

VOLUME 12

N. 2  
2023



REVISTA  
**agro em questão**

**Estudo de Caso da Matriz  
Energética Renovável em  
Propriedade Rural no  
Estado do Mato Grosso**

## **Estudo de Caso da Matriz Energética Renovável em Propriedade Rural no Estado do Mato Grosso**

**Eduardo Luiz De Oliveira<sup>1</sup>**

**Luiz Fernando Whitaker Kitajima<sup>2</sup>**

<http://lattes.cnpq.br/2101084877360810>

### **RESUMO**

A energia elétrica é essencial para várias atividades agropecuárias. A demanda por eletricidade e a distância dos centros geradores e distribuidores incentiva produtores rurais a instalação de geradoras de diversos tipos, entre elas as fotovoltaicas (também conhecidas como solares). O objetivo do presente trabalho foi estudar uma usina fotovoltaica localizada em uma propriedade rural no município de Diamantino no Estado de Mato Grosso, que é utilizada para geração de energia para secagem de grãos. O estudo foi feito através de visita técnica. Foi observado que esta usina está enfrentando ineficiência em sua geração devido a dois principais problemas: trincas nos módulos fotovoltaicos resultantes de um processo de instalação inadequado e a presença de redemoinhos na área circundante. As trincas nos módulos fotovoltaicos, decorrentes de uma instalação defeituosa, estão comprometendo a eficiência da usina, resultando em perdas significativas na geração de energia. Esses danos podem ser atribuídos a problemas no manuseio e fixação dos painéis solares durante a instalação. Além disso, os redemoinhos que ocorrem na região da usina estão impactando negativamente o desempenho da geração de energia solar. Esses redemoinhos podem levantar seixos e lançá-los nos painéis solares, provocando danos e reduzindo ainda mais a eficiência do sistema. Para resolver esses problemas e melhorar a eficiência da usina fotovoltaica, é essencial realizar reparos nos módulos danificados e adotar medidas para mitigar os efeitos dos redemoinhos na área circundante. Essas ações são cruciais para garantir um melhor aproveitamento da energia solar na propriedade rural em Mato Grosso, e mostram a importância da formação de pessoal técnico especializado para a manutenção.

<sup>1</sup> Estudante da Faculdade CNA. E-mail: [eduardoelo@gmail.com](mailto:eduardoelo@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Geologia. E-mail: [luiz.fernando@faculdadecna.edu.br](mailto:luiz.fernando@faculdadecna.edu.br)

**Palavras-chave:** usina fotovoltaica, agropecuária, ineficiência, trincas, instalação inadequada.

## 1. INTRODUÇÃO

A eletrificação rural é um processo que promove uma série de impactos positivos tanto na produção quanto para a população rural. A disponibilidade de energia elétrica não apenas permite melhorias nos processos de produção agropecuária (plantação, colheita, criação em granjas, estábulos, etc.), mas também no beneficiamento (por exemplo, descaroçamento do algodão) dos produtos e seu armazenamento (frigoríficos). A energia elétrica permite ainda a iluminação noturna nas propriedades e comunidades rurais, acesso a bens de consumo, acesso a comunicação e internet, facilitando, por exemplo, acesso a cursos EAD de ensino superior (CRUZ ET AL, 2004; TEIXEIRA E CAVALIERO, 2004; ECHEVERRY, 2014).

Apesar das dificuldades da geração e distribuição de energia elétrica nas áreas rurais, consequência do isolamento geográfico e falta de infraestrutura de comunicação e transporte adequadas, entre outras causas, diversos programas e planos do poder público, especialmente do governo federal, do qual o programa Luz Para Todos e o exemplo mais recente (BRASIL, 2021) proporcionaram o crescimento do acesso da energia elétrica nas áreas rurais. Por exemplo, entre 2010 e 2014 o consumo de energia elétrica na zona rural aumentou em cerca de 22,37%, e o nível de universalização do acesso à energia elétrica no meio rural brasileiro subiu de 71,88% para 79,69% (TABOSA ET AL., 2019).

Este crescimento no consumo de energia elétrica ocorre junto com o crescimento do setor agroindustrial na economia nacional e na pauta de exportações, sendo que no ano de 2020 a agropecuária representou 27% do Produto Interno Bruto, e 48% das exportações, além de empregar um em cada três trabalhadores no Brasil (CNA, 2021).

Portanto, o acesso à energia elétrica é um elemento essencial neste quadro da economia nacional, pois tais números puderam ser alcançados graças ao uso de técnicas modernas e uso de sistemas e implementos que aumentaram a produtividade por hectare (CNA, 2021).

Entretanto, ainda persistem fatores como a distância das propriedades rurais de redes de distribuição de concessionárias, o que promove a geração de energia elétrica na

propriedade, seja por razões técnicas ou econômicas. Esse tipo de geração é dita geração distribuída, em oposto à geração centralizada, que usa grandes centros geradores (hidroelétricas ou termelétricas), sendo que uma das formas mais comuns é o uso de geradores acionados por motores a diesel (DI LASCIO E BARRETO, 2009; TABOSA ET AL., 2019; ABSOLAR, 2023).

Considerando que a geração por diesel tem as desvantagens de usar um combustível cujo preço pode variar consideravelmente no mercado, além de ter de ser transportado até a geradora (e muitas vezes as estradas ou hidrovias nem sempre são propícias ao um transporte rápido), e que também é poluente, emitindo resíduos gasosos (fumaça e material particulado), torna-se atrativo o uso de sistemas com menor dependência do fornecimento de combustível ou menor impacto ambiental. Neste caso, a energia solar fotovoltaica surge como uma alternativa que se torna cada vez mais viável devido à queda no preço dos painéis solares (ou fotovoltaicos), maior rendimento, ou seja, maior geração de eletricidade por unidade de área dos painéis, e pelo fato de que praticamente não existe emissão de gases ou resíduos durante a geração (DI LASCIO E BARRETO, 2009; TABOSA ET AL., 2019; ABSOLAR, 2023).

Como consequência, observa-se um crescente consumo de energia solar no país, seja na forma de grades usinas solares ou por geração distribuída. Por exemplo, em 2012 a geração de energia solar no Brasil foi de 22 Megawatts, e dez anos depois em 2022, foi de 25.373 Megawatts, sendo que deste valor, 29% foi de geração centralizada e 71% foi de geração distribuída (ABSOLAR, 2023).

Com isso, percebe-se a importância da energia solar nas áreas rurais na atualidade, mas ao menos tempo que ocorre esse crescimento, surge necessidade de ações como suporte técnico, financiamentos, linhas de suprimentos, peças, etc. Além disso, considerando as características próprias do país, e mesmo em cada região, necessidades específicas para a aquisição, geração e manutenção de energia solar fotovoltaica podem surgir (ABSOLAR, 2023).

Portanto, o presente trabalho mostra um relato de uma visita técnica a uma usina de geração de energia elétrica solar fotovoltaica em Mato Grosso, mostrando algumas características e alguns problemas próprios que surgem neste tipo de geração na região pesquisada.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é estudar a implantação e uso de sistemas de energia sustentável em uma propriedade rural no estado do Mato Grosso.

Os objetivos específicos são:

- Comparar as desvantagens e vantagens para se implantar uma fonte de energia Sustentável em propriedades rurais no Estado do Mato Grosso;
- Tratar as possíveis dificuldades a serem encontradas para realização da implantação de fontes de energias Sustentável nas propriedades rurais;
- Evidenciar os benefícios relativos a implantação de fontes de energias aplicados nas propriedades rurais;
- Identificar as fontes de energia já utilizadas e caracterizar seu uso.

## 1.2 Materiais e métodos

A propriedade rural visitada está localizada no município de Diamantino, no estado do Mato Grosso (Figura 1).

A metodologia constitui-se na observação e estudo das instalações destinadas a geração de energia elétrica a partir de painéis solares / fotovoltaicos, além de revisão bibliográfica sobre o assunto. A visita à essas instalações tinha como finalidade a manutenção das mesmas e foi realizada no mês de outubro de 2023.

**Figura 1** – Mapa de localização do município de Diamantino, no estado de Mato Grosso, onde se localiza a propriedade estudada.



**Fonte:** desenho dos autores.

### **Usina e uso da energia**

A propriedade é do tipo grande propriedade rural e produtora de grãos (milho e soja), e nela existe uma instalação (usina) para gerar energia elétrica a partir de painéis de energia solar / fotovoltaica.

Esta usina tem como finalidade a geração de energia para a secagem dos grãos produzidos para posterior armazenamento e transporte (Figura 2). A secagem de grãos é essencial tanto para garantir a manutenção da qualidade do grão armazenado, por exemplo evitando a proliferação de fungos, como garantindo também a qualidade do equipamento, embuchamento de máquinas, debulha e trilha deficientes, etc. (SENAR, 2018).

A secagem pode ser feita de forma natural ou mecânica, como é o caso da propriedade visitada. Neste caso, é utilizado ar aquecido (no caso, pela eletricidade gerada pelos painéis solares) que permite a secagem dos grãos e seu armazenamento por períodos de até um ano. O teor médio de água em grãos de milho é de 23% e em grãos de soja é de 18%, sendo que após a secagem pode chegar a 11% (SENAR, 2018).

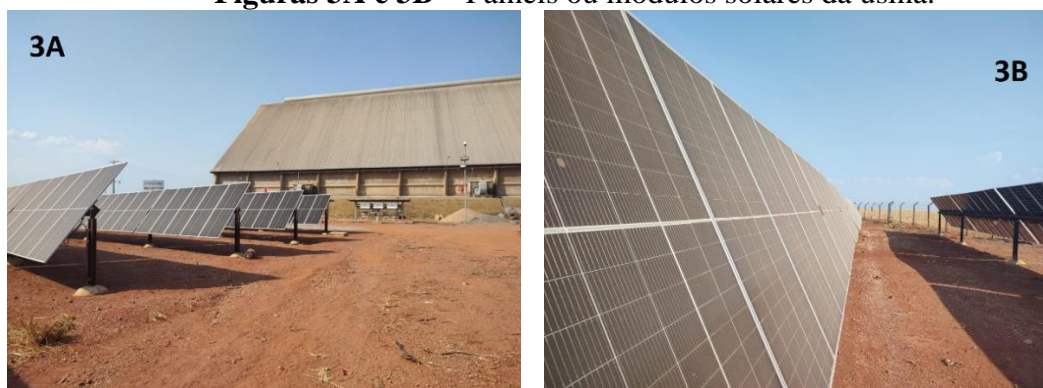
**Figura 2** – Visão geral da unidade de secagem de grãos e silo da propriedade visitada. Os painéis estão na posição horizontal.



**Fonte:** Eduardo L. de Oliveira

A usina de energia solar/fotovoltaica é constituída por 840 painéis (ou módulos) solares/fotovoltaicos (Figuras 3A e 3B), fabricados pela empresa Trina Solar™ cada um com capacidade para 545 watts de energia e período de pico (*peak*), totalizando uma potência de 457.800 kwp (quilowatts/*peak*), e gerando um total de 56.300 kwh (quilowatts/hora) por mês. Os equipamentos associados, como inversores e outros, são de fabricantes como a GoodWe™ e WEG™. (Figuras 4A e 4B)

**Figuras 3A e 3B** – Painéis ou módulos solares da usina.



**Fonte:** Eduardo L. de Oliveira

**Figuras 4A e 4B** – Equipamentos elétricos associados aos painéis solares.



Fonte: Eduardo L. de Oliveira

### **Problemas observados**

A visita à usina inclui uma vistoria das condições operacionais, manutenção e preservação do equipamento e sistemas.

Neste caso, um problema que foi observado é a ineficiência na geração de eletricidade, com a energia gerada menor do que a capacidade dos painéis instalados. O exame do equipamento mostrou que a razão para esta perda de capacidade geradora era devido a presença de trincas (rachaduras e falhas) nos módulos fotovoltaicos constituintes dos painéis solares.

No caso, após exame, foi verificado que tais danos aos painéis têm duas origens: manutenção e redemoinhos de areia.

O processo de instalação dos painéis e de seus sistemas de apoio e suporte foi, possivelmente, realizado de forma inadequada, que gerou danos, possivelmente durante a instalação e também posteriormente à mesma, o que causou os danos observados (trincas), que afetavam a geração de energia elétrica.

Portanto, uma causa está na manutenção inadequada, seja durante e/ou após a instalação.

A outra causa dos danos observados foi determinada como sendo causada pela ação de movimentos atmosféricos conhecidos popularmente como redemoinhos de areia.

Redemoinho de areia é o nome dado a uma coluna de ventos com movimento ascendente e em vórtice, cujo tamanho pode atingir vários metros de diâmetro e uma

altura média entre 30 e 100 metros, mas podendo chegar a até um quilômetro para redemoinhos em regiões desérticas (AMS, 2012).

São causados pelo aquecimento intenso da superfície pela radiação solar, especialmente em dias ensolarados e de primavera/verão ou de estações de estiagem, e em superfícies expostas, com pouca ou nenhuma vegetação ou sombra. O intenso aquecimento da superfície aquece o ar imediatamente acima desta. Com o ar aquecido, torna-se mais leve e sobe. O ar mais frio substitui o ar quente que sobe, é também aquecido, e inicia-se um ciclo que dura enquanto houver uma superfície devidamente aquecida (AMS, 2012).

Estes redemoinhos em geral têm movimentos irregulares e sua duração é de alguns segundos a alguns minutos. São inofensivos, mas os maiores podem mesmo erguer objetos pesados e causar danos por movimentar objetos ou lançar objetos contra outros (AMS, 2012).

O estado de Mato Grosso (e em especial o município de Diamantino) está inserido no clima do tipo Tropical do Brasil central com quatro a cinco meses secos. Entre as características deste clima está o período de intensa estiagem entre maio e setembro e temperaturas médias de 25,9°C (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007). Considerando ainda as amplas áreas de plantações no estado, que representa uma fronteira agrícola do país, ocorre a combinação de intensa insolação, calor e superfície (das áreas cultivadas) exposta que propicia a formação de redemoinhos de areia na região. Deve-se observar que notícias sobre redemoinhos de areia de grande porte causando danos não são incomuns na região (CAVALCANTI, 2022; BONOTTO, 2023)

Assim sendo, estes redemoinhos de areia que ocorrem na região têm força suficiente para erguer, com a força dos ventos, pequenos fragmentos de rochas ou seixos, e lança-los em direção ao solo. Considerando que estes seixos, que têm tamanho entre 6 e 64 milímetros (LEINZ, AMARAL, 1989), com a velocidade dos mesmos proporcionada pelo vento e/ou pela queda, podem adquirir energia cinética (energia associada à massa e velocidade do objeto) bastante para causar danos (OKUNO, CALDAS, CHOW, 1982), como trincas e rachaduras, ao impactar contra os painéis solares.

Durante o período de secas (maio a setembro), com o solo das áreas cultivadas estando exposto devido à colheita e o plantio para a próxima safra, e com a insolação

mais intensa devido ao período de seca, ocorre a formação dos redemoinhos, que por sua vez levantam nuvens de detritos do solo, e devido à alta velocidade dos ventos nos redemoinhos, seixos são levantados e lançados contra os painéis das usinas que estão instalados próximos às áreas de cultivo, causando os danos (trincas) que danificam células solares/fotovoltaicas do painel (ou módulo) e com isso reduzem a geração de energia.

Deve-se, finalmente, notar que os redemoinhos e o vento podem levantar poeira mais fina (de caráter arenoso ou argiloso/siltoso) que pode cobrir os painéis e com isso reduzir a eficiência de geração de energia elétrica devido ao bloqueio da luz solar pela camada de poeira depositada nos painéis, exigindo assim uma limpeza mais constante dos mesmos.

## 2. CONCLUSÕES

A visita mostrou que o uso de energia solar nas propriedades rurais já é uma realidade, em que usinas são usadas para uma variedade de operações essenciais à produção, como no caso para a secagem de grãos, um passo essencial para o armazenamento seguro por períodos prolongados. Além disso, este fato mostra que já existe disponibilidade de equipamentos para a instalação destas usinas e sua operação, assim como custos mais acessíveis bem como uma razão custo-benefício que permite a operação das mesmas.

Entretanto, o presente estudo mostrou que, no caso da usina pesquisada, há problemas de perda de produtividade de energia causadas por danos nos painéis (ou módulos) solares. Estes danos ocorrem na forma de trincas, fraturas ou rachaduras. As causas da formação destes danos são:

- procedimentos inadequados por ocasião da instalação dos painéis e,
- danos causados pelo impacto de seixos levantados por redemoinhos de areia, que são frequentes na região, especialmente durante o período de seca.

Recomenda-se que ocorra um treinamento e formação de mão de obra que permita reduzir estes problemas de instalação assim como a instalação de sistemas de proteção dos painéis contra danos causados pelos seixos.

Uma outra possibilidade é verificar a possibilidade de se minimizar os riscos de formação de redemoinhos (montagem de barreiras contra o vento, por exemplo) ou posicionar as usinas de tal forma que estejam menos expostas a estes fenômenos atmosféricos. Também recomenda-se um estudo mais amplo, tanto no estado quanto no país, para se conhecer melhor o impacto causado por fenômenos atmosféricos nos painéis solares.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo**. São Paulo, 2023. Disponível em:

<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

AMS – American Meteorological Society. **Dust Whirl**. Glossary of Meteorology. American Meteorological Society. Editado em 25 de abril de 2012. Disponível em:

[https://glossary.ametsoc.org/wiki/Dust\\_whirl](https://glossary.ametsoc.org/wiki/Dust_whirl)

BONOTTO, Gustavo. **Em mais um dia muito seco, redemoinho de areia chama atenção nas Moreninhas**. Campo Grande News. Postado em 8 de agosto de 2023.

Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/em-mais-um-dia-muito-seco-redemoinho-de-areia-chama-atencao-nas-moreninhas>

BRASIL. MME – MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Programa Luz Para Todos**. Postado em 26 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/Programa%20Luz%20para%20Todos/sobre-o-programa>

CAVALCANTI, Izabela. **Redemoinho de areia assusta moradores em cidade de MS**. Campo Grande News. Postado em 07 de outubro de 2022. Disponível em:

<https://www.campograndenews.com.br/direto-das-ruas/redemoinho-de-areia-assusta-moradores-em-cidade-de-ms>

CNA 2021. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Importância do Agronegócio no Brasil**. Disponível em

<https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/a-importancia-do-agronegocio-no-brasil/>

CRUZ, Cassiano N. P., MOURAD, Anna L., MORINIGO, Marcos A., SANA, Godfrey. **Eletrificação rural: benefícios em diferentes esferas**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Resumos online**. Disponível em:

<[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000100050&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100050&lng=en&nrm=abn)>.

DI LASCIO, Marco Alfredo; BARRETO, Eduardo José Fagundes. **Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas**. Brasília : Ministério de Minas e Energia, 2009. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000721827/Details>

ECHEVERRY, Sandra Milena Vélez. **Impactos da eletrificação no desenvolvimento rural em comunidades Quilombolas: caso dos Kalunga em Cavalcante-GO**.

Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília. Faculdade de Planaltina. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural. 2014. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB\\_15529f9ea60f830477a0d1d44f0fe51f](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_15529f9ea60f830477a0d1d44f0fe51f)

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau. **Geologia geral**. 11ª Edição São Paulo: Editora Nacional, 1989.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê Luiz; CHOW, Cecil. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018. 100 p.; il. – (Coleção SENAR 216). ISBN: 978-85-7664-201-5. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/216-ARMAZENAMNTOS-GR%C3%83OS.pdf>

TABOSA, Francisco José Silva et alii. Análise da Demanda por Energia Elétrica no Meio Rural do Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas – PPP**. N. 52, janeiro-junho 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/923-Texto%20do%20Artigo-4506-1-10-20191011.pdf>

TEIXEIRA, André Frazão; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao. O impacto sócio-ambiental da geração de energia elétrica nas vilas e municípios do interior do Estado do Amazonas.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Resumos online**. Disponível em: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000200026&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200026&lng=en&nrm=abn).