

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM ERECHIM  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL**

**AIRTON CRISTIAN HARTMANN**

**ANÁLISE DA COMPENSAÇÃO DE CO<sub>2</sub> DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS  
CONECTADOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, NA CIDADE DE  
ERECHIM, RS, BRASIL.**

**ERECHIM**

**2018**

**AIRTON CRISTIAN HARTMANN**

**ANÁLISE DA COMPENSAÇÃO DE CO<sub>2</sub> DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS  
CONECTADOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, NA CIDADE DE  
ERECHIM, RS, BRASIL.**

Artigo apresentado como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, para a obtenção do título de Bacharelado em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: 17/12/2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Saionara Eliane Salomoni

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. André de Lima Cardoso

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Roberto Serena Fontaneli

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

# ANÁLISE DA COMPENSAÇÃO DE CO<sub>2</sub> DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, NA CIDADE DE ERECHIM, RS, BRASIL

*Airton Cristian Hartmann*<sup>1</sup>

## RESUMO

O artigo aborda uma análise da compensação de CO<sub>2</sub> dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição de energia, na cidade de Erechim, RS, Brasil. Objetiva-se com este trabalho salientar a importância de fontes renováveis na geração de energia elétrica retratando a redução do CO<sub>2</sub> na produção desta. Para tanto, utilizou-se de pesquisa bibliográfica e dados colhidos de duas empresas de energia solar a Solartech e a SFV Fotovoltaica Instalação Erechim Ltda no intuito de demonstrar a diminuição de CO<sub>2</sub> dos proprietários usuários do sistema fotovoltaico. Compreende-se que a energia fotovoltaica, possui muitos benefícios para o meio ambiente e para quem a utiliza. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é uma oportunidade desenvolverem projetos que visem a redução de emissão ou absorção de CO<sub>2</sub>, principalmente no que se refere a energias renováveis, projetos de aumento de eficiência energética e reflorestamento. A energia fotovoltaica quanto mais é gerada mais reduz o CO<sub>2</sub> no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Redução de CO<sub>2</sub>. Fotovoltaica. Fonte renovável.

## ABSTRACT

The article discusses an analysis of the CO<sub>2</sub> compensation of photovoltaic systems connected to the energy distribution network, in the city of Erechim, Rio Grande do Sul state, Brazil. The objective of this work is to emphasize the importance of renewable sources in the generation of electric energy by portraying the reduction of CO<sub>2</sub> in the production of this one. To do so, we used bibliographical research and data collected from two solar energy companies, Solartech and SFV Photovoltaica Erechim Ltda. In order to demonstrate the CO<sub>2</sub> reduction of the owners of the photovoltaic system. It is understood that photovoltaic energy has many benefits for the environment and for those who use it. The Clean Development Mechanism is an opportunity to develop projects that aim to reduce emissions or absorption of CO<sub>2</sub>, especially in relation to renewable energies, projects to increase energy efficiency and reforestation. The more the photovoltaic energy is generated the more it reduces CO<sub>2</sub> in the environment.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> reduction. Photovoltaic. Renewable source.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – RS, Brasil. E-mail: [airton-hartmann@uergs.edu.br](mailto:airton-hartmann@uergs.edu.br)

## **1INTRODUÇÃO**

A demanda energética tem um conceito bastante expressivo no cenário ambiental e na tentativa de um desenvolvimento sustentável. De fato, vem fazendo transformações que intervêm na humanidade, pois o fornecimento de energia elétrica é visto como exigência básica para o desenvolvimento econômico, e também a necessidade de energia está associada a inúmeros desastres ambientais e sociais (REIS, 2011).

O que existe no país, que pode ser considerado como estímulo ao uso da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede, resume-se aos incentivos fiscais para alguns equipamentos e o Centro Brasileiro para Desenvolvimento de Energia Solar Fotovoltaica. Existem projetos de pesquisa em andamento no país, em sua maioria em instituições de ensino e pesquisa e alguns em concessionárias, mas não fazem parte de um esforço inserido em uma política pública específica, estruturada e de longo prazo.

Objetiva-se com este artigo salientar a importância de fontes renováveis na geração de energia elétrica retratando a redução do CO<sub>2</sub> na produção desta. Para tanto, se utilizou de pesquisa bibliográfica e dados colhidos de duas empresas de energia solar a Solartech e a SFV Fotovoltaica Instalação Erechim Ltda no intuito de demonstrar a diminuição da eliminação de CO<sub>2</sub> dos proprietários usuários do sistema fotovoltaico.

## **2FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e a busca pela diversificação da matriz elétrica, associado com o aumento no consumo de energia e desenvolvimento da indústria, impulsionou a geração de energia elétrica no mundo a partir de fontes renováveis, como a fonte solar. Em razão que a fonte energética do mundo deriva de 80% de combustíveis fósseis, de qual sua queima eleva aceleradamente o acúmulo de gases-estufa na atmosfera (REIS, 2011).

Segundo a ANEEL (2005), o aproveitamento da energia solar pode ser realizado diretamente para iluminação, aquecimento de fluidos e ambientes ou ainda para geração de potência mecânica ou elétrica, como fonte de energia. A energia

solar pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica por meio de efeitos sobre materiais, dentre eles o fotovoltaico.

A conversão direta da energia solar em energia elétrica, principal foco deste estudo, resulta dos efeitos da radiação sobre determinados materiais semicondutores, sobressaindo-se os efeitos fotovoltaicos (BANDEIRA, 2012).

Dados da ANNEL (2018), o Brasil possui 4.916 empreendimentos em operação, totalizando 158.214.417 kW de potência instalada, com previsão para os próximos anos de adição de 18.053.660 kW na capacidade de geração, proveniente dos 221 empreendimentos atualmente em construção e mais 376 em empreendimentos com construção não iniciada.

O assunto energia estabelece um dos grandes problemas da atualidade, tendo em vista a limitação dos recursos naturais, firmando enormes preocupações ambientais, no caminho de se procurar fontes alternativas de energia que favoreça para o meio ambiente e para o desenvolvimento social e econômico (COELHO, 2014).

Um passo importante foi dado em novembro de 2008, quando foi criado, no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME), o Grupo de Trabalho de Geração Distribuída com Sistemas Fotovoltaicos (GT-GDSF) com o objetivo de elaborar uma proposta de política pública de curto, médio e longo prazo para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica no país. Os dois impostos mais relevantes que incentivam o uso de alguns equipamentos fotovoltaicos são o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) e Prestação de Serviços, de competência Estadual, e o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), de competência Federal. De acordo com fabricantes e revendedores de equipamentos fotovoltaicos, os módulos fotovoltaicos são os únicos equipamentos que atualmente são isentos de ICMS e IPI.

No Brasil, desde 17 de abril de 2012, a Resolução Normativa nº482 está em vigor, a qual estabelece as condições gerais para o acesso da microgeração e da minigeração, sendo fornecido para os sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação, e dá outras providências. Trata-se da geração distribuída, ou microgeração, no qual o sistema vai estar interligado com a rede elétrica, e no momento em que houver uma maior quantidade de energia gerada, vai ocasionar o acúmulo de créditos para os meses seguintes, podendo ser utilizado no prazo de até 36 meses (ANEEL, 2018).

O setor elétrico brasileiro tem sido um dos grandes emissores de CO<sub>2</sub> nos últimos anos. Em 2014, auge da crise energética, 26% do nosso sistema elétrico foi abastecido por termelétricas, uma das fontes mais poluentes. Tanto que no mesmo período a emissão de CO<sub>2</sub> derivada das termelétricas, em alguns períodos, ultrapassou a emissão causada pelo desmatamento. Por isso a mini ou microgeração fotovoltaica entra como opção de sustentabilidade (ABESCO, 2018).

A redução das emissões de CO<sub>2</sub> contribui para a preservação do meio ambiente, diminuindo assim o efeito de gás de estufa. Na produção de corrente elétrica, a queima de combustíveis fósseis provoca a emissão de CO<sub>2</sub>. No entanto com a eletricidade produzida a partir de energias renováveis, não se gera CO<sub>2</sub> adicional.

Atualmente, o setor de Energia representa a segunda maior fonte de emissões de dióxido de carbono equivalente CO<sub>2</sub> no Brasil, ficando atrás apenas da Agropecuária.

O aquecimento global tem como consequência as mudanças climáticas, e é considerado um dos principais problemas ambientais da atualidade, pois vem afetando o planeta e comprometendo irremediavelmente o equilíbrio dos ecossistemas, causando eliminação da biodiversidade, degelo dos polos, inundações de áreas litorâneas, danos aos recifes de coral, savanização de florestas tropicais, aumento da desertificação de áreas, elevação da frequência de secas, enchentes, redução no rendimento de safras, aumento da ocorrência de furacões e ciclones, danos à saúde das populações em consequência de ondas de calor e propagação de doenças contagiosas, provocando graves prejuízos generalizados à maioria dos países (SEIFFERT, 2009).

Segundo Teixeira, Lopes e La Scala (2010) o efeito estufa é gerado por uma camada de gases existentes na atmosfera que impedem que o calor se dissipe em níveis que façam o planeta se resfriar. Pois, os raios solares atravessam a atmosfera e refletem sobre a Terra, assim o calor fica contido na camada de gases de efeito estufa (GEE) que flutua sobre o planeta; gases esses emitidos conforme a atividade humana, sendo os mais comuns o vapor da água, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o ozônio (O<sub>3</sub>), gerando outros gases como o CFC, ainda mais nocivo. Quanto maior o volume de GEEs na atmosfera, maior será o aumento da temperatura média que impacta o clima e, conseqüentemente, o meio ambiente.

As células fotovoltaicas funcionam a partir de fótons de luz solar que atingem o módulo solar. Após, são absorvidos por material semicondutor como o silício. Elétrons são dispensados das bandas de valência, para as bandas de condução dentro do próprio silício, resultando em tensão elétrica entre dois eletrodos. Na placa fotovoltaica, uma sequência de células interligadas, resultam numa quantidade útil de energia (CRESESB, 2014).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi elaborado através de pesquisas bibliográficas por meio de livros, artigos científicos, e fontes eletrônicas. Os dados obtidos foram cedidos pelas empresas Solartech e SFV energia localizada em Erechim RS, ambas trabalham com projetos e instalações de sistemas fotovoltaicos, a amostra é do período de outubro do ano de 2017 a novembro de 2018.

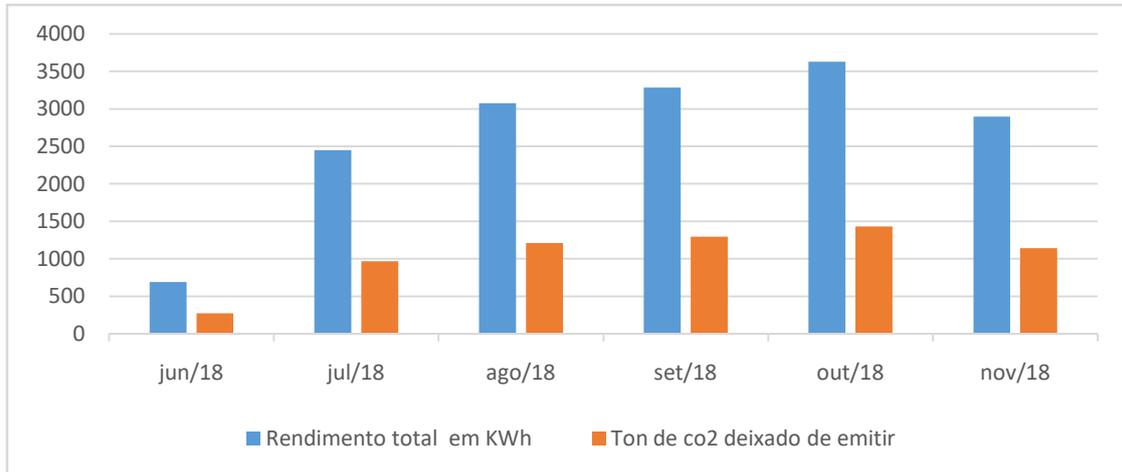
Foi realizado o estudo sobre a eficiência energética do sistema fotovoltaico em função da redução do CO<sub>2</sub> do consumo de energia elétrica de alguns proprietários da Cidade de Erechim, Rio Grande do Sul, comparando seu consumo anual e mensal de KW (Quilowatts) e sua compensação de CO<sub>2</sub>.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para uma melhor visualização dos resultados da geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> obtidos pelos dados nas empresas Solartech e SFV foram construídos gráficos que serão apresentados a seguir para enfatizar a redução do CO<sub>2</sub>.

Na figura 1, abaixo, está representada a geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos no meio ambiente, nos meses de junho a novembro de 2018, correspondente de um posto de combustível em Erechim, RS. Pode-se perceber que em setembro e outubro houve um aumento de Kwh devido a maior incidência solar, conseqüentemente se obteve uma redução significativa de CO<sub>2</sub> não gerados.

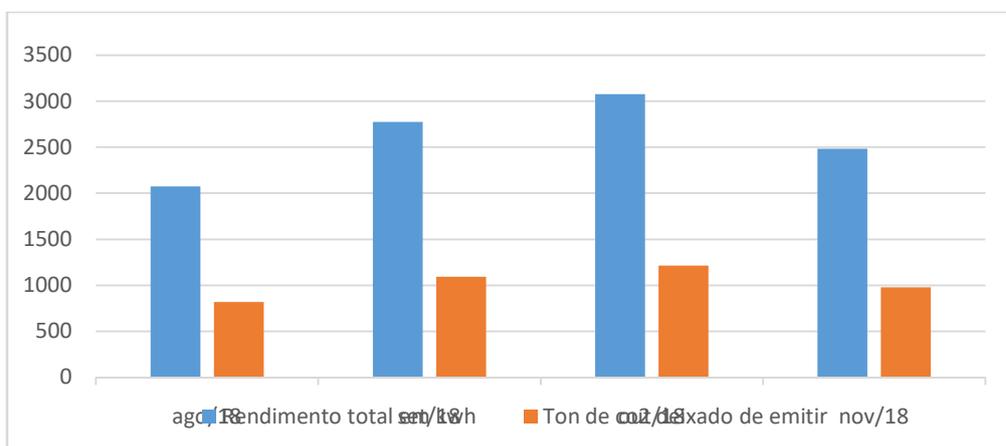
**Figura1:** Geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos no meio ambiente, nos meses de junho a novembro de 2018, em um posto de combustível em Erechim, RS.



Fonte: Fotovoltaica Instalações Erechim Ltda/Posto A de combustível de Erechim.

A figura 2, apresenta a geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitido, nos meses de agosto a novembro de 2018 correspondente a um outro posto (Posto B) de combustível em Erechim, RS. Neste posto também se nota que gerando mais energia em setembro e outubro de 2018 ocorreu menor redução de CO<sub>2</sub> emitidos no meio ambiente.

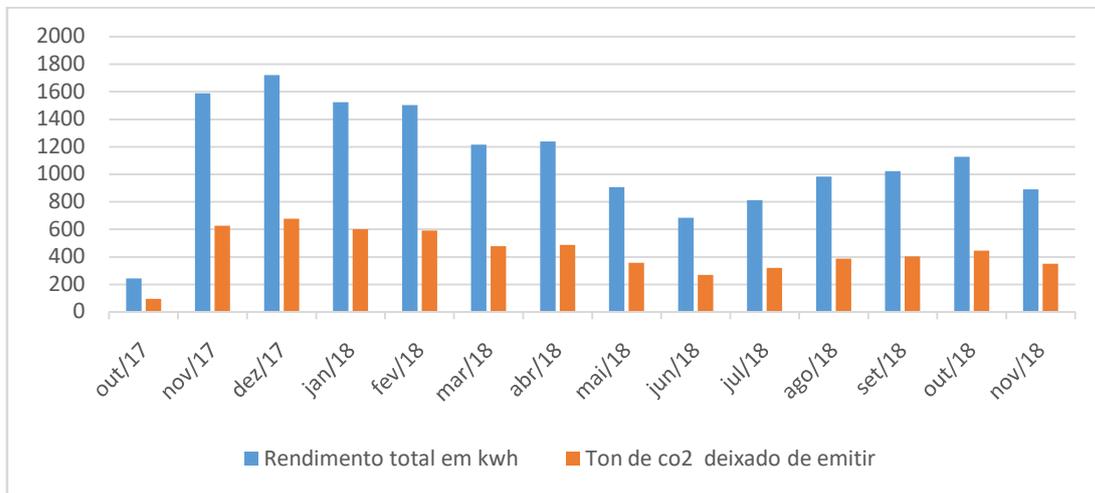
**Figura 2:** Geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos no meio ambiente, nos meses de agosto a novembro de 2018, em um Posto B, de combustível em Erechim, RS.



Fonte: Fotovoltaica Instalações Erechim Ltda/Posto B de combustível de Erechim.

A figura 3, representa a geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> de um comércio da cidade de Erechim/RS, no período de outubro de 2017 a novembro de 2018. Neste comércio há uma maior quantidade de painéis solares devido à maior demanda de energia utilizada. Apesar da grande demanda de energia com painéis fotovoltaicos foi deixado de emitir uma quantidade significativa de CO<sub>2</sub>.

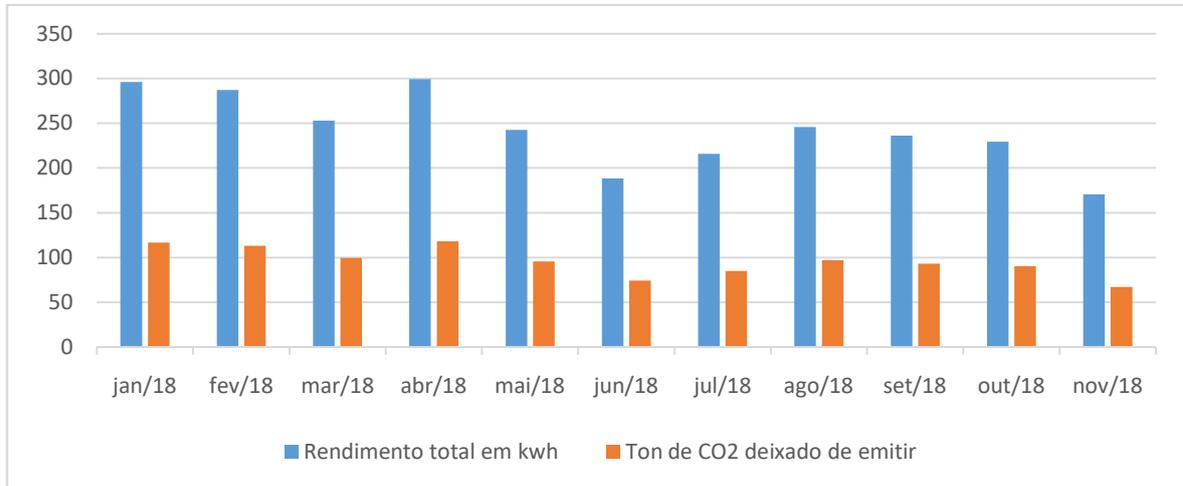
**Figura 3:** Geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos no meio ambiente, nos meses de outubro a novembro de 2018, em um Comércio em Erechim, RS.



Fonte: Fotovoltaica Instalações Erechim Ltda/Comércio de Erechim.

A figura 4, abaixo, representa a geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitido, nos meses de janeiro a novembro de 2018 correspondente a uma residência na cidade em Erechim/RS.

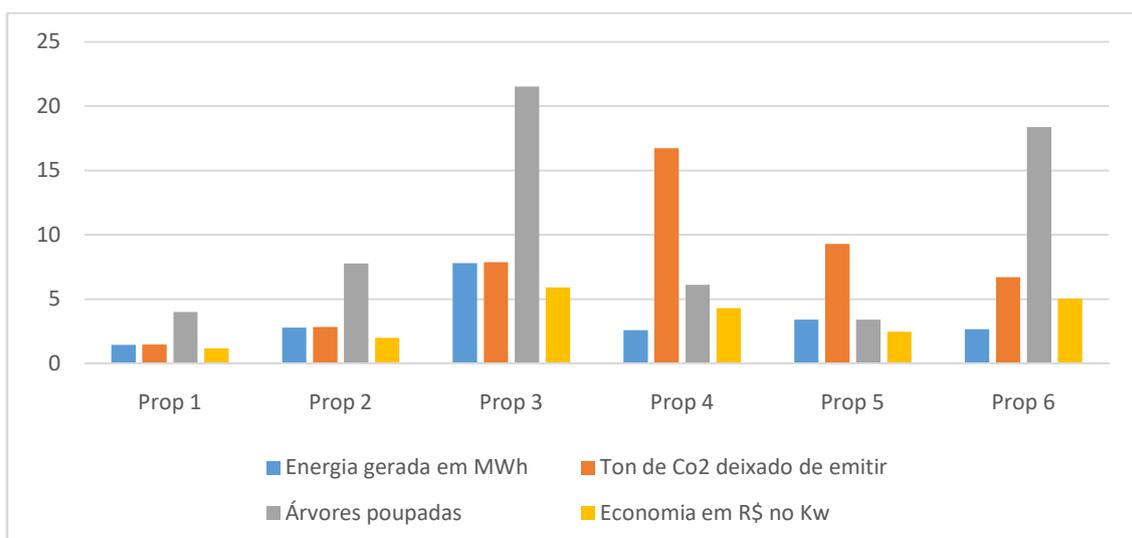
**Figura 4:** Geração de Kwh e toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos, nos meses de janeiro a novembro de 2018, em uma Residência em Erechim, RS.



Fonte: Fotovoltaica Instalações Erechim Ltda/Residência de Erechim.

A figura 5, representa a geração de energia anual em (MWh), o número de árvores poupadas em unidade, toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos e a economia no kw gerado de residências de Erechim, RS.

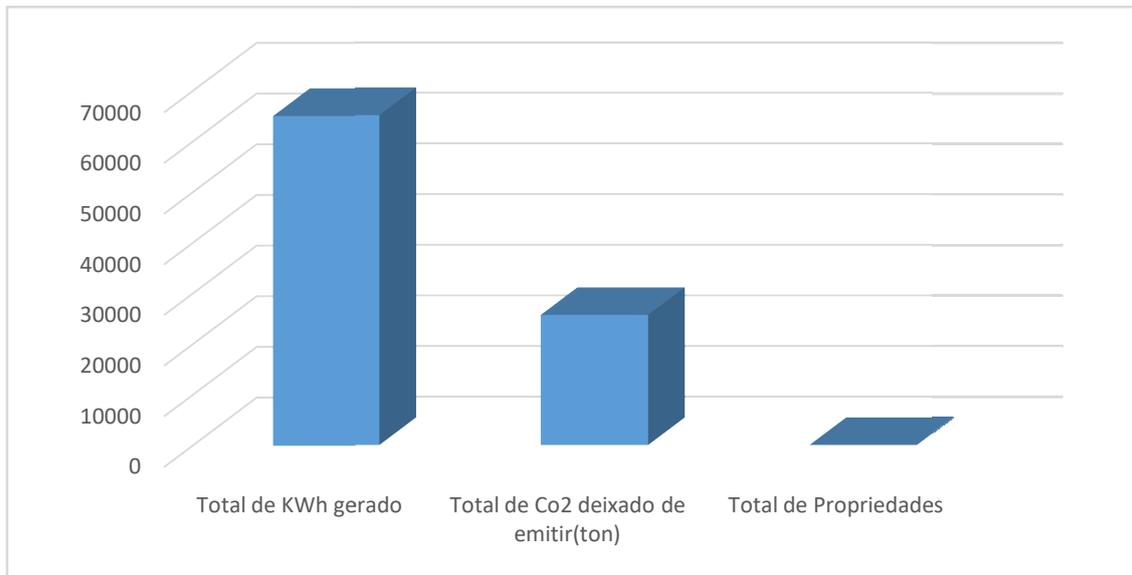
**Figura 5:** Geração de energia anual em (MWh), o número de árvores poupadas em unidade, toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos e a economia no kw gerado de residências em Erechim, RS.



Fonte: Solartech 2018.

A figura 6, representa o total de kwh gerado (65.100,75) e CO<sub>2</sub> deixado de emitir (25.687,16 ton) nas 10 propriedades em estudo.

**Figura 6:** Total de kwh gerado e CO<sub>2</sub> deixado de emitir correspondente as propriedades em estudo.



Fonte: Solartech e Fotovoltaica Instalações Erechim Ltda 2018.

**Figura 7:** Painéis Fotovoltaicos instalados em uma propriedade de Erechim/RS.



Fonte Solartech 2018

Os sistemas fotovoltaicos possuem um aplicativo que facilita o seu acompanhamento, fornecendo dados da energia gerada, assim como a economia no kw, a redução do CO<sub>2</sub>e as árvores que foram poupadas.

**Figura 8:** Monitoramento em tempo real de uma instalação fotovoltaica.



Fonte: Solartech 2018

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de uma fonte totalmente limpa, renovável e com disponibilidade infinita, o sol, a energia fotovoltaica é a grande aposta para nossas gerações futuras, além de contribuir com o país na diminuição de CO<sub>2</sub>.

A energia solar e os seus métodos de transformação energética não poluem durante sua fase de operação, tanto a nível atmosférico, quanto a nível sonoro, uma vez que não liberam gases poluentes para o meio ambiente e os seus equipamentos de captação da energia são silenciosos. Destacando que, os materiais dos equipamentos são, no final da sua utilização, reutilizáveis.

Quando se investe em um sistema de energia solar fotovoltaica, além da economia na conta de luz de até 95%, as pessoas terão também a valorização de seu imóvel em cerca de 10% e todo o investimento feito inicialmente terá o retorno em 5 até 7 anos.

Os painéis que integram o sistema possuem uma grande durabilidade, cerca de 25 anos e são demasiadamente resistentes. Se houver necessidade de

mais energia com o passar do tempo, basta simplesmente instalar mais um painel solar. No mês que for gerado mais energia do que se utilizou, esse excesso é direcionado para a distribuidora de energia gerando créditos para o proprietário utilizar durante a noite ou em dias muito nublados, estes podem ser usados em até 60 meses e são descritos na conta de luz. É permitido também utilizar estes créditos em outro imóvel que o proprietário disponha, basta estar cadastrado, com o mesmo CPF ou CNPJ e constar no mesmo território de cobertura da sua distribuidora de energia.

A instalação e utilização de placas fotovoltaicas são possível de conceber, tanto que, o volume de créditos de carbono possa contribuir com quase 100% dos custos de implantação do mesmo. Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo são uma oportunidade desenvolverem projetos, que visem a redução de emissão ou absorção de CO<sub>2</sub>, principalmente no que se refere a energias renováveis, projetos de aumento de eficiência energética e reflorestamento. Além de colaborar com o desenvolvimento sustentável a utilização das placas fotovoltaicas instaladas nas residências, postos de combustíveis, bares e restaurantes servem para implementar a sustentabilidade para o bem-estar social, econômico e ambiental.

Por fim, compreende-se que a energia fotovoltaica, possui muitos benefícios para o meio ambiente e para quem a utiliza. Ao contrário das outras formas de energia, não renováveis, que quanto mais se usa mais se libera CO<sub>2</sub> na atmosfera, já a energia fotovoltaica quanto mais é gerada maior é a redução de CO<sub>2</sub> no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABESCO- Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/novidade/consumidor-residencial-poderia-deixar-de-emitir-mais-de-1-tonelada-de-co2-por-ano-com-microgeracao-fotovoltaica/> Acesso em: out. 2018

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília – DF, 2 ed, 2005

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/> Acesso em: jul. 2018

BANDEIRA, F. P. M. **O aproveitamento da energia solar no Brasil** – situação e perspectivas. Brasília. Câmara dos Deputados. 2012.

COELHO, F. L. N. A. **O incentivo à moradia ambientalmente correta: o uso da energia renovável.** Direito Econômico e Socioambiental, 2014 Disponível em: <file:///C:/Users/juliana/Downloads/DialnetOIncentivoAMoradiaAmbientalmenteCorreta-6172843.pdf> Acesso em: mai. 2018.

CRESESB/CEPEL, 2014. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2004.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2004.pdf) Acesso em: 21 nov. 2018.

**MME** - Ministério de Minas e Energia. Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico, dezembro de 2016. Brasília: MME, 2017.

REIS, L. B. **Geração de Energia Elétrica.** 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2011.

SEIFFERT, M. E. B. **Mercado de carbono e protocolo de Quioto: Oportunidades de negócio na busca da sustentabilidade.** São Paulo: Ed. Atlas, 2009.

TEIXEIRA, L. G.; LOPES, A.; LA SCALA JR, N. **Temporal variability of soil CO<sub>2</sub> emission after conventional and reduced tillage described by an exponential decay in time model.** Engenharia Agrícola. Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 30, n. 2, p. 224-231, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/1509>> Acesso em: 10 de fev. 2018.