

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO SUBSOLO DA CIDADE DE NAVIRAÍ – MS PARA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA GEOTÉRMICA SUPERFICIAL

Alexandre Fonseca de Lima¹; Agleison Ramos Omido².

Alexandrelima911@hotmail.com¹; Agleisonomido@ufgd.edu.br².

RESUMO – O acelerado crescimento populacional, associado aos avanços tecnológicos, acarretaram uma demanda crescente na energia consumida no planeta. Na outra ponta da cadeia, a produção de energia a partir de fontes não renováveis e poluentes precisa ser reduzida. Para balancear esta equação é necessário otimizar o consumo e aumentar a produção da energia utilizando-se fontes renováveis. Neste contexto, este trabalho avaliou o potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para sua utilização no auxílio à climatização de ambientes com o uso da energia geotérmica superficial. Os estudos demonstraram a estabilidade da temperatura do subsolo à medida em que aumenta a profundidade da camada analisada. Os dados obtidos apontaram que no período estudado a temperatura da superfície apresentou uma amplitude térmica de 38.75 °C, nas profundidades de 2.0m, 4.0m e 6.0m, as amplitudes foram 3.87 °C, 2.38 °C e 1.5 °C. Essa estabilidade credencia o subsolo como potencial fonte de calor para utilização no aquecimento e arrefecimento dos ambientes construídos.

Palavras-chave: Geotermia Superficial. Avaliação do Subsolo. Climatização dos edifícios.

ABSTRACT – The rapid population growth, associated with technological advances, bring about a growing demand for energy consumed on the planet. At the other side of the spectrum, energy production from non-renewable sources and pollutants needs to be reduced. Balancing this equation requires optimizing the energy consumption and increase its production using renewable sources. In this context, this paper explored the potential of the undersoil of the city of Naviraí-MS for its use on the climatization of environments, making use of surface geothermal energy. Studies have shown a temperature stability as the depth of the analyzed layer increases. The selected data showed that during the studied period the surface temperature presented a thermal amplitude of 38.75 °C, at depths of 2.0m, 4.0m and 6.0m, as the amplitudes were 3.87 °C, 2.38 °C and 1.5 °C. This undersoil stability accredit as a potential source of heat for use in heating and cooling built environments.

Word-Key: Geothermal surface. Underground evaluation. Building air conditioning.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço) e Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos (NOAA) a temperatura média do planeta teve uma alta de 0,91°C a 0,96°C na Terra entre 2009 e 2018 (DANTAS, 2019).

A Empresa de Pesquisa Energética publicou um balanço energético Nacional que mostra um aumento significativo (30%) do consumo total de energia no Brasil nos últimos dez anos, em 2004 eram consumidos 215.498 tep (toneladas equivalentes de petróleo) em 2013 esse consumo subiu para 282.560 tep. Para acompanhar esse ritmo de crescimento torna-se necessário a inovação ou aprimoramento dos recursos energéticos. Assim sendo, todos os países devem aprimorar suas matrizes energéticas de forma compatível com os recursos acessíveis (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Assim, inúmeras são as razões para o incentivo às fontes renováveis de energia. Estas fontes tem sido cada vez mais o foco de pesquisas pelo mundo, motivadas pelas preocupações com a escassez dos combustíveis fósseis ou preocupações com os ecossistemas e as mudanças climáticas, como o aquecimento global (AZEVEDO, 2013).

O Brasil por ter uma abundância em recursos hídricos disponíveis investiu historicamente na geração hidrelétrica. Os impactos ambientais e custos de produção das hidrelétricas apresentam efeitos inferiores quando comparadas às termoeletricas a carvão, que são bastante utilizadas em países da Ásia. A fonte de energia hidrelétrica causa danos ao meio ambiente como: alagamento de grandes áreas produtivas e geração de muitos gases, como o metano devido composição de várias matérias orgânicas (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

A dependência brasileira das hidrelétricas como principal fonte de energia elétrica vem sofrendo ameaças devido aos fatores climáticos, como a forte estiagem registrada no Sudeste nos últimos anos. Com a estiagem os reservatórios de muitas hidrelétricas atingiram níveis críticos e causaram um grande aumento tarifário, que tem como principal objetivo diminuir o consumo de energia por meio de sobretaxas ao custo do Kwh do consumidor, este aumento no preço é motivado pelo custo devido ao acionamento de centrais térmicas, responsáveis por ajudar no suprimento de energia (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Dentre as energias alternativas renováveis mais conhecidas encontram-se a energia eólica, energia solar, energia hidrelétrica, energia geotérmica e a biomassa. As fontes dessas energias são praticamente inesgotáveis, essas energias se tornam viáveis e vantajosas quando comparadas as fontes não renováveis de energia. Desenvolver e

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial aprimorar essas tecnologias poderá beneficiar toda a sociedade, melhorando a qualidade de vida das pessoas e diminuindo os impactos ambientais no globo (NASCIMENTO; ALVES, 2016).

Apesar de fontes alternativas de energia estarem em pauta em projetos de edificações, com intuito de diminuir o consumo de energia elétrica. Os sistemas mais estudados são relacionados à energia solar para produção de energia elétrica ou o aproveitamento das forças do vento por meio de turbinas eólicas. Uma fonte pouco pesquisada ainda no Brasil é a energia proveniente da transferência de calor com o solo ou água, chamada de energia geotérmica (BOTTI, 2016).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Black (2011) o IPCC (Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas), órgão da ONU para as mudanças climáticas, divulgou em 2011 um estudo onde indica que até metade do século 21 cerca de 80% da energia consumida no mundo, poderá ser provida por fontes de energias renováveis.

A energia geotérmica, que pode ser definida como a energia térmica oriunda do interior da Terra, tem se mostrado como uma das fontes de energias renováveis que vão ajudar a diminuir o uso de fontes de energias não-renováveis (ARBOIT, et al. 2013).

A caracterização térmica de solos é fundamental para várias aplicações e em diferentes ambientes e situações, notadamente em obras de rodovias, *pipeline*, cabos enterrados, residências, estruturas e infraestruturas, usinas entre outras. Pesquisar as propriedades térmicas dos solos refletem positivamente nas áreas de geologia, meteorologia e agronomia (LOPES, 2014).

De acordo com Gomes (2010) estudos iniciais referentes aos recursos geotermiais no Brasil começaram a ser pesquisados em 1981. Mais recentemente, estudos regionais têm abordado o aproveitamento e avaliado os recursos geotermiais brasileiros. Estes estudos indicam que o Brasil tem regiões com alto potencial para produção e utilização da geotermia.

Estes recursos geotermiais podem ser classificados como: (i) Muito baixa entalpia – temperaturas abaixo de 30 °C (ii) Baixa entalpia – com temperaturas de 30 a 150°C (uso direto para produção de energia), onde a água presente no solo, quente, é empregada como fonte de calor; (iii) Alta entalpia – com temperaturas na faixa de 150 a 300°C (uso indireto para produção de energia), sendo o vapor retirado do líquido, que é aproveitado

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial para mover turbinas de geração de energia elétrica; (iv) Sistemas de rochas secas e quentes (*Hot Dry Rock* – HDR) – com temperaturas entre 50 e 300°C, (ARBOIT, et al. 2013).

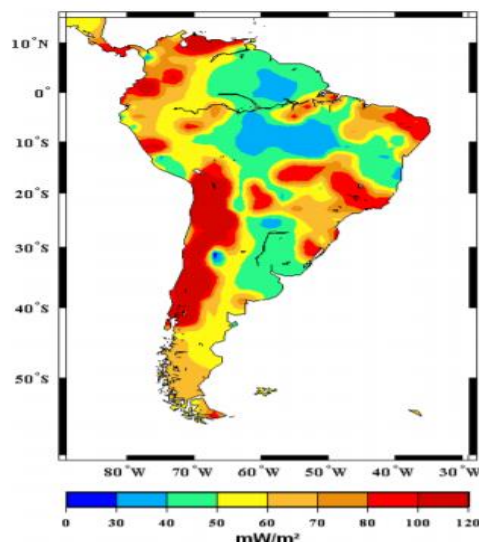
Segundo Lopes (2014) a exploração convencional de energia geotérmica de alta entalpia teve suas primeiras aplicações em 1904 na Itália. Utilizando o calor de zonas profundas da crosta terrestre para geração de energia elétrica.

Utilização da energia geotérmica para fins indiretos ($T > 150^{\circ}\text{C}$), é praticável através das usinas geotérmicas convencionais, onde a profundidade das perfurações alcança os reservatórios que contém o vapor d'água. Logo em seguida são instalados tubos que levam esse vapor até à central geotérmica, sendo direcionado sob alta pressão e velocidade para as turbinas, transformando a energia mecânica em energia elétrica, através de um gerador (CAMPOS, et al. 2017).

Basicamente são usados três sistemas nas usinas geotérmicas para geração de energia elétrica. A escolha de qual sistema utilizar está condicionado à natureza da fonte geotérmica disponível. O primeiro sistema é conhecido como *Dry Steam* (DS), é utilizado quando a fonte geotérmica produz diretamente o calor, possuindo sempre temperaturas elevadas. O segundo sistema é o *Single Flash* (1F) esse sistema é instalado quando os recursos geotérmicos tem presença de água com temperaturas muito alta ou uma combinação de vapor com água quente. Os geradores são alimentados pela propulsão que o vapor separado do restante do fluido causa. Quando o processo de separação é realizado duplamente dá-se a esse método o nome de *Double Flash* (2F). O binário (B) é o terceiro método, ao contrário dos outros, pode funcionar com fontes geotérmicas com temperaturas médias e baixas (RABELO, et al. 2002).

Para Cardoso, Hamza e Alfaro (2010) o Brasil tem cerca 25 localidades consideradas de baixa entalpia, e uma considerada com energia de alta entalpia. Esses recursos geotérmicos estão estimados em cerca de 250 MWt (Mega Watt termal). O fluxo de calor da América do Sul (Figura 1), mostra que os maiores valores (80-100 mW/m²) se encontram nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Figura 1 - Mapa de fluxo de calor geotérmico para a América do Sul.



Fonte: (CARDOSO, HAMZA E ALFARO, 2010).

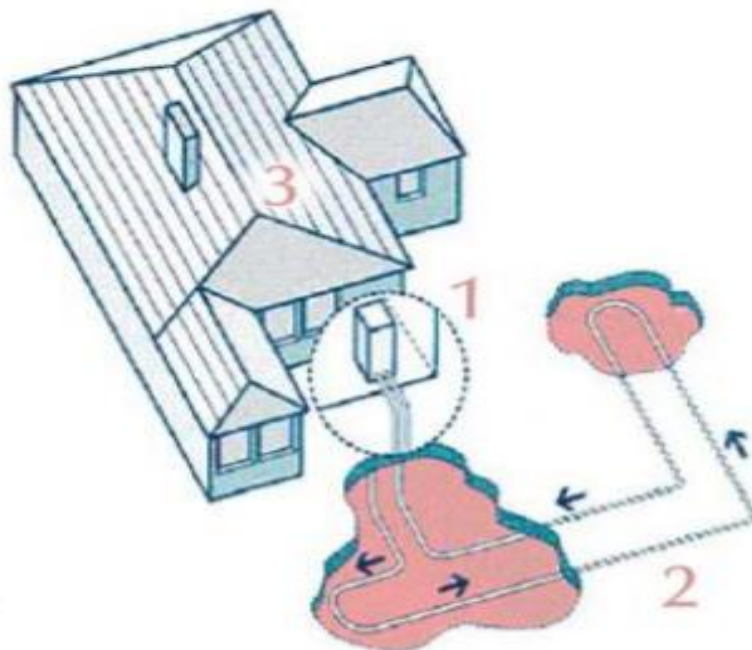
No que se refere aos usos diretos ($T < 150^{\circ}\text{C}$), estudos de aproveitamento de energia geotérmica no mundo, destacam-se algumas categorias que pode ser eficiente se bem aplicada, como: aquecimento e arrefecimento de ambientes, bombas de calor geotérmicas, usos industriais, banho e refrigeração, natação, derretimento de neve e aquecimento de estufas, entre outras aplicabilidade (ARBOIT, et al. 2013).

A temática do uso de determinada temperatura para produção de energia, fez com que mais recentemente o uso dos recursos geotérmicos de baixa entalpia tenham cada vez mais visibilidade. Utilizando bombas de calor *Ground Source Heat Pumps (GSHP)* a climatização e arrefecimento de habitações uni e multifamiliares, escritórios e infraestruturas subterrâneas estão cada vez mais ganhando espaço na sociedade (LOPES, 2014).

As GSHP são equipamentos que captam e transferem as temperaturas existentes a poucos metros no subsolo para a superfície. Esses sistemas são utilizados para o aquecimento de água e das edificações. Nas estações mais frias do ano, esses sistemas recuperam o calor através dos tubos subterrâneos que estão armazenados na subsuperfície, enquanto nas estações mais quentes do ano o processo é o inverso, sendo o calor transferido e dissipado no subsolo, arejando as habitações (ARBOIT, et al. 2013).

Ainda segundo Arboit (2013) ilustra na figura 2, o sistema (GSHP) é composto por três componentes principais, sendo: (1) bomba de calor, (2) uma conexão com o solo e (3) um sistema interior de aquecimento ou resfriamento.

Figura 2 - Três principais componentes de um sistema GSHP.



Fonte: (ARBOIT ET AL. 2013).

A utilização da energia geotérmica de baixa entalpia na maioria dos casos é usada na climatização de edifícios e residências, reduzindo o consumo de energia elétrica dos sistemas de aquecimento e arrefecimento, estes, representam cerca de 25% do consumo em edifícios e residências (OMIDO, 2017).

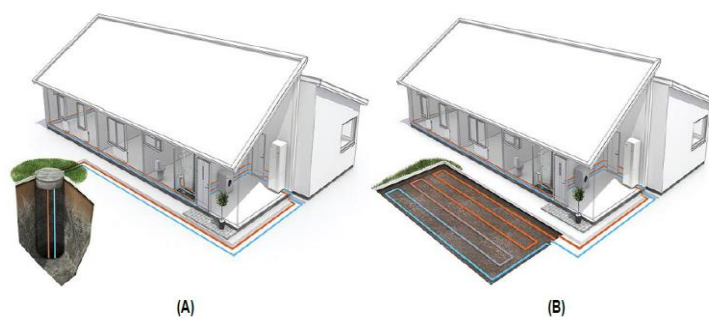
A principal vantagem do bombeamento do calor é a pequena quantidade de eletricidade que é utilizada, quando comparada à necessária para transformar energia elétrica em calor utilizando fornalhas e aquecedores elétricos, além disso também deve-se considerar a grande redução nas emissões de gás carbônico (ARBOIT et al. 2013).

Krecké e Silva (2009) afirmam que no Brasil após de dois metros de profundidade no solo, a temperatura varia aproximadamente entre 14°C e 18°C seja no inverno ou no verão. Ao levar a temperatura do solo para as superfícies externas dos edifícios se cria uma proteção térmica ajudando a arejar e climatizar o ambiente interno das mesmas, assim, o consumo de energia necessário para aquecer ou refrigerar o edifício é reduzido.

O conjunto de sistemas que é responsável pela captura da energia térmica do solo, é chamado de *Ground Heat Exchanger* (GHE) (permutador de calor). Este sistema possui os tubos que circulam os fluidos de energia, bem como o material que preenche o espaço anelar dos furos no solo. Essas tubulações são na grande maioria fabricadas em polietileno e seus diâmetros externos ficam entre 25mm e 54mm para temperaturas menores que 30°C. Um evaporador, um condensador e um compressor são integrados a GHE. Existe ainda o circuito secundário que fica no interior do edifício, por ele o calor é adicionado ou retirado, geralmente compostos por pisos ou tetos radiantes e radiadores (LOPES, 2014).

Os *Ground Heat Exchanger* (GHE) apresentam diferentes configurações a respeito das suas instalações no solo. Estes podem ser inseridos em furos verticais (*Borehole Heat Exchanger – BHE*) ou valas, sendo sistemas de extração vertical (figura 3 (a)) ou extração horizontal (figura 3 (b)). Os sistemas de extração horizontal possuem maior facilidade de instalação que os verticais, precisando, porém, de maiores áreas para instalação. A implementação de configurações em série ou paralelo aumenta a flexibilidade e rentabilidade dos sistemas. (LOPES, 2014).

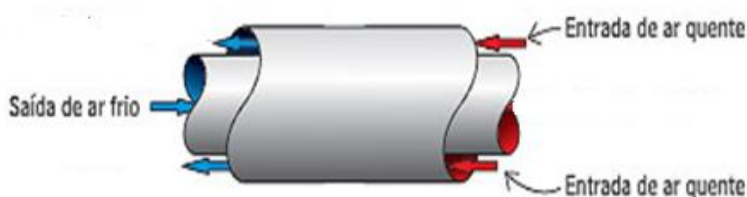
Figura 3 – Imagem de GHE de diferentes sistemas de instalações: Vertical (A) e Sistema Horizontal (B).



Fonte: (LOPES, 2014).

Krecké e Silva (2009) afirmam que devido a exigência cada vez maior em ter uma climatização rápida e eficiente é introduzido um elemento na agilização da troca de ar circulante. Este elemento é composto por dois tubos coaxiais de aço inoxidável, um dentro do outro. Na região externa circula o ar que entra na edificação enquanto na região interna do tubo circula o ar expelido (Figura 4). Assim, a energia do solo do tubo exterior é absorvida pelo ar que entra, resultando numa eficiência energética adicional, através desse esquema é possível recuperar até 98% da energia que se seria perdida.

Figura 4 – Dispositivo coaxial de aço inoxidável.

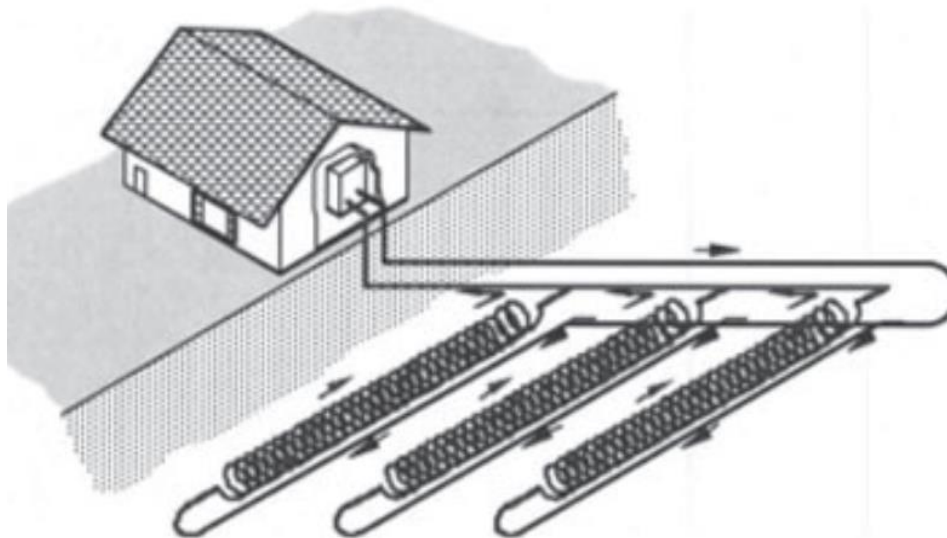


Fonte: (KRECKÉ E SILVA, 2009).

Enquanto o dimensionamento do sistema vertical é um processo complexo que exige várias profundidades, formações e propriedades geológicas que influenciam no seu desempenho térmico, nos sistemas horizontais não é preciso grandes profundidades. A configuração típica consiste em uma série de arranjos e tubos paralelos dispostos em valas ou trincheiras cavadas entre 0,91 m e 2,0 metros, diminuindo o custo da instalação. Para

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial reduzir a área a ser escavada é possível utilizar o tipo “*slinky*”, ou seja, enrolar a tubulação para aumentar o comprimento total conforme a figura 5 (BOTTI, 2016).

Figura 5 – Sistemas de troca de calor horizontal tipo Slinky.



Fonte: (BOTTI, 2016).

Ainda segundo Botti (2016), na figura 6 são utilizados poços de água e bombas convencionais para alimentar a bomba de calor que também podem ser usados diretamente no resfriamento ou aquecimento de algum ponto da edificação. Este sistema depende da qualidade química da água, da proteção contra corrosão da bomba de calor, do conhecimento do solo, dos ensaios de qualidade da água e da escolha correta de materiais das tubulações e bombas.

Figura 6 – Bomba de calor geotérmica vertical acoplada a uma bomba de calor com solo/água.



Fonte: (BOTTI, 2016).

Para qualquer tipo de instalação é necessário muito cuidado na aplicação, uma vez que vários fatores devem ser considerados, como: a composição do solo, a temperatura do solo e da superfície em todas as estações do ano, presença de água, entre outras. Por

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial causa das condições climáticas do Brasil a utilização da geotermia seria, principalmente, para a climatização dos edifícios (BOTTI, 2016).

3 METODOLOGIA

O objetivo principal foi fazer a leitura da temperatura do solo em diferentes profundidades, inicialmente preparei todos os equipamentos e fiz as perfurações de 2,0m, 4,0m e 6,0m no solo, para só então fazer a inserção das ponteiros e a ativação do sistema de leitura térmica em cada profundidade.

Para a leitura das temperaturas foi utilizado uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via IDE Arduino (*Integrated Development Environment*, ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) (Figura 7), utilizando uma linguagem baseada em C/C++. Ou seja, O Arduino é uma plataforma formada por dois componentes: A placa, que é o Hardware utilizado nesse projeto e a IDE Arduino, que é o Software onde é escrito o que a placa deve executar.

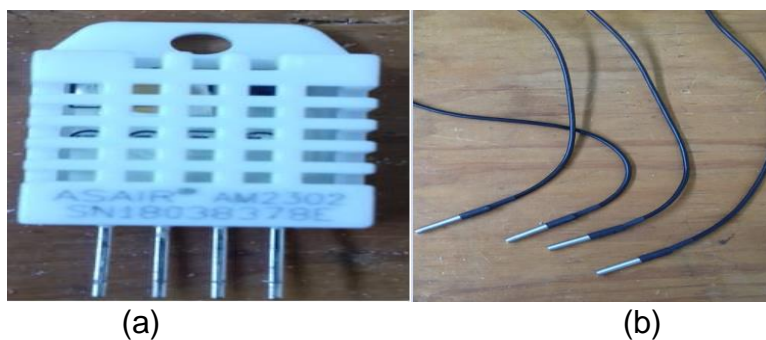
Figura 7 - Arduino Mega 2560 R3.



Fonte: Própria.

Já para a captação das temperaturas e umidade ambiente e do subsolo, utilizamos os sensores AM2302 DHT22 e o sensor de temperatura DS18B20 (Figura 8). O Sensor AM2302 é o responsável pela leitura da temperatura e umidade ambiente e DS18B20 é um sensor digital de 12 bits que permite a leitura e transmissão dos dados do subsolo em diferentes profundidades.

Figura 8 – (a) Sensor AM2302 DHT22. (b) Sensor DS18B20.

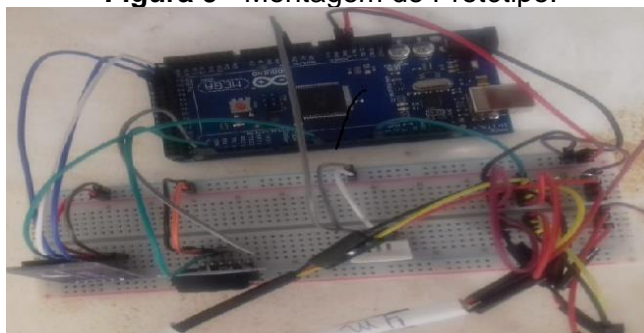


Fonte: Própria.

Um cartão Micro SD (Figura 9) instalado no módulo SD Card que é conectado ao Arduino é o responsável por todo o armazenamento das leituras feitas pelos sensores.

Para o acompanhamento em tempo real de todas as leituras detectadas pelos sensores, usamos uma protoboard com 830 pontos seguido da utilização de jumpers, resistores, capacitores e fonte 9 V (Figura 9).

Figura 9 - Montagem do Protótipo.



Fonte: Própria.

Para a implantação dos sensores foram montadas as ponteiras (Figura 10), com o objetivo de proteger e estabilizar os sensores durante a instalação. Para montagem das ponteiras foram utilizadas luvas soldáveis de PVC de 3/4", Caps soldáveis de PVC de 3/4" tubos de PVC de 3/4" com aproximadamente 15 centímetros de comprimento, silicone, lixa folha P220, adesivo plástico para PVC e cabo de rede Cat6.

Figura 10 - Preparação das ponteiras dos sensores.



Fonte: Própria.

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial

Utilizando os cabos Cat6 prolongamos os fios dos sensores com uma emenda de prolongamento, tomando o cuidado de vedar as ligações com fita adesiva isolante e reforçamos o isolamento com fita de alta fusão. A escolha do cat6 se deve às características que este proporciona, tais melhores velocidade de transmissão e proteção à interferência externa. Posteriormente fizemos também o prolongamento dos tubos PVC, onde adotamos para cada ponteira um prolongamento no seu comprimento na ordem de 0,0 metros, 2,0 metros, 4,0 metros e 6,0 metros respectivamente, assim, o sistema ficou pronto para inserção no solo com suas respectivas profundidades (Figura 11).

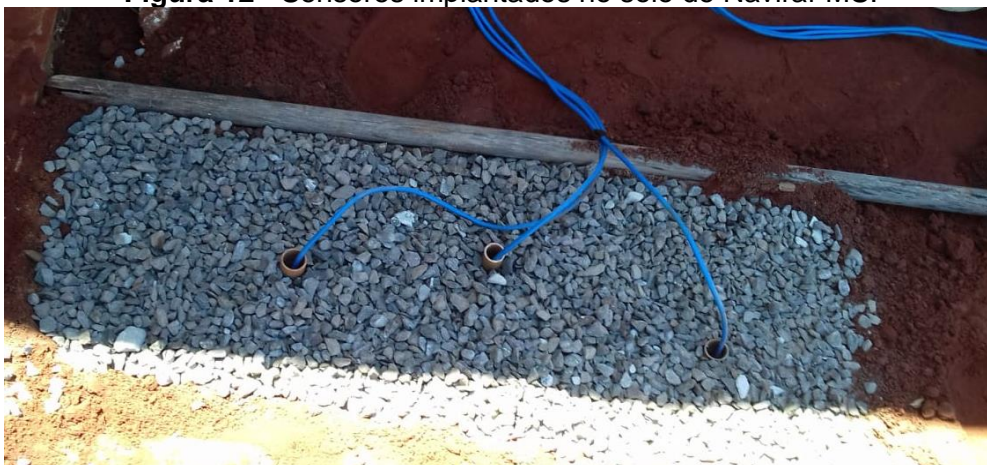
Figura 11 - Sensores prontos para instalação.



Fonte: (OMIDO, 2017).

Para finalizar a instalação, inserimos as ponteiras no solo em uma residência localizada no Município de Naviraí – MS, nas profundidades determinadas (Figura 12).

Figura 12 - Sensores implantados no solo de Naviraí-MS.



Fonte: Própria.

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial

Após a instalação, deu-se início a coleta de dados, onde os sensores inseridos no solo, executam a leitura das temperaturas em intervalos de 5 minutos, esses valores foram armazenados no cartão micro SD conectado ao Arduino (Figura 13).

Figura 13 - Conexão final dos sensores ao Arduino.

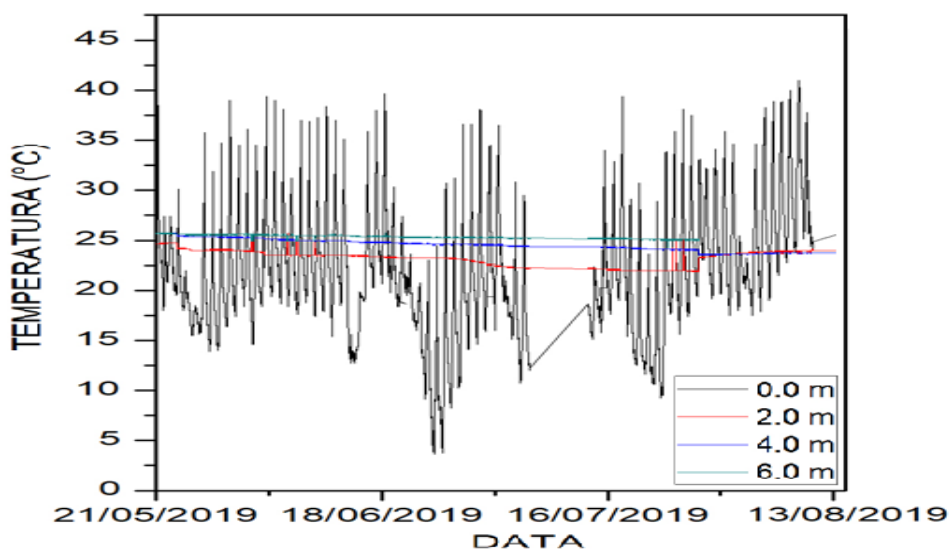


Fonte: Própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o período de 3 meses captando as temperaturas foi possível analisar as variações de temperaturas no solo em diferentes condições climáticas. O gráfico (Figura 14) abaixo apresenta os dados obtidos pelos sistemas nesse período.

Figura 14 – Temperatura registradas pelos sensores.



Fonte: Própria.

Quadro 1 – Temperatura dos sensores em diferentes profundidades.

Sensor	Tmáxima (°C)	Tminima (°C)	Amplitude (°C)
0,0 m	42,38	3,63	38,75
2,0 m	25,75	21,88	3,87
4,0 m	25,88	23,50	2,38
6,0 m	25,75	24,25	1,50

Fonte: Própria.

Conforme os dados apontados no Quadro 1, verifica-se que o sensor instalado na superfície anotou uma temperatura máxima de 42,38 °C e mínima de 3,63 °C com amplitude de 38,75 °C. A 2,0m de profundidade o sensor instalado anotou uma temperatura máxima de 25,75 °C e mínima de 21,88 °C com amplitude de 3,87 °C. A 4,0m de profundidade o sensor instalado anotou uma temperatura máxima de 25,88 °C e mínima de 23,50 °C com amplitude de 2,38 °C. Por fim na profundidade de 6,0 o sensor instalado anotou uma temperatura máxima de 25,75 °C e mínima de 24,25 °C com amplitude de 1,50 °C.

Os dados demonstram uma estabilidade da temperatura do solo à medida que aumentamos a profundidade da camada analisada até o valor de 6,0 metros.

5 CONCLUSÕES

A energia existente no interior do planeta é notavelmente uma fonte energia abundante e limpa que está disponível em todas regiões do globo terrestre. Esta energia pode ser utilizada para inúmeros fins, gerar ou diminuir o uso de eletricidade e outras fontes não renováveis de energia, etc. Apesar do Brasil ainda não ser uma referência no aspecto da geotermia, Gomes (2010) afirmou em seus estudos que o Brasil tem um potencial energético geotérmico muito promissor e cada vez mais estudos comprovam que o país tem total condições na produção dessa fonte de energia, podendo torna-se referência mundial com o avanço e investimento necessário para a captação e utilização da mesma.

Com essa pesquisa de conclusão de curso, podemos afirmar que após 3 meses de coleta de dados, notamos como a variação de temperatura na cidade de Naviraí – MS está de acordo com o que a literatura prevê: baixa amplitude de temperatura no subsolo, oscilando muito pouco aos 6 metros de profundidade.

Nesse estudo fica claro que é possível instalar um sistema de captação de energia geotérmica na cidade de Naviraí – MS uma vez que a estabilidade da temperatura observada no subsolo o credencia a se comportar como uma fonte quente para aquecimento do ambiente construído no inverno e uma fonte fria, para arrefecimento durante o verão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBOIT, Nathana Karina Swarowski. Decezaro, Samara Terezinha. Amaral, Gilneia Mello. Liberalesso, Tiago. Mayer, Vinicio Michael. Kemerich, Pedro Daniel da Cunha. **Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil—uma revisão de literatura.** Revista do departamento de geografia, v. 26, p. 155-168, 2013.

AZEVEDO, Pedro José Salvaterra. **Uma análise dos efeitos da crise econômico-financeira sobre as políticas de incentivo às energias renováveis.** 2013.

BLACK, Richard. **Bbc - fontes renováveis de energia podem suprir 80% da demanda mundial.** Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=fontes_renovaveis_-_energia_-_suprir_-_demanda_-_mundial&id=010175110510> acesso em: 25 março 2019 >.

BOTTI, Nilson. **Resfriamento e aquecimento geotérmico (solo é usado na rejeição de calor dos ambientes climatizados).** Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/resfriamento-e-aquecimento-geotermico-solo-%c3%a9-usado-na-nilson/>>. Acesso em: 22 de abril de 2019.

CAMPOS, Adriana Fiorotti; SCARPATI, Cynthia de Barros Lima; SANTOS, Luan Tolentino dos; PAGEL, Unis Raasch; SOUZA, Victor Hugo Alves. **Um panorama sobre a energia geotérmica no Brasil e no mundo: aspectos ambientais e econômicos.** Revista espacios. P1, v38, 2017.

CARDOSO, Roberta.; Hamza, Valiya. **Geothermal resource base for south america: a continental perspective.** In: proceedings world geothermal congress. 2010. Bali, Indonésia, 2010. Disponível em: <<http://www.geothermal-energy.org/pdf/igastandard/wgc/2010/1618.pdf>>. Acesso em: 20 abril de 2019.

DANTAS, Carolina. **Aquecimento global causará ondas de calor ainda mais intensas do que as vistas neste verão europeu, diz estudo.** Jornal o globo, São Paulo, 19 de agosto de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/19/aquecimento-global-causara-ondas-de-calor-ainda-mais-intensas-do-que-as-vistas-neste-verao-europeu-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

DUPONT, Fabrício Hoff; Grassi, Fernando; Romitti, Leonardo. **Energias renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável.** Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, v. 19, p. 70-81, 2015.

GOMES, Antônio Jorge de Lima. **Avaliação de recursos geotérmicos da bacia do Paraná.** Revista brasileira de geofísica, v. 28, n. 4, p. 745-745, 2010.

KRECKÉ, Edmond; SILVA, Diogo. **Sistema geotérmico de climatização.** Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/145/artigo_285761-1.aspx>. Acesso em: 22 de abril de 2019.

LOPES, Henrique Lopes dos Santos. **Sistemas geotérmicos de baixa entalpia estudos de caracterização térmica.** 2014. Tese de doutorado.

Avaliação do potencial do subsolo da cidade de Naviraí-MS para utilização da energia geotérmica superficial

NASCIMENTO, Raphael santos; Alves, Geziele Mucio. Fontes alternativas e renováveis de energia no brasil: métodos e benefícios ambientais. Revista univap, v. 22, n. 40, p. 274, 2017.

OMIDO, Agleison Ramos; BARBOZA, Christian Souza; JÚNIOR, Orlando Moreira. **Energia geotérmica: uma aliada na busca da eficiência energética.** In: viii congresso brasileiro de gestão ambiental–congea. 2017. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/trabalhos/2017/x-005.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

RABELO, Jorge I. Et al. **Aproveitamento da energia geotérmica do sistema aquífero guarani-estudo de caso.** Águas subterrâneas, n. 1, 2002. Disponível em: <aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/.../14417>. Acesso em: 25 de março de 2019.