

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

JEFERSON POLANSKI

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO
MUNICÍPIO DE SETE DE SETEMBRO-RS**

CERRO LARGO
2023

JEFERSON POLANSKI

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO
MUNICÍPIO DE SETE DE SETEMBRO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliane Ludwig

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Boneberger Behm

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Polanski, Jeferson

Qualidade da água utilizada na aplicação de agrotóxicos no município de Sete de Setembro- RS / Jeferson Polanski. -- 2023.

41 f.:il.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig

Co-orientadora: Doutora Mariana Boneberger Behm

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Tecnologia de aplicação. 2. Pulverização agrícola. 3. Defensivo agrícola. I. Ludwig, Juliane, orient. II. Behm, Mariana Boneberger, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JEFERSON POLANSKI

**QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO
MUNICÍPIO DE SETE DE SETEMBRO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 28/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **JULIANE LUDWIG**
Data: 18/12/2023 16:53:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Juliane Ludwig – UFFS
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **MARIANA BONEBERGER BEHM**
Data: 18/12/2023 19:52:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Mariana Boneberger Behm – UFFS
Coorientadora

Documento assinado digitalmente
 **SIDINEI ZWICK RADONS**
Data: 18/12/2023 16:46:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram, e não pouparam esforços para que eu pudesse concluir meus estudos, e poder conquistar um dos meus grandes sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir esta oportunidade, aos meus pais, pelo apoio e incentivo dado para fazer as coletas e todo o decorrer do percurso para a Formação. Às minhas orientadoras pelas orientações e ajuda para realizar as análises, e interpretação dos dados. Aos meus amigos e colegas que sempre de alguma forma ou outra me ajudaram no decorrer.

RESUMO

As características físico-químicas da água são de suma importância na preparação da calda para aplicação do agrotóxico. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água utilizada na aplicação, no município de Sete de Setembro- RS, aferindo os atributos físico-químicos da mesma. Foram coletadas 32 amostras de água de fontes, as quais os agricultores do município utilizavam para a preparação das caldas. Nas amostras foram analisados pH, turbidez, condutividade elétrica e dureza da água. Quanto ao pH encontrado, nenhum ficou abaixo de 7, tendo uma média de pH 7,9, indicando que essas águas são alcalinas e dependem da utilização de redutores de pH. Os valores de dureza classificaram as águas de poços artesianos 25% como muito brandas, 45,8% como água branda e 29,2% semiduras, o qual possui alto grau de correlação com o pH e condutividade elétrica (CE), devido a presença de sais. Quanto aos valores de CE, os mesmos se mostraram bastante altos, indicando que há bastante presença de íons dissolvidos. Os dados de turbidez obtidos qualificaram as amostras como águas cristalinas, na sua maioria. Já os valores de dureza para as águas de fontes subsuperficiais classificaram em 12,5% como muito brandas, 75% como água branda e 12,5% semiduras. De forma geral, a água utilizada pelos agricultores encontra-se com características inadequadas àquelas desejadas para o uso de agrotóxicos, sendo necessário o uso de adjuvantes para correção dos parâmetros ideais da água recomendados pelos fabricantes, como redutores de pH, quelatizantes, entre outros. Essa seria uma forma para se aumentar a eficiência da aplicação e controle do alvo, podendo diminuir as superdosagens constantemente utilizadas pelos agricultores.

Palavras-chave: Pulverização agrícola; pH; condutividade elétrica; Dureza; defensivo agrícola.

ABSTRACT

The physicochemical characteristics of water are of the utmost importance when preparing the mixture for pesticide application. The aim of this study was to analyze the quality of the water used for pesticide application in the municipality of Sete de Setembro, RS, and to assess its physical and chemical attributes. 32 water samples from sources were collected, which the farmers in the municipality used for the preparation of solutions. The samples were analyzed for pH, turbidity, electrical conductivity, and water hardness. The pH found was not below 7, with an average pH of 7.9, indicating that these waters are alkaline and depend on the use of pH reducers. The hardness values classified 25% of the artesian well waters as very soft, 45.8% as soft and 29.2% as semi-hard, and have a high degree of correlation with pH and EC, due to the presence of salts. The electrical conductivity values are quite high, indicating that there are a lot of dissolved ions. The turbidity data obtained qualified the samples as crystal clear water. The hardness values for the water from the subsurface sources classified 12.5% as very soft, 75% as soft and 12.5% as semi-hard. The electrical conductivity values are also quite high, indicating that there is a high level of soluble solids. The turbidity data obtained qualified samples 2, 3 and 4 as turbid water, as they were waters from dams that contained high levels of dissolved solids. In general, the water used by the producers has inadequate characteristics for the use of pesticides, requiring the use of adjuvants to correct the ideal water parameters recommended by the manufacturers, such as pH reducers, chelating agents, among others. This increases the efficiency of the application and control of the target, and can reduce the super dosing constantly used by farmers.

Keywords: Agricultural spraying; pH; electrical conductivity; hardness; Agricultural pesticide.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. IMPORTÂNCIA DOS AGROTÓXICOS	11
2.2. ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS.....	12
2.2.1. <i>Incompatibilidade e alterações químicas entre os componentes da mistura</i> 12	
2.3. IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS	13
2.3.1. <i>Potencial Hidrogeniônico (pH) da água</i>	14
2.3.2. <i>Dureza da água</i>	18
2.3.3. <i>Condutividade Elétrica</i>	20
2.3.4. <i>Turbidez</i>	20
2.4 USO DE ADJUVANTES NA CALDA DE APLICAÇÃO	21
2.4.1. <i>Surfactantes</i>	22
2.4.2. <i>Condicionadores de calda</i>	22
2.4.3. <i>Compatibilizantes</i>	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.2. MATERIAIS UTILIZADOS.....	25
3.3. PROCEDIMENTO DE COLETA E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS	26
3.4. PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DAS AMOSTRAS	26
3.4.1. <i>Análise de Dureza da Água</i>	26
3.4.2. <i>Análise pH e Condutividade Elétrica</i>	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICE.....	39

1. INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento populacional mundial aumenta também a demanda por alimentos, e segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (2017), "O Brasil se tornará o principal fornecedor para responder ao aumento da demanda global de importações de commodities". Para mitigar esta demanda será necessário um aumento de produtividade nas áreas agrícolas do país, aumentando os níveis tecnológicos e a realização de pesquisas mais aprofundadas em cada área específica, além de intensificar o uso das terras (EMBRAPA, 2018).

A crescente demanda e uso de agrotóxicos em áreas de produção agrícola no atual cenário da agricultura pode aumentar consideravelmente os custos da unidade de produção, além de aumentar os riscos de contaminação ambiental. Por isso, cada vez mais são realizadas pesquisas com o objetivo de diminuir o uso irracional de agrotóxicos, otimizando o uso e maximizando a eficiência dos mesmos.

No manejo fitossanitário das culturas agrícolas, o controle químico é o mais difundido dentre todos os métodos de controle por ter maior eficiência e menor demanda de mão de obra para se fazer. Porém, para o agente patogênico ser controlado o produto químico deve ser aplicado sobre o alvo biológico com a maior economia e segurança, além da máxima eficiência do ingrediente ativo (I.A.) (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019). Para proporcionar a adequada alocação do I.A. sobre o alvo biológico criaram-se um conjunto de conhecimentos científicos para que o produto biologicamente ativo controle de forma eficiente, com o mínimo de contaminação de outras áreas e ocorra desperdício do mesmo. Esta área de conhecimento é denominada de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários (MATUO, 1990).

As principais pesquisas relacionadas a este segmento estão relacionadas às condições meteorológicas no momento da aplicação agrícola, as quais têm muita influência na eficiência e capacidade de controle da aplicação. Porém, um fator dentro deste segmento ainda pouco difundido e estudado é relacionado a qualidade da água utilizada para a preparação da calda na aplicação de agrotóxicos.

Este fator é de suma importância dentro da área de tecnologia de aplicação, pois afeta diretamente na eficiência dos produtos utilizados. Os principais fatores dentro da qualidade de água que influenciam na eficiência dos produtos são o pH, dureza,

temperatura e condutividade elétrica da mesma (QUEIROZ, 2008). Diante disso, torna-se necessária a realização de análises que buscam aferir os parâmetros químico-físicos da água, e se ela realmente está em condições ideais para ser utilizada em mistura na aplicação sem nenhum uso de adjuvantes na mesma, os quais são de suma importância e interferem na eficiência dos agrotóxicos utilizados.

O presente trabalho teve por objetivo diagnosticar os aspectos físico-químicos da água utilizada para aplicação de agrotóxicos pelos agricultores do município de Sete de Setembro- RS, determinando o pH, medindo a turbidez e dureza da água, além de determinar a condutividade elétrica da mesma.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA DOS AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos, também conhecidos como defensivos agrícolas ou pesticidas, desempenham um papel importante na agricultura moderna. Eles são usados para proteger as culturas contra pragas, doenças e plantas daninhas, os quais influenciam no aumento da produtividade e segurança alimentar.

A partir da promulgação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e do Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, que a regulamenta, os defensivos agrícolas passaram a ser definidos como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas de ecossistemas e também urbanas, hídricas e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da fauna e da flora, e de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimulantes e inibidores de crescimento (ANDREI, 2005).

Desde o começo da agricultura as pragas, doenças e plantas daninhas vêm diminuindo a produtividade das culturas e, a partir disso, buscou-se estratégias para diminuir as perdas e cultivar plantas mais saudáveis com produtos de melhor qualidade para o consumo e comercialização. De modo geral, a agricultura buscou intensificar os sistemas de produção, cultivando grandes áreas com a mesma cultura e muitas das vezes em sucessão, o que proporciona maiores riscos de perdas pela ação de organismos competidores principalmente. Porém esta característica cria um agroecossistema frágil, constituído de vários indivíduos, mas de poucas espécies. Essa característica é muito suscetível a um desequilíbrio, porém é indispensável para que se possa alimentar uma população mundial de nove bilhões de pessoas, que ainda está em crescimento, aumentando a demanda por energia e alimento, e diminuindo a renda per capita da terra arável (AZEVEDO, 2017).

2.2. ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

É comum ocorrer a infestação simultânea de plantas daninhas, pragas e doenças no campo, afetando a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. No entanto, os agrotóxicos não possuem um espectro de ação abrangente que possa controlar todos esses problemas de forma conjunta, por isso se faz necessário acompanhar a prática de misturas de agrotóxicos em tanques (LIMA, 1997).

A mistura de agrotóxicos em tanque permite que os proprietários tenham uma abordagem mais integrada no manejo fitossanitário, visando controlar as infestações simultâneas de plantas daninhas, pragas e doenças. A mistura destes produtos pode trazer diversos benefícios na gestão agrícola, benefícios como, a redução de custos como a de mão de obra, equipamentos e logística. Além de proporcionar menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agrotóxico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas, pois em vez de realizar várias aplicações separadas, uma mistura em tanque permite tratar problemas múltiplos de uma só vez (GRAZZIERO, 2015).

2.2.1. Incompatibilidade e alterações químicas entre os componentes da mistura

Quando diferentes produtos fitossanitários são misturados em um tanque de pulverização, pode ocorrer interação entre eles, produzindo efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos em relação aos efeitos individuais de cada produto. Esses efeitos podem afetar a eficácia da pulverização e a resposta das pragas, doenças ou plantas daninhas. O efeito sinérgico ocorre quando a mistura de produtos resulta em uma resposta maior do que a esperada com base nos efeitos individuais de cada produto. Nesse caso, uma combinação potencializa o efeito de controle sobre o alvo, resultando em uma ação mais eficaz. Isso pode ocorrer quando os produtos atuam em diferentes etapas metabólicas ou sistemas de defesa das pragas ou quando há uma ação complementar entre os produtos (GRAZZIERO, 2015).

Ainda de acordo com Grazziero (2015), 97% dos produtores rurais utilizam mais de um produto no tanque de aplicação, ou seja, para melhorar o operacional e diminuir

custos com reentrada do pulverizador na área, os produtores utilizam mais de um produto no tanque, onde na maioria das vezes ocorre a mistura de herbicidas com fungicida ou inseticida, ou ainda ambos na mesma aplicação. Desta forma, se torna ainda mais difícil adequar os parâmetros ideais da água para os produtos, tornando quase que obrigatório a realização do “teste da garrafa”, no qual se utilizam as mesmas proporções que seriam utilizadas em tanque sendo possível aferir a compatibilidade dos agrotóxicos e se não ocorrerá a precipitação dos produtos na calda.

Os produtos fitossanitários, quando são misturados em tanque, seus efeitos individuais podem somar-se de forma aditiva, gerado em um efeito combinado igual à soma dos efeitos individuais de cada produto. Isso significa que a mistura em tanque pode aumentar a eficácia de controle de pragas, doenças ou plantas daninhas de forma proporcional à quantidade de cada produto utilizado. Esse efeito aditivo é desejável quando o objetivo é obter um controle mais eficiente e abrangente das infestações. A mistura em tanque pode permitir uma ação sinérgica dos ingredientes ativos, complementando suas atividades e ampliando o espectro de controle (CASTRO, 2009).

Por outro lado, o efeito antagônico pode resultar em uma diminuição do efeito de um ou de ambos os produtos na mistura, comprometendo o controle eficaz dos problemas fitossanitários. Por isso é importante ter cuidado ao realizar a mistura em tanque e considerar a compatibilidade entre os produtos fitossanitários, levando em consideração suas características físicas, químicas e biológicas (CASTRO, 2009). É importante ressaltar que a compatibilidade física, química e biológica dos produtos utilizados na mistura é essencial para evitar problemas, como incompatibilidades, precipitações, redução da estabilidade da calda, diminuição da eficácia dos produtos ou até mesmo riscos à segurança humana e ambiental (GRAZZIERO, 2015).

2.3. IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

A água é um solvente universal para moléculas polarizadas e o veículo mais importante para diluir e aplicar formulados de produtos fitossanitários, que são aplicados por imersão ou pulverização, proporcionando uma dispersão mais

homogênea. Quando pura, é um eletrólito débil que se ioniza como H_3O^+ e OH^- , mantendo-se em equilíbrio com pH neutro, mas geralmente a água normal sempre apresenta gases, líquidos ou sólidos solúveis que afetam o equilíbrio da mesma (AZEVEDO,2011).

A qualidade da água na pulverização não chama muita atenção pois é vista como um insumo relativamente limpo, por isso não é dada atenção a sua pureza. Porém a água compreende cerca de 95% da solução de pulverização e sua qualidade pode influenciar, e muito, o desempenho e eficiência dos ingredientes ativos dos agrotóxicos utilizados. Parâmetros como acidez ou alcalinidade e minerais dissolvidos podem interagir com os ingredientes ativos e/ou aditivos do produto, reduzindo a solubilidade, eficiência e diminuindo a absorção pela praga alvo, resultando em um desempenho inferior e necessitando de um novo tratamento (BOZEMAN, 2013).

Os atributos físico-químicos são facilmente alteráveis durante o processo e o sucesso no controle de problemas fitossanitários nas culturas depende das decisões tomadas durante a preparação e aplicação da calda. A tecnologia de aplicação abrange desde a formulação da solução de partículas até a composição das gotas no alvo. Envolve uma aplicação de conhecimentos científicos para garantir a colocação precisa do produto biologicamente ativo no alvo, na quantidade necessária, de maneira eficiente e com o mínimo de contaminação (MATUO, 1990).

A água utilizada nas aplicações é um dos principais fatores que alteram a qualidade da calda, que por sua vez, pode influenciar os tratamentos fitossanitários das culturas comerciais (AZEVEDO, 2015). Aplicações utilizando água limpa nem sempre são possíveis nas propriedades agrícolas, por isso uma opção é o uso de adjuvantes de calda, que melhoram as qualidades físico-químicas da água e podem auxiliar na homogeneização e estabilização da calda, aumentando a eficiência da aplicação (AZEVEDO 2011).

2.3.1.Potencial Hidrogeniônico (pH) da água

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é uma medida numérica que reflete o equilíbrio entre os íons H^+ e OH^- , mudando a relação, se uma solução é ácida ou alcalina. Esta avaliação é realizada numa escala que varia de 0 a 14, sendo 7 pH neutro (BRASIL, 2006).

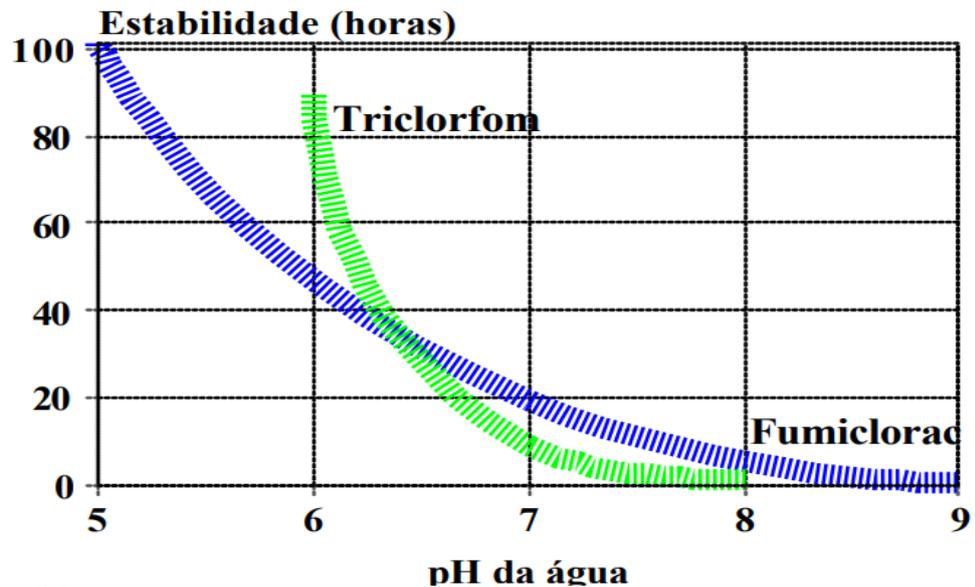
O pH ideal da água utilizada na aplicação de agrotóxicos pode variar dependendo do tipo de agrotóxico, da cultura agrícola e das práticas de manejo. No entanto, em geral, a maioria dos agrotóxicos é formulada para ser eficaz em uma ampla faixa de pH da água, normalmente entre 4,0 e 8,0. O pH da água é uma medida da acidez ou alcalinidade e pode afetar a eficácia dos agrotóxicos. Alguns agrotóxicos são sensíveis a variações de pH e podem se degradar rapidamente em condições ácidas ou alcalinas extremas (QUEIROZ *et al.*, 2008).

O pH é o principal elemento que impacta a estabilidade química da solução de concentração (AZEVEDO, 2015). As moléculas dos produtos fitossanitários têm a capacidade de interagir com os íons presentes na água usada, criando reações, e a intensidade dessas interações na solução varia de acordo com o pH, bem como o tipo específico de íon presente (VARGAS; ROMAN, 2006). Segundo Queiroz *et al.* (2008), em água com o pH mais baixo, a taxa de hidrólise é retardada, mantendo a folha da planta úmida por um maior tempo, pois a superfície das folhas tem um pH neutro, havendo uma interação com o pH da calda.

Os agricultores podem ajustar o pH da água adicionando produtos químicos, como ácidos fracos ou diluídos, para atingir o intervalo de pH desejado antes da aplicação dos agrotóxicos. Isso é especialmente importante quando se utiliza água de fontes diferentes, como poços, rios ou lagoas, que podem ter pH variável (BAIRD, 2004). Porém em uma calda existem sais que possuem um poder tampão, que em pouco tempo voltam a alterar o pH. Por isso, é necessário, além do acidificante, utilizar um sal adequado, que mantenha o pH dentro de uma faixa desejada, devido ao seu “poder tampão” (KISSMANN, 1997).

A Figura 1 retrata os efeitos que o pH tem sobre os agrotóxicos. Tendo um poder e uma influência muito grande na estabilidade da calda, quando o pH mais ácido, as moléculas do produto estão totalmente dissociadas alcançando um valor máximo de pKa (constante de ionização ácido/base) do produto. Quando o valor do pH > pKa+1, a maioria das moléculas ácidas ou básicas estará na forma aniônica ou neutra, o que representa maior disponibilidade para interação com íons da água (FERRACINI; CONCEIÇÃO, 2008).

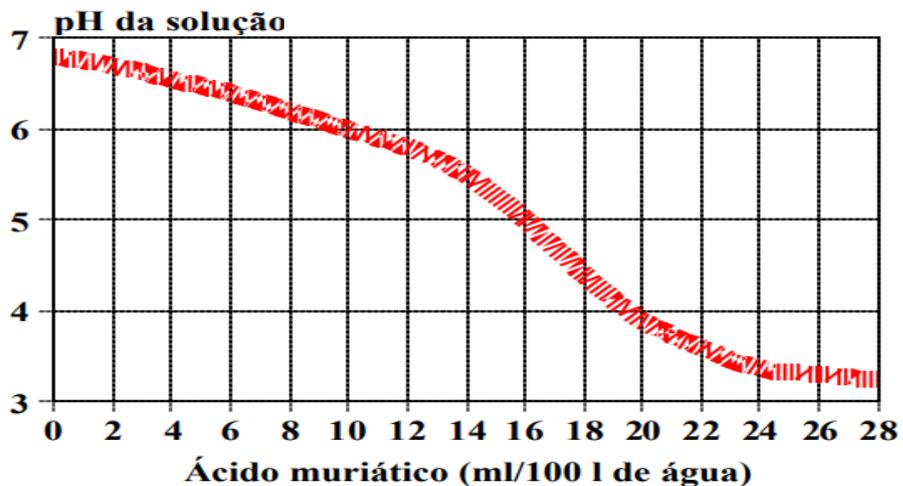
Figura 1- Efeito do pH da água sobre a estabilidade do inseticida Triclorfom e do herbicida Flumiclorac (Arbore)



Fonte: Grassen, 2016.

Para o controle e acidificação do pH é necessário a adição de ácidos até o pH desejado e requerido na bula do produto. A figura 2 mostra parâmetros para a quantidade em mL de ácido muriático necessária para 100 L de água, para reduzir o pH até o desejado. É de fundamental importância fazer a correção dos parâmetros físico-químicos da água antes da adição do produto no tanque, para assim os parâmetros já estarem ajustados e causar o mínimo de interação dos íons da água com o I.A., aumentando sua eficiência ao máximo.

Figura 2- Efeito da adição de doses de ácido muriático sobre o pH da água



Fonte: Grassen, 2016.

Na tabela 1 é possível observar parâmetros de pH ideais de alguns agrotóxicos amplamente usados, onde a capacidade de armazenagem (meia-vida) da calda e eficiência de controle são maximizados. De acordo com Ferracine e Conceição (2008), é nesta faixa de pH onde as moléculas estão em sua máxima dissociação, ou seja, elas estão totalmente dissolvidas na água sem ter nenhuma, ou pouca interação com os íons da água. Assim não formam compostos insolúveis, nem precipitações que iriam diminuir a concentração de I.A. na solução, a qual ocasionaria também a redução da eficiência de controle.

Tabela 1- Faixa de pH ideal para alguns agrotóxicos utilizados em aplicações.

Produto Comercial	Ingrediente Ativo	pH ideal
Vertimec 18 CE	Abamectina	5
Dipel PM	Bacillus thuringiensis	5
Karate Zeon 50 CS	Lambda-cialotrina	4
Lannate BR	Metomil	5
Orthene 750 BR	Acefato	5
Daconil BR, Bravonil	Clorotalonil	Não afetado
Dithane Pm, Manzate 800	Mancozeb	5
Reconil, Agrinose, Cupravit	Oxicloreto de Cobre	5,0-6,5
Glifosato Nortox, Roundup	Sal de isopropilamina	3
Finale	Glufosinato	4
Reglone	Diquat	5
2,4 D	2,4 D	5

Fonte: Grassen, 2016.

2.3.2. Dureza da água

A água (H₂O) pode ser caracterizada por apresentar dureza temporária ou permanente. A presença de sais de bicarbonato (HCO₃⁻) em água, como os de magnésio (Mg²⁺) e cálcio (Ca²⁺) provocam o que chamamos de dureza temporária ou de carbonatos (CO₃²⁻). Recebe esse nome porque os íons HCO₃⁻, através da ação do calor, se decompõem em água, gás carbônico (CO₂), CO₃²⁻ insolúveis em água que acabam precipitando, causando o efeito da dureza na água. Já a dureza permanente, também chamada de não carbonatos, se deve ao fato de que cloretos (Cl⁻), nitratos (NO₃⁻) e sulfatos (SO₄²⁻) de Mg²⁺ e Ca²⁺, estes solúveis em água que não formam precipitado, ou seja, incrustações responsáveis pela dureza da água (FUNASA, 2006).

A dureza da água pode influenciar a eficácia e a aplicação dos agrotóxicos de diferentes maneiras. A dureza da água é uma medida da quantidade de sais minerais, como cálcio e magnésio, presentes na água. Esses minerais podem formar complexos com os ingredientes ativos dos agrotóxicos e afetar sua estabilidade e disponibilidade para o controle de pragas e doenças (FARIAS *et al.*, 2014). Na tabela 2, têm-se as formas de classificação da água quanto à dureza.

Tabela 2- Formas de classificação de dureza da água

Classe	mg/ L- de CaCO ₃	Graus de Dureza (°d)
Muito Branda	< 71,2	<4
Branda	71,2 - 142,45	4 - 8
Semi Dura	142,4 - 320,4	8 - 18
Dura	320,4 - 534,0	18 - 30
Muito Dura	>534,0	>30

Fonte: Kissmann (1998), adaptado.

A presença de sais minerais na água dura pode levar à formação de precipitados ou à redução da solubilidade dos agrotóxicos. Isso pode resultar em interferência de pontas de pulverização, filtros e outros componentes dos equipamentos de aplicação.

Além disso, a formação de precipitados pode diminuir a eficácia dos agrotóxicos, pois os ingredientes ativos podem se ligar aos minerais e se tornarem menos disponíveis para interagir com os alvos desejados. Outro aspecto importante é que a dureza da água pode afetar a atividade dos ingredientes ativos dos agrotóxicos. Alguns agrotóxicos são sensíveis à presença de íons bivalentes, como o Ca^{2+} e Mg^{2+} , que são responsáveis pela dureza da água. Esses íons podem se ligar aos agrotóxicos e modificar suas propriedades químicas, tornando-os menos eficazes na proteção das plantas (KISSMANN, 1997).

O sulfato de amônio é, de fato, um composto químico que contém íons de sulfato (SO_4^{2-}) e íons de amônio (NH_4^+) quando dissociado em água. O íon sulfato pode interagir com os íons presentes na água, imobilizando-os. Essa interação pode interferir na química da água e potencialmente afetar a disponibilidade de íons na solução. O íon amônio, tem um efeito sobre a cutícula das plantas, rompendo ligações e facilitando a absorção do herbicida. O efeito do íon amônio na cutícula pode tornar as plantas mais permeáveis, facilitando a entrada do herbicida (VARGAS; ROMAN, 2006).

A utilização de um grande volume de calda por hectare em condições de dureza da água alta, pode causar sérios inconvenientes, incluindo a ocorrência de entupimentos de bico e uma diminuição notável na eficácia do produto (AZEVEDO, 2011). Em herbicidas que contêm surfactantes aniônicos com íons de sódio (Na^+) e potássio (K^+), a água dura pode substituir esses íons por íons de cálcio e magnésio, como no caso do herbicida 2,4-D, essa substituição pode ocorrer, levando à formação de compostos insolúveis. Já os herbicidas à base de ácido ou de sal, como o glifosato, quando dissolvidos em água dura, reagem na presença do cálcio e magnésio, formando precipitados que não são eficazes na ação do herbicida. A troca de íons pode alterar a solubilidade do herbicida na água, afetando a eficácia do I. A., pois na formação de compostos insolúveis o I.A. não irá mais absorver o herbicida (KISSMANN, 1997).

Além disso, o uso de água dura também pode levar à formação de depósitos minerais nos pontas de pulverização, obstruindo-os e afetando a uniformidade da aplicação. Isso pode resultar em uma distribuição desigual dos produtos químicos sobre as plantas, com eficiência de pulverização, por isso é recomendável que os agricultores considerem a qualidade da água utilizada nas pulverizações (MOURA FILHO, 2006). Caso a água de pulverização apresente altas concentrações de cálcio

e magnésio, é possível utilizar sequestrantes, ou acidificantes, para minimizar os efeitos negativos desses íons na pulverização. O uso de quelatizantes ou sequestrantes se faz necessário ou não quando avaliados os fatores, classificação de dureza da água, presença de matéria orgânica e partículas de argila em conjunto. Pois todos agem da mesma forma nas moléculas do defensivo formando compostos insolúveis e precipitados (AZEVEDO, 2011).

2.3.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) é uma medida da capacidade da água de conduzir corrente elétrica e está relacionada à quantidade de íons dissolvidos na água. A água com alta condutividade elétrica geralmente indica a presença de altos níveis de sais dissolvidos, como cloretos, sulfatos e carbonatos. Esses sais podem afetar a eficácia dos agrotóxicos e ter consequências negativas para as plantas e o meio ambiente. Alguns agrotóxicos podem ser menos eficazes em águas com alta condutividade elétrica. Isso ocorre porque os sais dissolvidos na água podem interagir com os ingredientes ativos dos agrotóxicos, reduzindo sua capacidade de controle (MACHADO, 2006).

A presença de íons como o Ca^{2+} ou CO_3^{2-} , em alta concentração, pode inativar os produtos fitossanitários e tornar a água imprópria para uso na pulverização agrícola. Isso ocorre devido às reações químicas que ocorrem entre os íons presentes na água e os ingredientes ativos dos produtos (PRADO *et al.*, 2011). No caso específico dos íons Ca^{2+} ou CO_3^{2-} , eles podem reagir com os ingredientes ativos dos agrotóxicos, formando compostos insolúveis e complexos. Essa inativação dos produtos fitossanitários compromete a eficácia da pulverização e pode resultar em falhas de controle, que não são desejadas (VIDAL *et al.*, 2016).

2.3.4. Turbidez

A utilização de água de reservatórios abertos, como rios e açudes, pode apresentar desafios adicionais para a qualidade da calda de pulverização. A presença de argila e outros materiais em suspensão na água pode afetar a eficiência e a eficácia

da aplicação devido a diversos fatores (FARIAS *et al.*, 2014). Por meio dessa variável, é possível visualizar a pureza da água. Essa propriedade torna-se facilmente identificável, pois a água pura é completamente transparente (OLIVEIRA, 2018). De acordo com Libânio (2005), a maior parte dos rios brasileiros, são naturalmente de águas turvas, com uma faixa compreendida entre 3 a 500 NTU (Unidade de Turbidez Nefelométrica).

Primeiramente, a presença de partículas em suspensão pode causar obstrução dos bicos e das tubulações dos equipamentos de pulverização, resultando em uma distribuição desigual da calda sobre as plantas. Isso pode levar a uma cobertura inadequada e à redução da eficácia do produto aplicado (KISSMANN, 1997). Além disso, se a água conter outras soluções além dos agroquímicos, podem ocorrer reações que alteram a composição da mistura, comprometendo, também, a eficácia dos produtos fitossanitários.

A presença de compostos orgânicos ou de argila em suspensão pode influenciar significativamente o desempenho de alguns ingredientes ativos, principalmente alguns compostos catiônicos, como os herbicidas Diquat® e Glyphosate®, os quais podem ser parcialmente inativados com água em tais condições. Nesse caso, as moléculas dos ingredientes ativos são atraídos pelas cargas das superfícies dos colóides, ficando adsorvidas nesses, dependendo dos teores de sólidos dissolvidos totais, reduzindo o controle das plantas daninhas (SILVA; SILVA, 2013). Isso pode diminuir a disponibilidade dos ingredientes ativos para a ação desejada e reduzir a eficácia do controle de pragas, doenças ou plantas daninhas (KISSMANN, 1997).

2.4 USO DE ADJUVANTES NA CALDA DE APLICAÇÃO

Os adjuvantes de calda são produtos químicos adicionados à mistura de agrotóxicos ou fertilizantes para melhorar sua eficácia, desempenho e segurança durante a aplicação. Embora não possuam função fitossanitária direta, esses produtos desempenham várias funções que melhoram as características físicas e químicas da calda. Esses produtos são projetados para serem utilizados em conjunto com os agrotóxicos, ajudando a otimizar sua ação, homogeneizando a calda e melhorando os resultados (KISSMANN, 1997).

Os adjuvantes podem ser categorizados em dois grupos diferentes: aqueles que modificam as propriedades da superfície dos líquidos (como surfactantes, espalhantes, umectantes, detergentes, dispersantes e aderentes, entre outros) e os aditivos (como óleo mineral ou vegetal, sulfato de amônio e ureia, entre outros), que impactam a absorção devido à sua influência direta sobre a cutícula (VARGAS; ROMAN, 2006).

Os adjuvantes de calda são classificados em diferentes categorias, cada uma com sua função específica, mas neste trabalho serão abordados apenas os adjuvantes surfactantes, condicionadores e compatibilizantes de calda, pois retrata mais o tema referente (QUEIROZ *et al*, 2008).

2.4.1. Surfactantes

Surfactantes de calda, também conhecidos como tensoativos, são adjuvantes utilizados na mistura de agrotóxicos para melhorar a qualidade da calda de pulverização. Esses produtos químicos têm a capacidade de reduzir a tensão superficial da calda, permitindo uma melhor dispersão e adesão dos agrotóxicos nas superfícies vegetais durante a aplicação. Os surfactantes são compostos por moléculas que possuem uma parte hidrofílica (afinidade pela água) e uma parte lipofílica (afinidade por substâncias gordurosas). Essa estrutura molecular permite que eles interajam tanto com a água quanto com as superfícies das plantas, e dão homogeneidade entre a água e o óleo, quando utilizados no tanque (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

2.4.2. Condicionadores de calda

Os condicionadores de calda são adjuvantes utilizados para melhorar a qualidade e eficácia da calda de agrotóxicos durante a sua aplicação. Eles são projetados para lidar com problemas específicos relacionados à água utilizada na mistura, como alta dureza, pH desfavorável, presença de íons metálicos e outros fatores que podem afetar a estabilidade e a eficiência dos agrotóxicos. Os condicionadores de calda atuam modificando as propriedades físicas e químicas da

água, garantindo uma calda mais adequada para a aplicação dos agrotóxicos (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

Os adjuvantes classificados como tamponantes e acidificantes são responsáveis por controlar e ajustar o pH da calda mantendo-a estável por mais tempo, já que alguns produtos fitossanitários podem sofrer hidrólise quando em soluções com pH alcalino por exemplo, reduzindo sua eficiência. Alguns exemplos de tamponantes utilizados temos o citrato, fosfato e ácido de sódio, e para os acidificantes o ácido cítrico e ácido fosfórico. E também temos os adjuvantes sequestrantes ou quelatizantes, que atuam inativando íons metálicos polivalentes (ferro, cobre, zinco, níquel, magnésio), diminuindo o potencial de ligação destes íons com as moléculas dos agrotóxicos, e assim evitando o risco de inativação do ingrediente ativo (ANTUNIASSI; BOLLER, 2019).

2.4.3. Compatibilizantes

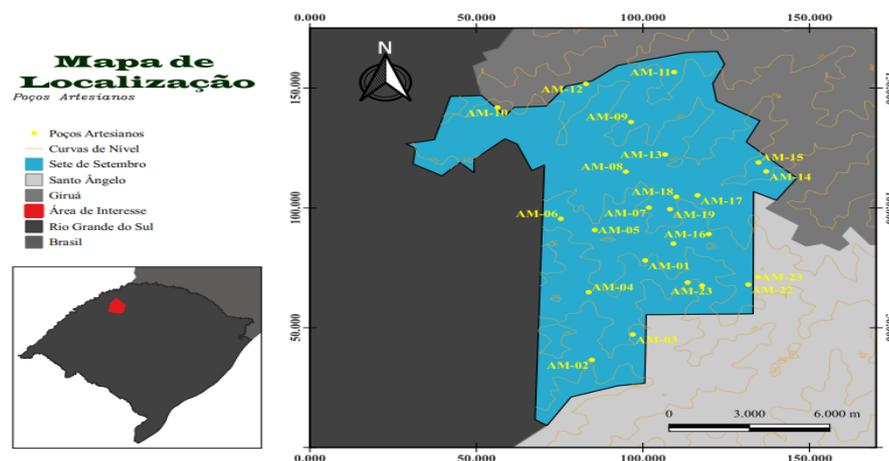
Tem se tornado cada vez mais comum o uso de mais de um tipo de agrotóxico no tanque. Agentes compatibilizantes são, geralmente, misturas emulsificantes mais resistentes que evitam que ocorra a precipitação, sedimentação e a formação de grumos e gel dos produtos dentro do tanque, além de manter a homogeneidade da mistura por mais tempo e mais estável. No entanto, ainda se faz necessário testar a mistura dos produtos a serem utilizados, para garantir que o agente seja capaz de manter boa compatibilidade e ótimo desempenho (AZEVEDO, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise e determinação dos parâmetros físico-químicos das amostras de água coletadas no Município de Sete de Setembro/RS, utilizou-se o Laboratório de Físico-química (113), da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*. A altitude média do município é de 273 metros em relação ao nível do mar, e a economia do município é baseada na exploração agropecuária, o qual conta com uma área agropecuária de 10.052 hectares, sendo aproximadamente 7.000 hectares de lavoura (IBGE, 2022).

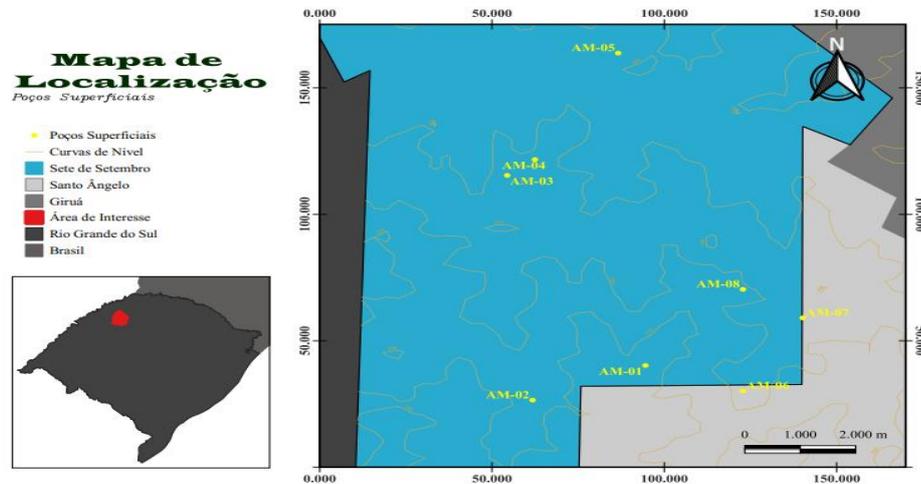
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a realização das análises, foram coletadas 32 amostras, sendo oito provenientes de poços subsuperficiais (Figura 4) e 24 de poços artesianos (Figura 3), em propriedades rurais localizadas na região das Missões, no município de Sete de Setembro/RS, as águas destas fontes onde foram coletadas as amostras, todas eram utilizadas como meio solúvel para aplicação de agrotóxicos. Em relação a classificação das fontes de água amostradas e analisadas 85% são poços artesianos e 15% poços subsuperficiais ou açudes utilizados para realizar o abastecimento de pulverizadores, onde todos continham encanamento e reservatório longe da fonte para abastecer o pulverizador, assim não havendo risco de contaminação da mesma. Figura 3- Mapa do município de Sete de Setembro/RS, com os pontos de coleta dos poços artesianos



Fonte: autor (2023).

Figura 4- Mapa do município de Sete de Setembro/RS, com os pontos de coleta dos poços superficiais



Fonte: autor (2023).

3.2. MATERIAIS UTILIZADOS

Para a parte prática da coleta e análises das amostras de água foram utilizados os materiais descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Principais materiais e equipamentos de laboratório utilizados na coleta e nas análises físico-químicas das amostras coletadas de água

Materiais	
Frascos âmbar (100 mL)	Suporte universal
Caixa isotérmica	Erlenmeyer (250 mL)
Gelo reciclado	Pipeta volumétrica (2 mL)
Béqueres (50 mL)	Garra metálica
Bureta (25 mL)	Espátula
Equipamentos	
pHmetro de bancada Bivolt	

Turbidímetro de bancada TB-2000

Condutivímetro de bancada MCA-150

Fonte: autor (2023).

3.3. PROCEDIMENTO DE COLETA E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

As coletas de água foram realizadas no dia 18 de junho de 2023, em diferentes locais do município, sendo que, ao chegar nas propriedades os frascos eram primeiramente ambientalizados com a amostra. Para isso, primeiramente era coletada uma alíquota de água a qual era agitada dentro do frasco, sendo posteriormente descartada. Em seguida, procedeu-se com as coletas nos frascos âmbar, que eram imediatamente fechados e devidamente identificados.

Após a coleta, os frascos foram acondicionados em uma caixa isotérmica utilizando gelo reciclável, para que a temperatura se mantivesse adequada, ou seja, abaixo dos 7 °C. Depois de coletadas, as amostras foram transferidas para a geladeira para que se mantivesse a temperatura adequada até a chegada à universidade, no dia seguinte, onde seriam então realizadas as análises.

A coleta e a conservação das amostras foram realizadas de acordo com as orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), e da Agência Nacional das Águas (ANA) (CETESB; ANA, 2011).

3.4. PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DAS AMOSTRAS

3.4.1. Análise de Dureza da Água

O procedimento para quantificar a dureza da água foi feito transferindo-se 25 mL de cada amostra e mais 25 mL de água destilada para Erlenmeyer de 250 mL. Após a adição foi acrescentado 2 mL da solução-tampão pH 10 hidróxidos de amônio (NH₄OH)

+ Cloreto de amônio (NH₄Cl); e pequena porção (ponta de espátula) do indicador negro de Eriocromo T 1% em cloreto de sódio (NaCl) na coloração púrpura avermelhada. Em seguida foi titulado com a solução de ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA) na concentração de 0,0135 mol/L, até que a coloração púrpura passasse para azul, indicando o final da titulação. Após foi feita anotações da quantidade de EDTA utilizados para realização dos cálculos da dureza.

Para os cálculos da dureza (D) da água utilizou-se a fórmula segundo consta o Manual Prático de Análise Água (Ministério da Saúde, 2006):

$$D = \frac{(c_{EDTA} \times V_{EDTA} \times MM_{CaCO_3})}{V_{H_2O}} \times 1000$$

Concentração em quantidade de matéria de EDTA = (mol/L)	cEDTA =	0,0135
Volume gasto de EDTA na titulação = (mL)	VEDTA =	
Massa molar do carbonato de cálcio = (g/mol)	MM _{CaCO₃} =	100
Volume água da amostra utilizado na = titulação (mL)	V _{H₂O} =	25

3.4.2. Análise pH e Condutividade Elétrica

O pH e a condutividade elétrica das amostras foram determinadas de forma direta e simples, usando um pHmetro de bancada Bivolt e um Condutímetro de bancada MCA-150, devidamente calibrados. O procedimento consistiu em transferir

para um béquer de 50 mL uma quantidade suficiente de água (30 mL) para a imersão dos eletrodos dos equipamentos, para o aferimento destes parâmetros.

A análise da turbidez da água foi realizada em um Turbidímetro de bancada TB-2000, onde a água era acondicionada nos frascos próprios do equipamento, e estes eram muito bem limpos na parte externa, retirando toda as gotículas de água e serosidades, para não ter interferência na análise da amostra. Um Turbidímetro mede em um ângulo de 90° o desvio de luz causado pelas partículas existentes na água, exibindo valores em NTU. Este equipamento é muito importante para a medição de orgânicos e partículas suspensas na água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos produtos fitossanitários podem sofrer alterações ou instabilidade na presença de pH alcalino (> 7) (KISSMANN, 1997). O pH da água pode afetar significativamente a estabilidade e a eficácia desses produtos, podendo ocorrer decomposição ou dissociação da molécula do I. A., formando compostos químicos indesejáveis (AZEVEDO, 2015).

Os valores de pH das amostras encontrados (Tabelas 4 e 5), apresentam águas alcalinas, necessitando de redutores de pH para adequar na faixa ideal para a maioria dos agrotóxicos, de acordo com os parâmetros recomendados descritos na bula de cada produto (MAPA, 2023). O pH define o grau de acidez ou alcalinidade da água, o equilíbrio entre íons H^+ e OH^- . Tal característica depende da origem da água, características de solo e ser alterada pela presença de resíduos (CETESB, 2009).

Tabela 4 - Valores de pH, Condutividade elétrica, turbidez e dureza da água das amostras coletadas em poços artesianos

Amostras	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Condutividade Elétrica (CE)	Dureza da água (mg/L $CaCO_3$)	Turbidez (UNT)
1	7,13	283,1	199,8	1,17
2	7,69	278,9	162	0,74
3	8,36	322,9	32,4	1,05
4	9,48	414,5	5,4	0,94
5	7,73	218,6	118,8	2,1
6	7,61	293,4	118,8	0,94
7	7,48	257,2	140,4	0,91
8	7,31	257,9	118,8	1,04
9	7,35	194,5	75,6	0,85
10	7,32	196,4	145,8	1
11	7,39	116,3	64,8	1

12	7,15	212,9	118,8	1,14
13	9,23	327,8	16,2	0,91
14	8,24	171	86,4	1
15	8,06	171,38	81	0,97
16	7,98	245,1	81	1
17	7,63	308,2	167,4	1,09
18	7,77	246,7	32,4	2
19	7,47	349,6	189	0,92
20	7,39	381,1	194,4	1,07
21	7,79	409,9	108	1,15
22	9,59	474	10,8	1,06
23	8,24	393,1	183,6	1,07
24	8,06	343,1	162	1
Média	7,89	286,15	108,9	1,09
Desvio padrão (dp)	0,67	87,8	59,56	0,31

Fonte: Autor (2023).

Na tabela 5 os valores de turbidez nos pontos 2, 3 e 4 são bastante elevados, caracterizando como águas turvas, onde valores acima de 5 NTU são consideradas águas turvas (CETESB, 2011), significando que há alta presença de sólidos solúveis na água, os quais podem se tratar principalmente de partículas de argila e matéria orgânica, já que as fontes são superficiais e susceptíveis a contaminação por estes elementos. Na observação visual já foi notável a presença destes elementos, porém se faz necessário a realização de análises de matéria orgânica, que pode ser proveniente de algas e compostos como o ferro e alumínio, principais componentes da argila que interagem e adsorvem moléculas de I.A., diminuindo sua eficiência (QUEIROZ *et al*, 2008).

Tabela 5- Valores de pH, Condutividade elétrica, turbidez e dureza da água das

amostras coletadas em poços subsuperficiais e açudes

Amostras	Potencial hidrogeniônico (pH)	Condutividade Elétrica (ce)	Dureza da água (mg/L CaCO₃)	Turbidez (UNT)
1	7,83	211	135	0,85
2	7,91	216,2	91,8	31,5
3	7,61	226,3	118,8	10,8
4	7,36	225,4	113,4	19,6
5	7,21	102,8	54	1,88
6	7,67	272,1	140,4	2,2
7	7,32	364,5	189	1,39
8	7,77	188	102,6	1,44
Média	7,56	231,19	120,34	9,75
Desvio padrão (dp)	0,24	69,15	36,87	10,6

Fonte: autor (2023).

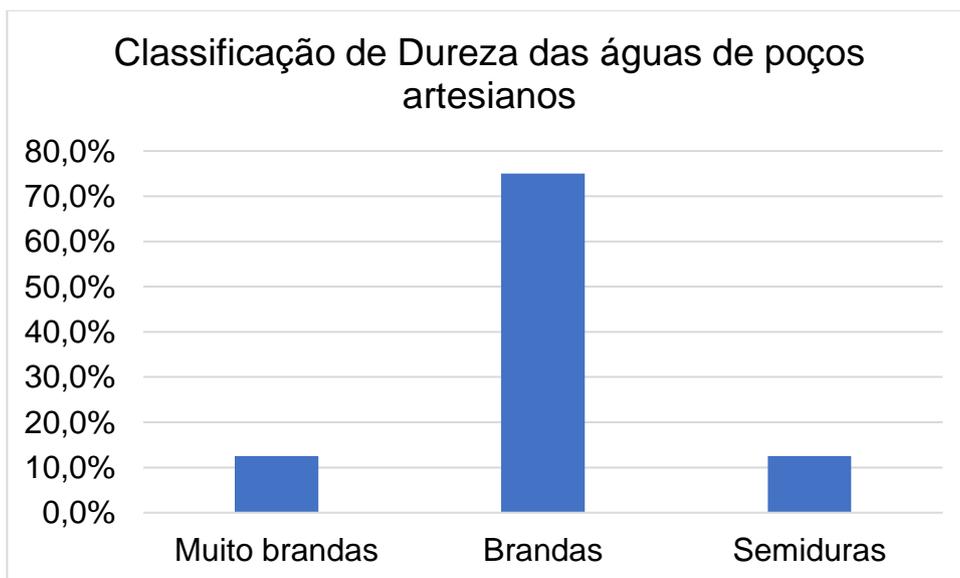
A CE é influenciada pela quantidade de íons que estão presentes na água, os quais são capazes de serem condutores quando dissolvidos. Estes íons podem ser provindos principalmente de carbonatos de cálcio e magnésio, ou ainda de sais ou cloretos. Nos casos onde o pH deu bastante elevado, CE alta e Dureza branda, que são os pontos 3,4, 18 e 22 nos poços artesianos, nos mostra que tem uma baixa concentração de carbonatos e uma alta concentração de sais e cloretos dissolvidos, porem se faz necessário a realização mais minuciosa de análises com fim de aferir os níveis de sais e cloretos presentes nesta agua para averiguar tal situação.

Na Figura 5 os valores de dureza classificaram as águas de poços artesianos 25% como muito brandas, 45,8% como água branda e 29,2% semiduras e possuem alto grau de correlação com o pH e CE, devido a presença de sais e carbonatos. Quanto aos valores de condutividade elétrica, os mesmos são bastante altos indicando que há bastante presença de íons dissolvidos. Os dados de turbidez obtidos qualificaram as amostras como águas cristalinas. Já os valores de dureza para as águas de fontes subsuperficiais (Figura 6) classificaram em 12,5% como muito

brandas, 75% como água branda e 12,5% semiduras. Os valores de condutividade elétrica, também são bastante elevados, indicando que há bastante presença de sólidos solúveis. Os dados de turbidez obtidos qualificaram as amostras 2, 3 e 4 como águas turvas, por se tratarem de águas de açudes que continham altos teores de sólidos dissolvidos.

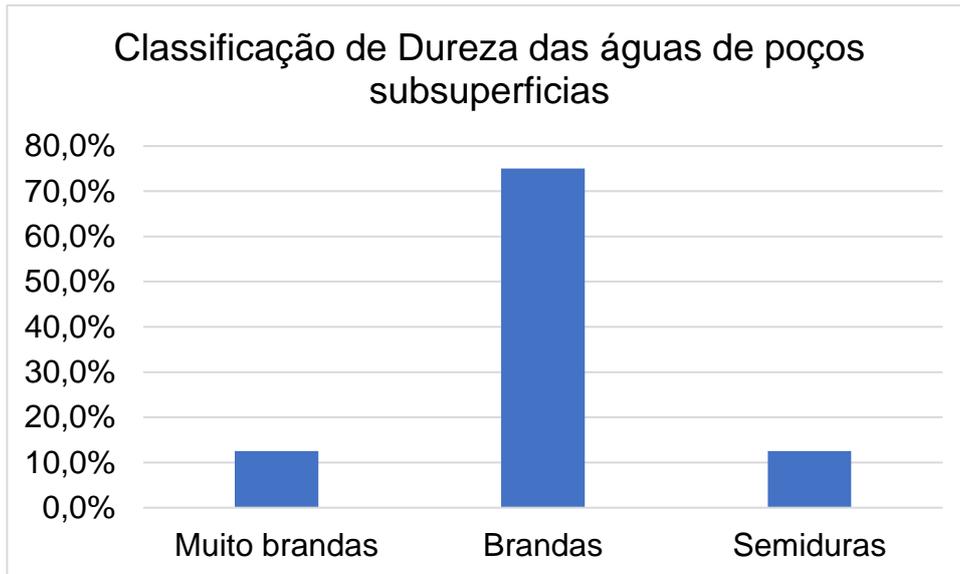
A água dura interfere na eficiência de alguns herbicidas, pois, muitas formulações têm surfactantes aniônicos, que contêm Na^+ e K^+ e, quando o herbicida entra em contato com água dura, Na^+ e K^+ podem ser substituídos por Ca^{++} e Mg^{++} , com a consequente formação de compostos insolúveis; e herbicidas à base de ácido ou de sal dissolvidos em água dura podem dar origem a compostos insolúveis (KISSMANN, 1997).

Figura 5- Gráfico de Classificação de Dureza das águas de poços artesianos



Fonte: autor (2023).

Figura 6- Gráfico de Classificação de Dureza das águas de poços artesianos



Fonte: autor (2023).

De acordo com Marques (2019), águas coletadas em diferentes pontos e fontes apresentam características físico-químicas diferentes entre si. As mesmas características forma observadas no presente trabalho, onde mesmo em pontos próximos um do outro apresentaram tais características físico-químicas diferentes. Ainda de acordo com Crestani (2017), podem ocorrer variações nos valores físico-químicos ao longo do tempo, dependendo principalmente da frequência e intensidade de chuvas, que podem aumentar os sólidos dissolvidos na água e alterar tais parâmetros.

De todas as amostras coletadas e analisadas 100% delas se faz necessário a adição de redutores de pH na mistura para adequar os parâmetros ideais para quase a totalidade dos produtos atualmente utilizados no controle de agentes biológicos. O uso de quelatizantes serve para realizar o “sequestro” dos íons solúveis em água, levando em conta que devem ser analisados os atributos de Dureza, CE, e a presença de matéria orgânica e argila na água, para distinguir se é necessário o uso do mesmo ou não. Nas amostras analisadas todas se fazem necessário o uso de quelatizantes em proporções distintas para cada amostra a fim de garantir máxima eficácia do ingrediente ativo, levando em consideração que ao menos um destes atributos, citados anteriormente, em cada amostra é elevado.

Os resultados obtidos foram totalmente contrários aos encontrados por Mello *et al.* (2021) e Pratti (2019) em municípios dos estados de Santa Catarina e Paraná respectivamente, onde não se faz necessário o uso de adjuvantes para correção dos

parâmetros físico-químicos da água. Esta comparação nos mostra como os parâmetros físico-químicos mudam de região para região, por isso se faz necessário análises individuais para cada região e fontes das quais utilizam-se a água na aplicação de agrotóxicos. Corrigindo os parâmetros físico-químicos antes da adição dos agrotóxicos, para os parâmetros ideais sugeridos na bula para cada produto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou analisar as características físico-químicas da água utilizada pelos agricultores na aplicação de agrotóxicos, podendo se ter uma visão tanto específica, quanto mais abrangente ao analisar os parâmetros em conjunto.

De forma geral, a água utilizada pelos produtores encontra-se com características inadequadas àquelas desejadas para o uso de agrotóxicos, sendo necessário o uso de adjuvantes, para correção dos parâmetros ideais da água recomendados pelos fabricantes, como redutores de pH, quelatizantes, entre outros, fazendo assim com que aumente a eficiência da aplicação e controle do alvo, podendo diminuir as superdosagens constantemente utilizadas pelos agricultores, para compensar esta perda de eficiência do mesmo. O uso de adjuvantes tende a diminuir o consumo e gastos com agrotóxicos, pois o custo dos adjuvantes é baixo, e a economia em agrotóxicos será elevada no momento que a eficiência de aplicação e controle aumentam podendo, devido ao uso de adjuvantes, diminuir o uso de doses elevadas dos agrotóxicos.

Recomenda-se em trabalhos futuros a realização de análises de concentrações de ferro, alumínio e teor de matéria orgânica separadamente, principalmente em águas provindas de fontes superficiais, as quais as contaminações são mais facilitadas. E também análises de sais e cloretos, sendo todos estes responsáveis principalmente pelo aumento da condutividade elétrica, está quando não é proveniente dos carbonatos de cálcio e magnésio.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Cuidando das Águas – Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília – DF: ANA, 2011.160 p.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019.
- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7.ed. São Paulo : Andrei, 2005. 1141p.
- AZEVEDO, L. A. S. **A importância da água nas misturas de tanque**. 1 ed. Rio de Janeiro. IMOS Gráfica e Editora, 2011, 230p. cap. 2; 15- 25.
- AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2015, 230p.
- AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas Protetores. Fundamentos para o Uso Racional**. 2ª. ed. Gráfica e Editora Santa Terezinha, Jaboticabal- SP, 2017.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004, 622 p.
- BOZEMAN, M. T. **Pesticide Performance and Water Quality**. The U.S. Department of Agriculture (USDA), Montana State University, 2013
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- CASTRO, V. L. S. S. **Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde**. J. Braz. Soc. Ecotoxicol., v. 4, n. 1-3, p. 87-94, 2009.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 327 p.
- CRESTANI, M. P. **Qualidade da água utilizada na pulverização agrícola**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, RS, 2017.
- CONCEIÇÃO, M. Z. **Defesa vegetal: legislação, Normas e produtos fitossanitários**. Apud: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos agrotóxicos. 2. ed. Viçosa: UFV/ANDEF, 2003.

DORNELLES, M.E.C. **Inspeção técnica de pulverizadores agrícolas no Rio Grande do Sul**. Ano de obtenção: 2008. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. – Brasília, DF: Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2018.

FAO. **Fao no Brasil: Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>.

FARIAS, M.S. et al. **Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural. Santa Maria, 2013.

FERRACINE, V. L.; CONCEIÇÃO, M. Y. P. **Aspectos Toxicológicos e Ambientais dos Agrotóxicos Aplicados na Cultura do Melão**. 1ª ed. Embrapa, Produção integrada. Cap 22, p. 237-336, 2008.

FUNASA. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água**. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 146 p.

GAZZIERO, D.L. **Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GRASSEN, F.R. **Informativo 061: Efeito da acidez da água sobre produtos fitossanitários**. Cooperativa dos agricultores do plantio direto- Santa Catarina e Paraná, 2016.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio Grande do Sul. IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sete-de-setembro/pesquisa/24/76693>.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de fitossanitários**. In: Guedes. J. V. C & DORNELLES, S. B. **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: Novas tecnologias**. Santa Maria. Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 444p, 2005.

LIMA, L. C. F. **Produtos fitossanitários: misturas em tanque**. Cascavel: Ocepar/Coodetec/Associação Nacional de Defesa Vegetal, 1997. 13 p.

MARQUES, D. B. **Qualidade de água e períodos de armazenamento de calda herbicida para dessecação.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás, 2019.

MELLO, E.; TRAVI, M. R. L.; ANSCHAU, C.T. **Diagnóstico do pH da água em propriedades rurais no município de Planalto Alegre/SC para uso fitossanitário.** Anais de agronomia- Unidade Central de Educação Faem Faculdade, Planalto Alegre, 2021.

MOURA FILHO, E. R. **Influência da qualidade da água no controle químico da mosca minadora do meloeiro, em Mossoró - RN.** 39 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

OLIVEIRA, P.T. **Análise da qualidade das águas de poços rasos no assentamento Itamarati.** 83 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

PRADO, E.P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; POGETTO, M.H.F.A.D.; AGUIAR JÚNIOR, H.O.; CHRISTOVAM, R.S. **Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce.** *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, p.389-396, 2011.

PRATTI, R. M. **Qualidade da água utilizada para aplicação de defensivos agrícolas na região do Capim, Sudeste Paranaense.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

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

SILVA, A.A. da; SILVA, J.F. da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** 1ª Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2013. 367p.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 8 p.

VIDAL, R.A.; QUEIROZ, A.R.S; TREZZI, M.M.; KRUSE, N.D. **Association of glyphosate with other agrochemicals: the knowledge synthesis.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.15, n.1, p.39-47, 2016.

APÊNDICE

Tabela: Classificação da dureza das águas coletadas nos poços artesianos.

Amostra	Dureza da água (mg/L CaCO₃)	Classificação
1	199,8	Semi Dura
2	162	Semi Dura
3	32,4	Muito Branda
4	5,4	Muito Branda
5	118,8	Branda
6	118,8	Branda
7	140,4	Branda
8	118,8	Branda
9	75,6	Branda
10	145,8	Semi Dura
11	64,8	Muito Branda
12	118,8	Branda
13	16,2	Muito Branda
14	86,4	Branda
15	81	Branda
16	81	Branda

17	167,4	Semi Dura
18	32,4	Muito Branda
19	189	Semi Dura
20	194,4	Semi Dura
21	108	Branda
22	10,8	Muito Branda
23	183,6	Semi Dura
24	162	Branda

Fonte: Autor (2023).

Tabela: Classificação da dureza das águas coletadas nas fontes subsuperficiais

Amostra	Dureza da água (mg/L CaCO₃)	Classificação
1	135	Branda
2	91,8	Branda
3	118,8	Branda
4	113,4	Branda
5	54	Muito Branda
6	140,4	Branda
7	189	Semi Dura
8	102,6	Branda

Fonte: Autor (2023).