

ENERGIA GEOTÉRMICA: UMA FONTE RENOVÁVEL NO AUXÍLIO DA CLIMATIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Édipo Sabião Sanches(*), Ítalo Sabião Sanches, Christian Souza Barboza, Agleison Ramos Omido

* Universidade Federal da Grande Dourados (ediposabiao@hotmail.com)

RESUMO

A produção de energia, a nível mundial, é oriunda majoritariamente pela queima do carvão, petróleo e gás natural, ou seja, por fontes não renováveis, que além de poluir o meio ambiente por meio do dióxido de carbono (CO₂) lançado à atmosfera, tem prazo determinado para se extinguir. Como a população cresce em ritmo acelerado, observa-se um aumento no consumo dessas fontes não renováveis, provocando uma grande preocupação mundial. Assim, promover uma variabilidade no uso das fontes renováveis de energia se torna essencial no combate à redução de problemas como a emissão de gases poluentes na atmosfera. Nesse contexto, o presente trabalho surge com objetivo de contribuir na divulgação e ampliação dos estudos de uma fonte limpa e renovável de energia: A Energia Geotérmica Superficial. Esse recurso está relacionado ao fato de que, a poucos metros de profundidade, a crosta terrestre se encontra em um regime térmico estacionário, o que faz do solo uma importante fonte de troca de calor. As análises de temperatura do subsolo foram realizadas até a profundidade de 6 metros, ambiente em que o subsolo apresenta uma temperatura constante e muito próxima da média registrada na região. As aferições de temperaturas ocorreram por meio dos sensores de temperatura DS18B20 nas seguintes profundidades: 0.0m, 2.0m, 4.0m e 6m. Os resultados mostraram que para os níveis mais profundos o solo se apresenta mais estável termicamente, uma vez que, o sensor referente à temperatura ambiente oscilou 19,25°C, enquanto que o sensor instalado a 6 metros de profundidade oscilou apenas 0,13°C. Portanto, a Energia Geotérmica se apresenta como uma alternativa bastante promissora, tendo em vista sua potencialidade de renovação, podendo assim ser utilizada na climatização de ambientes, proporcionando conforto térmico ao ser humano.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Geotérmica, Fonte Renovável de Energia, Conforto Térmico.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional que acontece a nível mundial tem se tornado uma preocupação alarmante, uma vez que a demanda pelo consumo energético se eleva concomitantemente, porém em um ritmo muito mais acelerado, refletindo no uso excessivo de fontes não renováveis de energia.

A produção de energia, a nível mundial, é oriunda majoritariamente pela queima do carvão, petróleo e gás natural, ou seja, por fontes não renováveis, que além de poluir o meio ambiente por meio do dióxido de carbono (CO₂) lançado à atmosfera, tem prazo determinado para se extinguir (OMIDO, 2017).

As emissões de gases poluentes à atmosfera, principalmente o gás carbônico, tem provocado mudanças climáticas irreversíveis na sociedade, com destaque para: períodos de secas prolongadas ou chuvas torrenciais e elevação do nível do mar (CGEE, 2018). A redução no índice pluviométrico compromete o funcionamento adequado das hidrelétricas (MCTIC, 2018). Tais fatores enfatizam a necessidade da utilização de meios alternativos de produção de energia limpa, visando contribuir para descarbonização de todo o sistema.

Fontes limpas de energia se tornam cada vez mais almeçadas na climatização dos edifícios, uma vez que o maior consumo de energia de uma edificação se encontra no aquecimento e arrefecimento de ambientes (CRUZ, 2013). Nesse cenário a Energia Geotérmica Superficial se apresenta como uma alternativa promissora, sendo uma importante aliada na descarbonização e consequentemente redução do consumo de energia elétrica, porém segundo Omido *et al* (2019) a falta de informação da população e os baixos índices de pesquisas no ramo são fatores que ainda relegam a geotermia a segundo plano no Brasil.

ENERGIA GEOTÉRMICA

Energia Geotérmica é a energia armazenada abaixo da superfície da terra na forma de calor, proveniente da radiação solar incidente na crosta terrestre e das altas temperaturas existente no núcleo da Terra (FERREIRA, 2013). Ela ainda se apresenta disponível em todas as estações do ano independente das modificações climáticas (VOSGUERITCHIAN, 2006). Dessa forma, a Energia Geotérmica é uma fonte de energia limpa e disponível para uso, o que nos permite considerá-la essencial para combater o consumo de combustível fósseis e reduzir o gás carbônico lançado para a atmosfera (RABELO, 2002).

A Energia Geotérmica Superficial está relacionada ao fato de que, a poucos metros de profundidade, a crosta terrestre se encontra em um regime térmico estacionário, o que faz do solo uma importante fonte de troca de calor (RIO, 2011). Nesse sentido, para pequenas profundidades, a temperatura do solo é considerado estável, o que o torna um dissipador de calor no verão e uma fonte de calor no inverno, uma vez que no inverno a temperatura do solo encontrar-se-á maior do que a do ambiente externo, enquanto que no verão a temperatura do solo encontrar-se-á menor do que a do ambiente externo (WEBB, 2012).

A temperatura do solo a uma profundidade de aproximadamente 6 metros apresenta-se constante e próxima da média anual característica da região em que se encontra, apresentando variações pequenas durante todo o ano, independente das estações. Adentrando os 6 metros, o comportamento da temperatura se eleva de 2° a 3° Celsius a cada 100 metros (RIO, 2011).

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo contribuir na divulgação e ampliação dos estudos de uma fonte limpa e renovável de energia: A Energia Geotérmica Superficial. A busca por novas fontes renováveis se faz necessária uma vez que, a nível mundial, o conforto térmico dentro de uma edificação, seja para aquecimento ou arrefecimento, advém principalmente de recursos não renováveis, com destaque para os combustíveis fósseis. Sendo assim, existir uma variedade das fontes renováveis é fundamental para reduzir a dependência por fontes não renováveis, e consequentemente promover uma redução na emissão de gases poluentes à atmosfera.

METODOLOGIA

No presente trabalho as análises de temperatura do subsolo foram realizadas até a profundidade de 6 metros, ambiente em que a crosta terrestre apresenta-se um regime térmico estacionário, ou seja, uma temperatura constante e muito próxima da média registrada na região. Dessa maneira, as aferições de temperaturas ocorreram nas seguintes profundidades: 0.0m, 2.0m, 4.0m e 6m.

Para o desenvolvimento do projeto determinou-se que as aferições das temperaturas nas diferentes profundidades seriam efetuadas pelo sensor de temperatura DS18B20 (Figura 1), uma vez que o mesmo pode ser implantado em solos diversificados, como saturados ou submersos, pelo fato de serem à prova d'água.

O sensor modelo DS18B20 apresenta três fios de cobre isolados e envolvidos por um único cabeamento de plástico com 1 metro de comprimento, tendo como finalidades a transmissão de dados, a alimentação elétrica e o terra (neutro). Cada sensor possui um serial number, ou seja, um endereço físico que permite o reconhecimento pelo microcontrolador, neste caso o ATmega 2560. Essa característica possibilita inserir vários sensores em um mesmo barramento, utilizando apenas uma porta do microcontrolador, e assim obter a leitura individualmente.



Figura 1 - Sensor de Temperatura DS18B20.
Fonte: Própria.

No presente projeto, a coleta e armazenamento dessas temperaturas se deu com a utilização do Arduino, uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única. O modelo utilizado foi o arduino Mega 2560 R3 (Figura 2), o qual possui 54 portas digitais (entrada/saída) além de 16 portas analógicas devido a presença do microcontrolador Atmega 2560 16-AU, o que viabilizou o desenvolvimento do trabalho.

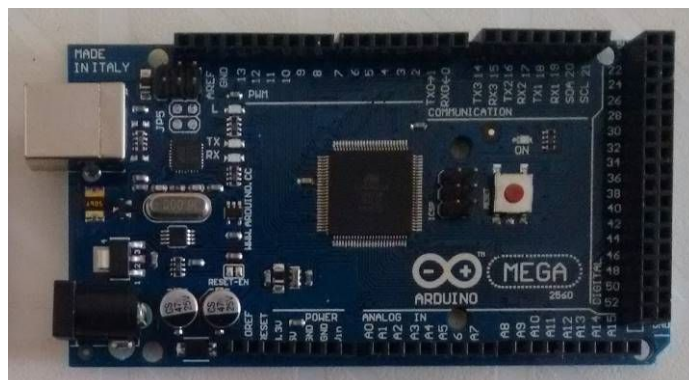


Figura 2 - Arduino Mega 2560 R3.
Fonte: Própria.

Com o intuito de registrar a temperatura e umidade do ambiente onde a placa de arduino seria instalada, foi utilizado o sensor DHT22, o qual permite aferir temperaturas entre -40°C e 80°C , e umidade entre 0 e 100%. Além disso mais dois módulos foram necessários, um RTC DS1307, visando obter a hora e a data de cada leitura dos sensores DS18B20 e um Micro SD Card para armazenar todas informações de forma segura em formato de arquivo tipo texto. Todos os módulos são conectados à placa protoboard de 830 furos (Figura 3), sendo as conexões entre arduino e a protoboard realizada com jumpers macho-macho.

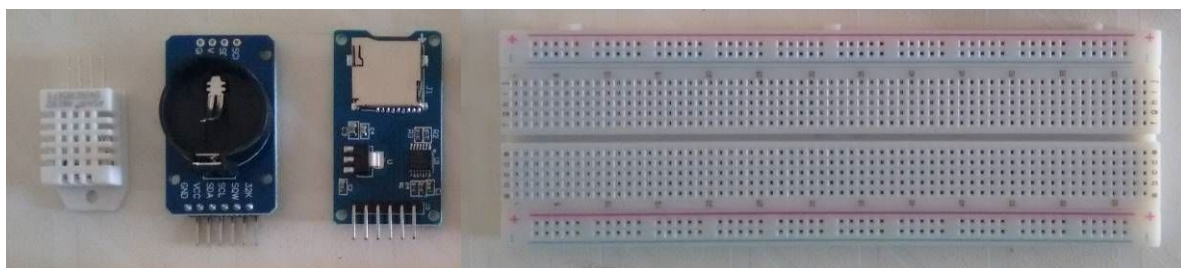


Figura 3 - Módulos DHT22, RTC DS1307, Micro SD Card e Placa Board, respectivamente.
Fonte: Própria.

Inicialmente, para implantação dos sensores no subsolo, foi necessário realizar a preparação das ponteiras (Figura 4). Nessa etapa utilizou-se aproximadamente 20 centímetros de tubo de pvc, caps e luvas, todos de $3/4''$, além de silicone para vedação do sistema. O Sensor DS18B20 foi acoplado ao cap através de uma abertura feita no mesmo, com diâmetro suficiente para garantir sua fixação.



Figura 4 - Preparação das ponteiras. (a) Abertura nos caps para inserção dos sensores e (b) Ponteiras prontas com 20 centímetros de PVC.
Fonte: Própria.

Assim, uma vez que os sensores possuíam apenas 1 metro de comprimento, foi necessário conectá-los, por meio de uma emenda de prolongamento, a um Cabo de Transmissão de Dados CAT E6, de acordo com suas respectivas profundidades (Figura 5-a). Na sequência, com as ponteiras preparadas e os cabos de ethernet conectados ao cabeamento dos sensores, realizou-se a conexão das ponteiras aos tubos de pvc 3/4" nos comprimentos estipulados pelo projeto (2m, 4m e 6m), apresentado na figura 5-b.

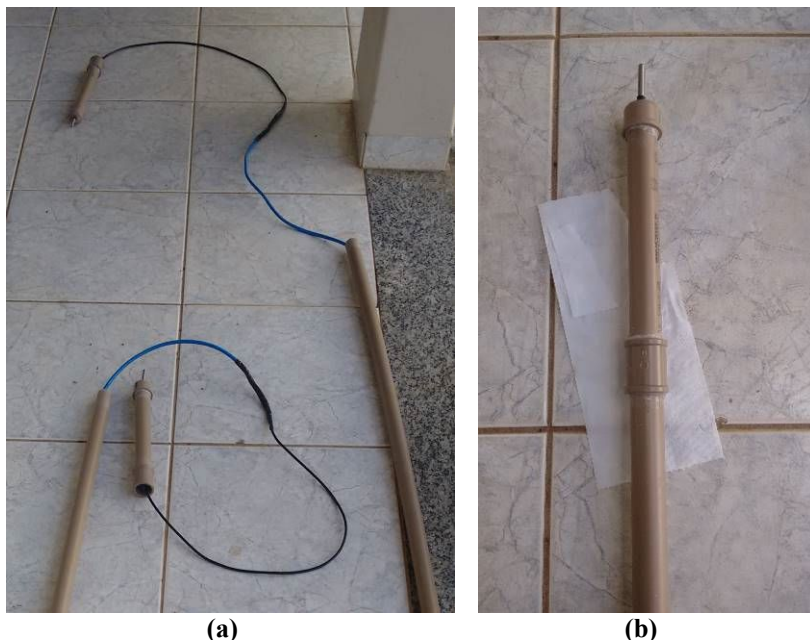


Figura 5 - Preparação do cabeamento e tubulação (a) Conexão do cabo CAT E6 ao cabo do sensor, (b) União das ponteiras aos comprimentos de tubos desejados (2.0m, 4.0m e 6.0m respectivamente).

Fonte: Própria.

Em seguida, para perfuração do solo até às profundidades requisitadas, necessitou-se de um trado manual de 3/4" (Figura 6-a). Inicialmente foi aberto uma cavidade com 20 cm de diâmetro e 30 cm de profundidade para que dessa forma os furos fossem melhor alocados em sua base (Figura 6-b).

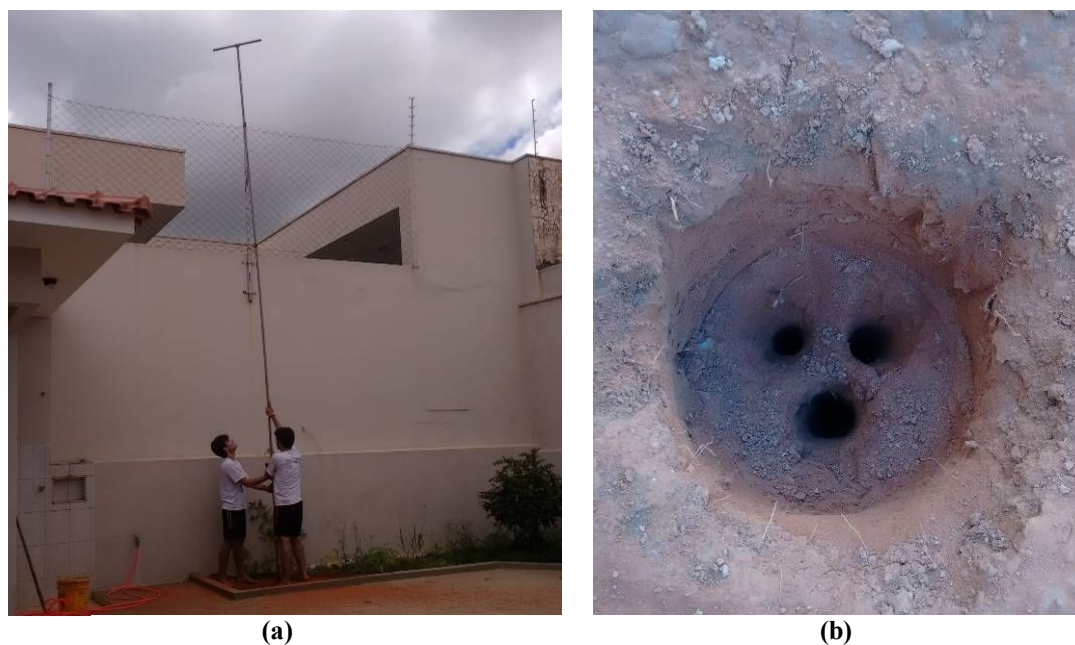


Figura 6 - Preparação dos furos. (a) Trado manual de 3/4", (b) Abertura da cavidade e dos furos.

Fonte: Própria.

O sistema foi implantado no subsolo de Dracena-SP e permanece aferindo a temperatura do subsolo de cinco em cinco minutos (Figura 7).

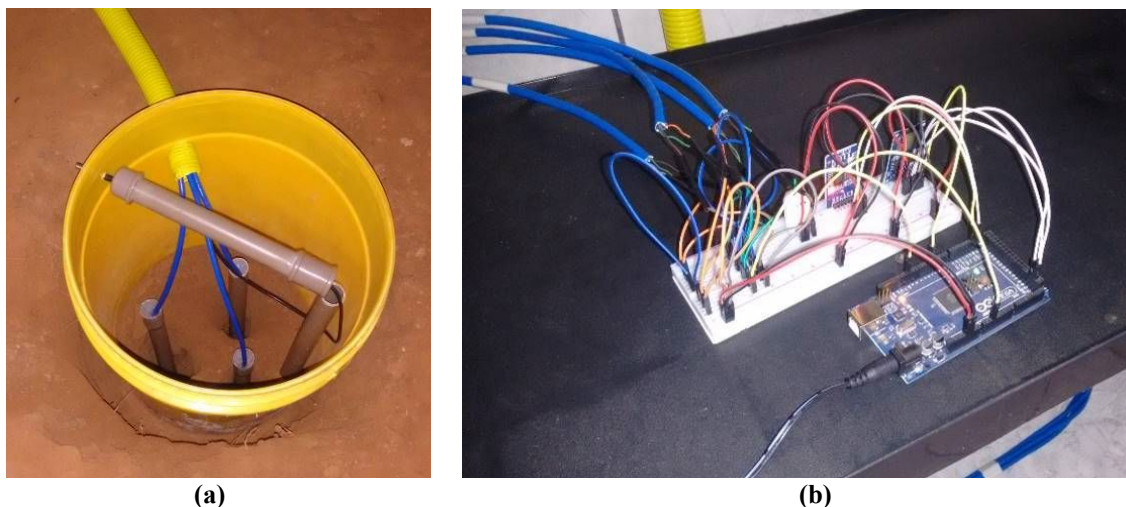


Figura 7 - Sistema implantado. (a) Sensores alocados no subsolo e (b) Armazenamento das temperaturas em Micro SD.
Fonte: Própria.

RESULTADOS

Após a instalação de todo o sistema de coleta e armazenamento de temperatura foi possível realizar as primeiras leituras a respeito do comportamento térmico do solo à medida que aumentamos sua profundidade. Em um período de 20 dias, durante a Estação de Outono, pode-se notar as diferenças de temperaturas para as respectivas profundidades, assim como as pequenas variações sofridas pelas mesmas no decorrer dos dias (Figura 8).

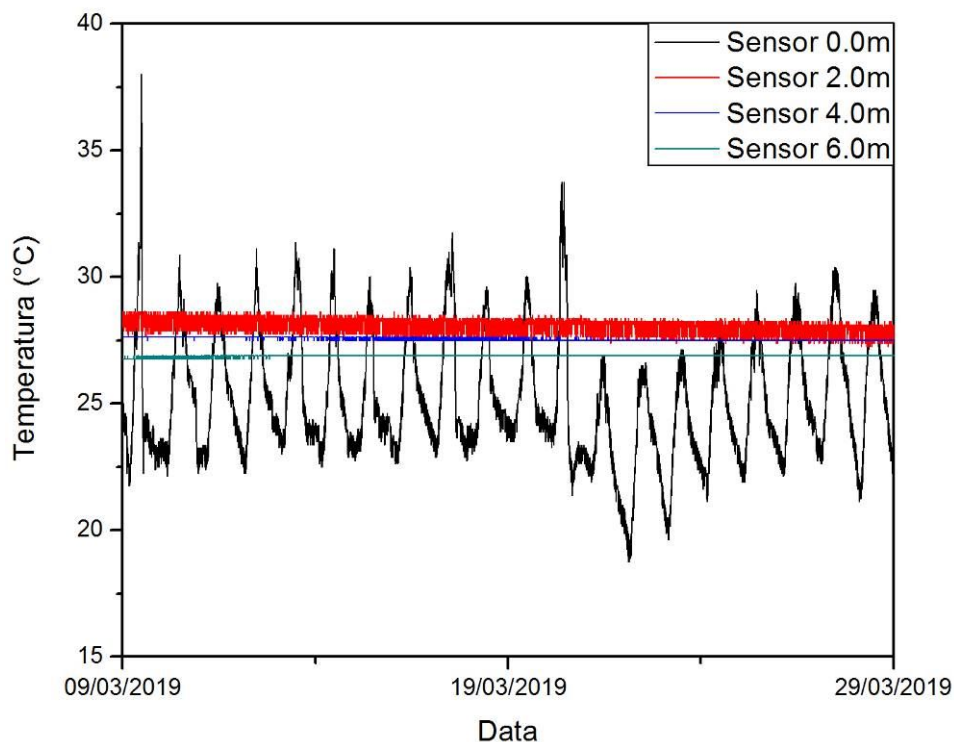


Figura 8 - Temperaturas coletadas no período de 20 dias.
Fonte: Própria.

Os dados analisados e trabalhados no software gráfico Origin comprovaram a estabilidade das temperaturas no subsolo a baixas profundidades e ligeiramente acima da temperatura média anual da região de Dracena-SP, que é de 22.1°C, mostrando ser o subsolo grande fonte de armazenamento de energia.

Dentre o período analisado foi possível obter as temperaturas médias de cada sensor, bem com suas amplitudes térmicas. Na tabela 1 podemos observar tais detalhes.

Tabela 1. Temperaturas máximas e mínimas apresentadas pelos sensores.

Fonte: Própria.

		Temperatura (°C)			
		Máxima	Mínima	Amplitude Térmica	Média
Temperatura Ambiente	Sensor 0.0 m	38.00	18.75	19.25	24.63
	Sensor 2.0 m	28.63	27.25	1.38	28.13
Temperatura no Solo	Sensor 4.0 m	27.63	27.50	0.13	27.50
	Sensor 6.0 m	26.88	26.75	0.13	26.88

Pelas análises das temperaturas obtidas é possível notar que em níveis mais profundos o solo apresenta maior estabilidade e conseqüentemente menores amplitudes térmicas. Enquanto o sensor referente à temperatura ambiente oscilou 19,25°C no intervalo de tempo analisado, o sensor a 6 metros de profundidade apresentou uma amplitude de 0,13°C. Estes dados evidenciam a importância de se investir na utilização do calor armazenado no subsolo para climatização das edificações, uma vez que sua estabilidade geraria menor consumo de energia elétrica.

Outro fato a se destacar é que o sensor DS18B20 apresenta sensibilidade, informada pelo fabricante, de $\pm 0,5$ °C, o que significa que a amplitude anotada às profundidades de 4.0 e 6.0 metros encontram-se abaixo desse limite, reforçando a natureza estável das temperaturas aferidas.

CONCLUSÃO

A Energia Geotérmica apresenta-se como uma alternativa bastante promissora, tendo em vista sua potencialidade de renovação e sua alta estabilidade, podendo assim proporcionar níveis de conforto térmico aceitáveis ao ser humano dentro de sua edificação.

Essa energia é considerada limpa e renovável, uma vez que se encontra disponível durante todo o ano e se renova constantemente por meio da radiação solar e do calor do interior da terra. Dessa forma a Energia Geotérmica deve ser difundida e utilizada a fim de reduzir o consumo energético mundial, o qual tem sido causador de grande preocupação referente às fontes não renováveis.

O consumo exagerado de fontes não renováveis evidencia que a curto prazo as mesmas estarão se esgotando. Assim, medidas sustentáveis que auxiliem e favoreçam o desenvolvimento das gerações contemporâneas sem comprometer as futuras gerações devem e precisam ser implementadas urgentemente.

Sua divulgação é essencial para que cada vez mais seja crescente os estudos e o interesse de pesquisadores no assunto, existindo dessa forma uma possibilidade em ampliar as opções de recursos renováveis utilizado pelo país, e assim reduzir a dependência pelos recursos não renováveis. Nesse intuito, o presente trabalho realizado no Estado de São Paulo, assim como os já realizados no Estado de Mato Grosso do Sul, se preocupam em contribuir para o avanço das pesquisas no ramo da geotermia no sentido de utilizar a Energia Geotérmica no auxílio da climatização das Edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CRUZ, Ricardo Jorge Lucas Vaz (2013). Utilização da energia térmica do solo para climatização de edifícios. 2013. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal.
2. FERREIRA, Francisco Faria. Energias renováveis e novas tecnologias: sustentabilidade energética nos museus. Tese (Doutorado em Museologia) - Universidade Lusófona da Humanidade e Tecnologias, Lisboa, 2013.
3. MINISTÉRIO da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Clima. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), 2018.
4. MINISTÉRIO da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias e Biocombustíveis: 2018 – 2022. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), 2018.
5. OMIDO, Agleison Ramos; BARBOZA, Christian Souza; JÚNIOR, Orlando Moreira (2017). Energia Geotérmica: Uma Aliada Na Busca Da Eficiência Energética. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – CONGEA. Campo Grande, MS. Anais (on-line). Disponível em <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/X-005.pdf>

6. OMIDO, Agleison Ramos; BARBOZA, Christian Souza; SANCHES, Édipo Sabião; SANCHES, Ítalo Sabião (2019). Uso da Energia Geotérmica na Construção Civil: Um Panorama da Sua Aplicação em Edificações Brasileiras. In: III Encuentro Latinoamericano y Europeo de Edificaciones y Comunidades Sostenibles - EURO ELECS. Santa Fé - Paraná, Argentina.
7. RABELO, Jorge L; DE OLIVEIRA, Jefferson N.; DE REZENDE, Rosemiro J.; WENDLAND, Edson. Aproveitamento da Energia Geotérmica do Sistema Aquífero Guarani – Estudo de Caso. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Revista Águas Subterrâneas, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22057>. Acesso em: 03 jul. 2019.
8. RIO, José Pedro Teixeira Espinheira (2010/2011). Geotermia e implicações nas tecnologias da construção: estudo de casos. Dissertação de Mestrado - Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.
9. VOSGUERITCHIAN, Andrea Bazarian. A abordagem dos sistemas de avaliação de sustentabilidade da arquitetura nos quesitos ambientais de energia, materiais e água, e suas associações às inovações tecnológicas. 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - FAUUSP. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
10. WEBB, Peter Bourne; FREITAS, Tereza M. Bodas. Considerações geotécnicas no dimensionamento e exploração de fundações com aproveitamento geotérmico. In: XIII Congresso Nacional de Geotecnia, 2012, Portugal, Lisboa. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303340243_Consideracoes_geotecnicas_no_dimensionamento_e_exploracao_de_fundacoes_com_aproveitamento_geotermico_The_geotechnics_of_ground_source_energy_systems. Acessado em: 03 jul. 2019.