



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR DO ESTADO DO PIAUÍ: UMA AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO INCIDENTE NO PERÍODO DE UM ANO

Igor de Castro Sousa ^(a), Abílio Gomes Figueredo Neto ^(b), Adeilton Moura Cunha ^(c), Fabiano de Sousa Oliveira ^(d), Carlos André Carvalho da Silva ^(e) Juliana Gonçalves de Sousa ^(f)

^(a) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, igor258.castro@gmail.com

^(b) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, abilotleo@hotmail.com

^(c) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, dellpositivo45@gmail.com

^(d) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, contatofabiano5@gmail.com

^(e) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, julianahsousa2013geoproc@gmail.com

^(e) Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina central, karlosandre777@gmail.com

Eixo: Geotecnologias de modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo/

As energias renováveis vêm ganhando cada vez mais espaço na produção energética mundial. A preocupação com o meio ambiente é um dos fatores preponderantes para essa guinada, tendo em vista que as matrizes atuais são de grande impacto. Existe também a preocupação com a escassez futura dos recursos não renováveis. O Brasil apresenta uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, e tem um potencial gigantesco de crescimento. A radiação solar apresenta-se como uma das mais promissoras novas fontes de energia elétrica, e o Brasil possui condições ideais para a sua produção. O estado do Piauí está localizado em uma das regiões com maiores índices de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

radiação solar do Brasil. Entender o potencial de uso dessa tecnologia no Piauí é o objetivo deste trabalho. Para isso, fez-se a interpolação dos dados recebidos de estações de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do ano de 2018, por meio da técnica IDW. Como resultado, foi produzido um mapa de radiação média anual do Piauí.

Palavras chave: energia solar, geoprocessamento, interpolação

1. Introdução

O uso de fontes de energia renovável vem ganhando um grande impulso nos últimos anos em todo o mundo está surgindo por parte das pessoas cada vez mais preocupação com a utilização dos recursos naturais não renováveis como fonte de energia, que são finitos e ainda geram poluição e agridem o meio ambiente. No Brasil, a utilização do potencial de energia solar também está em expansão “em 18/07/2016, o Brasil contava com 51,1 MW de potência instalada de geração solar, correspondentes a 3.851 instalações. Em oito meses o número de instalações triplicou no Brasil.” (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2016).

A energia solar fotovoltaica tem potencial significativo de compor em grande parte a matriz energética nacional, tendo em vista que o Brasil possui uma das melhores condições de inserção desta fonte na sua matriz elétrica em todo o globo, está inserido em quase sua totalidade nos trópicos, recebendo grandes quantidades de radiação solar. É importante considerar ainda, o fato de o País possuir uma complexa e bem estruturada rede de transmissão e distribuição, facilitando a distribuição de energia elétrica entre as regiões, onde as usinas hidrelétricas, térmicas, eólicas e solar se complementam. (PERAZA, 2013).

Pelo seu tamanho continental e por sua localização geográfica o Brasil apresenta condições ideais para a produção de energia fotovoltaica. Segundo Tsuruda, “O Brasil possui um excelente recurso solar entre 1.550 e 2.350 kWh m⁻² ano⁻¹”. De acordo com Nascimento (2017 p. 4), “O Brasil possui expressivo potencial para geração de energia elétrica a partir de fonte solar, contando com níveis de irradiação solar, superiores aos de países onde projetos para



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

aproveitamento de energia solar são amplamente disseminados, como Alemanha, França e Espanha”.

Entre as regiões do Brasil com maior potencial se encontra o Nordeste que além de estar geograficamente próximo da linha do equador tem menos precipitação, o que propicia mais dias com sol intenso. De acordo com Bezerra e Santos (2016) O semiárido nordestino se destaca como uma das áreas que apresentam os melhores parâmetros técnicos de insolação. O atlas Brasileiro de energia solar apresenta que o valor máximo de irradiação global do Brasil é de 6,5 KWh/m² e foi registrado no norte da Bahia, próximo à fronteira com Piauí.

O estado do Piauí apresenta um grande potencial, visto que faz parte da região nordeste, também possuem em andamento alguns projetos de geração de energia solar. Para uma melhor avaliação desse potencial, foi feito um mapa que mostra os níveis de radiação solar incidentes no Piauí. O objetivo deste trabalho é produzir um mapa do potencial de energia solar no estado do Piauí, por meio do Geoprocessamento de dados das estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) presentes em alguns municípios, por meio da técnica de interpolação IDW. Segundo Rosa (2005), O Geoprocessamento também conhecido por “geotecnologias”, é o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O Piauí é o terceiro maior estado da região Nordeste do Brasil (figura 1). A capital é Teresina e a sigla PI, possui área de 251.529km². Tem uma população de 3.264.531 milhões de habitantes, conforme a estimativa do IBGE para 2018. Sua capital e cidade mais importante é Teresina. O Piauí limita-se a leste com os estados do Ceará e Pernambuco a leste; a sul e sudeste com a Bahia; a sudoeste com o Tocantins; a oeste com o Maranhão; e ao norte com o Oceano Atlântico. Número de municípios: 224. (IBGE, 2019).

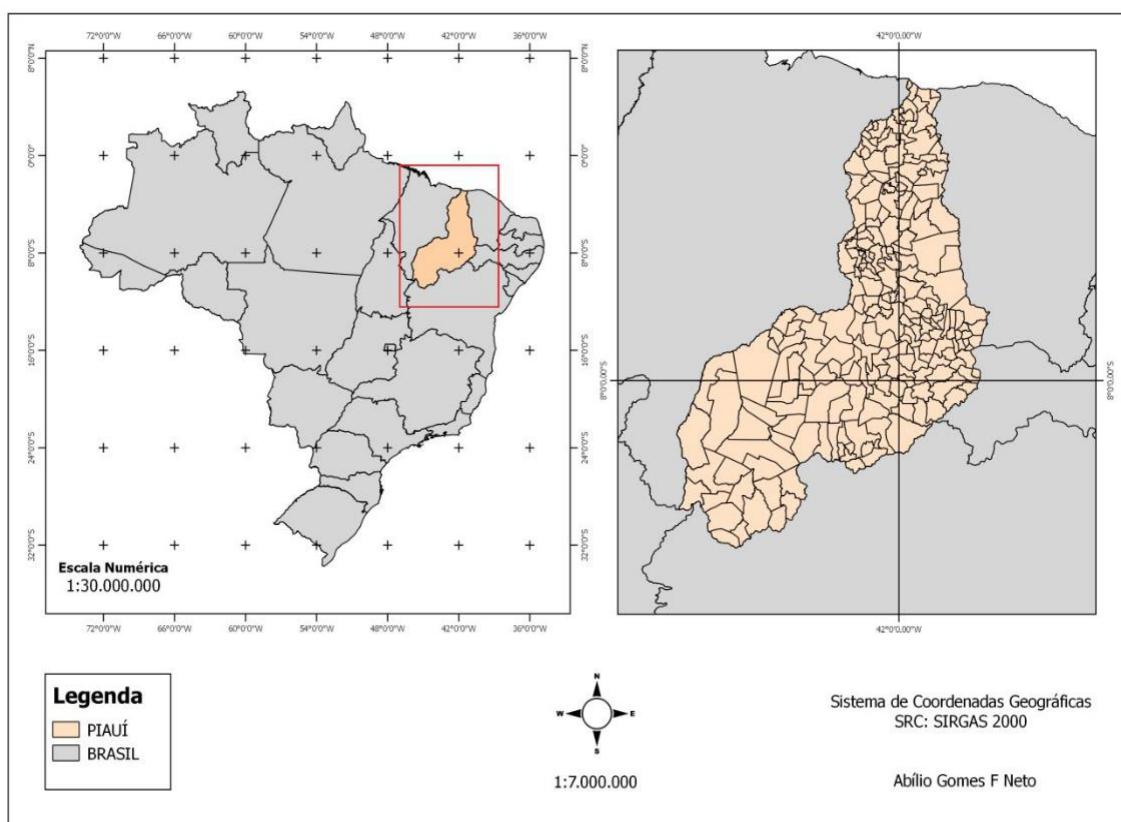
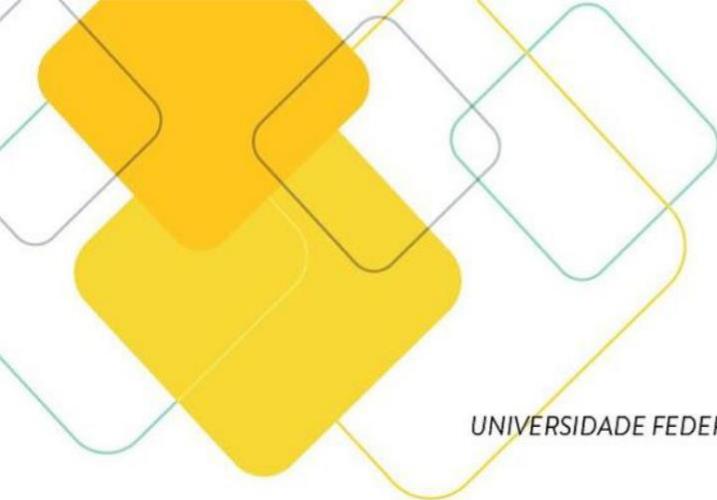


Figura 1 - Mapa de localização do Piauí no Brasil.

2.2. Aquisição e manipulação de dados

Os dados para a confecção do mapa são do ano de 2018, foram obtidos no sítio do INMET, através de solicitação e posterior envio dos dados diários de radiação solar em Kjh/m². Foram disponibilizados dados de radiação solar de 22 estações presentes em municípios do estado. A estação da cidade de Piripiri, não constava nenhum valor, portanto, foi retirada do processamento. Foi feito o cálculo da média anual de todas as estações. Para isso utilizou-se o Excel, que é uma planilha eletrônica da Microsoft.

Para a confecção do mapa de radiação solar foi utilizado o programa QGIS que consiste em um SIG (Sistema de Informação Geográfica). Um SIG é um conjunto de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, ph, custo, incidência de pragas, etc) e das relações topológicas existentes. Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real, (Burrough, 1986).

No QGIS foi criado um arquivo “shapefile” de pontos com as médias anuais obtidas e de acordo com a localização das estações do INMET presentes, por município. E posteriormente foi obtida a interpolação dos pontos. De acordo com Assad e Sano (1998), A interpolação é uma técnica faz uma estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. A interpolação espacial transforma dados pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais comparáveis com outras entidades espaciais contínuas. O raciocínio que está na base da interpolação é que, em média, os valores do atributo tendem a ser similares em locais mais próximos do que em locais mais afastados. Esse conceito também fundamenta a base das relações espaciais entre fenômenos geográficos, utilizando a correlação espacial como meio de diferença dos atributos estimados.

O método de interpolação utilizado foi o IDW que faz um cálculo do peso pelo inverso da distância. Por fim foi criado um mapa representando a distribuição da incidência de radiação solar pelo território do estado do Piauí. Os valores foram convertidos de Kj/m² para Kwh/m², padrão usado pelo INPE no Atlas Brasileiro de Energia Solar. Em seguida foi feita uma classificação automática com a ferramenta “r.reclass”, com o intuito de se estimar quantitativamente áreas do estado em relação a incidência de radiação. Foram utilizados os critérios apresentados na tabela 1. Em seguida foi gerado valores de área por classe com a ferramenta “r.report”.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela I - intervalos de classe para a reclassificação.

CLASSE	INTERVALO	Valor
4,7kWh/M2	0.00 <-> média - desvio padrão	1
5.3Kwh/m2	Média - desvio padrão <-> média + desvio padrão	2
6,5Kwh/m2	Média + desvio padrão <-> 65536	3

3. Resultados e discussões

O geoprocessamento permitiu o tratamento das informações geográficas e a produção do mapa de radiação do estado do Piauí. Por meio de uma das técnicas de geoprocessamento, a interpolação IDW, foi constituído através da geração de peso pelo inverso da distância, o que se traduz como a produção de dados em pontos não existentes através dos dados próximos no espaço geográfico. Esse processo feito através de um SIG amplia as possibilidades de resultados, tendo em vista que o mapa de radiação é uma informação espacial, que em conjunto com informações quantitativas, permite uma melhor interpretação dos dados.

Os níveis de radiação solar existentes, mostram o elevado potencial de produção de energia solar no Estado do Piauí. A figura 1 contém um mapa com a distribuição da radiação pelo estado. Os valores detectados variam de 4,7 a 6,5 Kwh/m2. Os níveis de radiação mais presentes no território são os que se encontram na classe 2, que varia em torno de 5,3 Kwh/m2 e está presente em aproximadamente 75% (192.800,5 km2) da área do estado. As áreas que apresentam níveis em torno de 6,5 Kwh/m2 correspondem às melhores condições de geração



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de energia fotovoltaica do estado, e abrangem aproximadamente 10% (23.216,77 km²) da área. Os 15% (35.612,82 km²) restantes apresentam o menor índice de incidência de radiação, em torno de 4,7 Kwh/m², constituindo ainda um ótimo nível para geração de energia.

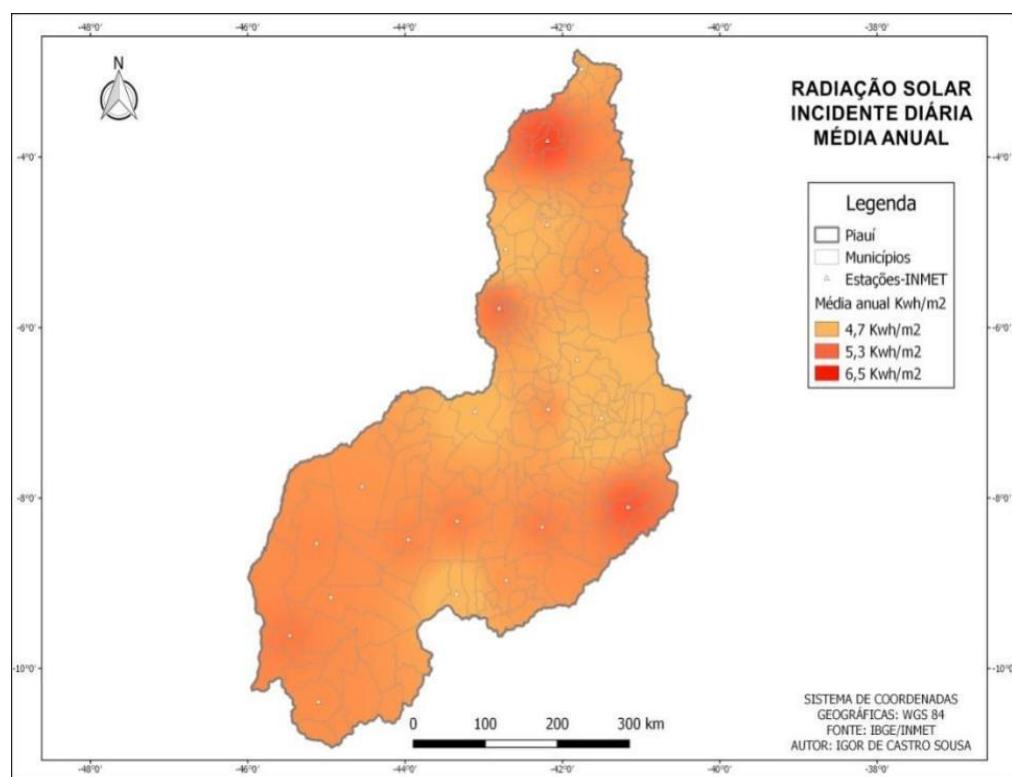


Figura 2 – Mapa de radiação solar incidente no estado do Piauí para o ano de 2018.

A classificação delineou três áreas de incidência de radiação por quilômetro quadrado, figura 2, que correspondem aos intervalos definidos para o estudo. As áreas estão nas cores azul (menor incidência) laranja (média incidência) e azul (maior incidência).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

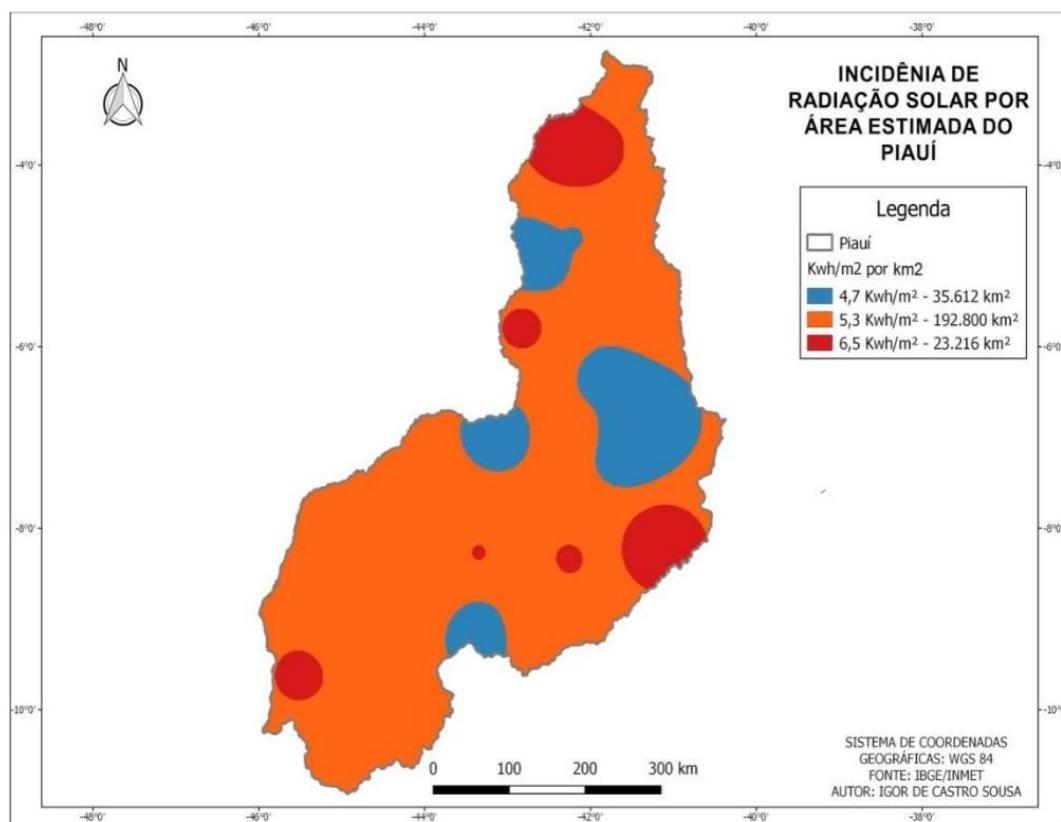


Figura 3 - Incidência de radiação solar por Km2.

Os níveis de radiação solar que foram obtidos através da interpolação IDW, mostram, portanto, que o território piauiense é um importante mercado para a geração de energia solar. Sejam em projetos individuais, residências, empresas, seja para a produção em larga escala através de usinas solares. O geoprocessamento pode ainda auxiliar no desenvolvimento de projetos de maior escala, pois, estes, tendem a exigir um estudo de viabilidade o qual se leva em consideração muitos fatores, como a observação de áreas próximas a redes de distribuição de energia, a proximidade com rodovias para facilitar o acesso, bem como o relevo da região. Essas são informações espaciais que fazem parte do escopo de estudo do geoprocessamento.



GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

4. Considerações finais

Dessa forma é perceptível que a implantação de projetos de geração de energia solar, além de fornecer o apelo à preservação ambiental, também têm reflexos no meio social da região, gerando emprego e renda. O Piauí é um dos estados mais pobres da União, apresentando altos níveis de desemprego e pobreza. Este tipo de negócio pode contribuir muito para a redução das desigualdades e servir de trampolim para o seu desenvolvimento.

Além disso, a energia solar pode ajudar o estado suprir sua necessidade energética que está concentrada na produção hidroelétrica, tendo em vista que este possui uma grande incidência de raios solares.

5. Referências bibliográficas

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de informações geográficas:** aplicações na agricultura. 2. ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CPAC, pp.3-11, 1998.

BEZERRA, F. D. SANTOS, L. S. **Energia solar no Nordeste.** Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste -ETENE. 2016.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford, Clarendon Press, 1986. IBGE. **Cidades.** Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/panorama>>. Acesso em 15.Jan. 2019.

NASCIMENTO. R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e Perspectivas.** Câmara dos Deputados. Brasília, 2017.

PERAZA, D. G. **Estudo de viabilidade da instalação de usinas solares fotovoltaicas no Estado do Rio Grande do Sul.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. 2013.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do departamento de geografia - USP. São Paulo, 2005.