ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM ESTACIONAMENTO SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA

Vinicius Anese Nicola – vinicius@esco-gd.com.br
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Acadêmico em Engenharia Elétrica.
Fernando Guilherme Kaehler Guarda – fernandoguarda@unipampa.edu.br
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA
Jean Dias Portella – jeanportella96@gmail.com
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Acadêmico em Engenharia Elétrica.
Alex Thomaz Assis – alex.tomaz.assis@gmail.com
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Acadêmico em Engenharia Elétrica.
Pietro Fernandez Cassol – pietro.cassol@hotmail.com
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Acadêmico em Engenharia Elétrica.
Raul Ledur Kuhn – eng.raul@esco-gd.com.br
Engenheiro Eletricista- CREA RS 196148

Resumo. *Este artigo apresenta o estudo e implementação de um sistema de geração fotovoltaico na sede da Superintendência Regional do Sicredi Pampa Gaúcho, na cidade de Alegrete-RS. O estudo de caso e análise de viabilidade econômica foi realizada pela empresa Esco-GD Tecnologia em Energia, que disponibilizou as informações necessárias para a elaboração deste trabalho. Neste artigo serão apresentadas as etapas do projeto, bem como detalhes sobre seu funcionamento, mostrando dados reais obtidos no desenvolvimento, o que comprova a sua viabilidade técnico-econômica. O projeto teve início com a análise do local destinado à construção do estacionamento e posteriormente a análise da disposição dos painéis fotovoltaicos, que foram instalados sobre quarenta vagas cobertas.*

Palavras-chave: *Energia solar fotovoltaica, Estacionamento solar, Projeto fotovoltaico, sistema de geração fotovoltaica.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o desenvolvimento sustentável é visto como uma necessidade mundial, com o intuito de preservar o meio ambiente. Dentro deste tema, duas discussões são de suma importância: a geração de energia elétrica e os impactos ambientais causados por esta. As diferentes formas de produção de energia contam com particularidades quanto aos danos ambientais. Usinas hidrelétricas, apesar de apresentarem uma geração renovável de energia, causam um efeito negativo devido à necessidade de grande mudança no ecossistema onde são construídas. Já usinas termoelétricas provocam alta emissão de gases poluentes e poluição local do ar.

Portanto, cada vez mais vem se destacando a produção de energia por meio da conversão direta da radiação solar em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico. Em comparação com outros meios de produção, essa tecnologia se difere por seu baixo impacto ambiental, facilidade de implementação, grande abrangência de mercado, confiabilidade e um alto custo benefício (Castro, R.M.G, 2008).

Seguindo a ideia de sustentabilidade e conscientização ambiental, a SUREG (Superintendência Regional) da Cooperativa de Créditos Sicredi do Pampa Gaúcho, presente em onze municípios da região oeste do estado, teve a iniciativa de implementar um sistema de produção de energia por meio de painéis fotovoltaicos em sua sede no município de Alegrete. O projeto partiu do desenvolvimento de um sistema de geração de energia no seu estacionamento, onde foram instalados os módulos fotovoltaicos, que além de gerarem energia, proporcionam abrigo para os veículos de associados e colaboradores.

Foram buscados parceiros com qualificação para o desenvolvimento do projeto, onde a SUREG formou parceria com a Esco-GD Tecnologia em Energia, estabelecida no próprio município.

A Esco-GD trabalha com a prestação de serviços de criação de Projetos de Geração de Energia Distribuída, Eficiência Energética, Gestão de Energia e Projetos Elétricos de Baixa e Média Tensão. Situada no município de Alegrete, a empresa busca inovações tecnológicas para uma melhor qualidade de vida e comodidade para seus parceiros. Sendo criada a partir do apoio da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete, através de um projeto de incubação do Parque Tecnológico do Pampa (PAMPATEC), e já com dois anos de mercado, a empresa tem realizado diversos trabalhos com tecnologia fotovoltaica.

Para o desenvolvimento do chamado 'Estacionamento Inteligente' na sede da SUREG, a Esco-GD realizou um estudo detalhado sobre as melhores condições de instalação do estacionamento, distribuição dos módulos fotovoltaicos, análise de desempenho através da variação sua angulação, dimensões e área abrangente e análise de viabilidade econômica do projeto.

Neste trabalho serão apresentados os procedimentos adotados para o estudo de viabilidade e instalação do sistema de geração fotovoltaico e também uma análise econômica envolvendo os investimentos necessários e o tempo de retorno desse investimento.

2. METODOLOGIA

No âmbito da construção civil, existem inúmeras definições para a sustentabilidade, mas o que todos os profissionais da área concordam é que para uma edificação ser considerada sustentável, deve reduzir diversos impactos ambientais. Considerando esse requisito, a geração fotovoltaica integrada a construção prioriza a preservação dos bens naturais através da utilização de fontes alternativas renováveis.

A energia fotovoltaica, ou energia solar, é considerada a mais limpa, ecológica e abundante, podendo ser produzida mesmo em dias nublados e chuvosos. Quanto maior a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida.

Para a produção desse tipo de energia são utilizados os módulos fotovoltaicos, mostrados na Figura. 1, que são compostos por células fotovoltaicas normalmente feitas de silício ou outros materiais semicondutores. Quando a radiação solar atinge o painel há a circulação de elétrons devido ao material semicondutor constituinte, e então se gera uma corrente elétrica.

Figura 1 - Composição de um painel fotovoltaico.

A partir da geração da corrente elétrica ocorrida nas células fotovoltaicas, são utilizados inversores de frequência, que tem a função de converter a corrente contínua produzida pelos módulos em corrente alternada, sincronizando a frequência e adequando os níveis de tensão com a rede da concessionária local, possibilitando a injeção na mesma. Através da alteração do medidor convencional unidirecional pelo medidor bidirecional é possível mensurar e faturar o saldo energético, controlando assim o consumo e geração de energia independente. O esquemático de implementação do sistema é mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Esquemático da implementação de um sistema de geração fotovoltaico.

Por ser um sistema interligado à rede elétrica fornecida pela concessionária (*grid-tie*), pode haver uma sobregeração de energia que será injetada na rede. Essa energia injetada na rede poderá ser utilizada em horários de pico de demanda. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) prevê por lei que no caso de sobregeração do sistema independente, seja considerado o 'crédito de energia'. Este crédito não pode ser revertido em dinheiro, mas pode ser utilizado em até 60 meses para suprir o consumo em épocas de consumo acima da geração.

3. DESENVOLVIMENTO

Para desenvolvimento do projeto, inicialmente foi realizada uma visita à sede da SUREG, realizando um estudo detalhado da área disposta para a construção do estacionamento, avaliando as melhores condições de captação da radiação solar. A partir dessa primeira análise foi elaborado um esboço do projeto estrutural do espaço a ser ocupado pelo estacionamento, bem como a disposição dos módulos fotovoltaicos sobre a cobertura do estacionamento.

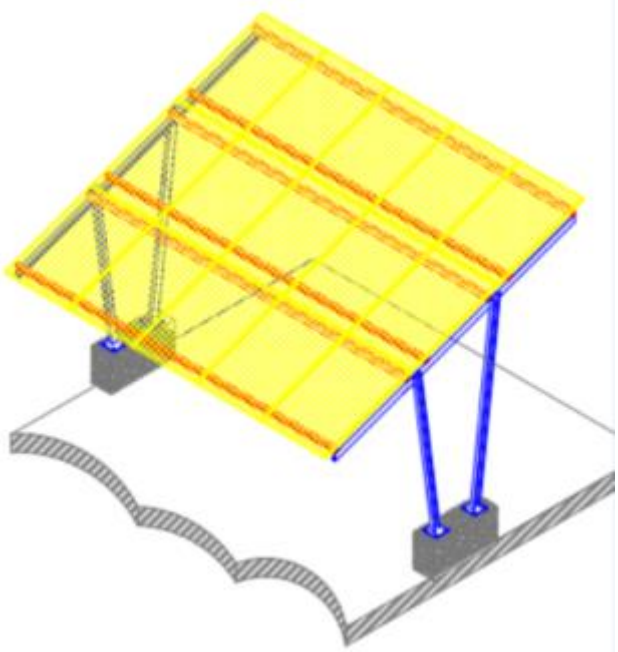

Figura 3 - Esboço estrutural das coberturas do estacionamento

A área estrutural do estacionamento foi disposta em duas partes distintas, construídas com a orientação voltada para o norte, pois fornece os melhores índices de geração devido à posição geográfica da cidade no hemisfério sul (ANEEL,2012), levando em consideração um ângulo de inclinação semelhante ao da latitude normal.

Com as medidas das duas divisões do estacionamento e análise do consumo total da cooperativa, a empresa Esco-GD realizou o dimensionamento do sistema totalizando 96kWp, o qual foi dividido em duas partes: Estacionamento 1 comportando 57,6kWp e Estacionamento 2 comportando 38,4kWp. Como melhor painel fotovoltaico para o sistema, foi escolhido o modelo CANADIAN CS6U-320P, (Max Power 1500V , Datasheet, 2017), por possuir bom rendimento de energia do sistema com baixa irradiação e um custo benefício significativo. Por conseguinte foram avaliados os inversores de frequência adequados para o sistema, sendo definidos os modelos FRONIUS SYMO 20-0.3-M e ECO-25.0-3-S(Fronius e Eco, Datasheet, 2016) por também terem melhores desempenhos e custo benefícios.

O primeiro estacionamento construído com dimensões demonstradas nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Estacionamento 1.

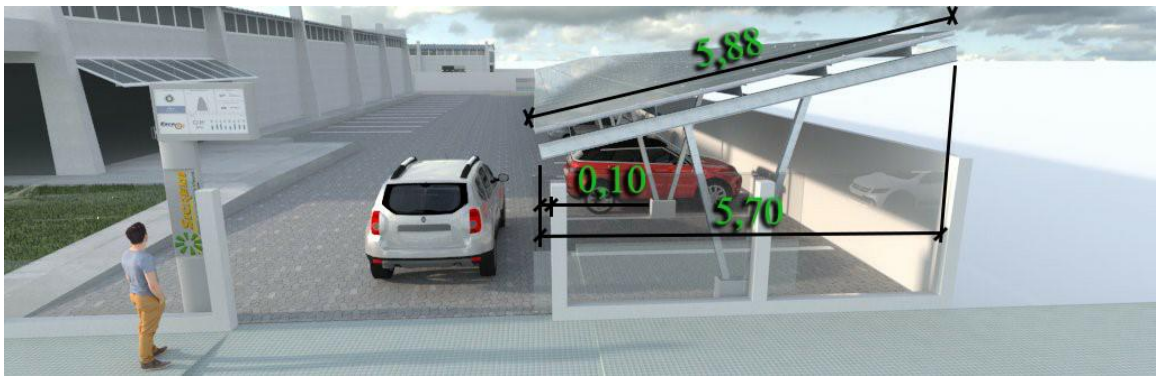

Figura 5 - Medidas padrão para os estacionamentos.

O segundo estacionamento construído com dimensões demonstradas na Figura 5 e Figura 6.

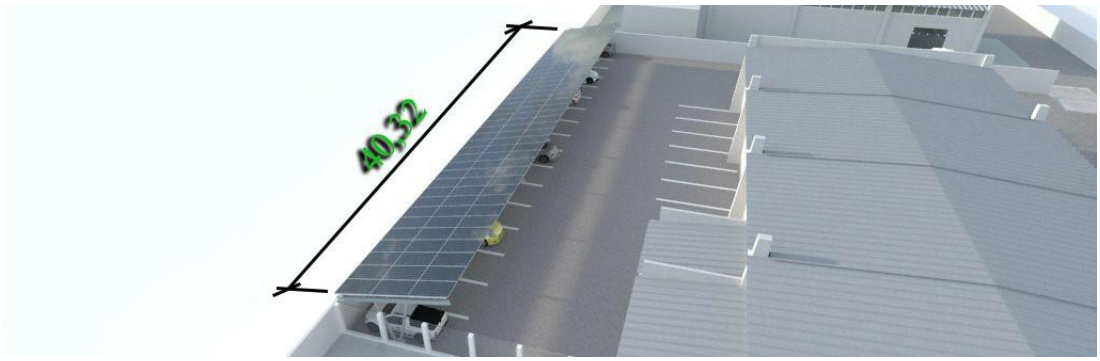

Figura 6 - Estacionamento 2.

3.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Para dimensionamento do sistema foram levados em conta três aspectos principais, a área disponível para instalação, o consumo atual da cooperativa e a melhor viabilidade técnico-econômica de faturamento.

3.1.1 DIMENSIONAMENTO ATRAVÉS DO CONSUMO DA COOPERATIVA

A partir dos dados fornecidos pela cooperativa, desenvolveu-se o estudo do consumo atual incorporando todas as 11 unidades de atendimento, além da superintendência, apresentado de forma simplificada na Tabela 1 e no gráfico da Figura 7.

Tabela 1 – Consumo da cooperativa.

Consumo Total da SUREG (Superintendência Regional Sicredi Pampa Gaúcho)	
Consumo Anual:	**564.941 kWh**
Consumo Mensal Médio:	**47.078 kWh**
Custo de Energia Elétrica em 2016:	**R$ 437.747,77**
Custo Médio Mensal com Energia Elétrica:	**R$ 36.478,98**

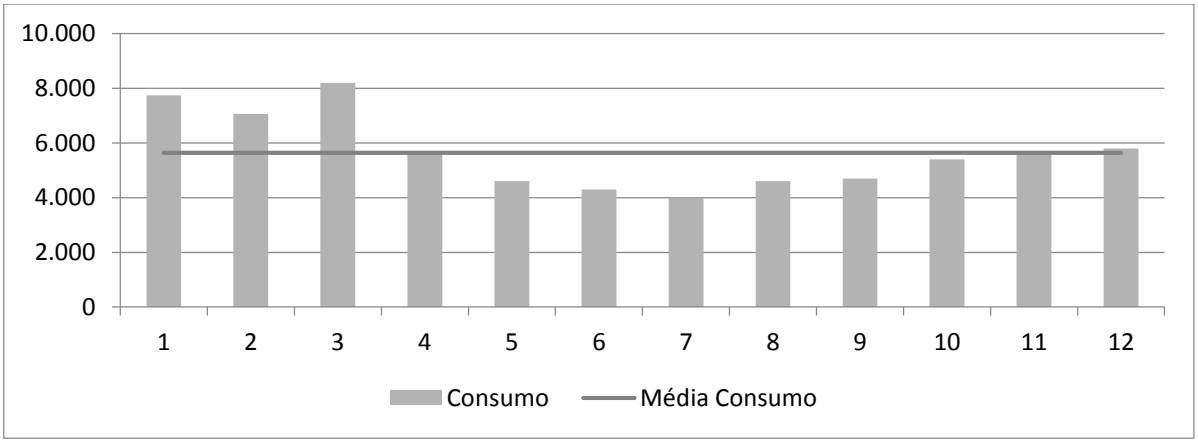

Figura 7 – Consumo Mensal da Cooperativa.

Com uma média diária de 4,2 horas (Kuhn.R,2013) de sol por dia, e utilizando como base o módulo CANADIAN CS6U-320P, através da equação 1, é possível determinar a potência total do sistema a ser utilizado.

$$Np = \frac{Consumo}{NHP*365*Pp} = \frac{564.941}{4{,}2*365*0{,}32} = 1152 \quad [1]$$

Deste modo, seriam necessários 1.152 módulos de 320 Wp, totalizando uma potência de 368,64 kWp, instalados em uma área líquida de 2304 m².

3.1.2 DIMENSIONAMENTO ATRAVÉS DA ÁREA DISPONÍVEL

Outro modelo que foi desenvolvido para determinar a capacidade possível de ser instalada foi através das áreas disponibilizadas. Para isso, através de reuniões com os responsáveis, foi determinada a utilização dos dois estacionamentos, que ainda não estavam cobertos. Assim, através da estrutura demonstrada nas Figuras 3 a 6, foi possível fazer a instalação de 180 módulos no estacionamento da direita e 120 módulos no estacionamento da esquerda, conforme pode ser visto nas proporções da Figura 8.

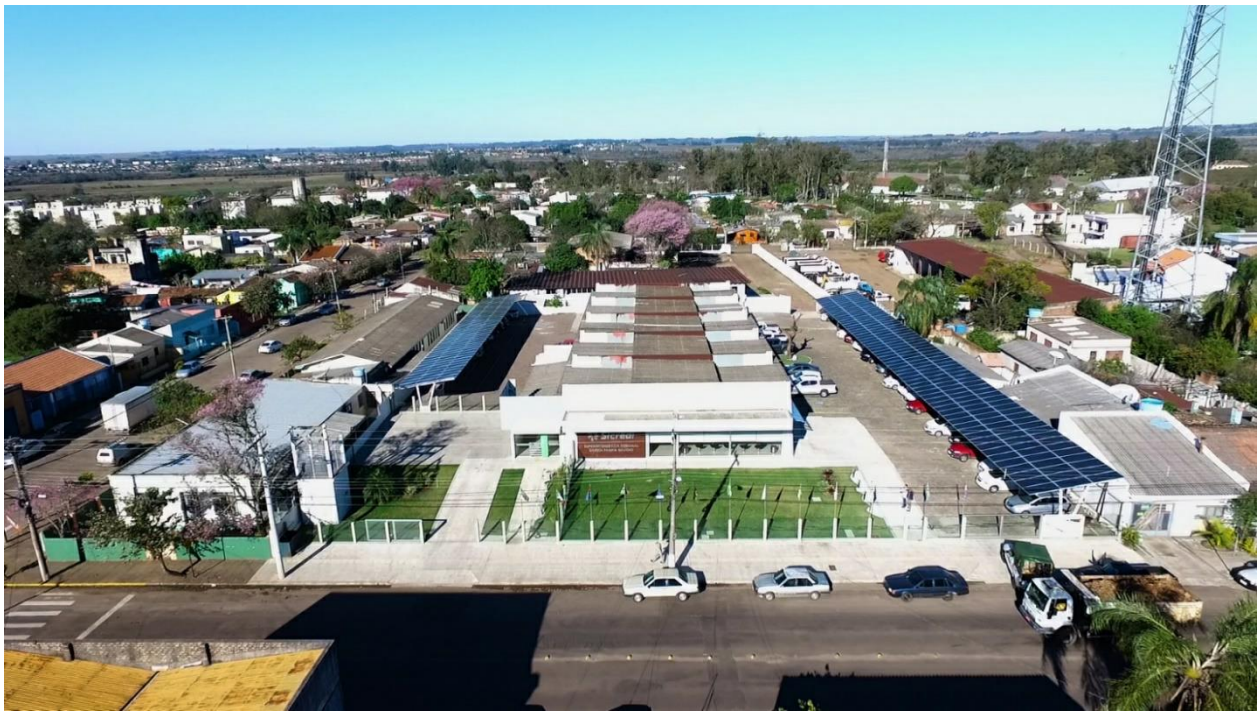

Figura 8. Gerador Fotovoltaico 96 kWp.

Tabela 2 - Características Gerais do Sistema de 57,6 kWp.

Módulos:	**CANADIAN CS6U-320P**	Marca do Inversor:	**FRONIUS**
Potência dos Módulos:	**320W**	Modelo do Inversor:	**ECO-25.0-3-S**
Número de Módulos:	**180**	Eficiência do Inversor:	**98%**
Sistema de Monitoramento:	**Fronius Web**	Número de Inversores:	**2 unidades**

Tabela 3 – Características Estruturais do Sistema 57,6 kWp.

Área Líquida de Painel:	**355 m²**	Angulação do sistema:	**20°**
Peso aproximado por m²:	**16 Kg/m²**	Código da estrutura:	**Carport**
Dimensões do plano inclinado:	**60,48 x 5,88 m**	Área do plano inclinado:	**355,62 m²**

Tabela 4 - Características Gerais do Sistema de 38,4 kWp.

Módulos:	**CANADIAN CS6U-320P**	Marca do Inversor:	**FRONIUS**
Potência dos Módulos:	**320W**	Modelo do Inversor:	**SYMO 20-0.3-M**

Número de Módulos:	**120**	Eficiência do Inversor:	**98%**
Sistema de Monitoramento:	**Fronius Web**	Número de Inversores:	**2 unidades**

Tabela 5 – Características Estruturais do Sistema 38,4 kWp.

Área Líquida de Painel:	**237 m²**	Angulação do sistema:	**20°**
Peso aproximado por m²:	**16 Kg/m²**	Código da estrutura:	**Carport**
Dimensões do plano inclinado:	**40,32 x 5,88 m**	Área do plano inclinado:	**237,08 m²**

4. RESULTADOS OBTIDOS

Após o sistema solar fotovoltaico instalado, foram obtidos dados de geração do sistema, expressos na Tabela 6, e elaborado um gráfico de geração e consumo da cooperativa conforme a Figura 7.

Tabela 6 – Geração prevista pelo sistema.

Geração em Média do Sistema Solar Proposto:	
Geração Média Mensal:	**11.811 kWp**
Geração Estimada por ano:	**141.735 kWp**
Relação geração/consumo de todas unidades:	**25,1 %**
RELAÇÂO GERAÇÂO/CONSUMO: SUREG	**209,35%**
Retorno estimado no primeiro ano:	**R$ 95.712,83**

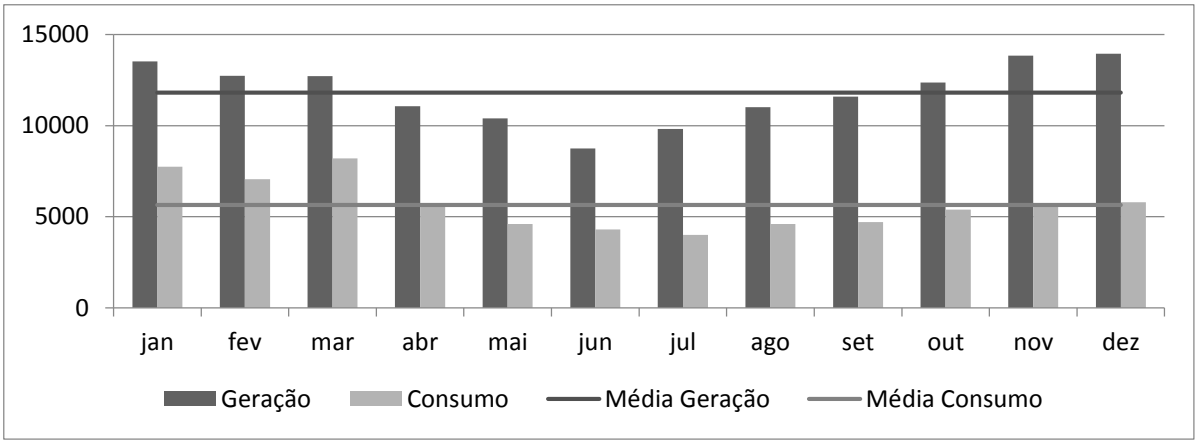

Figura 7 - Gráfico de produção do sistema instalado e consumo da sede da Sureg. (Relação kW / Mês)

5. CONCLUSÃO

Conforme os dados fornecidos pela empresa parceira aqui apresentados, é notável a eficiência da utilização da energia solar como forma produção de energia elétrica limpa. Também destaca-se o valor retornado para a empresa contratante durante o primeiro ano de utilização dos painéis fotovoltaicos. Por ser um sistema superdimensionado e capaz de produzir 209,35% a SUREG destinou parte da geração para outras agências da cooperativa.

Vale frisar que os dados apresentados foram fornecidos pela empresa Esco-GD, bem como todos valores resultantes de cálculos monetários, os quais não foram demonstrados os métodos de obtenção a fim de preservar informações contratuais da empresa.

Através da execução da obra e acompanhamento das grandezas envolvidas é possível verificar que a implementação de geradores fotovoltaicos apresenta uma viabilidade técnico-econômica, tendo uma previsão de retorno do investimento por parte da contratante de aproximadamente 04 anos.

Além do aspecto econômico, é possível verificar o retorno em conforto térmico, uma vez que os carros de colaboradores e visitantes possuem cobertura para estacionamento, fornecendo um ambiente agradável e seguro para os veículos.

6. REFERÊNCIAS

ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2º Edição, São José dos Campos – SP, 2017

ANNEL, Resolução Normativa nº 482, Brasil, 2012.

ANEEL, "Atlas brasileiro de energia solar", 2º Edição, São josé dos Campos-SP, 2017.

Castro, R.M.G, "Introdução à energia fotovoltaica", Universidade Técnica de Lisboa, maio de 2008.

FRONIUS SYMO 20-0.3-M e ECO-25.0-3-S – Datasheet. Disponível em < www.fronius.com/en/photovoltaics/products/all-products/inverters/fronius-symo/fronius-symo-20-0-3-m>.

Kuhn, R. 2013. Rastreamento diário e anual dos níveis máximos de radiação solar para otimização da produção fotovoltaica, Trabalho conclusão de curso, UNIPAMPA, Alegrete-RS.

MAXPOWER 1500V CS6U-320P – Datasheet. Disponível em < www.canadiansolar.com/fileadmin/user_upload/downloads/datasheets/v5.5/Canadian_Solar-Datasheet-MaxPower-CS6U-P-1500V-v5.52en.pdf>.

Zomer, C. 2014. Método de estimativa da influência do sombreamento parcial na geração energética de sistemas solares fotovoltaicos integrados em edificações, Tese doutorado, PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina.

Abstract. *This article presents the study and implementation of a photovoltaic generation system at the headquarters of the Regional Superintendence of Sicredi Pampa Gaúcho, in the city of Alegrete-RS. The case study and economic feasibility analysis was carried out by the company Esco-GD Tecnologia em Energia, which provided clarification for an elaboration of this work. In this article and presented as stages of the project, as well as details about its operation, showing real data obtained in the development, which proves its technical-economic viability.*

Keywords: *Photovoltaic solar energy, Solar photovoltaic system, Solar photovoltaic system.*