

ENERGIAS RENOVÁVEIS NA ÁREA RURAL DA REGIÃO SUL DO BRASIL

*Carlos Antônio Ferraro Biasi
Leidiane Ferronato Mariani
Abner Geraldo Picinatto
João Carlos Christmann Zank*

1ª EDIÇÃO

ITAIPU BINACIONAL

Foz do Iguaçu
2018

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Biasi, Carlos Antônio Ferraro

Energias renováveis na área rural da região sul do Brasil / Carlos Antônio Ferraro Biasi... [et al.]. – Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2018.
202 p. : il.

ISBN: 978-85-85263-12-6

1. Energia – Fontes alternativas. 2. Recursos energéticos – Brasil, Sul. 3. Agricultura – Consumo de energia – Brasil, Sul. I. Mariani, Leidiane Ferronato. II. Picinatto, Abner Geraldo. III. Zank, João Carlos Christmann. IV. CIBiogás - Centro Internacional de Energias Renováveis.

CDU 620.92

Bibliotecária responsável: Paola Martins Cappelletti – CRB 9/1482

Autores

Carlos Antônio Ferraro Biasi (FAO)
Leidiane Ferronato Mariani (CIBiogás)
Abner Geraldo Picinatto (SEAD/SGAER)
João Carlos Christmann Zank (CIBiogás)

Revisores

Rafael Hernando Aguiar Gonzales (CIBiogás)
Tamara Soares (CIBiogás)

Colaboradores

Felipe Sousa Marques (CIBiogás)
Gladis Maria Backes Bühring (SEAD/SGAER)
Larissa Sbalquero (CIBiogás)
Adriano Moehlecke (PUCRS)
Izete Zanescio (PUCRS)
Maycon Georgio Vendrame (Itaipu Binacional)
Samuel Campos da Silva (CIBiogás)
Valter Bianchini (FAO)

4.2. Energia solar fotovoltaica

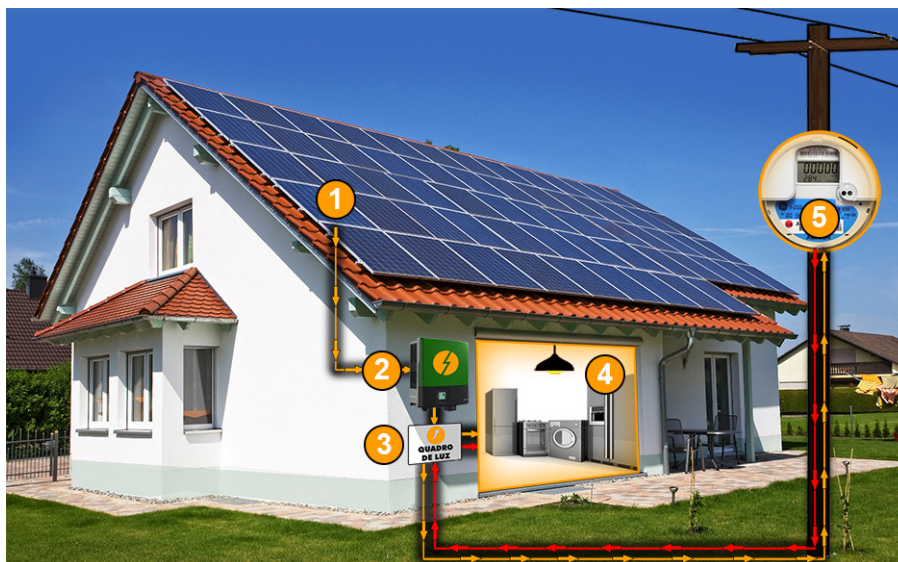
Autores: Prof. Dr. Adriano Moehlecke, Profa Dra. Izete Zanesco, Carlos A.F. Biasi, Abner G. Picinatto, Valter Bianchini, Maycon G.Vendrame

O sol se constitui na maior fonte de energia de nosso planeta. Diariamente através dos raios solares chegam milhões de kWh à Terra de forma gratuita e limpa. Os raios solares, além de fornecer luz e calor, essenciais para a manutenção da vida na Terra, podem ser aproveitados para a produção de energia elétrica (América do Sol, 2014).

A energia solar térmica é a área relativa ao aquecimento de fluidos e ambientes, resultando na geração de potência mecânica e elétrica, onde são usados os coletores solares ou concentradores solares. A energia solar fotovoltaica é a área relacionada com a conversão direta da energia solar em energia elétrica, neste caso, os dispositivos que realizam a conversão são as células solares. Para formar o módulo fotovoltaico, as células solares são associadas eletricamente e colocadas em uma estrutura resistente às intempéries.

No Brasil, os exemplos de projetos fotovoltaicos estão voltados para bombeamento de água para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura, iluminação pública, sistemas coletivos (escolas, postos de saúde, centros comunitários, estradas e atendimento residencial (urbano e rural).

FIGURA 8.
Desenho esquemático da
geração de energia solar
fotovoltaica.



Fonte: Portal Solar, 2017

A irradiância solar é a potência solar instantânea que incide em determinada área medida em W/m^2 (potência/área) e a irradiação solar é a energia total em um período, como por exemplo, em um dia que atinge esta área em $kWh/m^2/dia$.

Segundo os relatórios divulgados em 2014, a energia solar fotovoltaica pode responder por 16% da energia elétrica enquanto a eletricidade solar térmica concentrada poderia fornecer mais 11%. As duas tecnologias somadas seriam capazes de reduzir em mais de 6 bilhões de toneladas as emissões de CO_2 atuais dos Estados Unidos da América relacionados à energia.

O Brasil, país tropical, de dimensões continentais, é considerado uma potência em energia solar, principalmente na região do semiárido nordestino, perdendo apenas para o Deserto do Saara em termos de potencial (Artigo da Revista Ciência e Tecnologia – Energia Solar no Brasil, 2013), porém, com toda esta vantagem natural, muito pouco desta capacidade está sendo utilizada e os investimentos realizados no setor contemplam um horizonte de apenas 5 a 10 anos.

A redução de mais de 70% no preço da energia elétrica obtida de sistemas energia solares fotovoltaicos, segundo informações da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), nos últimos 10 anos e o aumento das tarifas da energia elétrica somente no ano de 2015 em 50% contribuíram para o crescimento significativo do uso da energia solar fotovoltaica no Brasil, especialmente no meio urbano, fruto dos benefícios econômicos e ambientais que podem ser obtidos por aqueles que a instalam. Os preços pagos pela energia elétrica motivaram a população urbana e o setor industrial a serem autogeradores e até mesmo geradores independentes de energia elétrica para vender, injetando na rede.

O sistema fotovoltaico está em ascensão no Brasil desde 2014. Um conjunto de medidas governamentais pode explicar este crescimento, entre elas podemos destacar:

1. A Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, de abril de 2012, que autoriza o consumidor brasileiro a produzir sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.
2. O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), por meio de parceria firmada com a Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeólica) e a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), incluiu no programa Mais Alimentos/PRONAF o financiamento de equipamentos para produção de energia renovável, com juros negativos.
3. O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento incluiu o financiamento de Energias Renováveis em diferentes linhas de Crédito Rural Investimento. O Banco do

Brasil e o Banco do Nordeste lançaram Programas especiais de Financiamento a Energias Renováveis.

4. Portaria do CONFAZ que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Apenas quatro estados ainda não aderiram a esta Portaria, entre eles Santa Catarina e Paraná.
5. Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015, que avançou com a possibilidade do desenvolvimento de arranjos produtivos locais voltados à geração de energia renovável até 5 MW (cinco Megawatts), permitindo a descentralização em geração compartilhada da energia por cooperativas e associações da agricultura familiar e da reforma agrária.

Nesse sentido, o Plano Nacional de Energia (EPE/MME, 2014) projetou em 2014 o crescimento de unidades consumidoras com sistemas fotovoltaicas até 2023, o que é apresentado na Tabela 11.

TABELA 11.
Projeção da evolução das unidades fotovoltaicas entre 2014 e 2023.

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

Fonte: EPE/MME, 2014.

Em dezembro de 2015 foi lançado o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica. Segundo o Ministério de Minas e Energia serão investidos R\$ 100 bilhões, a previsão é que até 2030, 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão ter energia produzida por elas mesmas, entre residências, comércios, indústrias e no setor agrícola, o que pode resultar em 23.500 MW (48 TWh produzidos) de energia limpa e renovável, o equivalente à metade da geração da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. (MME, 2015).

Até 2016 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) registrou 7.610 conexões de geração distribuída (produção de energia pelos próprios consumidores). Entre as energias renováveis mais utilizadas, a fonte solar fotovoltaica é a que mais se destaca, com 7.528 conexões. Em termos de potência instalada, a energia gerada pelo sol também saiu na frente

com 57.606 KW, 43% superior ao previsto Plano Nacional de Energia em 2014. Das 7610 conexões realizadas até dezembro de 2016, na comparação por unidades da federação, Minas Gerais mantém o primeiro lugar (1.644) conexões com geração distribuída, seguido de São Paulo (1.369) e Rio Grande do Sul (769). A grande maioria das conexões de geração distribuída permanece nas residências. Segundo a ANEEL 5.997 das conexões de geração distribuída atendem essa classe de consumo. Já o comércio é responsável por 1.186 adesões (Portal Brasil online 23/01 2017).

Em janeiro de 2017, segundo a ANEEL, havia 7.741 unidades consumidoras com geração distribuída. Na Região Sul do Brasil o número de conexões apresenta a seguinte situação: Paraná – 672 unidades, Santa Catarina 439 unidades e Rio Grande do Sul 783 totalizando 2.094 unidades. No meio rural o número de unidades consumidoras com geração distribuída não chega a 3% deste total.

As informações existentes na ANEEL demonstram que na área rural o crescimento ainda é pequeno, entretanto constata-se que os agricultores, independentemente do tamanho das propriedades, têm manifestado interesse em relação ao tema, buscando informações técnicas e econômicas, pois os sistemas de energia solar fotovoltaicos têm se mostrado atrativos motivando sua adoção nas propriedades rurais.

4.2.1. Energia solar fotovoltaica no Paraná

No Paraná o uso de energia solar fotovoltaica é muito pequeno, colocando o Estado ainda em local secundário nas estatísticas oficiais. Neste sentido o Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR – desenvolve o Programa Smart Energy, plataforma de ações abrangente de pesquisas em energias renováveis, tendo como objetivo o atendimento da necessidade do Estado de concentrar esforços conducentes à organização e centralização de ações de curto, médio e longo prazo em geração distribuída por fontes renováveis e sua conexão a redes inteligentes, criando instrumentos que possibilitem às instituições públicas, instituições de ciência, tecnologia e inovação (ICT) e instituições empresariais e empresas a adotar estratégia comum (Decreto 8842 de 4.9.2013).

Dentre as ações previstas vários resultados entre 2013 e 2014 foram obtidos: instalação da primeira Estação Solarimétrica Plena do Estado do Paraná; instalação de Micro Usinas em Geração Fotovoltaica e Eólica; Acordos de Cooperação com o Governo Basco, com a Embaixada Italiana no Brasil e com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; Parti-

cipação no Projeto Green Silicon; Recepção e aproximação para cooperação técnica a Missões da Alemanha, Holanda, Inglaterra, Espanha, Itália e Japão; Integração aos Trabalhos da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI no mapeamento Industrial e Tecnológico de Smart Grids e, realização da Conferência Internacional de Energias Inteligentes em maio de 2014.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – também tem desenvolvido grandes esforços neste sentido, com vários pesquisadores se debruçando sobre o tema. Um dos resultados deste trabalho será o Mapa Fotovoltaico do Paraná, um instrumento importante para o planejamento de políticas públicas voltadas para este fim. Segundo o estudo, o potencial de geração de eletricidade no Paraná é 58% superior à capacidade da Alemanha, que é o maior gerador mundial desta fonte que atende 6% da sua demanda interna de eletricidade. (KOWALSKI, Rodolfo Luis, 2014).

Mesmo ainda não havendo nenhum parque solar no estado, a energia solar fotovoltaica é usada em residências para aquecimento de água, principalmente; em comunidades do interior e litoral onde existem maiores dificuldades para os moradores acessarem a rede estadual de energia elétrica e, em propriedades agrícolas, no aquecimento e secagem de produtos agrícolas e limpeza de instalações bovinas.

4.2.2. Energia solar fotovoltaica em Santa Catarina

Conforme o Atlas Brasileiro de Energia Solar a radiação incidente em Santa Catarina é uma das menores do Brasil, porém é maior que da Alemanha, que é o segundo maior produtor mundial, com uma produção de 24.700 MW/ano (Energiatecsolar – energiatecsolar.com.br/energia-solar-no-mundo em 25.04.2015). Isto demonstra que mesmo com uma menor incidência da radiação é possível produzir energia elétrica a partir da fonte solar em grandes quantidades.

Entre os programas catarinenses em apoio a estratégias de energia solar destaca-se o Projeto Geração Solar Fotovoltaica uma parceria entre ENGIE Brasil e a ANEEL – Projeto P&D Estratégico nº 013/2011 que instalou uma Usina Experimental em Tubarão, a Usina Fotovoltaica Cidade Azul, para fins de pesquisa, desenvolvimento e capacitação técnica. Neste projeto foram investidos R\$ 30 milhões pela ENGIE e R\$ 26,3 milhões pela ANEEL, com capacidade instalada de 3 MWp (medida em condições padrão), ocupando uma área total de 10 hectares. Em termos práticos, a central está conectada à rede de 13,8 kV das Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A (CELESC) e a energia produzida tem capacidade para abastecer



FIGURA 9.
UFSC Fotovoltaica.

Crédito: Carlos A. F. Biasi.

cerca de 2,5 mil residências. A usina entrou em operação comercial em agosto de 2014 e é até o momento a maior usina solar do Brasil (ENGIE,2014).

Em operação desde 2014, a Usina Megawatt Solar instalada na sede administrativa da Eletrosul, em Florianópolis (SC), é o maior complexo de produção de energia elétrica a partir da energia solar da América Latina, integrado em um edifício. A potência instalada é de 1 megawatt-pico (MWp) e pode produzir aproximadamente 1,2 GWh de energia por ano. Foram instalados 4.200 módulos fotovoltaicos nas coberturas do edifício-sede e estacionamentos, totalizando uma área de 8,3 mil metros quadrados. A Eletrosul também possui um programa de P&D específico na área de energia solar fotovoltaica voltada à produção de tecnologias nacionais para a purificação de silício e desenvolvimento de células solares.

Santa Catarina pode se destacar no cenário solar brasileiro por ter uma boa infraestrutura de pesquisa em universidades federais, em empresas privadas e no estado. O Grupo de Pesquisa Estratégica em Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina – FOTOVOLTAICA-UFSC (Figura 9) desenvolve estudos nas diversas áreas de aplicação da energia solar no Brasil, com foco principal em sistemas fotovoltaicos integrados ao entorno construído e interligados à rede elétrica pública, os chamados Edifícios Solares Fotovoltaicos (Rüther,2004).

Nenhum destes estudos está relacionado à agricultura, mas é possível a utilização das informações para aplicação no meio rural. O Grupo desenvolve projetos em parceria com outras instituições, como: Instituto de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia (INCT-EREEA); Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE/UFSC) e o Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Instituto IDEAL).

Outra instituição envolvida com os sistemas de energia solar fotovoltaico é o CIRAM Centro de Informações de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM) vinculado a Epagri foi criado em 1997 para dotar o Estado de uma estrutura capaz de levantar e monitorar seus recursos naturais e o meio ambiente. O CIRAM realiza o monitoramento online da radiação global do estado em 9 estações, com banco de dados histórico e conhecimento em meteorologia e geoprocessamento. É referência para os levantamentos sobre radiação solar na construção de edificações e na elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos.

Além disso, Santa Catarina tem um polo industrial bem desenvolvido nesta área, com mão de obra qualificada. A WEG, tradicional fabricante de motores elétricos produz também equipamentos elétricos para geração de energia elétrica a partir da hidráulica, eólica (parceria com empresa americana Northern Power Systems para fabricação de aerogeradores), e solar (inversores, transformadores, proteções, monitoramento e eletrocentros solares). Tem um grande polo industrial em Joinville, com grandes empresas na área metalúrgica como a Fundação Tupi e várias empresas no segmento químico.

Também, com sede em Florianópolis, o Instituto IDEAL é uma organização sem fins lucrativos criada em 2007 que atua na promoção de energias renováveis e de políticas de integração energética na América Latina. Seu propósito é fomentar as energias renováveis junto aos governos, aos parlamentos, no meio acadêmico e empresarial, possibilitando a criação de uma política de integração e desenvolvimento regional que contemple as energias alternativas na matriz energética dos países latino americanos (Ideal, 2015).

O Instituto IDEAL atualmente trabalha em duas frentes: América do Sol e o Seminário Energia + Limpa. O programa América do Sol tem como foco de atuação a disseminação da energia solar fotovoltaica. O programa desenvolve várias ações, como o Teatro a bordo, Cinesolar, Tamar Solar SC, Guia Fotovoltaica, Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico entre outros. Também desenvolve outros programas importantes como o Selo Solar, para que empresas que utilizam energias renováveis possam ser reconhecidas pelos seus consumidores. Esta ação é realizada junto com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), com o apoio da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável – GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH) e do Banco Alemão de Desenvolvimento – KfW.

Ainda como estratégia para disseminação da energia solar fotovoltaica o IDEAL lançou em 2015 o Concurso de Monografias de Energias Renováveis e Eficiência Energética Ecológicas, que distribuiu US\$ 50 mil em premiações para estudantes que pesquisam o setor energético.

Também como parte do trabalho de pesquisa desde 2014 o IDEAL, elabora o estudo “O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica”. O propósito é compreender os principais desafios a serem enfrentados para uma maior adoção da geração distribuída a partir da energia fotovoltaica no país. É resultado de entrevistas às empresas cadastradas no Mapa de Empresas do Setor Fotovoltaico, parte integrante do Programa América do Sol. As análises realizadas neste estudo são importantes para que o mercado em si entenda a evolução do setor e, assim se reestruture para se tornar cada vez mais sólido (Instituto Ideal, 2016).

A CELESC possui o Programa Bônus Fotovoltaico que integra do Programa de Eficiência Energética (PEE) e sua principal ação é contemplar os consumidores residenciais com um bônus de 60% de desconto na aquisição dos equipamentos do sistema fotovoltaico. É desenvolvido em parceria com a ENGIE Geração Solar Distribuída³ que é responsável pela operacionalização do projeto. Este programa tem previsão de início das inscrições para 20 de fevereiro deste ano (2017) e viabilizará a instalação de 1.000 sistemas fotovoltaicos com potência de 2,6 kWp. Serão atendidos consumidores urbanos e rurais que tenham consumido nos últimos 12 meses uma média acima de 350 kWh. Os consumidores podem efetuar a inscrição e obter mais informações no portal do programa – www.bonusfotovoltaico.celesc.com.br (Celesc, 2017).

Possui também na UFSC o LEPTEN/Labsolar – Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia que concentra esforços em duas frentes no desenvolvimento da energia solar. A primeira delas caracteriza-se pela implementação de dados de irradiação confiáveis e contínuos a partir de cinco estações no estado de Santa Catarina e uma no Amazonas. A segunda frente caracteriza-se pelo desenvolvimento, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, de modelos computacionais capazes de determinar a intensidade da radiação solar incidente na superfície, a partir de imagens de satélite. Desde a sua criação o LABSOLAR desenvolveu vários projetos, tendo finalizado 22 projetos com 7 projetos em andamento. Nestes projetos também são desenvolvidas pesquisas sobre energia eólica.

Como resultado, destaca-se a publicação, com apoio do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, da primeira versão do “Atlas de Irradiação Solar do Brasil”, que é referência para planejamento em energia solar. O laboratório desenvolve ainda, pesquisas em coletores solares compactos acoplados a reservatório e sistemas de ar-condicionado auxiliados por energia solar. Outra linha de pesquisa é a análise do desempenho de instalações fotovoltaicas autônomas, para locais remotos ou interligados a rede elétrica. Além dos laborató-

³ A ENGIE Geração Solar Distribuída e ENGIE Brasil são empresas do mesmo grupo. Quando chegou ao Brasil, a empresa se chamava GDF Suez, porém no Brasil era Tractebel Energia. Em 2016 passou a adotar mundialmente o nome ENGIE. A ENGIE Geração Solar Distribuída é uma união entre a ENGIE e o Grupo Araxá Solar e trabalha exclusivamente com energia solar fotovoltaica.

rios instalados na UFSC, o LEPTEN/Labsolar possui uma base física de testes na SE Campos Novos, pertencente à ELETROSUL.

Outra ação é desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) criado em 1996 e vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua visando reduzir o consumo específico de energia em edificações novas e existentes, através da implantação de novas tecnologias de iluminação, condicionamento de ar e isolamento térmico, mantendo os níveis de conforto. O LabEEE também trabalha na área de geração de eletricidade através de painéis fotovoltaicos integrados às edificações urbanas e integrados à rede elétrica pública, energias renováveis e uso racional de água. De 1996 até 2016 desenvolveu 27 projetos, sendo 20 concluídos e 7 em execução, trabalhando com pesquisa em Bioclimatologia, Conforto e Estresse Térmico, Eficiência Energética em Edificações, Energia Solar Fotovoltaica, Simulação Termo Energética de Edificações, Sustentabilidade, Transferência de Calor, Uso racional e fontes alternativas de água. Nenhum destes projetos era específico para agricultura, porém seus resultados podem ser aplicados na execução de construções rurais, como por exemplo, aviários, pocilgas, silos entre outras.

Finalmente cabe destacar os trabalhos da Associação Catarinense de Supermercados (ACATS) e da ENGIE Geração Solar Distribuída com projeto para levantamento do potencial de produção de energia elétrica a partir da solar nos telhados dos empreendimentos supermercadistas. Além deste estudo, a parceria prevê a oferta de soluções de crédito aos supermercadistas que optarem pela implantação dos painéis fotovoltaicos. Esta parceria é uma ação complementar ao Programa de Eficiência Energética da ACATS, pois segundo informações da mesma, o gasto energético representa o segundo maior custo dos supermercados catarinenses, ficando atrás somente do item pessoal (ACATS, 2016).

Assim, mesmo não existindo uma política pública específica para a energia solar no estado de Santa Catarina, há diversas iniciativas de instituições públicas e privadas para desenvolvimento de tecnologias e de projetos de energia solar fotovoltaica.

4.2.3. Energia solar fotovoltaica no Rio Grande do Sul

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006), a irradiação solar diária média anual incidente em uma superfície com inclinação igual a latitude do local no Rio Grande do Sul varia de 4,8 kWh/m² a 5,4 kWh/m². Estes valores são similares aos da Região Norte do país e

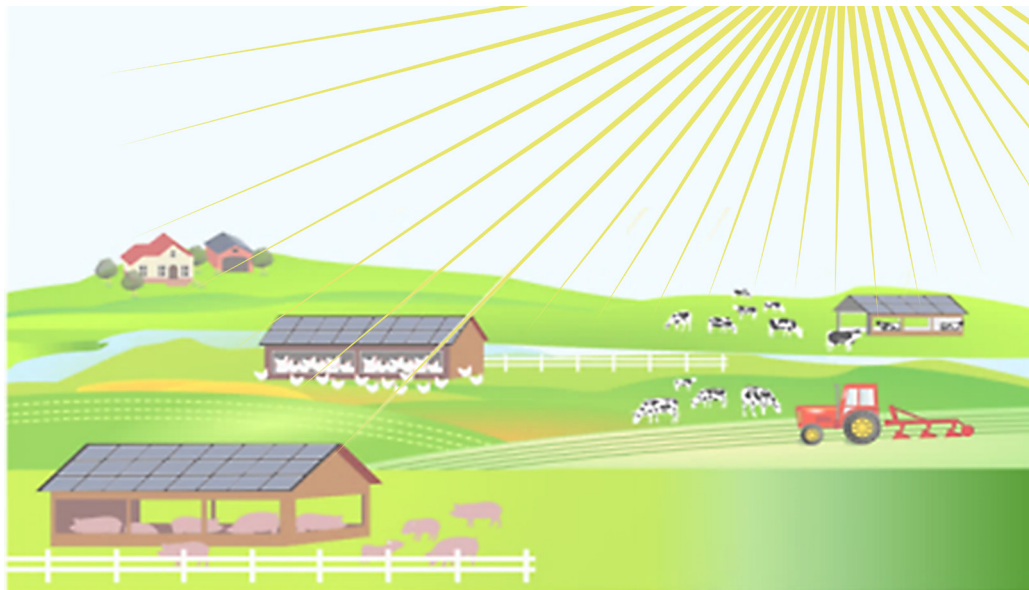
superiores a irradiação solar da maioria dos países europeus, portanto com um bom potencial para diversificar a matriz energética do estado.

A Eletrosul instalou 02 unidades solarimétricas para medir o potencial de produção de energia elétrica a partir da energia solar no Rio Grande do Sul, nos municípios de Uruguaiana e Roque Gonzales, com o objetivo de coletar informações que pretende mostrar a viabilidade do investimento nas usinas. Se os resultados obtidos forem positivos, a Eletrosul vai desenvolver projetos para produção em escala para o uso comercial da energia (clicRBS, 2015). Outra ação importante no estado está relacionada aos trabalhos com sistemas solar fotovoltaicos desenvolvidos pela Pontifícia Universidade Católica (PUCRS) – Centro de Pesquisa em Energia Solar – (CB-Solar). Este centro de pesquisa tem o objetivo de promover o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação em energia solar fotovoltaica.

Entre os projetos desenvolvidos destacam-se:

1. Planta Piloto de Produção de Módulos Fotovoltaicos com Tecnologia Nacional – FINEP/CEEE/ELETROSUL/PETROBRÁS;
2. Desenvolvimento de Células Solares Bifaciais e Módulos Concentradores – CEEE/FINEP/CNPq;
3. Desenvolvimento de Processos Industriais para Fabricação de Células Solares com Pasta de Alumínio e Passivação – ELETROSUL;
4. Desenvolvimento de Células Solares Eficientes em Lâminas de Silício Tipo n – FINEP/CNPq;
5. Desenvolvimento de um Forno para Processamento de Células Solares – FINEP;
6. Implementação de Duas Unidades Geradoras de Energia Elétrica com Módulos Fotovoltaicos Eficientes – MME;
7. Desenvolvimento de Plano de Negócios para Indústria de Células Solares e Módulos Fotovoltaicos – CEEE-GT/ELETROSUL;
8. Projeto Sistemas Fotovoltaicos em Propriedades Rurais: Implantação de três unidades de geração distribuída de energia elétrica a partir de sistemas fotovoltaicos, instaladas em propriedades rurais com diferentes atividades no Oeste do Paraná. Os sistemas serão monitorados e avaliados, tendo como resultados esperados a avaliação técnica e econômica da instalação destes sistemas em propriedades rurais – custos, vantagens/benefícios, problemas na implantação e operação, entre outros. Este projeto é uma parceria entre a PUCRS, Itaipu Binacional, Programa Oeste em Desenvolvimento, Parque Tecnológico Itaipu, Sebrae Paraná, OCEPAR e as cooperativas Lar, C.Vale e Coopacol (Figura 10).

FIGURA 10.
Projeto Sistemas Fotovoltaicos
em Propriedades Rurais do
Oeste do Paraná.



Fonte: Equipe do Projeto 2017.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, através do Laboratório de Energia Solar – LABSOL, tem concentrado esforços em três linhas de pesquisa para o desenvolvimento da energia solar, a saber: sistemas solares de aquecimento, sendo a mais difundida a de aquecimento da água. Nesta linha, estuda também a energia solar para aquecimento do ar, buscando o conforto térmico no inverno, bem como facilitar a ventilação dos ambientes para evitar o aquecimento exagerado no verão, se combinar com outros elementos na construção. O Laboratório de Energia Solar desenvolve ainda atividades como:

- a) pesquisa em coletores de placa plana – análise de desempenho e materiais, coletores concentradores, tanques térmicos de armazenagem, metodologias de dimensionamento, simulação computacional de sistemas solares de aquecimento de água e conforto térmico.
- b) pesquisa em sistemas de energia solar fotovoltaica.
- c) pesquisa em radiação solar, voltada ao estudo da determinação experimental da intensidade e sistematização por computador de sequências de dados de radiação solar para serem utilizados em programas de simulação. Além das três linhas de pesquisa o Labsol desenvolveu o SOLARCAD, um pacote de programas, acessíveis inclusive a não especialistas, visando o projeto de sistemas de energia solar, tanto para sistemas térmicos quanto fotovoltaicos. Todos os programas são gratuitos e disponíveis para download.

A Secretaria de Minas e Energia do Rio Grande do Sul coordena o GT-Fotovoltaico, grupo de trabalho que visa identificar e mapear o potencial solar do Rio Grande do Sul, promover o conhecimento inerente à produção de energia a partir da energia solar e gerar uma base de dados para futuros empreendimentos no Estado. Um dos principais trabalhos desenvolvidos pelo grupo é a criação do Atlas Solarimétrico com conclusão prevista para 2018. O Atlas mapeará as potencialidades de geração de energia solar, indicando os locais mais propícios para a implantação de investimentos no setor. Além disso, dará uma perspectiva de quanto pode ser produzido de energia elétrica a partir de energia solar em cada região, permitindo aumentar ainda mais a produção, tendo em vista que o Rio Grande do Sul é o segundo estado do país em potência fotovoltaica instalada (11%).

Em junho de 2016, o Rio Grande do Sul se somou a outros estados brasileiros e estabeleceu a isenção do ICMS para micro e minigeração a partir de sistemas fotovoltaicos, por meio do convênio ICMS/CONFAZ 16/2015, com adesão do RS por meio do convênio ICMS 157/2015 e do Decreto Lei nº 52.964. Foi estabelecida a isenção do ICMS sobre a energia elétrica líquida consumida. Especificamente a cobrança de ICMS ocorre somente sobre a diferença entre a energia elétrica consumida e produzida pelo sistema fotovoltaico. Por exemplo, se o consumo total da unidade for 400 kWh/mês e a produção de energia elétrica do sistema fotovoltaico for de 300 kWh/mês, o ICMS será cobrado somente sobre 100 kWh. Também está prevista a isenção do ICMS nas operações com diversos equipamentos e componentes para o aproveitamento da energia solar e eólica, através do Convênio ICMS/CONFAZ 101/97. Com a isenção do ICMS espera-se que este incentivo aumente o número de instalações de sistemas fotovoltaicos tanto no meio rural quanto no meio urbano e industrial.

Outro importante trabalho no Rio Grande do Sul é desenvolvido pelo Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto Sustentabilidade (IDEAAS), organização não governamental que desde maio de 1997 atua em projetos fotovoltaicos nos municípios de Mostarda, Tavares, São José do Norte, Encruzilhada do Sul e Amaral do Sul. Possui também um Centro de Aprendizagem em Energias Renováveis em Santo Antônio da Patrulha (RS).

No meio rural destaca-se o trabalho da Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural – Emater Rio Grande do Sul/ Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural ASCAR de geração de energia elétrica nas propriedades rurais a partir da energia solar.

A partir de trabalhos realizados na Unidade Local de Mostardas, a Emater vem desenvolvendo estratégias com os agricultores de todo o Estado e pescadores artesanais da região para o uso de sistema solar fotovoltaico visando o incremento das atividades agrícolas. O

trabalho desenvolvido por técnicos dos escritórios locais atende agricultores familiares e pescadores em diferentes situações de uso das energias renováveis. O trabalho atende basicamente 3 tipos de demanda em energia elétrica:

I. População sem acesso à rede de energia elétrica

Neste caso, agricultores familiares sem acesso à rede elétrica pois as propriedades estão localizadas em áreas de preservação – Parque Nacional da Lagoa do Peixe, nas áreas de proteção (amortecimento) da Lagoa dos Patos e pescadores artesanais residentes na beira da praia, em cujas áreas é proibida a instalação da rede elétrica. Em algumas situações os pescadores artesanais residem na cidade pagando a tarifa urbana, que é mais elevada do que a rural (em média de 30 a 40% mais barata).

Assim, foram desenvolvidos projetos diferentes para cada situação. No caso dos pescadores artesanais residentes na praia foi adotado o sistema de geração de energia solar fotovoltaica com acumulação de energia com baterias (*off grid*). Os sistemas foram instalados com recursos do FEAPER – Fundo Estadual de Apoio ao Desenvolvimento dos Pequenos Estabelecimentos Rurais e apoio institucional do IDEAAS – Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto Sustentabilidade do Rio Grande do Sul.

FIGURA 11.
Residência de pescador
artesanal com sistema solar off
grid instalado – Mostardas.



Crédito: Escritório Municipal da
Emater RS – Mostardas.

Para os pescadores artesanais, mas com moradia na cidade foram elaborados projetos com sistema solar fotovoltaico *on grid* (geração distribuída, ligados na rede da CEEE), com recursos foram oriundos do PRONAF Mais Alimentos ou recursos próprios.

A instalação destes sistemas para estes agricultores permitiu melhorias na qualidade de vida, acesso às informações (internet e televisão) e melhoria na qualidade de vida, acesso às informações (internet e televisão) e ampliação no processo de comercialização do pescado, através do armazenamento que antes era praticamente impossível e todo o pescado, principalmente o camarão, necessitava ser totalmente vendido na época de pesca. Hoje, com o armazenamento é possível vender o camarão no defeso, recebendo melhores preços.



FIGURA 12.
Residência de pescador artesanal com sistema on grid instalado – Tavares.

Crédito: Abner G Picinatto, 2016.



FIGURA 13.
Residência de pescador artesanal – Mostardas.

Crédito: Escritório Municipal da Emater RS – Mostardas.

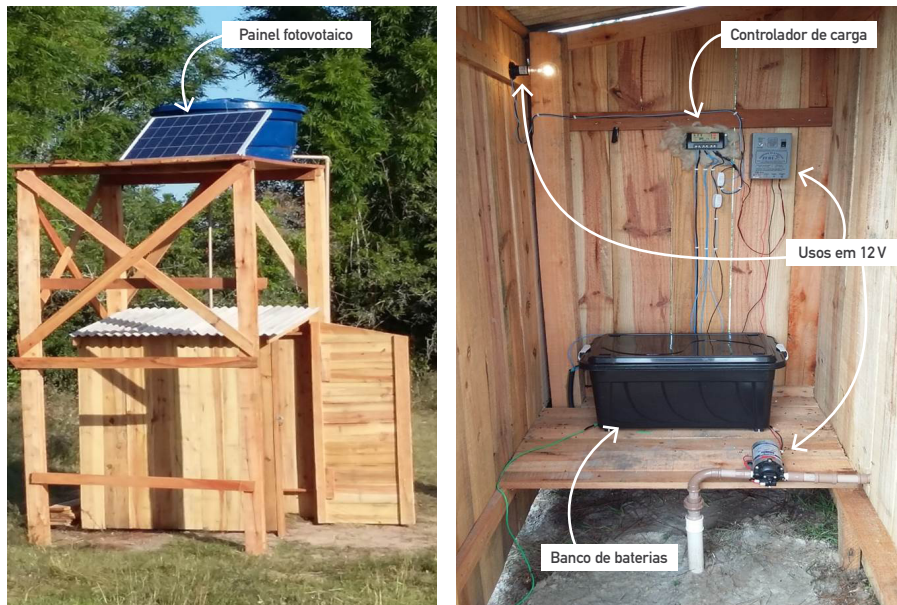
II. População com acesso precário ou parcial à rede de energia elétrica

Muitos agricultores familiares têm acesso limitado ou precário à rede pública por diferentes fatores – disponibilidade de recursos, disponibilidade de ampliação da carga na rede ou difícil acesso da concessionária para ampliação da rede. Além destes fatores, existe o problema da distribuição interna da rede, que é de responsabilidade do consumidor e que acaba sendo comprometido pela disponibilidade de recursos. Na região de Mostardas existem muitas propriedades com criação extensiva de gado de corte, já tradicional na região e, na sua maioria de agricultores familiares com poucos recursos financeiros.

Neste sentido, a EMATER desenvolveu um projeto para dessedentação dos animais utilizando um sistema de energia solar *off grid*. O conjunto é formado por um módulo fotovoltaico, uma bateria para acumulação da água, bomba d'água, controlador de carga e um abrigo. Neste sistema é possível o bombeamento de água para o reservatório (caixa) e a transferência para os bebedouros nos pastos.

Este sistema permitiu aos agricultores um manejo mais adequado dos animais, dando possibilidades de distribuir de forma mais eficiente água nos pastos, aproveitando melhor a propriedade onde antes o gado teria que se deslocar numa distância maior para ter acesso à água.

FIGURA 14.
Sistema de bombeamento
d'água instalado a campo –
Mostardas.



Crédito: Escritório Municipal da
Emater RS – Mostardas.

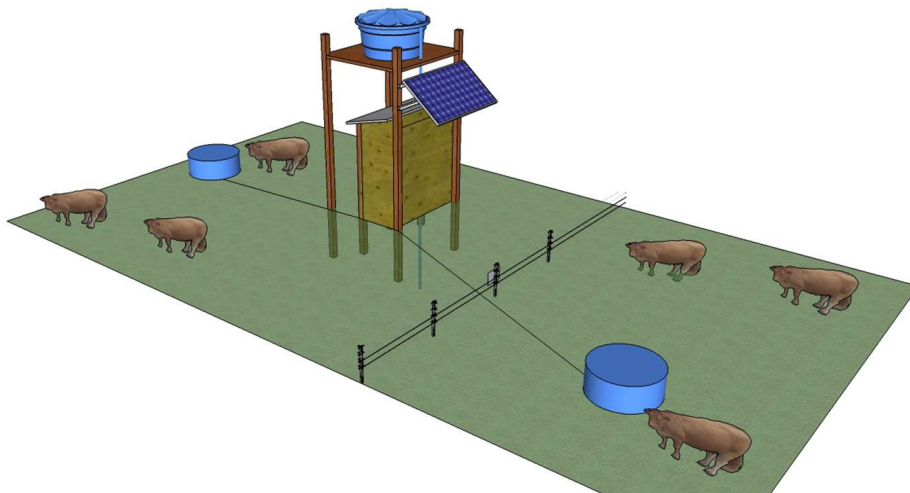


FIGURA 15.
Desenho esquemático
do sistema solar de
bombeamento d'água.

Crédito: Escritório Municipal da
Emater RS – Mostardas.

III. População com acesso pleno em baixa ou em alta tensão

Muitos agricultores, que já têm acesso à rede elétrica em alta ou baixa tensão e necessitam de uma rede bifásica ou trifásica (dependendo de cada propriedade), têm dificuldade de obter pela não disponibilidade da concessionária em ampliar a carga ou fornecer em outra tensão no local. Para estes agricultores foram estruturados projetos de maior potência para suprir a demanda da propriedade em função do tipo de atividade desenvolvida e a possibilidade de ampliação futura. Foram projetos financiados com recurso do PRONAF Mais Alimentos para sistemas solares fotovoltaicos *on grid*.



FIGURA 16.
Sistema solar fotovoltaico –
Mostardas.

Crédito: Escritório Municipal da
Emater RS – Mostardas.