




Gabriel Retuci DAL RI*

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


Higor de Paiva FERREIRA**

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

Camila Fernandes F. APARECIDO***

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

Danilo Agostini MACHADO****

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

Recebido em: 23 de fevereiro de 2023.

Aprovado em: 11 de agosto de 2023.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA EM CORPO HÍDRICO PARA USO EM IRRIGAÇÃO COM FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA*

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 há falta de água e uma das formas de quebrar essa barreira é com irrigação, permitindo estender a produção em períodos extensos de seca. O objetivo deste trabalho é monitorar a qualidade de água de um corpo hídrico para irrigação de forrageiras com sistema movido a energia alternativa. A avaliação da produção de forrageiras foi entre três espécies, sendo: *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes capitata* e *Panicum maximum*, com parcelas de 3x3 metros e quatro repetições, totalizando 24 parcelas, a estimativa de produção foi por matéria seca, coletada quando elas atingiram seu pleno estágio vegetativo, recolhendo-se a parte aérea em um metro quadrado em três períodos distintos. A metodologia utilizada para os estudos feitos 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. As análises para qualidade da água foram de sólidos suspensos e dissolvidos, avaliados mensalmente no laboratório de química do Unifunec e a vazão foi determinada pelo método flutuador com dados levantados mensalmente por um período de oito meses. Os resultados desses monitoramentos demonstraram que houve economia de 37,5% de gasolina quando adicionado hidrogênio, além disso, a diminuição de sólidos e vazão do manancial nos meses de junho, julho e agosto. Conclui-se que o hidrogênio pode ser uma fonte alternativa de energia e a chuva interfere diretamente no escoamento superficial dos sólidos assim como de sua vazão.

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

BODY WATER QUALITY MONITORING FOR USE IN IRRIGATION WITH AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE*

ABSTRACT

The need to increase agricultural production is increasing, as population demand grows exponentially, however, management conditions are inaccessible when there is a shortage of water and one of the ways to break this barrier is with irrigation, allowing to expand production in prolonged periods of drought. The purpose of this paper is to monitor the water quality of a water body for irrigation of forage crops with an alternative energy-powered system. The evaluation of forage production was between three species, being: *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes capitata* and *Panicum maximum*, with plots of 3x3 meters and four repetitions, totaling 24 plots, the production estimate was by dry matter, collected when they reached their full vegetative stage, collecting the aerial part in a square meter in three distinct periods. The method used for the studies on the energy source was the consumption measurement, carried out through seven repetitions of tests comparing hydrogen together with gasoline and only gasoline as a function of the water pump flow rate. Water quality analyses were of suspended and dissolved solids, evaluated monthly in the chemistry laboratory at Unifunec, and the flow rate was determined by the float method with data collected monthly for a period of eight months. The results of these monitoring showed that there was a saving of 37.5% of gasoline when hydrogen was added, in addition, the decrease of solids and flow of the spring in the months of June, July, and August. It is concluded that hydrogen can be an alternative source of energy and rainfall directly interferes with 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

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

**** Mestre, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP – Unifunec, e-mail: daniloagostini@gmail.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 e, comparada 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, esses fatores 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).

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 podem 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 sua quantidade disponível também é essencial, a expressão “recursos hídricos” gera preocupação quanto a sua exploração inadequada (PARREIRA *et al.*, 2017).

O desenvolvimento de diversas atividades próximas a pequenas bacias hidrográficas trouxe uma maior demanda de água e seu uso descontrolado torna 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; SOUZA; CASTRO, 2019; SILVA; CARMO, 2017).

O sistema de irrigação torna-se altamente oneroso pelo uso de energia elétrica quando 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 (CO₂) e o metano (CH₄), ao aumento da temperatura média anual da biosfera do planeta, fenômeno conhecido como aquecimento global (Goldemberg, 2010).

Com a preocupação global em relação ao aquecimento da Terra e em encontrar fontes de energias mais limpas, o hidrogênio está começando a ser muito pesquisado como o grande sucessor dos combustíveis fósseis, entre eles e, principalmente, o petróleo. Por ser o elemento mais básico e abundante da terra, sua obtenção se torna fácil e uma delas é 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, sendo assim, com todas essas qualidades, o hidrogênio é considerado nosso combustível do futuro (VARGAS *et al.*, 2006).

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 em forrageiras.

2 METODOLOGIA

A metodologia usada foi dividida em três tópicos sendo estes: medição de consumo do sistema de irrigação, monitoramento do corpo hídrico e avaliação das forrageiras.

2.1 Implantação e avaliação das forrageiras

A implantação das forrageiras teve início no mês de novembro (2021), no Sítio da Reserva, córrego do Mineiro, localizado em Santa Clara D'Oeste – SP, conforme a figura abaixo e as coordenadas latitude: -20,0915297; longitude: -50,8966342 e altura de 357,1508593 ao nível do mar. As gradagens e correção do solo com calcário dolomítico foram realizadas no mês de novembro de 2021, assim como a distribuição de esterco bovino e adubos químicos ricos em macronutrientes e micro de acordo com o boletim 100, as cultivares escolhidas: *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes capitata*.

A semeadura foi efetuada no dia 10 de janeiro de 2022, em parcelas quadradas de 3x3 metros e espaço de 30 cm entre elas e, após a implantação das forragens, foram feitas três coletas, sendo a primeira após 100 dias do plantio no dia 21 de abril (2022), a segunda, em junho e a terceira, em agosto.

As coletas nas parcelas possuíam dimensões de 1x10x20 metros, com a ajuda de um quadro de 1 m² e uma tesoura para os cortes, foram pesadas e medidas a matéria úmida e matéria seca, que foram levadas à estufa a 65°C por 72 horas, pelo método utilizado pela Embrapa (Ramella, 2011), os dados foram analisados através do software SISVAR, submetidos a 5% de probabilidade no teste f com e sem irrigação.

A eventualidade do composto estatístico consistiu em 4 repetições de 3 tratamentos e suas parcelas já descritas, totalizando 24 parcelas, o recolhimento e medidas de altura das forragens foram realizadas mensalmente pelo método de produção de forragens e análise comparativa e determinação de matéria seca em toneladas por hectare utilizando-se a fórmula a seguir:

$$\frac{MS}{ha} = \frac{\text{Amostra corrigida} \times 100}{\text{Tamanho do quadro } m^2} = 0,184 \times \frac{10000}{0,25} = 7.360 \text{ MS/ha}$$

Figura 1 - Manejo das forrageiras *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes capitata*, respectivamente



Fonte: Dos próprios autores, 2022.

2.2 Medições de consumo do sistema de irrigação

Foi estabelecido um projeto, pelo qual os resultados de vazão da bomba d'água, topografia do local e disponibilidade de capital, sucedeu uma área de 2100 m² de proporção 35 x 60 metros, com dois ramais de 10 aspersores da marca NaanDanJain Ny 25, o qual possui raio de 12 metros e vazão de 24,6 m³/h, rosca 3/4, que necessitam de 25 m.c.a cada, devidamente calculados para alternância de utilização dos ramais.

A determinação da lâmina de água foi realizada de acordo com a metodologia de Frizzone *et al.* (1995), os turnos de rega propostos para o trabalho foram de 1, 4 e 7 dias, enquanto os níveis de irrigação, que definiram o teor de água máximo no solo, foram de 50, 75 e 100% da disponibilidade total de água no solo. Foi fixado um nível de água no solo a ser atingido após cada irrigação, definido conforme a equação: $Usai = ((CC - PM) T / 100) + PM$ em que $Usai$ = umidade do solo após irrigação (% em peso); CC = capacidade de campo do solo (% em peso); PM = ponto de murchamento (% em peso); e T = tratamento, fator nível de irrigação (%).

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 a 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 e desvio padrão (A), correlacionadas ao coeficiente de Pearson (B). Método utilizado por Wollmann, (2013).

A) Fórmula do desvio padrão

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

B) Fórmula do coeficiente de Pearson

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

No primeiro experimento, somente a gasolina foi utilizada com combustível e, a fim 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 citado acima. 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, 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 H₂ e O₂, 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 hidrogênio e oxigênio (HHO).

Figueiredo Filho e Silva Junior (2010), discutindo o conceito de correlação de Pearson (r) a partir de uma lógica intuitiva, afirma que o coeficiente de correlação de Pearson e suas derivações são escolhidos em 95% dos casos para descrever o padrão de relacionamento entre variáveis ou para fazer inferências válidas para a população a partir de dados amostrais, dessa forma, a correlação de dados entre o consumo de combustíveis com e sem hidrogênio, aplicados no coeficiente de Pearson, fornecerão uma variável estatística em porcentagem da economia de combustível.

2.3 Monitoramento do corpo hídrico

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, o qual consiste na formação de duas sessões com espaçamento de 1 metro cada, a área da seção transversal foi definida pela média da seção molhada a montante e a jusante, é medida a velocidade através de um objeto flutuador de densidade menor que dá água determinando o tempo gasto para que percorra a distância entre seção a montante e a jusante (1 m), uma série de cinco 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 verificaram-se seus sólidos suspensos e sólidos solúveis e, segundo Piveli, (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 (Unifunec) e comparados entre si pelo método gravimétrico, tendo início no mês de março (2021) e término no mês de setembro (2022).

3 RESULTADOS

3.1 Forrageiras

A seguir, estão as tabelas com resultados da média das 24 parcelas do experimento e sua produção em matéria seca (t/ha.) e altura (cm).

Tabela 1 - Determinação da variável quilos de matéria verde por amostra das espécies de forrageiras do primeiro corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro

Espécies de forrageiras	Irrigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	1,57 a1	1,40 a1
<i>Brachiaria</i>	3,42 a2	3,35 a2
<i>Panicum</i>	5,75 a3	5,47 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção das forrageiras oscilou durante todo o período de análise, ao primeiro corte obteve-se a maior produção e expressividade de ambas, contudo, as condições de crescimento eram favoráveis com fotoperíodo longo e chuvas, entretanto, mesmo não sendo significativo, as forrageiras irrigadas apresentaram maior produção em vista do sequeiro.

O *Panicum maximum* se destacou entre os demais em maior tonelada por hectare. Segundo Galindo (2018), o capim *Panicum maximum* também chamado de capim-Mombaça apresenta um dos maiores potenciais de produção em regiões subtropicais podendo atingir até 33 t/ha em matéria seca anualmente e ressalta a importância do manejo adequado de adubação e irrigação, o que garante a inter-relação de superioridade de produtividade das demais espécies.

Tabela 2- Determinação da variável quilos de matéria seca por amostra das espécies de forrageiras do primeiro corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro

Espécies de forrageiras	Irrigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	0,49 a1	0,56 a1
<i>Brachiaria</i>	1,35 a2	1,26 a2
<i>Panicum</i>	2,32 a3	2,12 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve resposta significativa na produção de matéria seca e matéria verde entre as cultivares, porém não se diferenciam entre sistemas, isso pode ter ocorrido em decorrência do período da coleta em abril com ocorrências recentes de precipitação, havendo umidade no solo.

A participação pluviométrica e condições climáticas influenciam em maiores produções, Orth (2012) ressalta a importância da semeadura das gramíneas, comprovando que quanto antes realizada nos meses de início do verão, tal quais outubro e novembro, propiciam melhores desempenho das cultivares, devido ao maior índice de fotoperíodo, temperaturas altas e acúmulo de milímetros por mês. Entretanto, as análises bromatológicas para estes alcançaram

bom valor nutritivo, com concentração de proteína bruta superior a 16% para as sementeiras atrasadas, fato esse explicado pelo autor devido às temperaturas mais baixas e períodos noturnos mais longos, assim possibilitando a melhor absorção dos nutrientes.

Na Tabela 3 e 4, os dados apresentados relatam diferença estatística na produção de matéria verde e seca na segunda coleta, entre as cultivares de forrageiras e entre sistema, podendo afirmar o ganho de produtividade no sistema irrigado.

Tabela 3 - Determinação da variável quilos de matéria úmida por amostra das espécies de forrageiras do segundo corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro

Espécies de forrageiras	Irigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	0,72 A1	0,47 a1
<i>Brachiaria</i>	1,55 A2	1,22 a2
<i>Panicum</i>	1,85 A3	1,40 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si, as letras e números diferentes se diferem entre sistemas e entre espécies respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O *Panicum* continua com maior incremento de matéria verde e seca em relação às outras forrageiras, tanto no sistema sequeiro quanto no sistema irrigado.

Tabela 4 - Determinação da variável quilos de matéria seca por amostra das espécies de forrageiras do segundo corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro

Espécies de forrageiras	Irigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	0,32 A1	0,2 a1
<i>Brachiaria</i>	0,75 A2	0,57 a2
<i>Panicum</i>	0,90 A3	0,67 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si, as letras e números diferentes se diferem entre sistemas e entre espécies respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No trabalho de Cóser, A. *et al.* (2008), obtiveram-se resultados parecidos que indicaram significância estatística entre as espécies, além do mais afirmou que a irrigação nos déficits de evapotranspiração trouxe não só maior matéria verde e seca como também maior altura e disponibilidade de folhas comestíveis aos animais quando comparadas ao sequeiro. Contudo, os animais que participaram do pastejo nesse tratamento tiveram rendimento convertido em ganho de peso animal de até 1 kg por dia.

Os dados levantados da interação sistemas irrigado e sequeiro com tipos de forrageiras com a produção de matéria verde seguem na Tabela 5.

Tabela 5- Determinação da variável quilos de matéria úmida por amostra das espécies de forrageiras do terceiro corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro.

Espécies de forrageiras	Irrigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	0,17 A1	0,07 a1
<i>Brachiaria</i>	0,87 A2	0,42 a2
<i>Panicum</i>	1,40 A3	0,77 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si, as letras e números diferentes se diferem entre sistemas e entre espécies respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A forragem *Panicum* teve o maior incremento no sistema irrigado em relação às outras cultivares, mantendo o comportamento em todas as avaliações e o *Stylosanthes* com pior ganho de massa verde e seca.

Na Tabela 6, o comportamento do *Stylosanthes* não apresentou diferença estatística em sistemas, apresentando baixa resposta produtiva ao ser submetida a irrigação, já o *Panicum* continua com maior ganho e a *Brachiaria* apresenta ganho de produtividade em todos os cortes no sistema irrigado, com médias superiores ao *Stylosanthes* e inferiores ao *Panicum*.

Tabela 6- Determinação da variável quilos de matéria seca por amostra das espécies de forrageiras do terceiro corte para tipos de sistemas, irrigado e sequeiro

Espécies de forrageiras	Irrigado	Sequeiro
<i>Stylosanthes</i>	0,05 a1	0,03 a1
<i>Brachiaria</i>	0,42 A2	0,17 a2
<i>Panicum</i>	0,67 A3	0,35 a3

Fonte: Dos próprios autores.

Médias seguidas de letras e números iguais, não diferem entre si, as letras e números diferentes se diferem entre sistemas e entre espécies respectivamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aroeira (2005) demonstra em sua pesquisa o consórcio entre braquiária e estilosantes, em relação consumo x disponibilidade durante o período chuvoso e de inverno, sendo que, na época chuvosa, observaram-se maior consumo e disponibilidade de braquiária e menor de estilosantes, entretanto no inverno o consumo de estilosantes foi maior, mas sua disponibilidade foi decrescida, as análises bromatológicas pronunciaram melhor desempenho no início da seca.

3.2 Medições de consumo do sistema de irrigação

A seguir estão as tabelas com resultado do consumo de combustíveis:

Tabela 7 - Vazão da água na bomba *versus* consumo de combustível somente a gasolina.

Vazão da água (m ³ /s)	0,008	0,0081	0,0080	0,0081	0,0081	0,0082	0,0081
Consumo (ml/min)	27,02	26,80	26,05	25,70	25,57	25,30	25,05

Fonte: Dos próprios autores.

Comparando-se os resultados entre a Tabela 7 e 8, pode-se observar uma redução significativa no consumo de gasolina quando adicionado o hidrogênio e, a partir da média desses dados, foi possível realizar a construção de um gráfico demonstrativo da eficiência da utilização do sistema 2.

Tabela 8 - Vazão da água na bomba *versus* consumo de gasolina e utilização do hidrogênio em conjunto.

Vazão da água (m ³ /s)	0,0080	0,0081	0,008	0,0081	0,0081	0,0082	0,0081
Consumo (ml/min)	19,80	19,12	18,70	18,18	17,80	17,45	17,08

Fonte: Dos próprios autores.

A vazão média da bomba para os experimentos foi de 0,0081 metros cúbicos de água por segundo e o coeficiente de variação de Pearson para a média das vazões é inferior a 1%, assim esse valor nos garante que em todos os experimentos/testes realizados o sistema bomba-motor trabalhou com a mesma eficiência.

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 de variação de Pearson (CV) 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 $CV = S/X \cdot 100$.

Houve redução média de 37,5% no consumo de gasolina quando utilizado o combustível alternativo em relação ao motor em sua originalidade. Concluindo assim, que o hidrogênio é uma fonte renovável e promissora. Wollmann, F. (2013), apresentou resultados parecidos com porcentagens próximas de economia de combustível, entretanto, deparou-se 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 em economia de combustíveis.

Uso de energia alternativa e monitoramento da qualidade da água com métodos simples pode viabilizar a irrigação em áreas com déficit hídrico. É importante ressaltar que foram realizadas adaptações no motor para instalação do gerador de hidrogênio, já que o ele é próprio para funcionamento a gasolina, portanto, a utilização de um motor desenvolvido para tal fim mostraria um melhor resultado.

3.3 Monitoramento do corpo hídrico

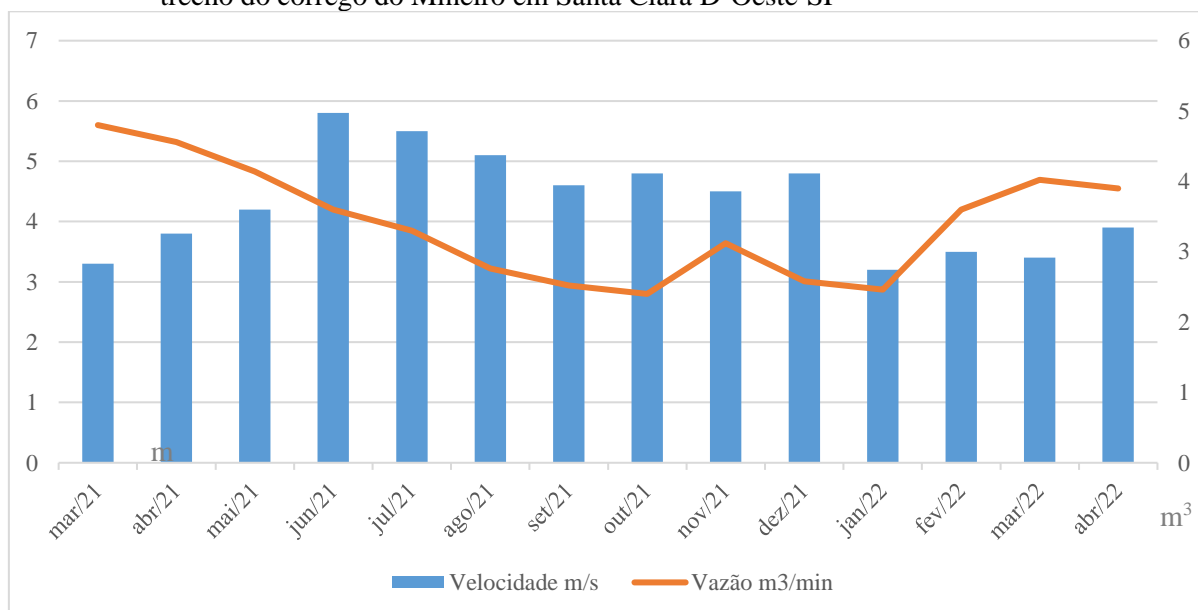
A caracterização morfológica do canal bem como os resultados médios obtidos na estimativa da velocidade (m/s), vazão (m^3/s), tabela 9 e gráfico 1:

Tabela 9 - Caracterização morfológica do canal, para o trecho do córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste-SP.

Largura (m)	1,04
Profundidade (média)	9,8 cm
Área (m^2)	0,20
Fundo	arenoso

Fonte: Dos próprios autores.

Gráfico 1 - Vazão (m^3/min) e velocidade(m/s) em decorrência dos meses de monitoramento para o trecho do córrego do Mineiro em Santa Clara D'Oeste-SP

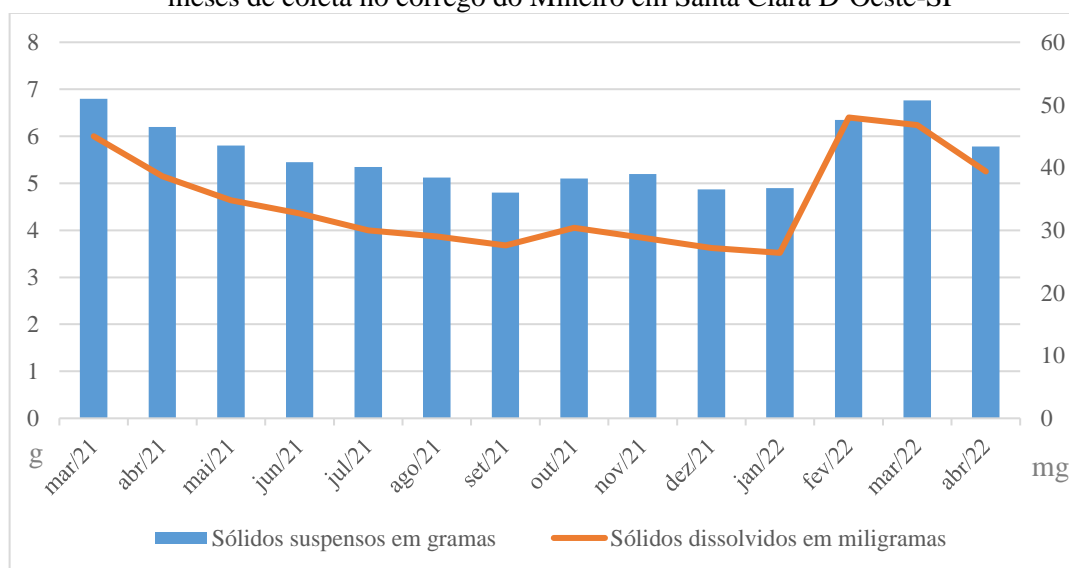


Fonte: Dos próprios autores, 2022.

Observou-se que, em decorrência do período de seca estabelecida a partir do mês de abril (2021), proporcionou-se a diminuição da velocidade média e da vazão do córrego, além de sua área de secção ser menor nesse trecho do córrego, já nos meses de outubro (2021) a março (2022) observou-se o aumento da vazão devido ao período chuvoso, entretanto atentando-se aos números a conclusão torna-se assustadora já que as vazões dos meses adjacentes pós anos é decrescente, contudo, Figueiredo Filho; Silva Junior (2010) comenta sobre a correção do coeficiente da vazão, 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 pelo Gráfico 2.

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



Fonte: Dos próprios autores, 2022.

Observou-se que em decorrência do período de seca estabelecido a partir do mês de abril, proporcionou-se a diminuição tanto dos sólidos suspensos como dos sólidos dissolvidos, visto que a sedimentação se assenta no fundo arenoso do córrego e sua velocidade se opõe à movimentação contínua de sólidos sobre a superfície, já nos meses de outubro (2021) a março (2022) em que ocorreram maiores índices de chuvas houve um aumento nos sedimentos devido à velocidade de escoamento e à movimentação incessante de matérias.

Piveli (2012) ressalta que, além da importância de análise dos sólidos, é necessário se atentar ao odor, pH e turbidez da água, já que isso pode afetar diretamente o desenvolvimento e ocasionar toxicidade a cultivares específicos.

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.

A cultivar *Panicum maximum* apresentou maiores índices de produtividade quando realizado o manejo adequado e a *Stylosanthes capitata* com menor incremento de produtividade nos dois sistemas implantados.

REFERÊNCIAS

AROEIRA, L. J. M. *et al.* Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 413–418, abr. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400014>. Acesso em 15 de junho de 2022.

BEZERRA, J. C. F. *et al.* Medição de Vazão em um Canal Fluvial Utilizando o Método do Flutuador. In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias, **COINTER – PDVAgro**. 2017. Bahia. Pôster Disponível em: <https://docplayer.com.br/83596557-Medicao-de-vazao-em-um-canal-fluvial-utilizando-o-metodo-do-flutuador-apresentacao-poster.html>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

CASTRO, M. T.; DE SOUZA, M.; CASTRO, A. Renewable Energy: Wind Energy, Its Effects And Environmental Gains. **ITEGAM-JETIA**, v. 5, n. 19, p. 103-108, 3 set. 2019. Disponível em: <http://itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/501>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

CÓSER, A. *et al.* Produção de forragem e valor nutritivo do capim-elefante, irrigado durante a época seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1625–1631, nov. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001100023>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

FERNANDES, G. M. N. **A Importância Econômica da irrigação para a agricultura no Estado de Goiás**. 2019. 37 f. (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, Goiânia, GO, 2019. Disponível em: <http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/158>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, jan. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politicohoje/article/view/3852/3156>. Acesso em 11 de maio de 2021.

FRIZZONE, J. A. *et al.* Lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de aveia (*Avena sativa* L.) para forragem. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 3, p. 578–586, set. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000300027>. Acesso em: 22 de setembro de 2021.

GALINDO, F. S. *et al.* Acúmulo de Matéria Seca e Nutrientes no Capim-Mombaça em Função do Manejo da Adubação Nitrogenada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 1–9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i3.2132>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

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

MELO, M. T. de. *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, v. 21, n. 76, p. 16–27, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG217646064>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

ORTH, R. *et al.* Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1534–1540, set. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000069>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

PARREIRA, T. P. *et al.* Qualidade e Disponibilidade da Água para Irrigação no Córrego do Sapo, Rio Verde, Goiás. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 34–46, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40907>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

PIVELI, R. P. Curso: “Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos”. Aula 5- Características Físicas das Águas: Cor, Turbidez, Sólidos, Temperatura, Sabor e Odor. 2012. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf>. Acesso em 11 de agosto de 2021.

RAMELLA, J. R. P. *et al.* Produção de Forragem, Matéria Seca Total e de Folhas e Colmos dos Trigos de Duplo Propósito Tarumã e BRS 277 Sob Duas Alturas de Pastejo. *In: VIII ENDITEC*, 2011, Medianeira. VIII Encontro Nacional de Difusão Tecnológica, 2011.

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

SILVA, R.; CARMO, M. J. Energia solar fotovoltaica: uma proposta para melhoria de gestão energética. **International Scientific Journal**, v. 12, n. 2, artigo nº 8, p. 129-173. abr-jun 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/51682880-Energia-solar-fotovoltaica-uma-proposta-para-melhoria-da-gestao-energetica-photovoltaic-solar-energy-a-proposal-for-improving-energy-management.html>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

SILVA, S.; NEVES, E. Importância do Manejo da Irrigação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 34, 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2078>. Acesso em: 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, p. 10–17, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100002>. Acesso em 11 de maio de 2021.

VARGAS, R. A. *et al.* Hidrogênio: o vetor energético 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 de maio de 2021.

WOLLMANN, F. L. **Estudo da Utilização de Gás Hidrogênio em Veículos Automotores**. 2013. 74f. (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, RS. 2013. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/1877>. Acesso em 11 de agosto de 2021.