




Gabriel Retuci DAL RI\*

 <https://orcid.org/0000-0002-8635-8913>


Higor de Paiva FERREIRA\*\*

 <https://orcid.org/0000-0003-0987-6378>

Danilo Agostini Machado\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-9228-5511>

Camila F. Ferreira APARECIDO\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-8429-950X>

Recebido em: 7 de dezembro de 2021.

Aprovado em: 20 de outubro de 2022.

## AVALIAÇÃO DE CONJUNTO MOTOBOMBA PARA IRRIGAÇÃO COM FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA E MONITORAMENTO DA ÁGUA\*

### RESUMO

A necessidade de aumentar a produção agropecuária está cada vez maior, visto que a demanda populacional cresce exponencialmente, contudo, as condições de manejo ficam inacessíveis quando falta água e umas das formas de inibir essa barreira é com irrigação, permitindo estender a produção em períodos extensos de seca. O objetivo deste estudo é avaliar a economia de combustível de um sistema alternativo e monitorar o corpo hídrico de captação de água. Os materiais de uso foram uma motobomba com adaptação para hidrogênio gasoso, flutuador, estufa e balanças de precisão. A metodologia utilizada para os estudos sobre a fonte energética foram: medição de consumo, efetuada através de sete repetições de testes comparando-se hidrogênio em conjunto com gasolina e somente gasolina em função da vazão da bomba d'água comparadas através de taxa variável e coeficiente de Pearson em um conjunto motobomba de 20 cavalos de potência, movido a gasolina e hidrogênio. As análises para qualidade da água foram de sólidos suspensos e dissolvidos avaliados mensalmente no laboratório de química do Centro Universitário de Santa Fé do Sul-SP (Unifunec) pelo método físico, a vazão foi determinada pelo método flutuador com dados levantados mensalmente ambos por um período de oito meses. Os resultados desses monitoramentos demonstraram que houve economia de 37,5% de gasolina quando adicionado hidrogênio, além desses, a maior diminuição de sólidos e vazão do manancial foram nos meses de junho, julho e agosto. Conclui-se que o hidrogênio é uma fonte alternativa de energia e que a chuva interfere diretamente no escoamento superficial dos sólidos assim como de sua vazão.

**Palavras-chave:** Sólidos solúveis. Hidrogênio. Sólidos suspensos. Método flutuador.

## EVALUATION OF A MOTOR PUMP SET FOR IRRIGATION WITH ALTERNATIVE ENERGY SOURCE AND WATER MONITORING

### ABSTRACT

The demand for increased agricultural and livestock production is increasing, since population demand grows exponentially; however, management conditions become inaccessible when there is a lack of water, and one of the ways to inhibit this barrier is through irrigation, allowing production to be prolonged during long periods of drought. The objective of this study is to evaluate the fuel efficacy of an alternative system and to monitor the water catchment of the water body. The material used was a motor pump with adapted for hydrogen gas, float, oven and precision scales. The methodology used for the studies about the energy source were: consumption measurement, made through seven repetition tests comparing hydrogen together with gasoline and only gasoline as a function of the water pump flow compared through variable rate and Pearson coefficient in a 20 horsepower motor pump set powered by gasoline and hydrogen. The analyses of water quality were of suspended and dissolved solids evaluated monthly in the chemistry laboratory of the University Center of Santa Fé do Sul-SP (Unifunec) by the physical method, the flow was determined by the float method with data collected on a monthly basis both for a period of eight months. The monitoring results showed that there were savings of 37.5% of gasoline when hydrogen was added, in addition to these, the greatest reduction of solids and water flow were in the months of June, July and August. It is concluded that hydrogen is an alternative energy source and that rainfall directly interferes in the runoff of solids as well as its flow.

**Keywords:** Soluble solids. Hydrogen. Suspended solids. Float method.

\* Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, e-mail: gabrielRdalri@gmail.com

\*\* Graduando em Engenharia Agrônômica pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, e-mail: higordepaiiva25@gmail.com

\*\*\* Mestre, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP – Unifunec, e-mail: damachado@funecsantafe.edu.br

\*\*\*\* Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP – Unifunec, e-mail: camilaff\_gyn@hotmail.com

\* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec



## 1 INTRODUÇÃO

A prática da irrigação vem sendo estudada há muitos anos como uma alternativa de alavancar a produção vegetal e animal. Comparado ao sequeiro, a irrigação se sobressai pelo fato de poder produzir em períodos de secas rigorosas, otimizando a produção anual com até 3 safras, provando que é possível e evidente o combate à fome no mundo (FERNANDES, 2019).

Entretanto, o manejo da irrigação engloba fatores como: cultivar, água, clima e solo, os quais manejados de forma adequada proporcionam maior produtividade e economia. Sendo assim, o manejo não pode ser deixado de lado dentro do processo de produção agrícola, proporcionando a conservação do meio ambiente e a maior produtividade da cultura escolhida (SILVA; NEVES, 2020).

O sistema de irrigação se torna altamente oneroso pelo uso de energia elétrica quando se utiliza energia fornecida pelas companhias de energia, no entanto, o custo pode ser reduzido quando a energia elétrica provém de sistemas de fontes alternativas de energia, contudo, no cenário atual, as fontes alternativas mais utilizadas são a energia fotovoltaica e a energia eólica. Mesmo ambas sendo eficientes é importante que se usem outras fontes energéticas que poderão otimizar o sistema (CASTRO; SOUZA; CASTRO, 2019; SILVA; CARMO, 2017).

Com relação à energia eólica, uma das principais desvantagens é a intermitência, ou seja, nem sempre a velocidade do vento é suficiente para gerar energia elétrica, tornando difícil a integração da sua produção no programa de exploração e causando um impacto ambiental. Nota-se, no entanto, que a sazonalidade de ambas as fontes primárias não permite a irrigação à noite, onde a planta tem maiores chances de aproveitamento sem se preocupar com a evapotranspiração excessiva (REIS, 2019).

Em relação aos combustíveis fósseis, nota-se um crescimento no número de especialistas que relacionam o aumento da emissão de gases de efeito estufa, como por exemplo, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>), ao aumento da temperatura média anual da biosfera do planeta, fenômeno conhecido como aquecimento global (GOLDEMBERG, 2010).

Em linhas gerais, a expressão economia do hidrogênio tem sido utilizada para descrever um novo paradigma econômico baseado no hidrogênio como vetor energético e não mais numa economia dependente quase exclusivamente de recursos não-renováveis, como o petróleo e seus derivados (CGEE, 2010). Por ser o elemento mais básico e abundante da terra, sua obtenção se torna fácil, e uma delas são pela água, pesquisadores estão concentrados na energia

elétrica e térmica geradas por meio das “células de hidrogênio” e outro fator de grande importância é que sua combustão é totalmente limpa, ou seja, produz-se água pura e, com todas essas qualidades, o hidrogênio é considerado nosso combustível do futuro (VARGAS *et al.*, 2014).

Tomando-se por base os fatores que compõem o manejo de irrigação, deve-se ressaltar que o não comprometimento de sistema de irrigação, riscos de contaminação dos alimentos e riscos de salinização do solo têm por apoio inicial a qualidade da água a ser utilizada, já que alguns sais em sua composição iônica, como: o sódio, cálcio e o magnésio na forma de cloretos, bicarbonato e quantidades relativamente baixas de potássio, além da presença de metais pesados podem definir o atributo dessa água (MELO *et al.*, 2020).

A adequabilidade da água pode impedir o crescimento e rendimento das plantas e, principalmente, na salinização e perda das estruturas do solo, altas concentrações de sódio provocam a dispersão das frações de argilas, baixando a sua permeabilidade. Contudo, alguns metais pesados podem ocasionar processo de oxirredução nos materiais do sistema de irrigação, assim como o acúmulo de sedimentos pode entupir a passagem de água do sistema de irrigação (MELO *et al.*, 2020).

Do mesmo modo que a qualidade da água é importante no manejo da irrigação, a quantidade disponível também é essencial. O termo recurso hídrico gera preocupação quanto à sua exploração inadequada (PEREIRA PARREIRA; OLIVEIRA SANTOS; FRANCHINI DOS SANTOS, 2017).

O desenvolvimento de diversas atividades próximas a pequenas bacias hidrográficas trouxe uma maior demanda de água e seu uso descontrolado, torna-se cada vez mais evidente a importância de uma gestão do uso da água, estudando a vazão anual do manancial, observando-se uma média segura para sua utilização, e observando se o manancial irá ou não atender a irrigação durante o ano (SOUZA *et al.*, 2012).

A irrigação tem sido a solução para o aumento da produção agropecuária, favorecendo o desenvolvimento da cultura mesmo em períodos de estiagem, entretanto, há um custo para seu funcionamento, seja ela movida a energia elétrica, eólica, fotovoltaica e combustível fóssil (CASTRO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2017).

Dentro do contexto, o presente trabalho propõe analisar a performance do conjunto motobomba com fonte de energia alternativa e monitorar a qualidade da água e sua vazão para uso em irrigação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios de consumo foram efetuados durante os meses de junho e julho no município de Santa Clara D'Oeste -SP, Latitude: 20° 6' 1" Sul, Longitude: 50° 56' 45" Oeste. Os valores coletados foram de forma manual, anotando o consumo em ml/min, subdivididos em dois experimentos testes de gasolina e gasolina + hidrogênio, em conjunto à vazão da bomba d'água até o momento do abastecimento de um litro de gasolina comum para cada repetição. Por fim, foram calculadas suas médias de consumo por desvio padrão (A), correlacionadas ao coeficiente de Pearson (B), técnica mais difundida para a avaliação da correlação entre duas variáveis quantitativas é o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson, ou r de Pearson, que pressupõe distribuição normal das duas amostras e comportamento linear da relação entre as variáveis (ZOU, 2003). Método utilizado por Wollmann, F. (2013).

A) Fórmula do desvio padrão

B) Fórmula do coeficiente de Pearson

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Para o sistema de irrigação, foi utilizado um conjunto motobomba de 20 cavalos de potência, movido a gasolina e hidrogênio, como mostra a figura 1.

Figura 1- Conjunto motobomba movido a gasolina e hidrogênio



Fonte: Dos próprios autores.

Um flutuador de garrafa pet foi utilizado para o escoamento superficial na água e além disso, foi utilizado um cronômetro para medir o tempo de passagem sobre a área demarcada. Para os estudos de qualidade de água, optou-se por balanças de precisão encontradas no

laboratório de química do Unifunec, estufas, cadinhos de 200 ml, béquer de 200 ml, funil e filtro de papel.

No primeiro experimento, a gasolina foi utilizada como único combustível, afim de obter resultados exatos, todas suas condições de fábricas foram mantidas originais e, uma vez que o motor era acionado, esperavam-se 5 minutos para sua estabilização, atingindo a faixa de consumo e temperatura do motor. Em seguida, era realizada a medida de consumo do combustível com o medidor de consumo digital. E assim por 7 repetições seguidas de 1 minuto de duração, com rotação de 3600 rpm.

No segundo experimento, foi adicionado o hidrogênio em conjunto com a gasolina e, para tal, foi utilizado o sistema gerador de hidrogênio conectado no carburador do motor. O reservatório com água e eletrólitos foi instalado acima do reator para que a solução descesse para o reator por meio da gravidade. Após a reação de eletrólise da água, o H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, os gases formados, sobem novamente para o reservatório e vão diretamente aos filtros e, em seguida, para a entrada do carburador para combustão nos pistões.

Da mesma forma, o motor era acionado e esperavam-se 5 minutos de funcionamento e então era iniciada a produção de hidrogênio e, assim, realizada em 7 repetições de 1 minuto de duração, com rotação de 3600 rpm. Foi essencial manter a mesma rotação do motor para que a real economia do motor pela utilização do hidrogênio não fosse afetada.

Para afirmar que a produção de hidrogênio foi constante durante todo o processo, um amperímetro estava conectado e o sistema manteve uma corrente de 2.5 +/- 0,2 A, assegurando uma produção média de 0,7 l/h de HH0.

De acordo com Zou (2003), a técnica mais difundida para a avaliação da correlação entre duas variáveis quantitativas é o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson, ou *r* de Pearson, que pressupõe distribuição normal das duas amostras e comportamento linear da relação entre as variáveis, dessa forma, a correlação de dados entre o consumo de combustíveis com e sem hidrogênio, aplicados no coeficiente de Pearson, fornecerá uma variável estatística em porcentagem da economia de combustível.

O monitoramento do corpo hídrico terá duas observações que são: análise de vazão do manancial e qualidade da água. Segundo Bezerra *et al.* (2017), a análise de vazão se dá pelo produto da velocidade média corrigida pela área de seção transversal média, sendo assim chamado de método flutuador.

Segundo a Agência Nacional das Águas e Saneamento Ambiental (ANA) 2011, nesse método podemos usar como flutuador uma garrafa fechada com água em 1/3 do seu volume ou

uma esfera lastreada. Escolhe-se um trecho reto do curso d'água cujo leito seja uniforme, sem vegetação e onde a água flua serenamente. Mede-se o comprimento do trecho, que se possível, deve ser superior a 7 metros, marcando-se o seu início e o seu fim, o que pode ser feito com duas cordas amarradas em estacas cravadas nas margens e em posição perpendicular ao eixo do córrego. Em seguida, coloca-se a alguns metros a montante do início do trecho escolhido, o flutuador. O flutuador deve ser colocado em posições diferentes, no meio e afastado do meio, tanto para direita como para esquerda, porém não muito próximo das margens. Com um cronômetro, determina-se o tempo que o flutuador gasta para percorrer o trecho. O tempo deve ser em segundos e deve-se tomar pelo menos 6 tomadas de tempo e tirar a média. As áreas das seções transversais limitadas pelos níveis d'água e o fundo do córrego devem ser determinadas no mínimo para os pontos inicial e final do trecho de medição.

Usou-se a medida entre seção a montante e a jusante (1 m), uma série de seis repetições foi estabelecida e os valores máximos e mínimos encontrados foram excluídos para a estimativa da velocidade média. Esse procedimento foi repetido mensalmente no córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste- SP, latitude: -20,0915297 e longitude: -50,8966342, tendo início no mês de março (2021) e término no mês de setembro (2022).

As análises laboratoriais foram relacionadas à qualidade da água, onde verificamos seus sólidos suspensos e sólidos solúveis. Segundo SANTOS *et al.* (2012), os sólidos dissolvidos são os resíduos que restam em quatro cadinhos de 200 ml os quais são submetidos a uma média após a evaporação de todos os sólidos de sua amostra posterior à secagem em estufa a 105°C por 48 horas e os sólidos suspensos são a porção de sólidos que fica retida em um filtro, que são chamados de resíduos não filtráveis (RNF). Esses procedimentos foram repetidos mensalmente no laboratório de química do Centro Universitário de Santa Fé do Sul-SP (Unifunec) e comparados entre si pelo método gravimétrico, tendo início no mês de março (2021) e término no mês de abril (2022).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os resultados entre as Tabelas 1 e 2, pode-se observar uma redução de 37,5% no consumo de gasolina quando adicionado o hidrogênio.

A seguir estão as Tabelas 1 e 2 com resultado do consumo de combustíveis:

Tabela 1- Vazão da água na bomba *versus* consumo de combustível somente a gasolina

Vazão da água (m <sup>3</sup> /s).10 <sup>-3</sup>	8,0	8,1	8,0	8,1	8,1	8,2	8,1
Consumo (l/min).10 <sup>-3</sup>	27,02	26,80	26,05	25,70	25,57	25,30	25,05

Fonte: Dos próprios autores.

A vazão média da bomba para os experimentos foi de  $8,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  e o coeficiente de variação de Pearson para a média das vazões é inferior a 1%, assim esse valor garante que, em todos os experimentos/teste realizados, o sistema bomba-motor trabalhou com a mesma eficiência.

Tabela 2- Vazão da água na bomba *versus* consumo de gasolina e utilização do hidrogênio em conjunto

Vazão da água (m <sup>3</sup> /s).10 <sup>-3</sup>	8,0	8,1	8,0	8,1	8,1	8,2	8,1
Consumo (l/min).10 <sup>-3</sup>	19,80	19,12	18,70	18,18	17,80	17,45	17,08

Fonte: Dos próprios autores.

O coeficiente de variação de Pearson fornece a variação dos dados obtidos em relação à média, quanto menor for o seu valor, mais homogêneos serão os dados. Este coeficiente é considerado baixo (apontando um conjunto de dados homogêneos), quando forem testes correlacionados. Para se obter o coeficiente é necessário calcular o desvio padrão (S) e dividi-lo pela média dos resultados (X), multiplicando o resultado por 100, adquirindo-se o resultado em porcentagem  $CV = S/X \cdot 100$ .

Concluindo assim que o hidrogênio é uma fonte renovável e promissora. Wollmann (2013) apresentou resultados parecidos com porcentagens próximas de economia de combustível, entretanto, deparamos com um motor exclusivamente produzido para utilização de combustíveis fósseis. Portanto, a fabricação de motores modernos híbridos com combustíveis fósseis e hidrogênio pode fornecer uma melhor resposta à economia de combustíveis.

A caracterização morfológica do canal bem como os resultados médios obtidos na estimativa da velocidade (m/s), vazão (m<sup>3</sup>/s) apresentados na tabela 3.

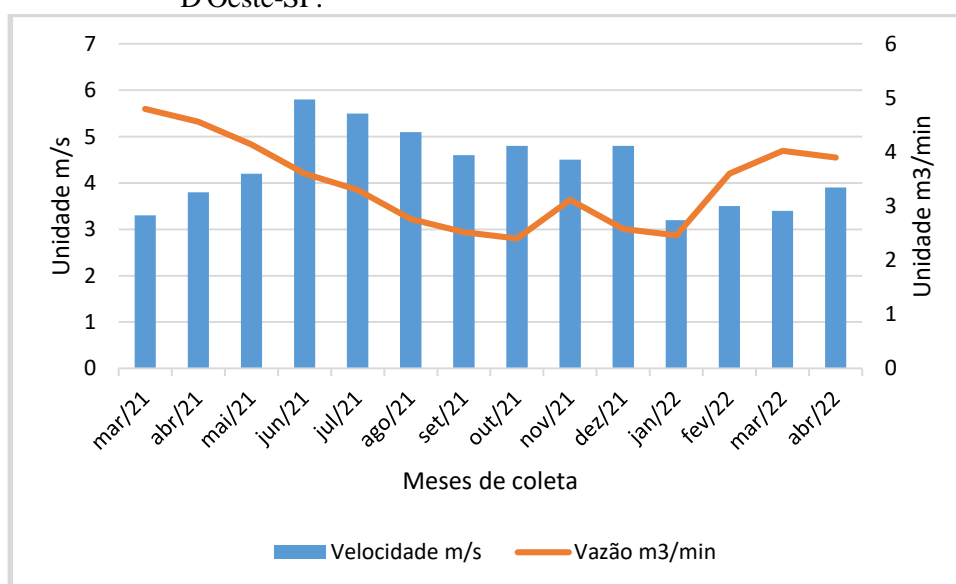
Tabela 3- Caracterização do canal para o trecho do córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste-SP.

Parâmetros Geométricos e composição do fundo do canal	Dimensões e material de fundo
Largura (m)	1,040
Profundidade (média) (m)	0,098
Área (m <sup>2</sup> )	0,200
Cobertura do solo	Areia

Fonte: Dos próprios autores.

A partir das análises de vazão foi possível estimar e dimensionar o tamanho da área na qual o córrego poderia abastecer durante o período de um ano, presumindo o uso de até 80% do escoamento diário do manancial.

Gráfico 1 - Vazão (m<sup>3</sup>/min) e velocidade (m/s) referentes aos meses de monitoramento para o trecho do córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste-SP.



Fonte: Dos próprios autores.

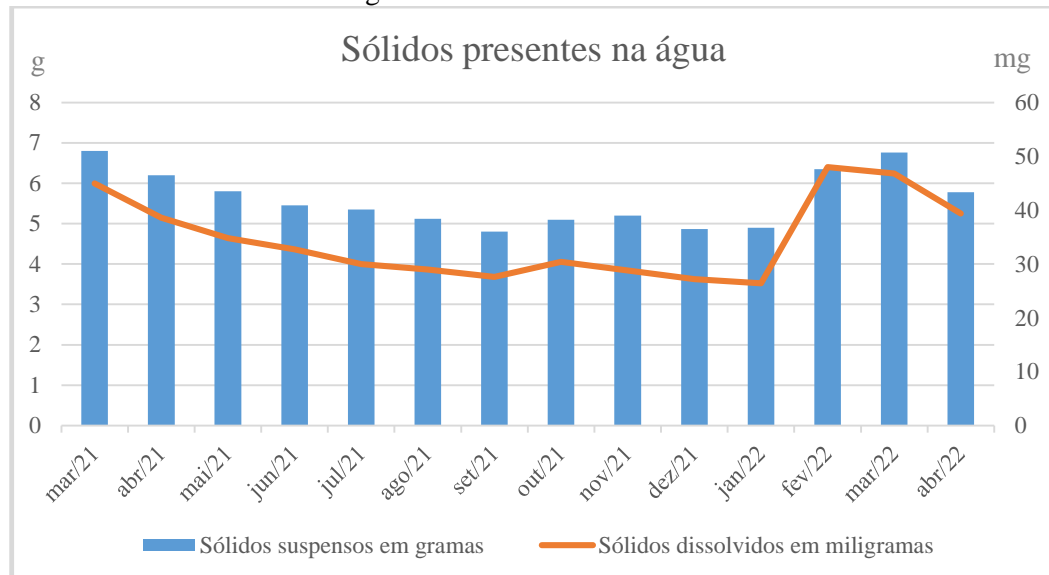
Observou-se que o período de seca estabelecido a partir do mês de junho proporcionou o aumento da velocidade média até dezembro e redução da vazão do córrego no mesmo período, provando que o volume de água é inversamente proporcional à velocidade de escoamento da água, conforme visto no Gráfico 1.

Contudo, Figueiredo Filho e Silva Junior (2009) comenta sobre a correção do coeficiente da vazão do método flutuador, que garante a exatidão das medidas, devido ao fato da água se deslocar mais rapidamente na superfície do que na porção do fundo do rio.



Análises laboratoriais compostas de sólidos suspensos e sólidos dissolvidos, representadas pelos Gráficos 2.

Gráfico 2- Análise de sólidos suspensos (g) e sólidos solúveis (mg), referentes aos meses de coleta no córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste-SP.



Fonte: Dos próprios autores.

Observou-se que o período de seca estabelecido a partir do mês de junho proporcionou a redução tanto dos sólidos suspensos como dos sólidos dissolvidos, devido à ausência de precipitação neste período, que aumenta naturalmente a turbulência da água, fazendo com que os sólidos consigam decantar no leito do corpo hídrico, conforme visto no Gráfico 2.

#### 4 CONCLUSÃO

Há economia de combustível fóssil quando adicionado hidrogênio no sistema avaliado, tornando-o uma energia alternativa favorável.

A concentração de sedimentos é paralela à ocorrência de chuvas, devido ao significativo escoamento superficial interferir diretamente na produção específica de sedimentos.

Uso de energia alternativa e o monitoramento da qualidade da água com métodos simples podem viabilizar a irrigação em áreas com *déficit* hídrico.

#### REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional Das Águas E Saneamento Ambiental. **Capacitação de profissionais integrantes dos órgãos gestores de recursos hídricos do Estado do Ceará para o PISF**. Brasília, novembro de 2011.

BEZERRA, J. *et al.* Medição de vazão em um canal fluvial utilizando o método do flutuador. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias, **COINTER – PDVAgro**. 2017. Disponível em: <http://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/MEDI%C3%87%C3%83O-DE-VAZ%C3%83O-EM-UM-CANAL-FLUVIAL-UTILIZANDO-O-M%C3%89TODO-DO-FLUTUADOR-086191-1.pdf>. Acesso em 11 ago. 2021.

CASTRO, M. T. de; SOUZA, M. G. de; CASTRO, A. de O. Renewable energy: wind energy, its effects and environmental gains. **Journal of Engineering and Technology fo Industrial Applications**, v. 5, n. 19, p. 103-108, 2019. Disponível em: <https://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/501>. Acesso em 11 maio 2021

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Hidrogênio energético no Brasil: subsídios para políticas de competitividade, 2010-2025; Tecnologias críticas e sensíveis em setores prioritários – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 68 p.** (Série Documentos Técnicos, ago. 2010 - Nº 07). Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009594/Hidrogenio\\_energetico\\_completo\\_22102010\\_9561.pdf/367532ec-43ca-4b4f-8162-acf8e5ad25dc?version=1.6](https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009594/Hidrogenio_energetico_completo_22102010_9561.pdf/367532ec-43ca-4b4f-8162-acf8e5ad25dc?version=1.6)

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson®. **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicohoje/article/view/3852/3156>. Acesso em 11 maio 2021.

FERNANDES, G. **A importância agrônômica para agricultura no estado de Goiás**. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário de Goiás – UniANHANGUERA, 2019. Disponível: <https://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/158/1/GABRIELLA%20MILENA.pdf>. Acesso em 11 maio 2021.

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 91-97, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300014>. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300014>. Acesso em: 11 maio 2021.

MELO, M. *et al.* Qualidade da água para a irrigação, a sustentabilidade de uma bacia hidrográfica - Riacho Queima Pé, Tangará da Serra/MT. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 21, n. 76, p. 16–27, 2020. DOI: 10.14393/RCG217646064. Disponível em: 11 maio 2021.

PEREIRA PARREIRA, T.; OLIVEIRA SANTOS, G.; FRANCHINI DOS SANTOS, A. R. Qualidade e disponibilidade da água para irrigação no Córrego do Sapo, Rio Verde, Goiás. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 18, n. 64, p. 34–46, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40907>. 11 de maio de 2021.

REIS, P. **Vantagens e desvantagens da energia eólica**. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-da-energia-eolica>. Fev 10, 2019. Acesso em: 11 de maio de 2021.

SANTOS, J. G. dos *et al.* Análise Parasitológica em Efluentes de Estações de Tratamento de Águas Residuárias. **Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology**, Goiânia, v. 41, n. 3, 2012. DOI: 10.5216/rpt.v41i3.20752. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/iptsp/article/view/20752>.

SILVA, R. G.; CARMO, M. J. do. Energia solar fotovoltaica: uma proposta para melhoria de gestão energética. **InterSciencePlace – International Scientific Journal**, v.2, n.12, April/June, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.6020/1679-9844/v12n2a8>. Acesso em: 11 maio 2021.

SILVA, S. N. da; NEVES, E. das. Importância do manejo da irrigação. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.17 n.34; p. 3-18, 2020 Disponível: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/importancia.pdf> 11 de maio de 2021.

SOUZA, F. A. O. de *et al.* Caracterização das vazões em uma pequena bacia hidrográfica do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 1, 2012. p. 10-17, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100002>. Acesso em: 11 maio 2021

VARGAS, R. *et al.* Hidrogenio: o vetor energetico do futuro?. *In*: Congresso de Administracao da Faculdade Alfacastelo, 1., 16-18 de maio, 2006, Alphavile, SP. **Anais..** 2006. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/13237>. Acesso em: 11 maio de 2021.

WOLLMANN, F. **Estudo da utilização de gás hidrogênio em veículos automotores**. 2013. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, RS, 2013. Disponível em: [https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1877/TCC%20-%20VERSAO\\_FINAL.pdf?sequence=1](https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1877/TCC%20-%20VERSAO_FINAL.pdf?sequence=1) Acesso em 11 ago. 2021.

ZOU K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and simple linear regression. **Radiology**, v.227, n.3, 2003, p. 617-22. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2273011499>. PMID:12773666. Acesso em: 11 ago. 2021.