



Research, Society and Development
ISSN: 2525-3409
ISSN: 2525-3409
rsd.articles@gmail.com
Universidade Federal de Itajubá
Brasil

Estudo da Viabilidade da Aplicação da Energia Geotérmica como Fonte Complementar da Matriz Energética do Estado do Mato Grosso

Camargo, Fernando Henrique; Resende Silveira, Thales Henrique; Shitsuka, Ricardo; Duarte Silva, Priscilla Chantal

Estudo da Viabilidade da Aplicação da Energia Geotérmica como Fonte Complementar da Matriz Energética do Estado do Mato Grosso

Research, Society and Development, vol. 8, núm. 1, 2019

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662192044>

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.773>



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

Estudo da Viabilidade da Aplicação da Energia Geotérmica como Fonte Complementar da Matriz Energética do Estado do Mato Grosso


Feasibility Study of the Application of Geothermal Energy as a Complementary Source of the Energy Matrix of the State of Mato Grosso

Estudio de la viabilidad de la aplicación de la energía geotérmica como fuente complementaria de la matriz energética del Estado de Mato Grosso

Fernando Henrique Camargo ernandohc360@gmail.com
Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Thales Henrique Resende Silveira thrs2203@gmail.com
Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Ricardo Shitsuka ricardoshitsuka@unifei.edu.br
Universidade Federal de Itajubá, Brasil

 <http://orcid.org/0000-0003-2630-1541>

Priscilla Chantal Duarte Silva priscillachantal@unifei.edu.br
Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Research, Society and Development, vol. 8, núm. 1, 2019

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Recepção: 14 Novembro 2018

Revised: 17 Novembro 2018

Aprovação: 26 Novembro 2018

Publicado: 02 Dezembro 2018

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.773>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662192044>

Resumo: O mundo precisa de energia para prosseguir no seu desenvolvimento. Uma das fontes mais promissoras é a energia geotérmica que é estável e não depende de condições climáticas. O Brasil tem um potencial para exploração desta energia. O objetivo do presente artigo é apresentar uma análise de viabilidade de implementação da matriz energética do estado do Mato Grosso por meio da implantação de usinas Geotérmicas, evitando bruscas oscilações no fornecimento. Realiza-se uma pesquisa documental de fonte indireta na qual se levanta dados e informações sobre o potencial do emprego desta energia na região Centro Oeste do Brasil. Os dados apontam para a possibilidade de utilização principalmente no Estado do Mato Grosso e esta fonte energética pode a vir se tornar uma reserva estratégica importante para o país.

Palavras-chave: Energias alternativas, Geotermia, Fontes de energia.

Abstract: The world needs energy to continue its development. One of the most promising sources is geothermal energy that is stable and does not depend on weather conditions. Brazil has a potential to exploit this energy. The objective of this article is to present a feasibility analysis of the implementation of the energy matrix of the state of Mato Grosso through the implementation of Geothermal plants, avoiding sudden oscillations in the supply. An indirect source documentary research is carried out in which data and information about the potential of the use of this energy in the Central West region of Brazil is carried out. The data point to the possibility of use mainly in the State of Mato Grosso and this energy source may become an important strategic reserve for the country.

Keywords: Alternative energies, Geothermal, Energy sources.

Resumen: El mundo necesita energía para proseguir en su desarrollo. Una de las fuentes más prometedoras es la energía geotérmica que es estable y no depende de las condiciones climáticas. Brasil tiene un potencial para explotar esta energía. El objetivo del presente artículo es presentar un análisis de viabilidad de implementación de la matriz energética

del estado de Mato Grosso por medio de la implantación de usinas Geotérmicas, evitando bruscas oscilaciones en el suministro. Se realiza una investigación documental de fuente indirecta en la que se levanta datos e informaciones sobre el potencial del empleo de esta energía en la región Centro Oeste de Brasil. Los datos apuntan a la posibilidad de utilización principalmente en el Estado de Mato Grosso y esta fuente energética puede convertirse en una reserva estratégica importante para el país.

Palabras clave: Energías alternativas, energía geotérmica, Fuentes de energía.

1. Introdução

A primeira revolução industrial, deu início a uma nova era social, no qual processos antes realizados somente pelo seres humanos passaram a serem feitos por grandes máquinas movidas a vapor, que utilizam a energia obtida por meio da queima do carvão mineral. Esse foi sem dúvidas o maior acontecimento do século XVIII e a partir dessa revolução a produção das fábricas cresceram de maneira exponencial.

A energia se tornou, então, o principal propulsor que move o sistema econômico e os países consolidados economicamente são os que a dominam. O consumo de energia a partir do século XX aumentou de forma exorbitante e diante desse fato algumas consequências negativas surgiram, principalmente, no que tange ao ecossistema, pois a emissão de poluentes diários principalmente de derivados de carvão mineral ocasionam uma degradação na camada de ozônio que cobre o planeta e conseqüentemente o efeito estufa, fenômeno responsável por manter a Terra aquecida está retendo muito calor e causando grandes mudanças climáticas.

O sistema energético brasileiro passou por graves problemas nos últimos anos devido à falta de chuvas. As usinas hidrelétricas brasileiras, em função da escassez de chuvas dos últimos anos estavam com um nível muito baixo de água nos reservatórios, o que impossibilitou a produção da quantidade de energia elétrica necessária para suprir as necessidades do país e diante da alta demanda, os outros meios de geração de energia começaram a ser utilizadas como a termoelétrica e a nuclear. Porém, esses meios possuem alto valor agregado à sua produção tendo em vista que são utilizados combustíveis fósseis, em sua grande maioria importados, que elevam os preços do produto final sendo repassado integralmente o custo para o consumidor. Além do problema do custo, a energia nuclear é uma alternativa que pode trazer muitos riscos, tanto ao meio ambiente, quanto à população devido ao resíduo tóxico que gera.

O Centro-Oeste brasileiro se situa em uma posição muito propícia considerando a placa tectônica que abriga o continente da América do Sul. Os mapas geotérmicos sinalizam a incidência de reservas de fluido geotermal favoráveis à exploração. Os estímulos para aproximar a produção em um panorama comercial de larga escala, embate nas ameaças referentes ao acesso das fontes e extração. Entretanto, como consequência da exploração, as áreas de menor fluxo térmico apresentam risco sísmico associado a fraturas da crosta.

Tendo em vista a premência de se produzir energia elétrica livre de poluentes em quantidades cada vez mais elevadas, foi concebida uma nova

forma de usufruir o calor oriundo do interior da terra. Analogamente com outras formas de geração de energia renovável, o calor geotérmico tem vantagem por não ser intermitente, visto que possui disponibilidade independente de estações climáticas. Essa característica intrínseca faz a energia geotérmica ser uma escolha atraente para o fornecimento de energia agregado ao sistema elétrico nacional, que tem em sua matriz o fornecimento proveniente de hidrelétricas.

Em virtude da evolução da tecnologia proveniente da extração do petróleo em águas profundas e do Pré-Sal, o Brasil agregou diversos avanços tecnológicos e otimização em perfuração de poços. As perfurações conseguem atingir a profundidade de 7.000 metros abrangendo os campos geotérmicos mais profundos. O custo de uma sonda de perfuração é um dos tópicos relevantes ao se considerar a construção das usinas elétricas geotérmicas, já que altas temperaturas, materiais com rigidez elevada e ações corrosivas, requerem componentes específicos.

Segundo Calheiros et al (2009, p.1) a geografia do estado do Mato Grosso apresenta grandes áreas aplainadas e é constituída por mais de 50% de seu território coberto pela vegetação da Floresta Amazônica, Cerrado e transições com o Pantanal dificultando implantação de hidrelétricas. Também possui uma rica quantidade de águas superficiais provenientes do Pantanal, que é a maior área alagável natural do planeta. Sua extensão territorial está localizada sobre o Aquífero Guarani. Esses fatores que propiciam a implantação das usinas geotérmicas de forma a complementar a matriz energética do estado compensando as bruscas oscilações no fornecimento e na confiabilidade do sistema.

No presente estudo busca-se analisar a viabilidade da implementação da matriz energética do estado do Mato Grosso por meio da implantação de usinas Geotérmicas, evitando bruscas oscilações no fornecimento. A implantação de campos de energia geotérmica se deve pelo fato de que essa fonte energética não é variável. O que torna a energia geotérmica, diferente das outras fontes renováveis, pois sua potência pode ser fixada, porque como não depende fatores climáticos, sua produção não será comprometida por eventos desse cunho. Então com o projeto implementado será possível determinar o quanto de energia esse campo pode fornecer a matriz sem alterações ao longo dos períodos do ano e com isso pode-se ter uma segurança a respeito de suspensão de energia, por fatores externos.

2. O consumo energético no planeta

As economias dos países crescem de acordo com o consumo energético. Países que são mais desenvolvidos nesse quesito tem grandes economias e influências nos grandes mercados globais como destaca Tolmasquim (2007, p.1) as economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas. Por isso é evidente a busca por meios energéticos mais eficientes que supram a uma demanda cada vez maior podendo se confirmar por Glassley (2010, p.6) que em um de

seus estudos afirma que a demanda por energia em pode crescerá de exponencialmente até 2050.

O aumento do consumo energético tem um grave alarmante que vem sendo discutido ano após ano pelos governantes das nações que procuram uma forma de produzir energia sem degradar o meio ambiente. Os principais geradores de energia utilizados na presente momento são grandes emissores de poluente como o carvão mineral que libera no ambiente dióxido de carbono, monóxido de carbono e enxofre que são os principais poluentes que degradam a camada de ozônio e contribuem para o efeito estufa.

Além do carvão mineral, outra fonte utilizada é o enriquecimento de urânio que já causou grandes catástrofes ambientais como em Chernobyl na Ucrânia em 1986 e recentemente em Fukushima no Japão, em 2011. Diante desses fatos uma busca por meios que sejam eficazes e que degradem menos o meio ambiente é uma preocupação dos governantes como expressa Castro (2007, p.1) Por um lado, a necessidade de assegurar a diversidade e segurança no fornecimento de energia e, por outro lado, a obrigação de proteger o ambiente, cuja degradação é acentuada pelo uso de combustíveis fósseis, motivaram o renovado interesse pelas renováveis.

As fontes de energias renováveis estão sendo introduzidas para complementar a matriz energética tanto pelo fato de que as não renováveis podem entrar em escassez, quanto principalmente pela grande emissão de poluentes que são liberados no ambiente. O uso de fontes renováveis, entram no mercado não somente com uma solução sustentável para um problema ambiental, mais também como uma solução para uma escassez futura e então se busca por meio do seu uso a priori complementar a matriz energética já existente e diminuir o consumo de fontes não renováveis como resume muito bem Lee (2008) durante as últimas décadas, grande quantidade de recursos naturais da terra tem sido ilimitadamente consumido, e nosso ambiente de vida tem sido severamente destruído e poluído, sendo assim as fontes renováveis são uma solução notável para esses dois impasses.

No núcleo da Terra há várias substâncias químicas como ferro, enxofre, silício e oxigênio que são as mais abundantes. Em grandes profundidades a temperatura da Terra tem um alto valor, isso se comprova pela existência de vulcões, gêiseres, fontes termais, e mesmo em lugares que como a Nova Zelândia que fica em uma região polar e em todo o seu território é possível se observar a presença desses elementos naturais, como afirma Tester (2006, p.9) que refere-se à energia geotérmica como a energia provinda das rochas que estão em contato com as substâncias no núcleo terrestre.

3. O uso da energia geotérmica

A energia geotérmica foi desenvolvida a partir de estudos relacionados com as altas temperaturas no núcleo terrestre. Essa energia inicialmente era estudada apenas em lugares como é o caso da Nova Zelândia: por causa de que o magma da terra fica em uma distância menor em relação ao solo mais depois de alguns anos esse paradigma foi quebrado, muito

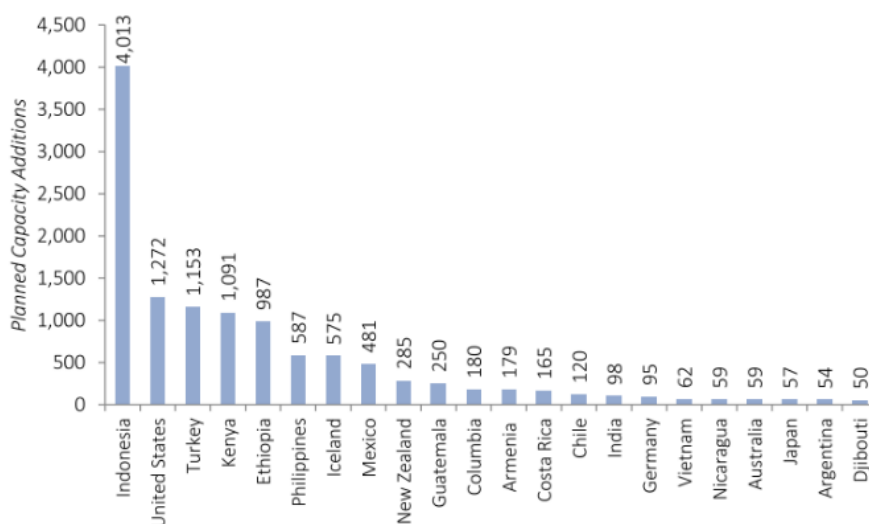
em função também do avanço da tecnologia que possibilitou a criação do GPS, perfuratrizes, e brocas maiores e resistentes a altas temperaturas e com isso é possível se obter essa tecnologia em outros lugares como resume Tabak (2009) apontando as novas tecnologias como um triunfo para poder se obter energia geotérmica em qualquer lugar e em grande escala podendo substituir alguma outra fonte futuramente.

Anjos (2018) estuda a utilização da energia geotérmica considerando 11 regiões promissoras e aplicações do uso em um ciclo de refrigeração por absorção e em um pré-aquecimento de um ciclo Rankine e também considera ser interessante a avaliação do potencial de geração de eletricidade utilizando o ciclo binário e, do potencial do uso direto dos recursos e este estudo ajuda a estruturar o emprego de energia geotérmica no mundo.

No modo mais simples, considera-se que um conjunto de geração geotérmica é constituído por três elementos: a fonte de calor, reservatório isolado e o líquido. Dentre estes, a fonte de calor deve ser natural. O líquido é inserido nos poços através do sistema de bombas. Em conformidade com Tester et al. (2006, p.7) o conceito de sistemas geotérmicos melhorados é aplicado no conjunto para convertê-lo em um sistema de alta capacidade. As tecnologias que são mais usuais nesta aplicação são: o espectro de maiores profundezas com sistemas e equipamentos especiais. A aplicação de água como líquido principal no reservatório com calor, rompimento do leito rochoso, e o conjunto termomecânico da usina de geração para conversão em energia elétrica.

Na Geração de energia elétrica são utilizados componentes básicos de um sistema que opera com vapor de líquido, ou sistemas binários, em conformidade com especificação do sistema geotérmico. Os geradores padrões de vapor, necessita de um sistema líquido/Vapor como no mínimo 150°C. Os sistemas binários promovem o benefício de recursos de entalpia escassa, ou, o emprego de um líquido secundário com ebulição abaixo ao da água (Ibidem).

A energia geotérmica é bastante utilizada no mundo e a tecnologia não é uma novidade. Segundo o Portal Energia (2017) em 2015, a indústria geotérmica gerou para a rede elétrica 313 MW de capacidade instalada e esse valor foi até mesmo inferior ao que foi gerado em anos anteriores. A Figura 1 apresenta as capacidades atualizadas no final de 2015 para os diversos países.



Potência de energia geotérmica em desenvolvimento por País (Megawatts)

Figura 1 –
Capacidades de potência geotérmica por país.

Fonte: Portal Energia (2017).

Observa-se pelo gráfico que a Indonésia é um país que tem investido neste tipo de energia e que vários países têm feito investimentos porém o Brasil nem aparece na estatística uma vez que a produção é muito pequena em nosso território verde-amarelo. Existe ainda a previsão, Ibidem, de que o mercado mundial, dessa energia, alcance uma produção de 18,4 GW em 2021.

Dentre os países que utilizam a energia geotérmica, segundo Temmuz (2018) a produção da Turquia continua aumentando sua produção e recentemente aumentou em 35% a geração desta modalidade energética. Este país continua liderando o mundo na quantidade de produção deste tipo de energia.

Verifica-se que existe uma tendência de crescimento no setor e torna-se interessante que o Brasil não fique de fora, uma vez que existem condições no país e apesar ser de uma energia relativamente cara devido aos investimentos em instalações, ao longo do tempo, pode se mostrar estratégica uma vez que a fonte de calor está sempre disponível.

4. Metodologia

O presente artigo trata-se de uma pesquisa documental de fonte indireta. Como consideram Ludke e André (2013) os documentos são os materiais escritos que são usados como fonte de informação. Faz-se uso do método teórico conceitual.

Para Berto (1999) esse método consiste em análises bibliográficas e discussões conceituais acerca de um determinado tema abordado e sendo assim o trabalho teve como foco discorrer sobre uma problemática a partir da utilização de referências teóricas já publicadas e com a análise dessas bibliografia apontar um resultado sendo favorável ou não o desenvolvimento do projeto proposto.

O estudo foi realizado de maneira teórica somente analisando os seguintes itens:

- a demanda, pois para se construir uma usina dessa magnitude deve-se ter a necessidade da sua produção,
- a fonte hídrica, porque a água é que vai desempenhar o papel de girar as pás das turbinas então esse recurso de maneira alguma pode faltar, e a disponibilidade calorífica do local que demonstra se é possível se obter energia ou não.

5. Resultados, discussão e considerações finais

O presente artigo contribui com o saber sobre a possibilidade de geração de energia na região Centro Oeste brasileira por meio do uso de fontes de energia alternativa.

O emprego de energias geotérmicas tem grandes possibilidades de se tornar uma grande fonte de exploração apesar dos altos investimentos em instalações. As usinas geotérmicas trazem a segurança de na produção constante de energia uma vez que seu funcionamento não depende com fatores climáticos e com isso pode se prever o quanto de energia se obterá a longo prazo, levando a uma situação confortável, pois não ocorrerão falhas na distribuição a não ser por fatores externos.

A Figura 2 ilustra os recursos disponíveis por meio do mapa geotermal recuperável publicado no Atlas 2010 do IBGE, também apresentado por Arboit et al. (2013).

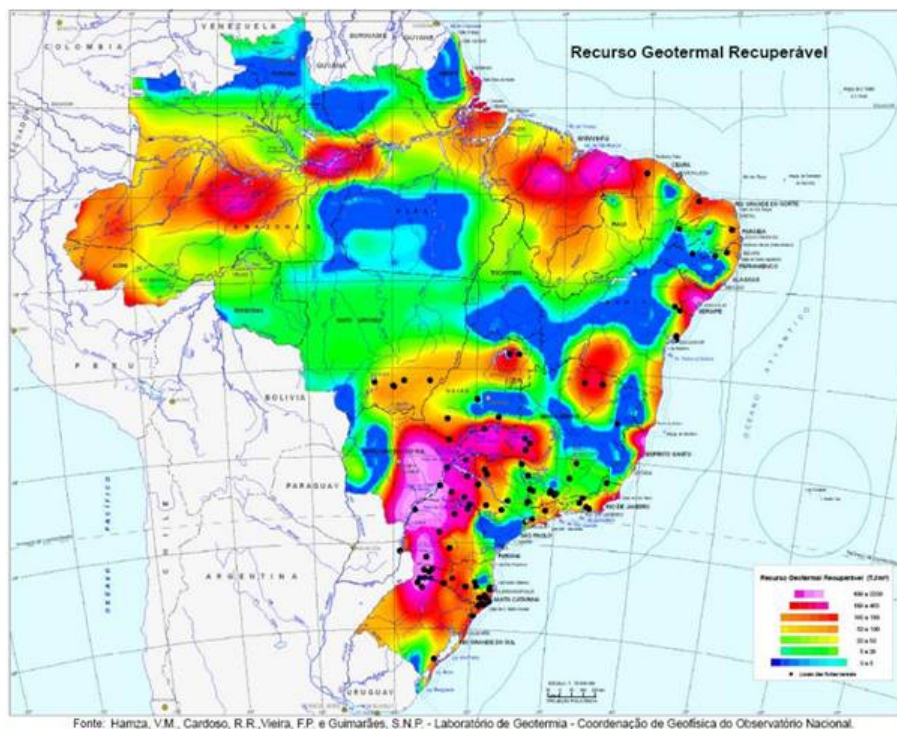


Figura 2 -
Mapa de Recurso Geotermal Recuperável.

Por meio das imagens pode-se ter uma ideia dos recursos geotermiais presentes nas diversas regiões do país e aqueles com potencial de utilização nas regiões em foco neste estudo.

Os recursos hídricos disponíveis no centro oeste do país fornecem uma gama de possibilidades para implantação de usinas de geração. O Mato Grosso do Sul conta com o Aquífero do Guarani que é um reservatório subterrâneo de água que possui grandes proporções de acordo com Melo (2015) o Mato Grosso possui (213,200 km²) contemplados com o aquífero do Guarani, que é um reservatório natural de água que pode ser utilizado para a usina e além de fornecer a principal ferramenta para o projeto ainda gera uma economia pois essa água já encontra-se em um reservatório construído pela natureza evitando assim gastos com a construção de um mega reservatório.

A implantação de usinas e perfuração do solo em local incorreto podem provocar consequências catastróficas ao meio ambiente, como: redução do nível do lençol freático e contaminação do solo e fontes hídricas da região. Sendo assim, avaliação do local se faz necessária como método de elaboração de análise de prevenção e conservação do ecossistema. A escolha pelo local foi principalmente baseada nesses aspectos, pois tem que se fazer uma análise de um ecossistema que será afetado pela usina, então o estado selecionado encaixa-se no projeto, pois como seu relevo é tem um relevo menos acidentado como de alguns outros estados facilitam a perfuração e implantação do sistema que levará a água até o local de alta temperatura.

Considera-se que a através da verificação da viabilidade de complementar a matriz energética do estado do Mato Grosso com energia geotérmica, será possível suprir a demanda de fornecimento de energia elétrica do estado proveniente de usinas hidrelétricas, pois este sistema energético quando estiver funcionando com máxima potência não sofrerá queda de produção pois fatores que afetam as outras fontes como falta de chuva para usina hidrelétrica, o excesso de raios solares para usinas fotovoltaicas, a falta de ventos para eólica, não afetará o sistema proposto pois o calor da Terra é constante e o aproveitando as bacias hidrográficas abundantes os campos geotérmicos implantados da região trará uma confiabilidade no fornecimento de energia.

O ciclo de obtenção de energia devolve ao sistema praticamente toda a água que foi usado, devido a ela evaporar e depois voltar ao estado líquido novamente como explica muito bem Dickson (2004, p.10) em seu manual quando conceitua o processo como sendo um ciclo contínuo em que há sim a necessidade de haver um reservatório que no caso do que foi proposto nesse estudo que seria utilizado um natural que é a reserva do Aquífero do Guarani, mais que o reservatório seria uma parte desse processo em que a água entraria em um duto e quando entrasse em contato com as rochas quentes subiria por outro duto e giraria as turbinas e ao resfriar-se essa água cairia no solo descendo até ao lençol freático e voltando ao ciclo novamente .

A obtenção de energia contribuirá de forma notável para o abastecimento da da região quando estiver em pleno funcionamento.

A usina geotérmica tem grandes possibilidades de atender a grandes demandas, pois pode ser aumentada a produção de acordo com a demanda, somente dando mais vazão ao fluido no duto e assim elevando a produção principalmente nos períodos de seca em que as hidrelétricas são muito castigadas ou de menos incidência de sol em que as fotovoltaicas produzem menos e assim fazendo com que todo um sistema esteja sempre em equilíbrio como afirma Gupta(2006) em que refere-se a energia geotérmica como sendo uma grande alternativa para resolver o problema energético no século 21.

Um arranjo de materiais, preferencialmente utilizados para perfuração de rochas rígidas, é especificado como, sistema de perfuração, pois constituem uma combinação de uma ferramenta defletora perfurante e um eixo mecânico ajustado conforme o controle da trajetória da sonda no poço.

Segundo Amaro et al (2012) para que alcance o ápice do desempenho, o sistema deve possuir uma integração elevada no acoplamento de componentes, de forma que, não aconteça dissipação de energia mecânica, transferindo toda potência para broca. Para um arranjo torna-se interessante contemplar a tecnologia capaz de mitigar a ação da vibração produzida durante o processo, que contribuem desfavoravelmente ao intensificar a fadiga do mecanismo, também, reduz a vida útil dos equipamentos induzindo o surgimento de falhas precoces. Essa escolha permite que a rocha seja perfurada evitando quebra do sistema, que é o maior insumo nas perfurações de poços profundos.

O aquífero do Guarani é um reservatório natural de água que se caso fosse implantada a usina poderia com certeza seria utilizado uma vez que se estende por uma grande faixa do estado com isso no sistema não ocorreria a falta desse fluido e como a água que passa pelo sistema pode ser inserida novamente esse ciclo contribui para o ambiente. De acordo com essa análise pode-se comprovar que o local escolhido oferece as condições ideais para implementar essa usina.

O reservatório natural de água do aquífero Guarani que se caso fosse implantada a usina poderia com certeza seria utilizado uma vez que se estende por uma grande faixa do estado por completa e com isso tiraria uma parcela significativa de energia que vai das hidrelétricas para essa região pois a usina geotérmica poderia ser usada também para abastecer os outros estados como o Goiás, Tocantins e também o Mato Grosso do Sul.

Diante da definição do local para se implantar o projeto, outros fatores de suma importância também foram considerados. A região escolhida para implantação da usina foi a Centro Oeste pelo fato de que nessa área não se observa a existências de grandes hidrelétricas principalmente pelo fato de que o relevo da região não propicia a implementação delas, pois os estados que constituem essa região fazem parte de uma planície.

Levando-se em conta o exposto nos argumentos anteriores, considera-se que a região Centro Oeste seria um local bom para perfurações. Também como não se trata de uma região com muito ferro no solo, como é o caso de Minas Gerais, se evitaria a quebra das brocas que são utilizadas

para perfurar o solo e então seria muito mais rápido perfurar esse local e o gasto com a perfuração seria muito menor do que em outras regiões.

Sugere-se para estudos futuros que se realizem levantamentos “in loco” considerando aspectos qualitativos e quantitativos e também estudos sobre a possibilidade de redução dos custos de instalação para este tipo de energia de modo a possibilitar a sua popularização.

Referências

- AMARO, R. et al., **Perfuração em Rochas Duras: das Tecnologias Convencionais Até o Potencial Uso do Laser**. In: IBP 1285_12. Rio Oil & Gas Expo and Conference. Rio de Janeiro, 20 de setembro, 2012. Disponível em: <http://die.ufps.edu.co/images/revistas/IBP1285_121.pdf>; Acesso em : 26 nov. 2018.
- ANJOS, Henrique Vilela Pinto dos. **Estimativa do potencial mundial e brasileiro do aproveitamento da energia geotérmica para geração de eletricidade e uso direto**. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024896.pdf>>; Acesso em: 25 nov. 2018.
- ARBOIT, Nathana Karina Swarovsky et al. Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil – uma revisão de literatura. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 26, p.155-168. 2013.
- BERTO, Rosa Maria Villares; NAKANO, Davi Noboru. A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Prod.**, São Paulo, v.9, n.2, p.65-75, 1999. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65131999000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2018. <https://doi.org/10.1590/S0103-65131999000200005>
- CALHEIROS, D.F.; ARNDT, E., RODRIGUEZ, O.E.; Silva, M.C.A. 2009. **Influências de usinas hidrelétricas no funcionamento hidro-ecológico do Pantanal MatoGrossense - recomendações**. Dados eletrônicos (Relatório Embrapa). Corumbá: Embrapa Pantanal.
- CASTRO, Rui M. G. **Energias renováveis e produção Descentralizada: introdução à energia eólica**. Publicado no Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa em 2003. Disponível em:<http://ead2.ctgas.com.br/a_rquivos/Pos_Tecnico/Especializacao_Energia_Eolica/Medicao_Anemometrica/Material%20de%20Consulta/Livros/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Energia%20E%C3%B3lica.pdf>. Acesso em: 08 nov.2018.
- DICKSON, Mary H.; FANELLI, Mario. **Geothermal Energy: Utilization and Technology** Pisa, Italy, v.1 2004. Disponível em: <http://users.metu.edu.tr/mahmut/pete450/Dickson.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- GLASSLEY, William E. **Geothermal energy: renewable energy and the environment**. CRC Press, 2014. Disponível em:<<http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=C87BB74CAEC2D3CB55471F7295404CAC>>.Acesso em: 03 nov.2018.
- GUPTA, Harsh K.; ROY, Sukanta. **Geothermal energy: an alternative resource for the 21st century**. Elsevier. v.1. 2006.

- Disponível em: <<http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=2A02DD9C612D0CF317A0A244A9C6B67D>>. Acesso em: 29 out. 2018.
- IBGE. Atlas nacional do Brasil Milton Santos / IBGE, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- LEE, Dong-Jing; WANG, Li. Small-signal stability analysis of an autonomous hybrid renewable energy power generation/energy storage system part I: Time-domain simulations. **IEEE Transactions on Energy Conversion**, v. 23, n. 1, p. 311-320, 2008. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4453988>>; Acesso em: 07 nov. 2018.
- MELO, Davi de Carvalho Diniz; WENDLAND, Edson; GUANABARA, Rafael Chaves. Estimate of Groundwater Recharge Based on Water Balance in The Unsaturated Soil Zone. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1336-1343, 2015. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000501336&lng=en&nrm=iso>. access on Oct. 30, 2018. <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140740>
- PORTAL ENERGIA. **Mercado global da indústria geotérmica**. Publicado no Portal Energia – Energias Renováveis em 02 de março de 2017. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/mercado-global-da-industria-geotermica/>>; Acesso em: 10 nov.2018.
- TESTER, C. J. W. et al. **The Future of Geothermal Energy** – Impacts of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century. Massachusetts Institute of Technology, 2006. Disponível em: <geothermal.inel.gov>. Acesso em : 26 nov. 2018.
- TEMMUZ. **Aumento de 35% na produção de eletricidade a partir de energia geotérmica**: A produção de eletricidade a partir de energia geotérmica, aumentou 35% na Turquia nos primeiros 4 meses deste ano. Publicado no website Temmuz em 29 de maio de 2018. Disponível em: <<http://www.trt.net.tr/portuguese/economia/2018/05/29/aumento-de-35-na-producao-de-eletricidade-a-partir-de-energia-geotermica-980939>>; Acesso em: 20 nov. 2018.
- TOBAK . Jhon. **Solar and Geothermal Energy**. Facts On File. v.1 2009. Disponível em: <<http://dl3.libgen.io/get.php?md5=2CFEF1BE02C6C4BF9F7C36DE0330A995&key=JA1B1H19Q5TXUWAJ>>. Acesso em: 30 out.2018
- TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estudos-CEBRAP*, n. 79, p. 47-69, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 26 nov. 2018.