

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDREZA LARA RODRIGUES

EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS

CURITIBA  
2023

ANDREZA LARA RODRIGUES

EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, curso de Especialização em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Alessandra Fagioli da Silva

CURITIBA  
2023

## RESUMO

O desenvolvimento da agricultura é acompanhado por fatores que limitam a expressão da produtividade de grandes culturas. Espécies de plantas daninhas possui multiplicação e adaptação alta, sendo necessário medidas de controle. O método de controle mais comum e o controle químico, com herbicidas, que proporcionam rápido controle, praticidade e alto rendimento. Muitos fatores podem afetar negativamente o desempenho do herbicida, a qualidade química da água é um deles. Água de rios e açudes possui argila e partículas orgânicas em suspensão, portanto os agricultores preferencialmente utilizam água de poços artesianos, entretanto, a mesma possui uma dureza alta e o pH pode ultrapassar 10. Em herbicidas compostos orgânicos suspensos na água podem adsorver e reduzir sua atividade, agora, a água dura forma compostos insolúveis. A eficiência de alguns herbicidas aumenta à medida que o pH é reduzido, além disso, em pH baixo, a hidrólise é retardada. Portanto, torna-se importante entender o comportamento dos herbicidas em relação às propriedades físico-químicas da água.

Palavras-chaves: controle químico; eficácia; compostos orgânicos; pH.

## ABSTRACT

The development of agriculture is accompanied by factors that limit the expression of productivity of major crops. Weed species have high multiplication and adaptation, requiring control measures. The most common control method is chemical control, herbicides, which provide fast control, convenience, and high yields. Many factors can negatively affect the performance of herbicides, the chemical quality of the water is one of them. River and reservoir water has clay and suspended organic particles, so farmers preferably use artesian well water, however, it has a high hardness and the pH can exceed 10. In herbicides organic compounds suspended in the water can adsorb and reduce their activity, now hard water forms insoluble compounds. The efficiency of some herbicides increases as the pH is reduced, furthermore, at low pH, hydrolysis is delayed. Therefore, it becomes important to understand the behavior of herbicides in relation to the physicochemical properties of water.

Keywords: chemical control; strength; organic compounds; pH.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Herbicidas .....	6
2.2. Qualidade da Água.....	7
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>9</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>15</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial na agricultura, pois é necessária para o crescimento e desenvolvimento da cultura. Desempenha um papel crucial em vários processos fisiológicos, vitais para o crescimento das plantas, como solvente de nutrientes e minerais, mas também serve como um veículo crucial para os defensivos agrícolas.

Os autores Lorenzi (1984), Carvalho (2013) e Rodrigues (2018) afirmam que existem vários métodos de controle de ervas daninhas, mas o mais comum é o controle químico aplicado nas lavouras comerciais, o uso de herbicidas, que proporcionam rápido controle, praticidade de aplicação e alto rendimento operacional.

Os herbicidas possuem qualidades distintas que determinam sua eficácia no manejo de plantas indesejadas e plantas daninhas. Essas características incluem modo de ação, seletividade, persistência e mobilidade. O entendimento dessas características é fundamental para um estudo de seleção visando uma aplicação mais eficiente.

A eficácia de determinadas moléculas de herbicidas e a taxa de sua degradação podem ser influenciadas pelas características químicas da água, que é utilizada como carreador de produtos pulverizados.

A qualidade da água é essencial para o crescimento das culturas, e herbicidas são comumente usados para o manejo de ervas daninhas. No entanto, o uso de herbicidas pode ter efeito adversos sobre a qualidade da água.

O efeito da qualidade da água na eficiência dos herbicidas pode variar dependendo do tipo de herbicida utilizado e das características específicas da fonte hídrica. Por exemplo, água dura com altos níveis de íons cálcio e magnésio podem reduzir a eficácia de certos herbicidas, enquanto água mole com baixos níveis desses íons pode melhorar seu desempenho. Além disso, água com pH elevado também pode afetar a eficácia dos herbicidas, já que alguns são mais eficazes em condições ácidas. É importante que os agricultores e outros profissionais que dependem de herbicidas considerem cuidadosamente a qualidade de sua fonte de água e escolham herbicidas compatíveis com suas características específicas.

A realização de testes de qualidade de água e a consulta com especialistas podem ajudar a garantir que os herbicidas sejam usados de forma segura e eficaz. Portanto, torna-se importante entender como a qualidade da água afeta o controle de herbicidas. O mesmo é considerado um tema com poucas pesquisas, a maioria dos estudos está relacionada a aplicações de adjuvantes e herbicidas. Existe a necessidade de

avaliar o comportamento dos herbicidas em relação às propriedades físico-químicas da água.

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sobre as principais publicações científicas a respeito da qualidade e aspectos da água, relacionando-as na eficiência dos herbicidas, captando a perspectiva geral do problema.

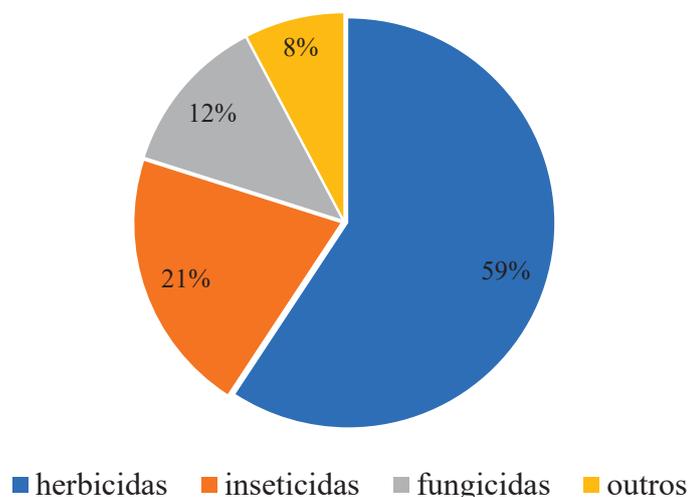
## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Herbicidas

Por muitos anos, principalmente após a chamada "revolução verde", as moléculas sintéticas orgânicas têm sido amplamente utilizadas na agricultura para o controle de ervas daninhas. Essas moléculas são chamadas de herbicidas. Em 1997, as vendas mundiais de produtos fitossanitários foram de US\$ 37 bilhões (FOLONI, 2000), sendo os herbicidas responsáveis pela maior parcela desse mercado (CONCEIÇÃO, 2000).

Segundo Menten et al. (2010), o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG), publicou a comercialização 725 mil toneladas de produtos formulados em 2009. Os principais são os herbicidas com 429.693 toneladas, inseticidas com 150.189 toneladas, fungicidas 89.889 toneladas e outros com 55.806 toneladas. Levando em consideração os princípios ativos, foram comercializadas 335.816 toneladas totais, das quais 59% foram herbicidas (Figura 1).

FIGURA 1- Uso de defensivos agrícolas por tipo no Brasil, 2009.



Fonte: Menten et al., 2010.

Existem várias abordagens para classificar herbicidas, mas nenhuma é completa ou definitiva, pois a maioria das classificações aborda apenas alguns aspectos relacionados ao comportamento do produto ou suas características. O maior problema no desenvolvimento de um sistema de classificação adequado é a diversidade de mecanismos de ação de herbicidas e constituintes químicos (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

Oliveira Júnior et al. (2011), também descrevem que os principais herbicidas são classificados de acordo com os seguintes aspectos: seletividade, translocação, tempo de aplicação, estrutura química e mecanismo de ação.

Como os herbicidas são as moléculas orgânicas mais diversificadas, o mecanismo de ação dos herbicidas é muito mais complexo do que o dos íons que são os nutrientes das plantas. Forças físicas como pontes de hidrogênio, van der Waals, eletrostáticas, ligações covalentes e interações hidrofóbicas são os principais mecanismos que facilitam a adsorção de herbicidas; esses mecanismos podem atuar simultaneamente em mesma molécula. Pode-se enfatizar as ligações eletrostáticas de moléculas ionizantes, como o herbicida imazaquin pertencente à classe das triazinas (BHALLA et al., 1991), e os herbicidas que já possuem carga em sua estrutura, como o paraquat e o diquat (BAILEY & WHITE, 1970), moléculas com grupos fosfato formam ligações covalentes com óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio no solo, como o glifosato (CHEAH et al., 1997). As forças físicas, como van der Waals e as pontes de hidrogênio, estão sempre atuando independentemente do envolvimento de outros mecanismos de ligação.

Theisen & Ruedell, (2004) afirmam que para aplicações de herbicidas, o uso da água de boa qualidade é de extrema importância para melhorar a eficiência da pulverização agrícola, pois afeta a qualidade do produto que a utiliza como insumo. Pode afetar negativamente a bioeficiência de herbicidas, encurtando sua meia-vida. Essa característica pode ser compreendida de duas formas: pela qualidade química da água (pH, dureza e íons dissolvidos) e pela qualidade física (presença de argila e matéria orgânica).

## 2.2 Qualidade da Água

Um dos recursos inseparáveis para humano é a água, ameaçada todos os dias à medida que a sociedade continua se desenvolvendo.

“A água desempenha um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico nacional, sendo um recurso natural imprescindível a manutenção da vida na Terra. No entanto, e como todos sabemos, é um recurso cuja qualidade e quantidade disponível estão em perigo” (Rodrigues et al., 2001).

A RDC/274 (ANVISA, 2005) descreve as águas minerais como obtidas diretamente de fontes naturais ou coletadas artificialmente de fontes subterrâneas. Eles são determinados por um teor de sal mineral definido e constante, bem como pela presença de oligoelementos. Os principais elementos de sua composição variam com as rochas e topografia por onde se infiltra no solo, podendo variar com as condições hidrogeológicas, hidroclimáticas e da biota (RESENDE E PRADO, 2008).

Independentemente da origem (superficial ou subterrânea), a água atua como portadora de diversos agentes biológicos e químicos, por isso é necessário observar fatores que afetam negativamente a sua qualidade (DI BERNARDO, 1993).

Como solvente universal, a água é o veículo mais importante para a diluição de produtos aplicados nas lavouras. Sua fórmula química é  $H_2O$ . Quando puro, é um eletrólito fraco que se ioniza em  $H_3O^+$  e  $OH^-$ , colocando-se em equilíbrio com um pH neutro. Isso geralmente só acontece com a água destilada, pois a água comum contém minerais dissolvidos, afetando o equilíbrio (KISSMANN, 1998).

A presença de minerais altera o equilíbrio e influencia na eficácia de produtos para aplicações agrícolas. Descrevendo Queiroz et al. (2008), a argila e compostos orgânicos suspensos que aumentam a dureza da água, podem adsorver herbicidas e reduzir sua atividade.

A dureza da água está relacionada ao teor de carbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos de diversos cátions (BUHLER; BURNSIDE, 1983). Em solução, uma certa proporção de moléculas solúveis se dissocia em íons. Esses íons livres ( $Al^{+3}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $HCO^{3-}$ ,  $NO^{3-}$ ) podem se combinar com moléculas orgânicas (MORGAN, 1996). Reduzindo a quantidade de princípio ativo disponível, o que por sua vez diminui a bioeficiência do herbicida, podendo também entupir os bicos por aglutinação e sedimentação de partícula (BUHLER; BURNSIDE, 1983; THELEN et al., 1995).

Segundo Kissmann (2007), o pH da água afeta aplicação de herbicidas, quando o valor do pH da água é alto, a degradação dos herbicidas pode ser acelerada pela hidrólise alcalina. Como as constantes de dissociação de muitas moléculas de herbicidas

dependem do valor do pH, sua absorção pelos tecidos vegetais também é diferente, dependendo do molecular intacto ou dissociado em cátions e ânions.

O índice que define o valor de pH no qual o produto é mais adsorvível (inativado) conhecido como  $pK_a$ , que é a constante de ionização na qual as propriedades neutras catiônicas, monoamônicas, dianiônicas e trianiônicas são obtidas em meio ácido, ou seja, o pH no qual um composto exibe ionização máxima ou reatividade com outras substâncias. Porém, quando o pH do meio está distante do  $pK_a$  do composto, ele ainda continua adsorvido, porém com menor intensidade (PRATA et al., 2005).

O tipo de minerais dissolvidos, matéria orgânica e pH são alguns dos fatores potenciais que afetam a adsorção de herbicidas (SPRANKLE et al., 1975).

### **3. METODOLOGIA**

As pesquisas foram realizadas nas plataformas do google acadêmico e Scielo, encontrando seis artigos com filtros de qualidade de água e eficiência de herbicidas, em um período de 10 anos, um intervalo 2013 a 2023.

Foram escolhidas como parâmetros de análises de resultados as principais características da água: pH e dureza, pois as mesmas são características que melhor quantificam a qualidade da água. O pH é determinado pela concentração de íons de hidrogênio e a dureza pelo número de minerais presentes na água.

Segundo Gil (1991), o papel da pesquisa descritiva é estabelecer relações entre as diversas variáveis de um assunto, revelar características do sujeito em estudo e até mesmo fornece novas perspectivas sobre um determinado fator. Apontou ainda que na pesquisa bibliográfica, os dados obtidos por meio de diferentes métodos, sejam artigos, livros, teses, etc., são dados complementares, que podem trazer mais autenticidade e credibilidade ao trabalho.

### **4. RESULTADOS E DISCURSÕES**

A autora Marques (2018), em seu trabalho sobre a qualidade de água e períodos de armazenamento de calda, realizou testes nas características químicas da água no ano de 2017 e 2018. As amostras de água foram coletadas de três locais diferentes Marino, Russo e Jatobá, em Goiás, dentre os testes de caracterização realizados estavam pH e dureza (tabela 1).

Para quantificar a dureza da água o procedimento utilizado foi titulação com solução de EDTA 0,01M em alíquota da amostra com solução tampão (pH 10) e uma pequena quantidade de indicador preto Eriochrome T.

O pH de uma amostra pode ser determinado direta e simplesmente com um medidor de pH devidamente calibrado. O pH foi determinado de acordo com as instruções do fabricante (MARCONI MODELO AT 355).

TABELA 1 - Resultados de dureza e pH da água.

	Dureza		pH	
	2017	2018	2017	2018
Marino	55,65	48,04	6,43	7,06
Russo	63,45	69,66	5,64	6,05
Jatobá	72,85	71,66	6,12	6,48

Fonte: Adaptado de Marques, 2018.

Água proveniente do ponto de captação Jatobá apresentou maior média, seguida pelas águas de Marino e Russo, quando se observa o aspecto da dureza, comparando os aspectos de pH a amostra Marino durante os dois anos obteve o teor mais elevado de potencial hidrogeniônico em comparação as amostras de Russo e Jatobá. Teores de dureza e pH em tolerância são importantes para o desempenho esperado dos herbicidas (DEVKOTA et al., 2016).

O experimento foi montado em uma área total de 50m<sup>2</sup>, com cada parcela composta por 5 m x 10 m, a calda de aplicação e controle de soqueiras foi preparada utilizando as águas coletadas e o herbicida o glyphosate, da marca comercial Roundup® 480, na dose de 6 L ha<sup>-1</sup> (dose recomendada para a área). Segue na tabela 2 os resultados de média de controle registradas no ano de 2017.

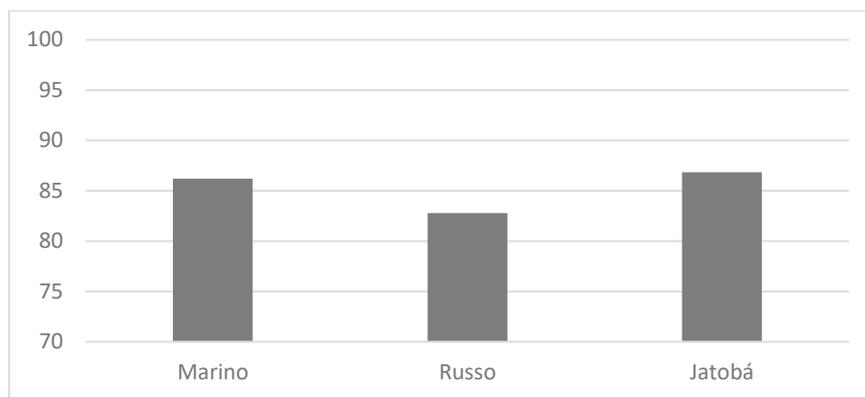
TABELA 2 - Eficácia de controle em diferentes locais de coleta de água no ano de 2017.

Ponto de captação	Média de controle %
Marino	86,2
Russo	82,8
Jatobá	86,85

Fonte: Adaptado de Marques, 2018.

Diferentes pontos de captação de água com características químicas distintas obteve pouca influência na eficácia no controle de plantas daninhas usando glyphosate, sendo melhor observado no gráfico 1.

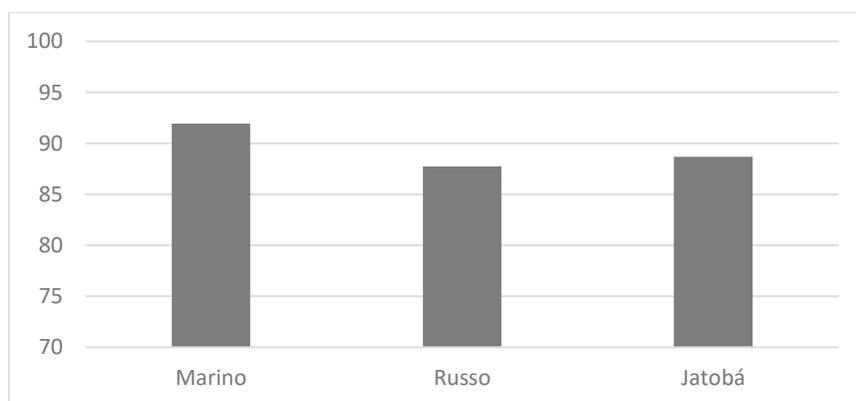
GRÁFICO 1 - Eficácia da calda de herbicida preparada com água coletadas em diferentes locais no ano de 2017.



Fonte: Adaptado de Marques, 2018.

Nos parâmetros analisados em 2018, nota-se diferença na eficácia de controle de plantas daninhas com água com diferentes características químicas, como é possível observar no gráfico 2. Bem como no experimento do ano de 2017 com a água oriundo de Marino proporcionou maior eficácia no controle, 91,95%. As caldas de Russo e Jatobá obtiveram uma média de controle de 87,73% e 88,69% respectivamente.

GRÁFICO 2 - Eficácia da calda de herbicida preparada com água coletadas em diferentes locais do ano de 2018.



Fonte: Adaptado de Marques, 2018.

O resultado de eficácia de calda com pontos de coleta distintos de água pode ser explicado por diferentes características químicas da água. O ponto de coleta Marino obteve em suas análises de caracterização pH muito próximos aos demais, entretanto, uma dureza significativamente menor em comparação ao Russo e Jatobá. O que explica o seu elevado percentual de eficiência, resultado esse que corrobora com as pesquisas de Kissmann, (1997), que descreve a água dura como muito rica em  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ , que afeta diretamente a eficácia de alguns herbicidas, seus elementos podem reagir formando precipitados insolúveis.

Nas pesquisas de Pratti, realizadas em 2019 a respeito da qualidade da água utilizada para aplicação de defensivos agrícolas, os resultados encontrados se assemelham as literaturas. Para este estudo, selecionou-se seis fazendas produtoras de milho e soja localizadas na região de Capim, sudeste do Pará, foram coletadas amostras de água diretamente no ponto de abastecimento de cada fazenda. As análises realizadas seguiram a mesma metodologia supracitada, os resultados químicos de dureza e pH seguem dispostos na tabela 3.

TABELA 3 - Resultados químicos de dureza e pH das águas coletadas nos pontos de abastecimento das fazendas no período de dezembro de 2018 a janeiro de 2019.

	Dureza mg L-1	pH
1	22,10	5,06
2	16,80	4,51
3	18,50	4,46
4	18,81	4,56
5	19,05	4,59
6	15,96	4,28

Fonte: Adaptado de Pratti, 2019.

Os resultados obtidos mostram que, quanto ao valor do pH, a qualidade da água está dentro da faixa ótima para o uso de defensivos agrícolas. Segundo Vargas e Roman (2006) alto percentual de eficiência de controle se encontra em pH da água entre 3,5 e 5,5. Os valores de dureza variaram entre 15,96 mg L<sup>-1</sup> e 22,10 mg L<sup>-1</sup>, classificada segundo Kissmann (1998) como água muito branda, indica em si, mais um fator positivo para a qualidade da água utilizada pelos produtores da região.

Seguindo a mesma linha de pesquisa sobre a adequação do pH da água utilizada na aplicação de defensivos, o autor Peixoto (2020), analisou amostras coletadas de represas, poços artesianos e rio na região próxima a Goianésia-GO. O ensaio de laboratório foi delineado em blocos com quatro repetições, as amostras de água eram provenientes de sete fontes distintas. O pH foi determinado pelo método padrão, e os resultados estão dispostos na tabela 4.

TABELA 4 - PH de diferentes fontes de coleta de água na região de Goianésia.

Fontes	pH
Poço 1	8,14
Poço 2	7,11
Represa 1	6,97

Represa 2	7,95
Represa 3	7,68
Rio	7,71
Destilada	6,24

Fonte: Adaptado de Peixoto, 2020.

Diferentes valores de pH de uma mesma fonte de coleta podem ser explicados por diferentes substâncias presentes no solo, como cloretos e sulfatos, que afetam a qualidade da água, como o pH, tornando-a mais alcalina ou mais ácida. (KISSMANN, 1998).

O Autor Mello (2022), estudou a diagnóstico do pH da água para o uso fitossanitário, nas propriedades rurais em Planalto Alegre em Santa Catarina. Coletou-se amostras em sete locais diferentes do mesmo manancial de água, a mesma era destinada a pulverização por diversos produtores próximos. As amostras foram enviadas a um laboratório, onde foi analisado o pH através da metodologia padrão, resultados expostos na tabela 5.

TABELA 5 - Resultados das amostras de água coletadas no oeste de Santa Catarina.

Amostras	pH
1	6,39
2	6,08
3	5,93
4	6,05
5	5,96
6	7,16
7	6,67

Fonte: Adaptado de Mello, 2022.

Os resultados obtidos pelos autores Peixoto (2020) e Mello (2022) foram semelhantes e ambos apresentaram pH alcalino, sendo necessário a adição de adjuvantes na mistura da calda para diminuir o pH. A água alcalina favorece a dissociação das moléculas, pelo que as misturas de aplicação com pH elevado tendem a ser mais difíceis de absorver pelas plantas alvo, diminuindo a eficácia (VARGAS E ROMAN, 2006).

Tais aspectos analisados e comparados a bibliografia dos autores Peixoto (2020) e Mello (2022), são comprovados, através de experimentos, nos estudos do autor Santos (2014) que analisou o efeito do pH da água na eficiência do glifosato, desta vez no controle de *Brachiaria decumbens*. Adotando um delineamento causalizado com arranjo fatorial de 7x7x4, quatro repetições.

A coleta da água foi realizada de acordo com o uso das comunidades e produtores da região de Manaus. A propriedade FMI Citros utiliza para pulverizar os citros água proveniente de poço artesiano, neste município, também foi coletada da fazenda Panorama água de açude utilizada no abastecimento do pulverizador. A água de Igarapé foi coletada na Comunidade Agrícola Nova Esperança usada na irrigação e aplicação de defensivos agrícolas, a comunidade Santa Luzia do Baixo, está localizada à margem do rio Solimões, aonde retira a água para aplicação e irrigação de seus cultivos.

Ao todo coletou-se 4 amostras de água oriundas de regiões e mananciais distintos, foram levadas ao laboratório e analisadas, utilizando para determinação do potencial hidrogeniônico metodologia padrão com pHmetro, como os autores anteriores.

Os resultados obtidos pelo laboratório acerca do pH, e os resultados obtidos no campo a respeito da eficiência estão expostos na tabela 6.

TABELA 6 - Eficácia de controle em função do pH de águas de diferentes mananciais.

	pH	Eficiência (%)
Poço artesiano	4,94	93,15
Açude	5,45	88,72
Igarapé	7,39	82,04
Rio	6,47	85,32

Fonte: Adaptado de Santos, 2014.

Segundo McCormick (1990), em pesquisas quando o pH é reduzido a próximo de 4,0 a eficiência de alguns herbicidas, dentro eles o glifosato, aumenta, corroborando com os resultados obtidos por Santos (2014). Outro tópico que explica os dados obtidos no experimento é a dureza da água, como observados nos dados e pesquisas dos autores Marques (2018) e Pratti (2019), citados anteriormente. A água dura provem de partículas em suspensão, principalmente encontrada em rios e açudes, oriundos da argila (RAI; KITTRICH, 1989).

O autor Menechini em seu artigo publicado em 2020, sobre a redução do pH na calda do glifosato com o uso de sais onde verifica a eficiência no controle de *Bidens pilosa*, utilizou para o experimento um delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3x3 com quatro repetições. Foram padronizados 3 níveis de pH da água 8.2, 11.03 e 12.25. Após a preparação das caldas com glifosato e diferentes níveis de pH, foi feita a avaliação dos sais de glifosato e dos níveis de pH da água, tabela 7, sobre a eficiência, em função do pH final.

TABELA 7 - Resultados de diferentes sais de glifosato em função dos pH's da água.

	pH	Eficiência (%)
Sal de Isopropilamina	8,2	70,41
Sal de Amônio	11,03	66,66
Sal Potássico	12,25	62,08

Fonte: Adaptado de Menechini, 2020.

Diferenças significativas foram encontradas entre os tratamentos, pois o sal de isopropilamina e o pH 8,2 proporcionaram o maior controle de *Bidens pilosa* em relação aos demais tratamentos e valores de pH avaliados. Tais resultados colaboram com os expostos e ressalta a importância em se avaliar e quantificar as características químicas da água utilizadas na pulverização e diluição de defensivos (WANAMARTA; PENNER, 1989).

## 5. CONCLUSÃO

Analisando os resultados de pesquisas teóricas e experimental feita por outros autores é possível concluir que água de diferentes mananciais e ou com diferentes características químicas de pH e dureza afetam a eficiência, sendo necessário adjuvantes para correção química da água.

## 6. REFERENCIAS

- BAILEY, G.W.; WHITE, J.L. **Factors influencing the adsorption and movement of pesticides in soils.** In: GUNTHER, F.A. & GUNTHER, J.D. (Ed.) Residues reviews. New York: Spriger-Verlag, p.29-92, 1970.
- BUHLER, D. D.; BURNSIDE, O. C. **Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity.** Weed Science, Champaign, v. 31, n. 2, p. 163-169, 1983.
- BHALLA, P.N. et al. Imazaquin herbicide. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. (Ed.). **The Imidazolinone Herbicides.** Boca Raton, FL: CRC Press, p.237-245, 1991.
- CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas.** 1ªEd. Lages-SC. Editado pelo autor. e-ISBN 978-85-912712-2-1. 82 p., 2013.
- CHEAH, U.B.; KIRKWOOD, R.C.; LUM, K.Y. **Adsorption, desorption and mobility of four commonly used pesticides in Malaysian agricultural soils.** Pesticide Science., v.50, p.53-63, 1997.

CONCEIÇÃO, M.Z. **Segurança nas aplicações de herbicidas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, Foz do Iguaçu, Anais. Foz do Iguaçu. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p.46-48, 2000.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JOHNSON, W. G. **Influence of Spray-Solution Temperature and Holding Duration on Weed Control with Premixed Glyphosate and Dicamba Formulation**. *Weed Technology*, v. 30, n. 1, p.116-122, 2016.

DI BERNARDO, L., **Métodos e técnicas de tratamento de água**. . Rio de Janeiro: Abes. . Acesso em: 10 jan. 2023. , 1993

FOLONI, L.L. **Impacto ambiental do uso de herbicidas**. In: Congresso Brasileiro Da Ciência Das Plantas Daninhas, 23, Foz do Iguaçu, Anais. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p.49-91, 2000.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, Atlas, 3.ed. 1991.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos**.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS,21 p., 1997.

KISSMANN, K. G., **Adjuvantes Para Caldas De Produtos Fitossanitários**. Departamento de Defesa Fitossanitaria; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p.39-51, 1998.

LORENZI, M. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa, edição do autor, 220p., 1984.

MARQUES, D. B. et al. **Qualidade de água e períodos de armazenamento de calda herbicida para dessecação**, Universidade Federal de Goiás, Jataí, p.1-47, 2018.

MCCORMICK, R. W. **Effects of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, air and nitrogen salts on spray solution pH**. *Weed Technology*, Champaign, v. 4, n. 4, p. 910-912, 1990.

MELLO, Eduardo; TRAVI, Magdalena Reschke Lajús; ANSCHAU, Cleusa Teresinha. **Diagnóstico do ph da água em propriedades rurais no município de planalto alegre/sc para uso fitossanitário**. *Anais de Agronomia*, p. 2.1: 83-94. 2022.

MENECHINI, Wagner et al. **Redução do pH na calda do glifosato com uso de sais e verificar a eficiência no controle de *Bidens pilosa* L**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 50674-50687, 2020.

MENTEN et al. **O setor de defensivos agrícolas no Brasil**.SINDAG. 2010. Disponível em: <[http://www.sindag.com.br/dados\\_mercado.php](http://www.sindag.com.br/dados_mercado.php)>, acesso em: 02 set de 2022.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 348 p., 2011.

PEIXOTO, R. L. O., & Caixeta, D. F. **Adequação do ph de águas utilizadas na aplicação de defensivos na região de goianésia-go**. *Ipê Agronomic Journal*, 4(2), p. 1-10, 2020.

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; VEREECKEN, H.; TORNISIELO, V. L.; PELISSARI, A. **Glifosato behavior in a Rhodic Oxisol under no-till and conventional agricultural systems**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 61-69, 2005.

PRATTI, R. M., **Qualidade da água utilizada para aplicação de defensivos agrícolas na região do Capim, Sudeste Paraense**. Universidade Federal Rural Da Amazônia Campus Paragominas, 29 p., 2019.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos**. Bioscience Journal, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

RAI, D., KITTRICH, J. A. **Mineral equilibria and the soil system**. In: DIXON, J.B., WEED, S.B. Mineral in soil environments. 2. ed. Madison: SSSA. cap. 4. p. 161-198. 1989.

RESENDE, A.; PRADO, C. N. **Perfil microbiológico da água mineral comercializada no Distrito Federal**. Revista de Saúde e Biologia, v. 3, n. 2, p. 16-22, 2008.

RODRIGUES, D. M., **Temperatura nas propriedades físicas da calda de pulverização e eficácia de herbicidas**. Universidade Estadual Paulista, p. 21-68, 2018.

RODRIGUES, E., JUSTINO, A., & SANTANA, V. **Gestão e Ambiente: a água e a indústria**. 1º edição. Cascais: Pregaminho, 2001.

SANTOS, A. F. et al., **Qualidade e pH das águas de propriedades citrícolas e de rios da Amazônia Central sobre a eficiência do glifosato no controle de Brachiaria decumbens**. Universidade Federal Do Amazonas Faculdade De Ciências Agrárias, 61p., 2014.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. **Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil**. Weed Science, Champaign, v. 23, n. 3, p. 229-234. 1975.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1022 p., 1996.

THELEN, K. D., JACKSON, E. P., PENNER, D. **The basis for hard-water antagonism of glyphosate activity**. Weed Science, Champaign, v. 43, n. 4, p. 541-548, 1995.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 90 p., 2004.

VARGAS, L; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Embrapa Trigo, 7p., 2006. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do56.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm). Acesso em: 7 de mar de 2023.

VIVIAN, R. **A importância das plantas daninhas na agricultura**. AGROSOFT BRASIL. 2p., 2011.

WANAMARTA, G., PENNER, D. **Foliar absorption of herbicides.** *Weed Science*, Champaign, v. 4, n. 1, p. 215-232, 1989.