

## INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

**Título do Trabalho:** Energia solar: evolução e impacto energético e ambiental da instalação de sistemas fotovoltaicos em Governador Valadares - MG

**Autor (es):** Camila Costa Rocha, Higor Gabriel Barbosa e David Augusto Lopes

**Palavras-chave:** Energia Solar, Eficiência Energética, Usina Fotovoltaica, impacto ambiental

**Campus:** Governador Valadares

**Área do Conhecimento (CNPq):** Geração de Energia Elétrica

## RESUMO

A discussão sobre a utilização de energias renováveis e não poluentes para a geração de energia elétrica vem sendo discutida mundialmente. A energia solar por ser uma fonte de energia renovável se destaca como uma opção para a gerar energia elétrica com o menor impacto ao meio ambiente. A matriz energética brasileira apresenta um crescente na utilização da energia solar para gerar eletricidade, mas ainda é uma parcela pequena da matriz, cerca de 0,01%. A cidade de Governador Valadares possui grande potencial de geração de energia elétrica através de usinas fotovoltaicas, devido à grande incidência de luz solar na região. Dados do Atlas Solarimétrico do Brasil (ATLAS, 2018) mostram que a região apresenta radiação solar global diária entre 14 a 16 MJ/m<sup>2</sup>.dia, média anual, com 5 a 6 horas de insolação diária, chegando a 7 horas no mês de maio. Neste contexto, o trabalho de pesquisa pretende mostrar a utilização da energia solar para geração de energia elétrica através de pequenas usinas ligadas à rede, mini e micro geração distribuída, no município de Governador Valadares. Observando como o número de instalações variou com o tempo e analisando os impactos sociais, econômicos e ambientais da geração distribuída na região. O trabalho será baseado em estudos exploratórios utilizando dados dos órgãos responsáveis e reguladores do sistema de produção de energia elétrica como a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), entre outros. Além disso, o caso específico da Usina Fotovoltaica (UFV) instalada no campus Governador Valadares do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) também será avaliado no contexto de geração distribuída, produção e utilização da energia na própria unidade geradora. Ao final do projeto pretende-se evidenciar a relevância e a influência social, econômica e ambiental do sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica no município de Governador Valadares.

## INTRODUÇÃO:

O Brasil é caracterizado pelo seu clima tropical, o que potencializa o papel da energia solar na matriz energética do país. Dados do Balanço Energético Nacional de 2017 indicam que a produção de energia elétrica a partir da energia solar é 0,01% da oferta nacional de energia elétrica, cuja fonte dominante é a hidráulica com 68% da oferta (EPE, 2018). Contudo, percebe-se um aumento na micro e mini geração distribuída, impulsionada por ações regulatórias, na qual o destaque foi o aumento da fonte solar fotovoltaica com 53,6Gwh de geração. O crescimento das utilização de fontes renováveis para a produção de energia elétrica traz benefícios sociais, econômicos e ambientais, reduzindo a dependência do mercado de petróleo e minimizando as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera, contribuindo, assim, para a efetivação de políticas estabelecidas pelos tratados

internacionais referentes ao desenvolvimento sustentável, dos quais pode-se citar o recente Acordo de Paris (MMA, 2018) para redução da emissão de gases do efeito estufa.

A partir da radiação solar, a produção de energia elétrica mediante ao efeito fotovoltaico se coloca como uma opção viável e de interessante potencial. Além do baixo grau de impacto ambiental, os sistemas fotovoltaicos proporcionam a instalação e a geração de energia elétrica tanto em regiões remotas, como também em grandes núcleos urbanos. Desta forma, a inserção da energia solar na matriz energética nacional, de maneira complementar, pode trazer grandes benefício tanto no âmbito energético, quanto em âmbitos econômico, ambiental e social (BRAUN GRABOLLE, 2010).

O potencial brasileiro de geração de energia elétrica, mediante a utilização da matriz solar fotovoltaica, pode ser avaliado a partir dos dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar (ATLAS, 2018). O Brasil possui valores de irradiação solar incidente, em todo o território, superiores à maioria das nações que compõem politicamente a União Européia: a irradiação solar, no Brasil, tem valores entre 1500-2500 kWh/m<sup>2</sup>; na Alemanha, entre 900-1250 kWh/m<sup>2</sup>; na França, entre 900-1650 kWh/m<sup>2</sup>; e, na Espanha, entre 1200-1850 Kwh/m<sup>2</sup>. Nesses países, projetos para o aproveitamento dessa fonte energética são incentivados, alguns, inclusive, fundamentados em políticas governamentais. Assim, o uso de energia solar emerge como uma alternativa real, de uma fonte renovável, para a redução do consumo dos atuais recursos geradores de energia elétrica, como derivados de petróleo, gás natural e água, demandados em grande escala (SANTOS, 2017).

No Brasil, desde 2012, o consumidor pode gerar sua energia elétrica utilizando pequenas usinas fotovoltaicas. Se a produção de energia elétrica for maior que o consumo da unidade, o consumidor poderá fornecer o excedente à sua concessionária de energia, recebendo “créditos de energia” em troca. Os créditos podem ser utilizados como desconto nas próximas contas de energia. Esse procedimento é regulamentado pela Resolução Normativa ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) nº 484/2012 (ANELL, 2018). A resolução foi um estímulo à geração distribuída - designação dada a essa geração de energia elétrica independente, na qual pequenas fontes geradoras de energia são anexadas à rede da concessionária regional. Além disso, a ANEEL homologou, em 2015, a Resolução nº 687/2015 que revisou a Resolução Normativa nº 482/2012, com o objetivo de reduzir custos e tempo de conexão da microgeração e minigeração, melhorar a infraestrutura e aumentar o público alvo, dentre outros (ANELL, 2018).

De tal modo, ao levar em consideração os fatores supracitados, desenvolve-se esse trabalho objetivando analisar, em parâmetros ambientais e socioeconômicos, os impactos ocasionados pela micro e mini geração distribuída de energia solar no município de Governador Valadares.

No campus Governador Valadares do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) foi instalada e colocada em funcionamento em 2016 uma Usina Fotovoltaica (UFV) de 25kWp de potência instalada. Os dados dessa usina também serão levados em consideração na avaliação do impacto da geração

distribuída no município e também serão utilizados para verificar, de forma mais específica, o processo de produção de energia elétrica por uma UFV.

Segundo dados do Atlas solarimétrico, a região apresenta radiação solar global diária entre 14 a 16 MJ/m<sup>2</sup>.dia, média anual, com 5 a 6 horas de insolação diária, chegando a 7 horas no mês de maio. O que é indicativo da potencialidade da utilização da energia solar.

#### METODOLOGIA:

O seguinte projeto é fundamentado em uma pesquisa exploratória de abordagem quantitativa, na qual serão feitos levantamentos históricos referentes às instalações de sistemas fotovoltaicos na região de Governador Valadares - cidade localizada no leste do estado de Minas Gerais, com população estimada, até o ano de 2017, em 280,901 habitantes e área territorial de 2.342.325 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017). Mediante aos dados de instalação - data de conexão e potência instalada - de cada sistema fotovoltaico implantado no estado de Minas Gerais, dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), foram filtradas as informações referentes às usinas fotovoltaicas fixadas em Governador Valadares entre o primeiro semestre de 2014 e o primeiro semestre de 2018, de tal forma, mensurando o índice de crescimento da matriz solar no município.

O trabalho aqui descrito encontra-se em fase de execução. Alguns dados e análises ainda serão realizadas. Dentre os passos ainda não concluídos, o cálculo de quantidade de dióxido de carbono não emitido devido ao uso da energia solar é um importante dado para a avaliação do impacto ambiental da implementação das UFV's na região. O cálculo é realizado levando em consideração o quanto de dióxido de carbono é emitido na produção de energia elétrica no Brasil. A partir dessa informação tem-se o fator de emissão de carbono nacional.

A energia produzida ( $E$ ) é definida a partir do produto entre a potência instalada ( $P$ ), o tempo referente ( $T$ ) e o fator de redução ( $R$ ) - este anexado à fórmula como um elemento secundário, tendo o papel de introduzir ao cálculo a eficiência de conversão energética dos módulos fotovoltaicos, de tal maneira, adotando parâmetros mais realistas.

$$E = P \times T \times R \quad (1)$$

Para calcular o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) evitado, leva-se em consideração que o fator de emissão de dióxido de carbono é dado em unidades Kg/Kwh, ou (unidade de massa de CO<sub>2</sub>) / (Unidade de energia elétrica). Dessa maneira,

$$F = \frac{C}{E} \quad (2)$$

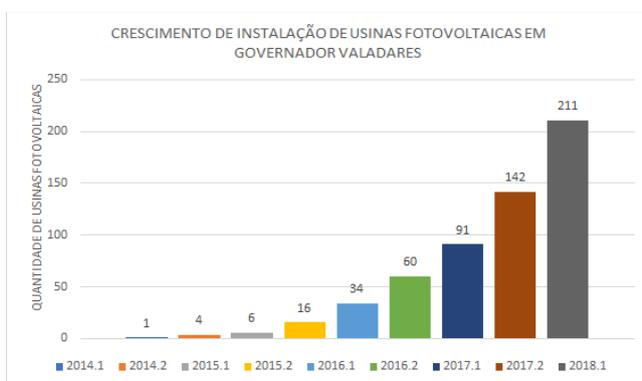
Onde  $F$  é o fator de emissão de CO<sub>2</sub> (em Kg/Kwh),  $C$  é a massa de CO<sub>2</sub> (em Kg) e  $E$  a energia elétrica produzida (em Kwh). Para calcular a massa de carbono evitada será usada a equação:

$$C = E \times F \quad (3)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A partir da filtragem das informações da ANEEL, sobre instalações de UFV's, foi possível tabular os dados do município de Governador Valadares e gerar gráficos referentes ao número de instalações de usinas fotovoltaicas em Governador Valadares, que pode ser observado no gráfico 1, no período de 2014-2018. Já o gráfico 2 mostra a variação da potência instalada no município no mesmo período.

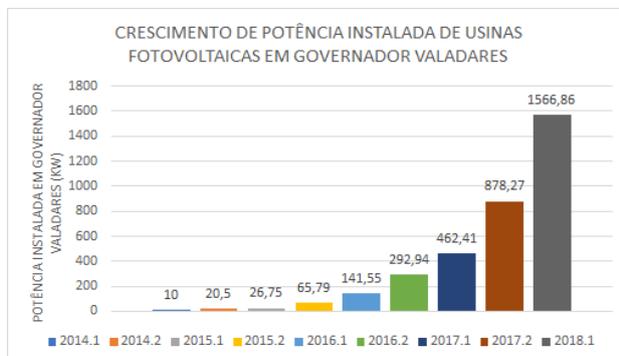
Gráfico 1 - Número de UFV's instaladas em Governador Valadares



Fonte: adaptado de ANEEL, 2014-2018.

Pode-se observar expressivo aumento, desde o primeiro semestre de 2014 até 2018. Subindo de 1 instalação para 211. O maior aumento absoluto ocorreu entre o segundo semestre de 2017 e primeiro de 2018, com 69 novas unidades fotovoltaicas instaladas. Do primeiro semestre de 2017 até o primeiro semestre de 2018 o crescimento é praticamente de 50% por semestre. Avaliações iniciais indicam que há uma tendência ao crescimento das instalações em Governador Valadares. Outras análises e avaliações serão realizadas com o objetivo de melhor entender essa tendência. Somado a isso, é notória a influência do novo panorama energético no que se concerne à potência instalada de usinas fotovoltaicas em Governador Valadares (gráfico 2).

Gráfico 2 – Potência instalada de UFV's em Governador Valadares

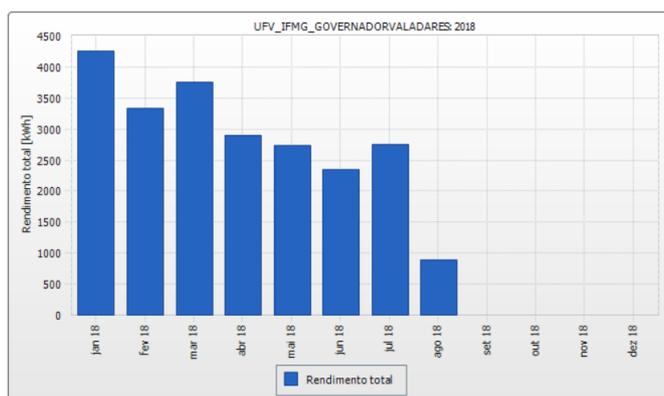


Fonte: adaptado de ANEEL, 2014-2018

Seguindo os parâmetros de crescimento de instalação de usinas fotovoltaicas em Governador Valadares, o potencial instalado se eleva e alcança taxas significativas, chegando, em 2018, a 1566,86 kW. Da mesma forma que os dados de instalações, os dados de potencia instalada também serão melhor avaliados até o término do projeto, para melhor entender a sua tendência e correlaciona-la com fatores sociais, ambientais e econômicos da região, além do impacto na demanda energética da região.

Como caso específico de produção de energia elétrica com UFV, será mostrado o caso da UFV instalada no campus do IFMG em Governador Valadares. A usina possui um software supervisor, no qual podemos acessar os dados de produção de energia elétrica. O gráfico 3 mostra um exemplo da produção da UFV no ano de 2018. Pode-se observar que a produção em janeiro de 2018 chegou próximo a 4500 Kwh e que a produção acumulada está por volta de 23Mwh.

Gráfico 3 – Produção Energia Elétrica UFV IFMG GV



Fonte: supervisor inversor SMA

## CONCLUSÕES:

O trabalho aqui exposto está em processo de execução e, portanto, conclusões sobre os objetivos da pesquisa serão definidas com o término do projeto. Contudo, os dados já obtidos indicam que há um crescimento na utilização de mini e micro geração na região de Governador Valadares e que isso deve impactar positivamente no que diz respeito à não emissão de gases do efeito estufa. Corroborando, de maneira regional, à tendência mundial de diminuição da emissão desses gases. Além disso, um impacto econômico pode ser também percebido, uma vez que, a produção excedente das UFV's pode ser inserida na rede da concessionária de energia elétrica e ser transformada em créditos de energia para desconto em contas futuras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração distribuída**: unidades consumidoras com geração distribuída da Unidade da Federação - MG. Disponível em:  
<[http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd\\_estadual\\_detalhe.asp?uf=MG](http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd_estadual_detalhe.asp?uf=MG)>. Acesso em: 08 de ago. de 2018.

ANELL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução nº482/2012**. Disponível em:  
<[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta\\_publica/documentos/RES%20484\\_2012.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/RES%20484_2012.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2018

ATLAS SOLARIMÉTRICO DO BRASIL. Disponível em:  
<[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)> Acesso em 12 jul 2018

BRAUN-GRABOLLE, Priscila. **A integração de sistemas solares fotovoltaicos em larga escala no sistema elétrico de distribuição urbana**. Florianópolis, 2010. Disponível em:  
<[https://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/teses%2520de%2520doutorado/a-integracao-de-sistemas-solares-fotovoltaicos-em-larga-escala-no-sistema-eletrico-de-distribuicao-urbana-2010-priscila-braun.pdf&ved=2ahUKEwiowd6XI-3bAhWBh5AKHQO6AiwQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw36kHAfMeltgXnRe2\\_ZHbi5](https://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/teses%2520de%2520doutorado/a-integracao-de-sistemas-solares-fotovoltaicos-em-larga-escala-no-sistema-eletrico-de-distribuicao-urbana-2010-priscila-braun.pdf&ved=2ahUKEwiowd6XI-3bAhWBh5AKHQO6AiwQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw36kHAfMeltgXnRe2_ZHbi5)>. Acesso em: 06 de jun. de 2018.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético 2017**. Disponível em:  
<[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2018

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Censo de 2010**. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/governador-valadares/panorama>>. Acesso em: 12 de jun. de 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Acordo de Paris**. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>> Acesso em: 12 jul. 2018.

SANTOS, Deivisson Rodrigues Castro Gonçalves dos et al. Energia Solar Fotovoltaica: **Um Estudo De Caso Da Aplicação No Sistema De Iluminação Em Uma Instituição De Ensino Profissionalizante**. Revista GEINTEC, Aracaju, vol.7, n.2, abr/maio/jun – 2017. Disponível em:  
<<http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/879/807>>. Acesso em: 24 de abr. de 2018.

[1] Comentário: referenciar