9°	15°	22°	14°	23°	27°	12°	17°	23°	28°	9°	18°	27°	36°	10°	17°	25°
Mês	kWh/m²			kWh/m²			kWh/m²				kWh/m²				kWh/m²		
Abr	4,69	4,91	5,12	4,69	4,84	4,93	4,66	4,74	4,83	4,87	4,69	5	5,23	5,34	4,74	5,01	5,2
Mai	3,48	3,7	3,9	3,49	3,64	3,73	3,41	3,53	3,64	3,7	3,48	3,8	4,08	4,25	3,52	3,76	3,99
Jun	3,14	3,41	3,65	3,18	3,34	3,45	3,1	3,22	3,29	3,43	3,14	3,48	3,79	4,01	3,19	3,46	3,72
Jul	3,17	3,4	3,62	3,18	3,37	3,44	3,14	3,23	3,36	3,44	3,17	3,48	3,77	3,94	3,22	3,48	3,7
Ago	3,64	3,84	4,02	3,65	3,76	3,83	3,59	3,68	3,78	3,85	3,64	3,93	4,17	4,28	3,67	3,91	4,1

Set	4,6	4,77	4,86	4,62	4,71	4,7	4,56	4,65	4,68	4,66	4,6	4,83	4,96	4,97	4,63	4,79	4,91
Out	5,27	5,34	5,36	5,24	5,25	5,23	5,22	5,27	5,23	5,21	5,27	5,33	5,3	5,2	5,29	5,33	5,35
Nov	5,73	5,7	5,61	5,69	5,56	5,52	5,73	5,66	5,53	5,47	5,73	5,63	5,47	5,19	5,69	5,65	5,56
Dez	6,55	6,44	6,24	6,49	6,35	6,21	6,52	6,47	6,35	6,14	6,55	6,39	6,13	5,68	6,53	6,38	6,17
Jan	6,27	6,21	6,12	6,22	6,05	5,99	6,22	6,23	6,16	5,98	6,27	6,2	5,93	5,51	6,27	6,21	5,96
Fev	6,18	6,2	6,14	6,12	6,07	6,03	6,12	6,14	6,09	5,96	6,18	6,17	6,07	5,82	6,18	6,2	6,11
Mar	5,34	5,48	5,56	5,34	5,39	5,37	5,29	5,35	5,37	5,33	5,34	5,51	5,57	5,55	5,36	5,51	5,57
A	58,06	59,4	60,2	57,91	58,33	58,43	57,56	58,17	58,31	58,04	58,06	59,75	60,47	59,74	58,29	59,69	60,34
B	4,84	4,95	5,02	4,83	4,86	4,87	4,80	4,85	4,86	4,84	4,84	4,98	5,04	4,98	4,86	4,97	5,03
C	117,05	114,4	112,9	117,35	116,50	116,30	118,06	116,82	116,54	117,09	117,05	113,7	112,4	113,8	116,6	113,8	112,6
D	22	22	22	36	36	144	38	38	38	38	30	30	30	30	16	16	16
E	7,04	7,04	7,04	11,52	11,52	46,08	12,16	12,16	12,16	12,16	9,6	9,6	9,6	9,6	5,12	5,12	5,12
F	817,5	836,4	847,6	1.334	1.344	5.385	1.400	1.415	1.418	1.412	1.115	1.147	1.161	1.147	596,9	611,2	617,9
G	2.501,4528			6.083,6704			5.644,1856				4.569,984				1.825,9968		

A- Total anual de irradiação - kWh/m²

B- Média diária IRR - kWh/m²

C- Pot. total - kW

D- N° de módulos

E- Pot. final - kW

F- Energia gerada - (G) kW

Tabela 4 - Cálculo do sistema fotovoltaico para diferentes azimutes e inclinação das coberturas curvas selecionadas.

Ao adotar as coberturas dos ginásios para instalação do sistema fotovoltaico, obtêm-se cinco pontos diferentes de geração de energia, que juntos somam 602 módulos com capacidade de gerar 22.680,52 kW/mês, extrapolando em quase duas vezes os valores necessários a suprir a demanda de consumo das escolas que é de 13.591,35 kW/mês. Enfatiza-se ainda que devido as diferentes inclinações existentes em uma mesma cobertura, cada linha de módulos terá o funcionamento diferenciado, deve-se considerar essa informação ao escolher o inversor.

E observando a Fig. 2 percebe-se que utilizando toda capacidade de instalação disponível nas cinco coberturas dos ginásios, a curva de geração supera a de consumo. Salienta-se, novamente, que a energia extra não será perdida, poderá ser aproveitada como abatimento no consumo de outros edifícios do mesmo proprietário.

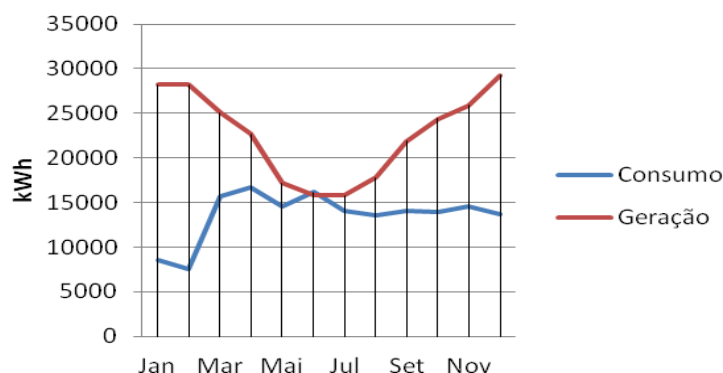


Figura 2 - Comparação entre o consumo mensal das escolas com a geração mensal do

sistema fotovoltaico instalado em cinco coberturas curvas.

Do mesmo modo que, pode-se optar por suprir somente o consumo das escolas de 13.591,35 kW/mês, nesse cenário tem-se a Fig. 3, onde foram considerados somente dois pontos de geração, priorizando os sistemas que apresentam os maiores valores de geração mensal, as escolas Intendente Vasconcelos Pinto e Alberto Pasqualini, que com instalação de 368 módulos tem capacidade de geração mensal de 13.685,39 kW/mês.

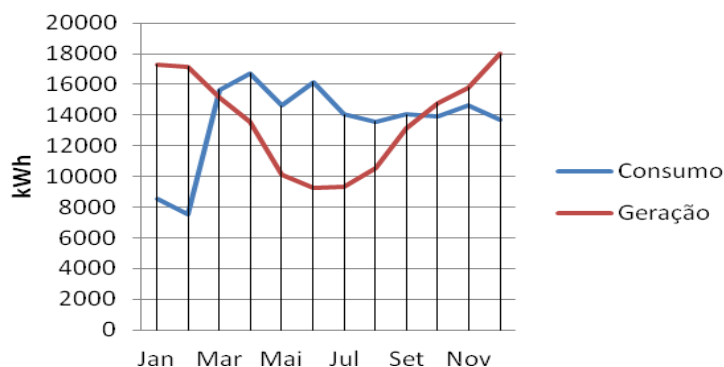


Figura 3 - Comparação entre o consumo mensal das escolas com a geração mensal do sistema fotovoltaico instalado em duas coberturas curvas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos estudos de irradiação na cidade de Cruz Alta/RS apontaram como melhores azimutes para a aplicação o Norte, Noroeste e Nordeste respectivamente. E, tratando-se de sistema BAPV aplicado à arquitetura existente um aspecto positivo foi encontrar coberturas grandes de ginásios com ótimas orientações solares, o que trouxe resultados benéficos quanto à instalação das placas.

Ao analisar os resultados encontrados para as coberturas curvas dos ginásios, observou-se que o desempenho foi melhorando na medida em que aumentava o ângulo de inclinação dos painéis, chegando a melhor irradiação média diária para cobertura Norte a 27°, embora os dados da orientação Noroeste e Nordeste tenham ficado muito próximos aos obtidos o primeiro cenário (Norte 9°) considerado ideal inicialmente.

Pode-se ainda ressaltar outros aspectos positivos encontrados ao utilizar a cobertura dos ginásios como solução: o fato das coberturas possuírem uma grande área, capaz de abrigar um número maior de placas do que o mínimo necessário concentrando a geração de energia em menos pontos pela cidade; a inexistência de obstáculos que pudessem reduzir a incidência solar em algum período do dia por sombreamento, havendo somente as perdas por sombreamento natural decorrente da trajetória solar.

Enfim, o segundo cenário que analisa a utilização total das coberturas curvas, de

modo a instalar um número maior de módulos, e assim a quantidade de energia gerada aumentar, se mostra extremamente benéfico, pois a energia que não for consumida pelas escolas poderá ser abatida da conta de outra entidade pública municipal. E mesmo que se opte pelo terceiro cenário, instalar somente o necessário a suprir o consumo das escolas tem-se a vantagem econômica, devido à concentração do sistema somente em dois pontos.

Portanto pode-se afirmar que a utilização do sistema de energia fotovoltaica na esfera pública apresenta diversas vantagens, indiferente de qual cenário analisado for escolhido.

6 | REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2008. **Resolução normativa nº 300**, de 12 de fevereiro de 2008. Estabelece critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 fev. 2008. Seção 1, p 53.

_____, 2012. **Resolução normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 abr. 2012. Seção 1, p 53.

_____, 2015. **Resolução normativa nº 687**, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 dez. 2015. Seção 1, p 45.

Brasil, 2000. **Lei nº 9.991**, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília.

_____, 2011. **Ministério de Minas e Energia**. Plano nacional de eficiência energética, premissas e diretrizes básicas, Brasília.

_____, 2012. **Ministério de Minas e Energia**. Análise da inserção da geração solar na matriz energética brasileira. Nota técnica EPE, Rio de Janeiro.

_____, 2015. **Portaria n 23**, de 12 de fevereiro de 2015. Gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 2015. Seção 1, p 67.

Centro de Gestão e Estudos Estratégico - CGEE, 2010. **Energia solar fotovoltaica no Brasil: subsídios para tomada de decisão**. Serie Documentos técnicos 2-10, Brasília.

NASCIMENTO, R. L., 2017. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Estudo técnico, Brasília.

Procel Info, 20---. **Centro brasileiro de informação de eficiência energética, Etiquetagem em edificações**. [S.l.] Disponível em <http://www.procelinfo.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2017.

SILVA, A. C. B., Guimarães, C. M. M., Lordêlo, F. S., Porto, C. M., 2011. **A importância da utilização das energias renováveis para a construção de um desenvolvimento econômico sustentável**. Diálogos & Ciência – Revista da Faculdade de Tecnologia e Ciências – Rede de Ensino FTC. ISSN 1678-0493, Ano 9, n. 27, set. 2011.

SOBRE O ORGANIZADOR:

Paulo Jayme Pereira Abdala possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - RJ (1988), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e pós-graduação em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília (2003). Entre 1989 e 2008 foi Chefe do Laboratório de Ruído Aeronáutico e Emissões de Motores do DAC/ANAC, tendo desenvolvido centenas de estudos sobre poluição sonora e atmosférica oriundas da atividade aeronáutica. Foi representante oficial do Brasil em diversos Fóruns Internacionais sobre meio ambiente promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional OACI - Agência da ONU. Foi Coordenador dos Cursos de Engenharia de Produção, Elétrica, Civil e Mecânica na UNOPAR/PG entre 2013 e 2018. Atualmente é Consultor Independente para a AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, OACI e INFRAERO. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: acústica, meio ambiente e pedagogia (metodologia TRAINAIR/OACI).

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-066-7

