



**ALESSANDRA BATISTA XAVIER**

**INFLUÊNCIA DO PH DE DIFERENTES FONTES DE ÁGUA PARA  
PULVERIZAÇÃO SUBMETIDAS A DOSES DE *GLYPHOSATE* NO  
CONTROLE DE *BRACHIARIA DECUMBENS***

**INCONFIDENTES/ MG**

**2017**

**ALESSANDRA BATISTA XAVIER**

**INFLUÊNCIA DO PH DE DIFERENTES FONTES DE ÁGUA PARA  
PULVERIZAÇÃO SUBMETIDAS A DOSES DE *GLYPHOSATE* NO  
CONTROLE DE *BRACHIARIA DECUMBENS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Evando Luiz Coelho

**INCONFIDENTES/ MG**

**2017**

**ALESSANDRA BATISTA XAVIER**

**INFLUÊNCIA DO PH DE DIFERENTES FONTES DE ÁGUA PARA  
PULVERIZAÇÃO SUBMETIDAS A DOSES DE *GLYPHOSATE* NO  
CONTROLE DE *BRACHIARIA DECUMBENS***

**Data de aprovação: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 20\_\_**

---

**Professor Doutor Evando Luiz Coelho**  
**IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes***

---

**Professor Mestre Carlos Magno de Lima**  
**IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes***

---

**Professor Doutor José Luiz de Andrade Rezende Pereira**  
**IFSULDEMINAS - *Campus Inconfidentes***

*Aos meus pais, Adriana e José, dedico.*

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus, por ter me proporcionado realizar esse sonho e, sobretudo por me proteger e guiar por todos os dias. Sei que sua presença me fez ser capaz de superar todas as dificuldades!*

*Aos meus pais, Adriana Batista Xavier e José Armindo Xavier, pelo apoio e amor incondicional. Com eles aprendi tudo o que sei, devo a eles tudo o que sou. Meus maiores exemplos de alegria, determinação, honestidade e fé.*

*Á minha irmã, Ana Carolina Xavier, por ser minha melhor amiga desde sempre, por se preocupar comigo, torcer pelas minhas vitórias e pelas minhas melhores memórias da infância.*

*Ao meu companheiro, Túlio Madureira da Costa, por toda ajuda e, acima de tudo, por todo amor, carinho e respeito! Agradeço por sempre estar presente, por tornar meus dias mais alegres e por ter escolhido escrever sua história comigo. Sem sua ajuda não seria possível.*

*Ao meu padrinho, Luiz Roberto Dias Presses, por todo incentivo e preocupação.*

*Ás minhas amigas, Ariana Lemes, Daniele Lima, Darffnny Quirino, Janaína Almeida, Kiane Visconcin e Larissa Silveira pela amizade que eu pretendo levar para toda a vida! Pelas risadas, pelos choros, pelas brigas e pelas reconciliações. Agradeço pelo apoio, meninas!*

*Ao meu amigo, Sandro Oraboni, que foi morar junto de Deus e deixou muitas saudades aqui!*

*Ao meu orientador, Evando Luiz Coelho, pela dedicação e por tornar esse projeto possível!*

*Aos colegas de sala, pelos ensinamentos e pelos tantos momentos que passamos juntos.*

*Aos professores e funcionários do IFSULDEMINAS, por todo aprendizado e por toda ajuda prestada.*

*... Em tudo Senhor, te dou graças!*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 BRACHIARIA DECUMBENS .....	5
2.2 GLYPHOSATE .....	6
2.3 QUALIDADE DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5. CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

## RESUMO

A *Brachiaria decumbens* é considerada uma das principais plantas infestantes no Brasil. O controle químico é o mais recomendado, a otimização da aplicação dos herbicidas é a solução mais eficaz para se obter um manejo adequado e não promover a resistência dessa planta invasora. O glifosato é um herbicida muito utilizado na agricultura, especialmente no controle de *Brachiaria decumbens*. Sua aplicação ocasiona a morte da planta por atuar na inibição da enzima EPSPS. No entanto, o pH, a argila e a matéria orgânica em suspensão, assim como a dureza da água utilizada para a pulverização são variáveis importantes que interagem com o glifosato e prejudicam sua eficiência. O intuito deste trabalho foi avaliar a influência do pH em 4 fontes de água no controle de *Brachiaria decumbens* sob diferentes doses de glifosato. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 4 x 4), sendo 4 pH, 4 fontes de água e 4 doses de glifosato contendo 64 tratamentos com 3 repetições. Foram realizadas análises de pH, alcalinidade, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos e dureza total das águas utilizadas. A avaliação foi realizada aos 28 dias após a aplicação do produto, utilizando uma escala pré-estabelecida para controle de plantas invasoras. Os dados foram submetidos a análise de variância aplicando regressão para os tratamentos a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico Sisvar. As características físicas e químicas da água influenciam na eficiência do glyphosate para o controle de *Brachiaria decumbens*. Independentemente do pH da água utilizada para pulverização não é possível o controle utilizando doses menores que a recomendada. A utilização da maior dose recomendada proporciona excelente controle independentemente da fonte e do pH. A adição do redutor de pH à base de nitrogênio favorece o controle de *Brachiaria decumbens*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capim-braquiária; Herbicida; Plantas invasoras.



## ABSTRACT

*Brachiaria decumbens* is considered one of the main invasive plants in Brazil. Chemical control is the most recommended, therefore, the optimization of herbicide application is the most effective solution to obtain adequate management and do not promote the resistance of this weed. Glyphosate is a herbicide widely used in agriculture, especially in the control of *Brachiaria decumbens*. It's application causes the plant's death by acting on the inhibition of the EPSPS enzyme. However, pH, clay and suspended organic matter, as well as the hardness of the water used for spraying, are important variables that interact with glyphosate and impair it's efficiency. The aim of this work was to evaluate the influence of pH on four water sources in the control of *Brachiaria decumbens* under different doses of glyphosate. The experimental design was a randomized block design (4 x 4 x 4), 4 pH, 4 water sources and 4 glyphosate doses, containing 64 treatments with 3 replicates. Analyzes of pH, alkalinity, electrical conductivity, turbidity, total dissolved solids and total hardness of the water used were performed. The evaluation was performed 28 days after the application of the product, using a pre-established scale for control of invasive plants. The data were submitted to analysis of variance applying regression for treatments at 5% probability using the Sisvar statistical software. The physical and chemical characteristics of the water causes influence on the efficiency of glyphosate for the control of *Brachiaria decumbens*. Regardless the pH of the water used for spraying, control is not possible using lower than the recommended doses. The use of the highest recommended dose provides excellent control regardless the source and pH. The addition of a nitrogen-based pH reducer favors the control of *Brachiaria decumbens*.

**KEY WORDS:** *Brachiaria* grass; Herbicide; Invasive plants.

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas competem principalmente por nutrientes, água, luz e espaço, além de determinadas espécies liberarem substâncias alelopáticas que impedem o crescimento da outra cultura. Também atuam como potenciais hospedeiras de pragas, doenças e nematoides e algumas espécies são consideradas tóxicas aos bovinos.

Dentre as principais plantas infestantes encontra-se a *Brachiaria decumbens*, também conhecida como braquiárinha ou capim-braquiária, comumente vista em diversas lavouras no Brasil. Configura-se atualmente como uma importante planta daninha, responsável por inúmeros prejuízos, principalmente relacionados à dificuldade de controle que eleva sobretudo, os custos de produção.

Sendo o controle químico o mais recomendado, a otimização da aplicação dos herbicidas é a solução mais eficaz para se obter um manejo adequado e não promover a resistência dessa planta invasora em uma determinada área.

Dessa maneira, a qualidade da água de pulverização tem se tornado um aspecto importante a ser avaliado quando se deseja obter melhores resultados no controle de inúmeras espécies de plantas daninhas. São muitas as variáveis que determinarão se um produto atingirá seu máximo de eficiência ou se será inativado através de associação com a matéria orgânica e/ou compostos químicos.

Muitos agricultores utilizam águas de rios e represas para a pulverização. Essas águas, no entanto, geralmente são turvas e apresentam altos teores de matéria orgânica e partículas em suspensão, que ao combinarem com o ingrediente ativo do produto reduzem a sua eficácia.

As águas provenientes de poços artesianos são, em geral, límpidas e duras. A dureza está intimamente relacionada aos teores de Cálcio e Magnésio presentes na água e, também é um parâmetro de avaliação que pode definir o desempenho do herbicida no controle de espécies invasoras.

O que se percebe, é que os íons de Cálcio e Magnésio reagem com os produtos adicionados à água e desencadeiam uma série de reações que desequilibram as cargas existentes no princípio ativo, interferindo negativamente na qualidade da aplicação.

O pH da água exerce influência direta na eficácia dos herbicidas e tem sido amplamente estudado por diversos autores. Os resultados sugerem que em pH ácido os herbicidas são absorvidos com maior facilidade pelas plantas e, desse modo, o controle é mais eficiente. Todavia, se porventura, a água apresentar pH extremamente ácido, pode reduzir a vida útil do herbicida, além do produto se tornar menos disponível para as plantas.

Dessa maneira, é possível perceber que o monitoramento da qualidade da água é uma maneira simples e viável de melhorar a qualidade da pulverização, levando-se em consideração que a diminuição da influência dos compostos presentes na água pode otimizar a ação do herbicida e por consequência ocasionar a diminuição da dose recomendada pelo fabricante.

Objetiva-se com esse trabalho, avaliar a influência do pH em quatro fontes de água no controle de *Brachiaria decumbens* sob diferentes doses de *glyphosate*.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 BRACHIARIA DECUMBENS**

A *Brachiaria decumbens* é uma forrageira perene, de rápida brotação, tolerância ao frio e com boa resistência ao pastejo e pisoteio animal. Devido sua agressividade, difícil controle e fácil adaptabilidade às mais diversas regiões tornou-se uma das plantas infestantes de maior interesse para a agricultura.

Em estudos desenvolvidos por Kuva et al. (2001), a competição da *Brachiaria decumbens* com a cana-de-açúcar reduziu em 82% a produtividade da cultura, além de promover a diminuição da longevidade do canavial. Segundo Carvalho (2003), a *Brachiaria decumbens* também foi responsável por diminuir em 76% a produtividade do citros na cidade de Rio Real, na Bahia.

A grande dificuldade de controle dessa planta invasora está associada às suas características morfológicas, modo de propagação e, principalmente ao grande banco de sementes deixado ao solo (RUAS et al., 2012).

No entanto, de acordo com Carvalho et al. (2008), o surgimento do sistema de plantio direto transformou a *Brachiaria decumbens* em uma aliada dos sistemas de produção

conservacionistas por produzir grande quantidade de matéria seca e conseqüentemente promover uma adequada cobertura do solo.

Nesse sistema, o controle correto da *Brachiaria* é fundamental para garantir o bom desenvolvimento inicial das culturas, mantendo-as livres de competição. Segundo Ruas et al. (2012), o manejo do capim-braquiária realizado com produtos químicos é o mais difundido por obter respostas rápidas e eficientes.

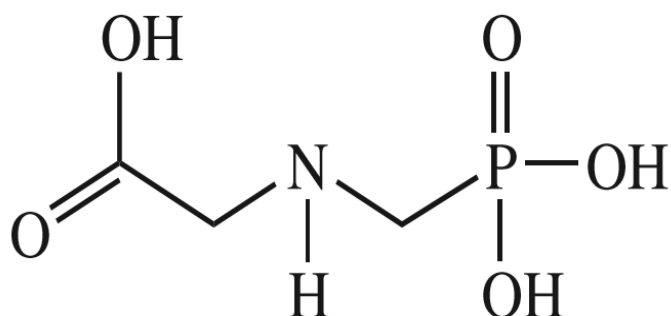
De acordo com Abreu et al. (2006) manejar corretamente as gramíneas do gênero *Brachiaria* é a maneira mais eficiente de se evitar as perdas de produtividade em sistemas de semeadura direta, uma vez que a eliminação dessas plantas infestantes antes da semeadura permite que a cultura cresça e se desenvolva sem interferências negativas.

## 2.2 GLYPHOSATE

O glyphosate (N-fosfometil glicina), é um herbicida de ação sistêmica, não seletivo, pós emergente, com largo espectro de ação e muito utilizado na agricultura, especialmente no controle de *Brachiaria decumbens*.

Sua aplicação ocasiona a morte da planta por atuar na inibição da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), uma enzima que participa das reações que produzem aminoácidos aromáticos importantes, como o triptofano, a fenilalanina e a tirosina que são fundamentais para o mecanismo de defesa e o processo de divisão celular nos meristemas das plantas, além de influenciar também outros processos, como a inibição da síntese de clorofila, a produção de etileno e reduzir a síntese de proteínas (CARVALHO et al., 2009). Sua fórmula molecular é  $C_3H_8NO_5P$  e sua fórmula estrutural é apresentada na figura 1.

Figura 1 – Fórmula estrutural do glyphosate.



Fonte: Coutinho e Mazo, 2005.

A absorção do glyphosate ocorre em duas fases distintas: a primeira é mais rápida e ocorre através da cutícula da folha e a segunda ocorre de maneira mais lenta via simplasto. O tempo necessário para que ocorra a absorção é dependente da espécie, da idade da planta, das características das folhas, das condições meteorológicas e das concentrações do herbicida na calda. O glyphosate desloca-se na planta através do floema, translocando-se pela mesma rota dos fotoassimilados, movimentando-se das folhas fisiologicamente mais ativas para as regiões da planta onde os açúcares da fotossíntese são armazenados e posteriormente utilizados. Essa movimentação do herbicida na planta é o que define sua eficácia (MONQUERO et al., 2004).

Por ser um herbicida sistêmico, o glyphosate pode demorar dias e até semanas para provocar a morte das plantas. Os principais sintomas observados após a aplicação de glifosato são clorose nas folhas seguidas de necrose, sendo comum as folhas novas apresentarem deformações e enrugamento (YAMADA e CASTRO, 2007).

### 2.3 QUALIDADE DA ÁGUA DE PULVERIZAÇÃO

Inúmeras variáveis são responsáveis por determinar o êxito das pulverizações e, dessa forma, é fundamental se atentar às características da planta e ao tamanho das gotas depositadas sobre as mesmas e, essencialmente, a umidade, temperatura e velocidade dos ventos no momento da aplicação

No entanto, de acordo com Queiroz, Martins e Cunha (2008), o potencial hidrogeniônico (pH), a argila e a matéria orgânica em suspensão, assim como a dureza da água utilizada para a pulverização também são variáveis importantes que podem interagir com o glyphosate e prejudicar a sua eficiência. Essa inativação do princípio ativo ocorre devido a presença dos sais e materiais suspensos contidos na água que são capazes de adsorverem as moléculas do herbicida e o tornarem indisponível para a planta (VARGAS, 1997).

Segundo Dan et al. (2009), águas com pH mais ácido favorecem a dissociação do glyphosate e facilitam a sua absorção pelas plantas. Ainda de acordo com os estudos desenvolvidos pelos autores, verificou-se que os valores de pH da calda de pulverização entre 3,5 e 5,5 foram os melhores no controle de *Brachiaria brizantha* e que valores menores de 3,3 não foram eficientes no controle, já que a redução abrupta do pH diminuiu a ação do glyphosate devido às hidrólises ácidas.

De acordo com Queiroz et al. (2008), a redução do pH da água usada na pulverização para níveis próximos de 4,0 favorece a ação dos herbicidas, pois sua absorção e disponibilidade é favorecida.

De acordo com Inoue et al. (2008), em meios onde o pH se encontra muito alto, o princípio ativo do produto também é danificado em decorrência de hidrólises alcalinas. Os autores sugerem ainda que os redutores de pH são eficazes em manter estáveis o pH da calda de pulverização por até 24 horas.

A dureza, determinada especialmente pelos teores de Cálcio e Magnésio, é outra característica da água que pode prejudicar o desempenho do glyphosate sobre as plantas invasoras. De acordo com Prado et al. (2011), em quantidades elevadas esses íons podem interagir com o princípio ativo do produto e atrapalharem sua ação.

Isso ocorre porque a água dura altera o equilíbrio das cargas existentes ao redor do princípio ativo dos herbicidas promovendo a sedimentação dos compostos da formulação causando danos aos equipamentos, tornando a solução heterogênea e a aplicação ineficiente (RAMOS; ARAUJO, 2006).

Queiroz et al. (2008), relatam ainda sobre a interferência negativa da argila e da matéria orgânica em suspensão sobre a qualidade da aplicação, que além de proporcionarem

baixa eficiência do ingrediente ativo também danificam os equipamentos e reduzem sua vida útil.

Contudo, em pesquisas desenvolvidas por Ramos e Durigan (1998), observou-se que a presença de argilas em águas turvas utilizadas para a pulverização não foi suficiente para prejudicar a ação dos herbicidas, dessa maneira, os autores sugerem que a utilização de águas provenientes de represas, açudes, lagos, entre outros, podem ser utilizadas no preparo da calda para aplicação de herbicidas pós-emergência sem promover a inativação do ingrediente ativo.

O que se vê na prática, é que muitos agricultores utilizam de diversas fontes de água da propriedade e adicionam ureia, sulfato de amônio ou redutores de pH no tanque de pulverização com o intuito de reduzir o pH e obtém resultados satisfatórios no controle das espécies invasoras, sendo importante relatar que através dessa prática, é possível reduzir a dosagem recomendada do produto.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em campo, em área destinada a pastagem, constituída basicamente com *Brachiaria decumbens*, na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus Inconfidentes* (22° 18' 30,65" S, 46° 19' 29,86" W e 919 m de altitude).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial de 4 x 4 x 4, sendo 4 fontes de água (mina, poço, represa e rio), 4 pH's de água (3, 4, 5 e pH original da água, sendo: mina=6,1; poço=6,3; represa=6,4; rio=6,6) e 4 doses de *glyphosate* (0,5, 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> p.c.(Produto Comercial); Roundup Original®) totalizando, portanto, 64 tratamentos com 3 repetições. As unidades experimentais possuíam a dimensão de 1,5x2,7m, com área total de 4m<sup>2</sup>.

O pH das águas foi corrigido utilizando o produto comercial Oximult® fabricado pela empresa Oxiquímica Agrociência Ltda. O produto é registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como um fertilizante foliar mineral misto à base de nitrogênio e fósforo, no entanto, também é utilizado como redutor de pH, uma vez que possui como fonte de fósforo, o ácido fosfórico.

Antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma roçagem na área, no dia 10/04/2017, com a finalidade de garantir a homogeneidade de crescimento da *Brachiaria decumbens*.

As águas foram coletadas no dia anterior a aplicação e foram realizadas as análises de pH, dureza total, condutividade elétrica, cor, turbidez e sólidos totais dissolvidos

no Laboratório de Análises de Água do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes* (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados das análises de água

Fontes de água	pH	Dureza Total (ppm CaCO <sub>3</sub> )	Cor (PCU)	C.E. (μS/cm)	STD (ppm)	Turbidez (NTU)
Mina	6,1	37,38	0	49,25	26,39	0,03
Poço	6,3	46,53	50	71,24	38,42	3,8
Represa	6,4	47,85	180	63,3	34,62	15,3
Rio	6,6	43,87	210	41,05	22,62	18,2

Fonte: Do autor, (2017).

A aplicação foi realizada no dia 13/05/2017 quando os parâmetros meteorológicos médios foram: temperatura de 24° C e umidade relativa do ar de 65%. Não foram registradas chuvas nos dias posteriores à aplicação.

Foram utilizados quatro pulverizadores costais manuais identificados, com ponta tipo leque, AXI 110.02, um para cada dose de glifosato, com o objetivo de reduzir possíveis erros ocasionados pelo acúmulo do produto nos equipamentos. As águas foram armazenadas em galões identificados com capacidade para 20 litros e mantidas na sombra durante toda a aplicação.

O redutor de pH foi adicionado primeiramente na água, conforme recomendação do fabricante. Foi utilizada uma pipeta de 2ml para adicionar o produto à água e um pHmetro portátil modelo JKI™ para verificação constante da redução do pH.

Após a redução do pH para os valores pré-estabelecidos, o glyphosate foi adicionado à calda (200 L ha<sup>-1</sup>) com o auxílio de uma pipeta de 2ml e quando necessário, uma proveta de 10ml. Imediatamente após o preparo, as caldas foram aplicadas, em velocidades e pressão constante e, sempre pelo mesmo operador. Foi utilizada uma lona plástica ao redor de cada parcela experimental para evitar que a deriva influenciasse os resultados.

Após cada aplicação, procedeu-se a lavagem dos pulverizadores costais manuais com água proveniente de distribuição pública e posteriormente com água destilada. Toda água residual foi armazenada em um recipiente próprio e destinada para o controle de plantas infestantes próximas ao local do experimento.

A avaliação foi realizada aos 28 dias após a aplicação utilizando uma escala visual pré-estabelecida para o controle de plantas invasoras que avalia o controle de acordo com notas em um intervalo de 1 a 6, onde 1 indica controle pobre ou regular e 6 indica excelente controle (Figura 2).

Figura 2 – Tabela de notas para controle de plantas daninhas

Classe de porcentagem (%)	Nota e conceito de controle
0 - 40	1 - Nenhum a pobre
41 - 60	2 – Regular
61 - 70	3 – Suficiente
71 - 80	4 – Bom
81 - 90	5 - Muito Bom
91 - 100	6 - Excelente (6)

Fonte: Negrisoni et al., (2007).

Os dados foram submetidos a análise de variância com 5% de probabilidade através do teste de Scott Knott e posteriormente a análise de regressão, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Carvalho et al. (2009), o glyphosate possui pH próximo de 4,6 e quando adicionado em água promove um efeito tamponante, ou seja, a calda de pulverização fica pouco vulnerável a mudanças de pH. Por outro lado, os redutores de pH que acidificam o meio não possuem efeito tampão e, dessa maneira, não resistem a variações de pH. Portanto, a adição do glyphosate após a redução do pH da água interferiu no pH final da calda de pulverização.

Ainda de acordo com Carvalho et al. (2009), os menores valores de pH são encontrados mediante a adição de maiores doses de *glyphosate*, além das características físicas e químicas da água utilizada influenciarem na disponibilidade do princípio ativo. Nesse caso, portanto, os fatores determinantes para o controle da *Brachiaria decumbens* são a dose de glyphosate, que influenciarão no pH final da calda e as características de cada fonte de água.

A tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância obtida aos 28 dias Após a Aplicação (DAA).

Tabela 2 – Resumo da ANAVA aos 28 DAA.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ÁGUA	3	6,229167	2,076389	2,848	0,0402**
PH	3	67,104167	22,368056	30,676	0,0000**
DOSE	3	595,895833	198,631944	272,41	0,0000**
ÁGUA*PH	9	28,479167	3,164352	4,34	0,0001**
ÁGUA*DOSE	9	23,020833	2,55787	3,508	0,0007**
PH*DOSE	9	47,479167	5,275463	7,235	0,0000**
ÁGUA*PH*DOSE	27	39,9375	1,479167	2,029	0,0048**
Erro	128	93,333333	0,729167		
Total Corrigido	191	901,479167			
CV (%) =	29,59				
Média Geral:	2,885417	Número de observações: 192			

\*\*significância a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

Não houve diferença estatística para as fontes de água em qualquer pH quando submetidas a menores doses (0,5 e 1,0 L ha<sup>-1</sup>), apresentando aos 28 DAA controles próximos a 67% somente em pH 5 sob dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, evidenciando que independentemente da fonte de água utilizada para a pulverização não é viável a adoção de doses inferiores àquelas recomendadas pelo fabricante, levando-se em consideração que aos 28 DAA o índice mínimo de controle esperado para as condições de campo é de 80% (Tabela 3).

As diferentes características das fontes de água proporcionaram efeito variado sobre a eficiência do glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. Todas as fontes de água foram eficientes no controle utilizando a maior dose independentemente do pH da água, com exceção da água de represa em pH original (6,4) que aos 28 DAA apresentou controle regular (41 a 60%). A atividade do herbicida quando aplicado em água de represa provavelmente foi influenciada pela ação de íons presentes na água.

De acordo com Queiroz et al. (2008), íons livres de Al<sup>+3</sup>, Zn<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, HCO<sup>-3</sup> e NO<sup>-3</sup> interagem com moléculas orgânicas e promovem a diminuição da disponibilidade do princípio ativo e por consequência afetam a eficiência do controle.

A presença do adjuvante na calda pode ter influenciado positivamente na eficiência do controle da *Brachiaria decumbens*. As águas provenientes da represa e do rio

recebem grandes quantidades de matéria orgânica e estão mais sujeitas às atividades antrópicas. Essas águas apresentaram controles inferiores na ausência do adjuvante. Em água de rio sob pH original, ou seja, sem a adição do acidificante, o controle foi de 82% somente quando utilizada a maior dosagem, apresentando nenhum controle sob as doses de 0,5, 1,0, e 2,0 L ha<sup>-1</sup>, já a água de represa nas mesmas condições apresentou controle de 54% aos 28 DAA (Tabela 3).

Os mesmos resultados foram encontrados por Inoue et al. (2007), que verificaram que a adição de redutores de pH à calda com glyphosate proporcionou maior controle de *Euphorbia heterophylla* e *Glycine max*. Esse aumento na eficiência do controle está relacionado a capacidade que esses adjuvantes possuem de reduzir algumas interferências do ambiente e da água, aumentar o diâmetro das gotas pulverizadas reduzindo a deriva, além do nitrogênio presente na composição desses redutores favorecer a absorção da calda e melhorar o desempenho do herbicida.

Estudos desenvolvidos por Farias et al. (2014), relataram que os produtores da região Central do Rio Grande do Sul não captam águas provenientes de rios e poços comuns para o abastecimento dos pulverizadores, exatamente por entenderem a importância da qualidade da água utilizada para a pulverização.

De acordo com Queiroz et al. (2008), os sedimentos em suspensão presentes normalmente em água de rios, essencialmente a argila e matéria orgânica, podem desequilibrar as cargas do princípio ativo do glyphosate e diminuir o índice de controle, além de danificar e reduzir a vida útil dos pulverizadores.

Tabela 3 – Valores médios de controle da *Brachiaria decumbens* em diferentes fontes de água em função do pH e dose aos 28 DAA<sup>(1)</sup>. Inconfidentes, 2017.

pH + Dose (L ha <sup>-1</sup> )	Fonte de água			
	Mina	Poço	Represa	Rio
3 + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
3 + 1,0	2,33a	1,00a	2,00a	1,33a
3 + 2,0	2,67b	4,67a	5,33a	4,33a
3 + 4,0	6,00a	6,00a	6,00a	6,00a
4 + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
4 + 1,0	1,00a	1,33a	1,33a	1,00a
4 + 2,0	1,00b	1,67b	5,33a	1,667b
4 + 4,0	5,00a	5,33a	6,00a	4,67a
5 + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
5 + 1,0	2,67a	3,33a	2,33a	1,33a
5 + 2,0	4,33a	5,33a	5,67a	5,67a
5 + 4,0	6,00a	6,00a	6,00a	6,00a
Original + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
Original + 1,0	1,33a	1,00a	1,00a	1,00a
Original + 2,0	2,00b	3,67a	1,00b	1,00b
Original + 4,0	5,67a	6,00a	2,67b	4,67a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: do Autor, (2017).

Não houve diferença estatística para o pH quando aplicado em todas as fontes de água com a menor dose de glyphosate, evidenciando que independente do pH da água, a menor dose não é eficiente no controle de *Brachiaria decumbens* (Tabela 4).

É importante ressaltar que o atual experimento avaliou a influência do pH da água de pulverização, e que, portanto, os dados podem diferir daqueles onde se avaliou o pH da calda de pulverização. Vale salientar também, que o efeito tamponante do glyphosate modificou o pH reduzido anteriormente à adição do produto à calda.

As águas utilizadas no presente trabalho continham diferentes características físicas e químicas e possivelmente essas características sejam responsáveis pelos resultados encontrados, uma vez que a disponibilidade de glyphosate é dependente dessas características. Desse modo, pode-se dizer que a presença de determinados elementos pode ter potencializado ou reduzido a ação do princípio ativo.

Os menores níveis de controle da braquiária foram obtidos sob pH original em todas as fontes de água, exceto quando utilizada a maior dosagem. Segundo Velini e Trindade (1992), a elevação do pH impossibilita o glyphosate de atravessar as membranas da célula. Para Carvalho et al. (2008), a acidificação da calda favorece a forma não dissociada do glyphosate e sob essa forma, o produto é absorvido mais rapidamente pelas células, uma vez que a calda apresenta pH ácido e o espaço inter-celular apresenta-se mais alcalino, dessa maneira, as moléculas de glyphosate dentro das células ficam dissociadas e atuam como herbicidas.

Tabela 4 – Valores médios de controle da *Brachiaria decumbens* em diferentes pH's de água em função da fonte e dose aos 28 DAA<sup>(1)</sup>. Inconfidentes, 2017.

Fonte de água + Dose (L ha <sup>-1</sup> )	pH da água			
	3	4	5	Original
Mina + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
Mina + 1,0	2,33a	1,00b	2,67a	1,33b
Mina + 2,0	2,67b	1,00b	4,33a	2,00b
Mina + 4,0	6,00a	5,00a	6,00a	5,67a
Poço + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
Poço + 1,0	1,00b	1,33b	3,33a	1,00b
Poço + 2,0	4,67a	1,67b	5,33a	3,67a
Poço + 4,0	6,00a	5,33a	6,00a	6,00a
Represa + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
Represa + 1,0	2,00a	1,33a	2,33a	1,00a
Represa + 2,0	5,33b	5,33a	5,67a	1,00b
Represa + 4,0	6,00a	6,00a	6,00a	2,67b
Rio + 0,5	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
Rio + 1,0	1,33a	1,00a	1,33a	1,00a
Rio + 2,0	4,33a	1,67b	5,67a	1,00b
Rio + 4,0	6,00a	4,67b	6,00a	4,67b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

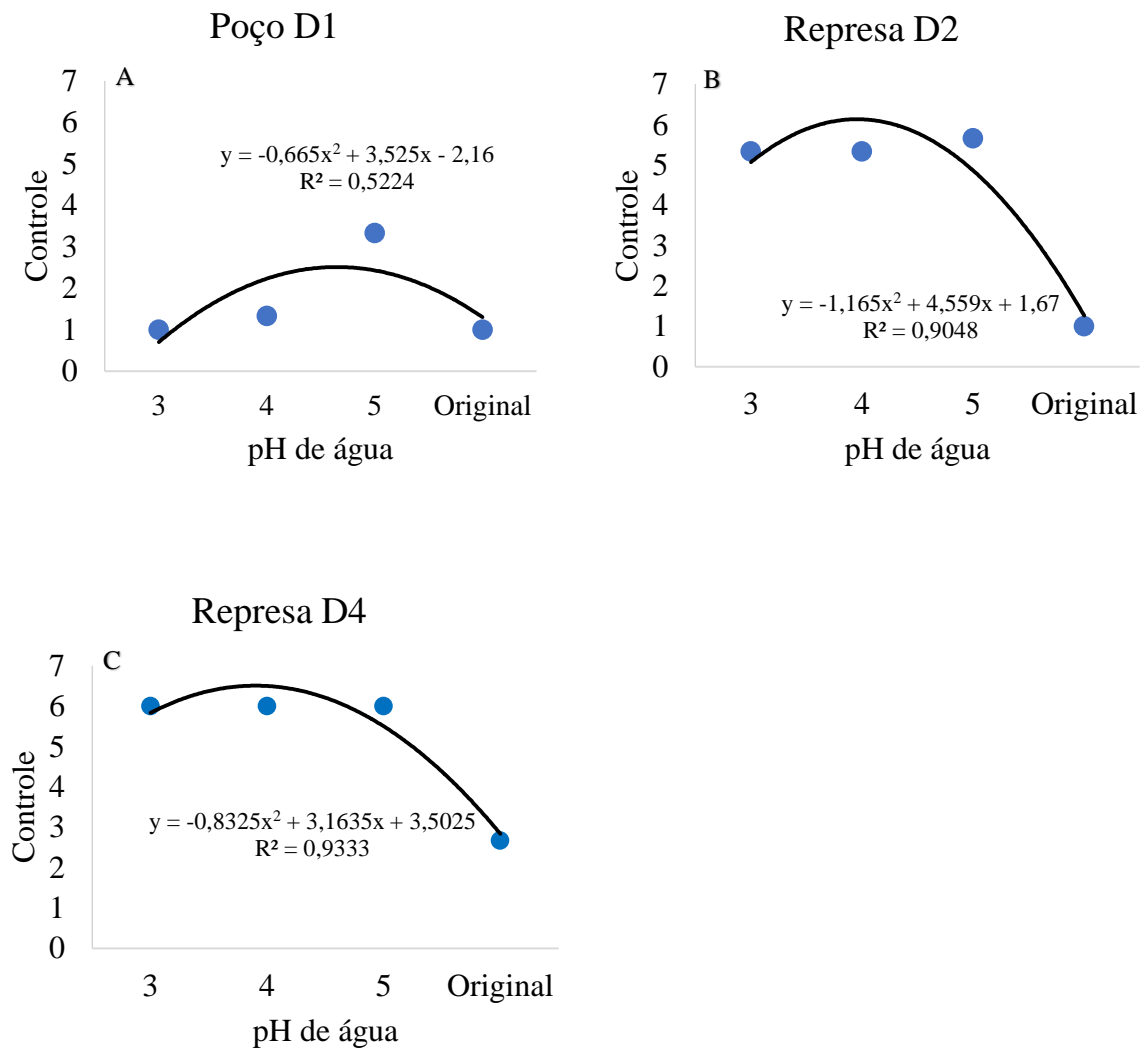
Fonte do Autor (2017).

Houve diferença estatística para o pH 5 em água de poço sob dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>, no entanto, esse controle de 76%, ainda é inferior ao esperado aos 28 DAA (Figura 3A). Em geral, o pH 5 apresentou controles superiores a 86% a partir da dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, exceto para a água de mina, que nesse período apresentou controle de 76%.



As figuras 3B e 3C mostram a menor eficiência do controle da braquiária na ausência de redução do pH aliada a baixa qualidade da água indicando a importância do tema tratado.

Figura 3 – Efeito da fonte de água em diferentes pH's e doses no controle de *Brachiaria decumbens* aos 28 DAA



Fonte: Do Autor, (2017).

A maior dose recomendada pelo fabricante obteve maiores índices de controle aos 28 DAA em todas as fontes e pH de água (Tabela 4). De acordo com Carvalho et al. (2009), o glyphosate é considerado um excelente herbicida e que proporciona ótimo controle de inúmeras plantas daninhas. A dose recomendada pelo fabricante é indicada mediante testes que asseguram um eficiente controle.

Tabela 4 – Valores médios de controle da *Brachiaria decumbens* em diferentes doses (L ha<sup>-1</sup>) de água em função da fonte e dose aos 28 DAA<sup>(1)</sup>. Inconfidentes, 2017.

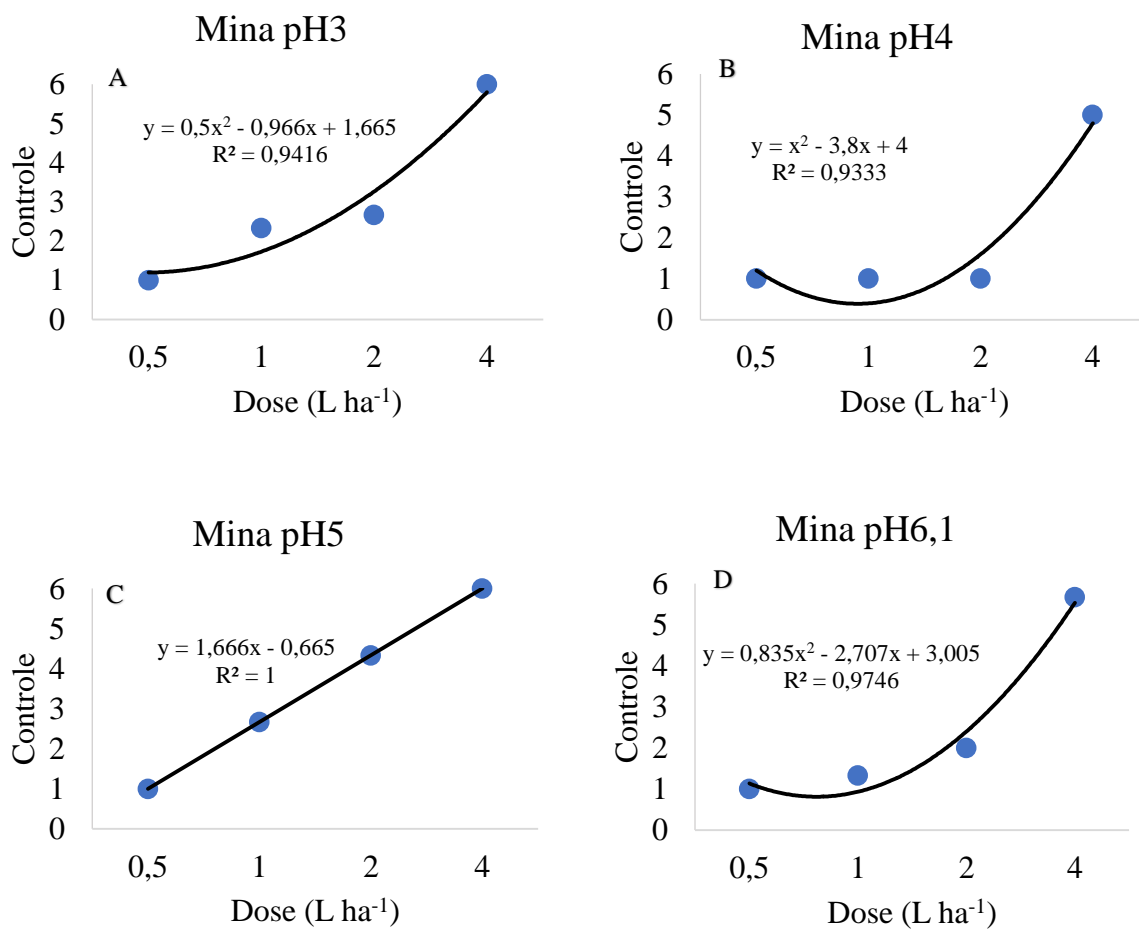
Água + pH	Dose (L.ha <sup>-1</sup> )			
	0,5	1,0	2,0	4,0
Mina + 3	1,00c	2,33b	2,67b	6,00a
Mina + 4	1,00b	1,00b	1,00b	5,00a
Mina + 5	1,00d	2,67c	4,33b	6,00a
Mina + Original	1,00b	1,33b	2,00b	5,67a
Poço + 3	1,00b	1,00b	4,67a	6,00a
Poço + 4	1,00b	1,33b	1,67b	5,33a
Poço + 5	1,00c	3,33b	5,33a	6,00a
Poço + Original	1,00c	1,00c	3,67b	6,00a
Represa + 3	1,00b	2,00b	5,33a	6,00a
Represa + 4	1,00b	1,33b	5,33a	6,00a
Represa + 5	1,00b	2,33b	5,67a	6,00a
Represa + Original	1,00b	1,00b	1,00b	2,67a
Rio + 3	1,00c	1,33c	4,33b	6,00a
Rio + 4	1,00b	1,00b	1,67b	4,67a
Rio + 5	1,00b	1,33b	5,67a	6,00a
Rio + Original	1,00b	1,00b	1,00b	4,67a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor, (2017).

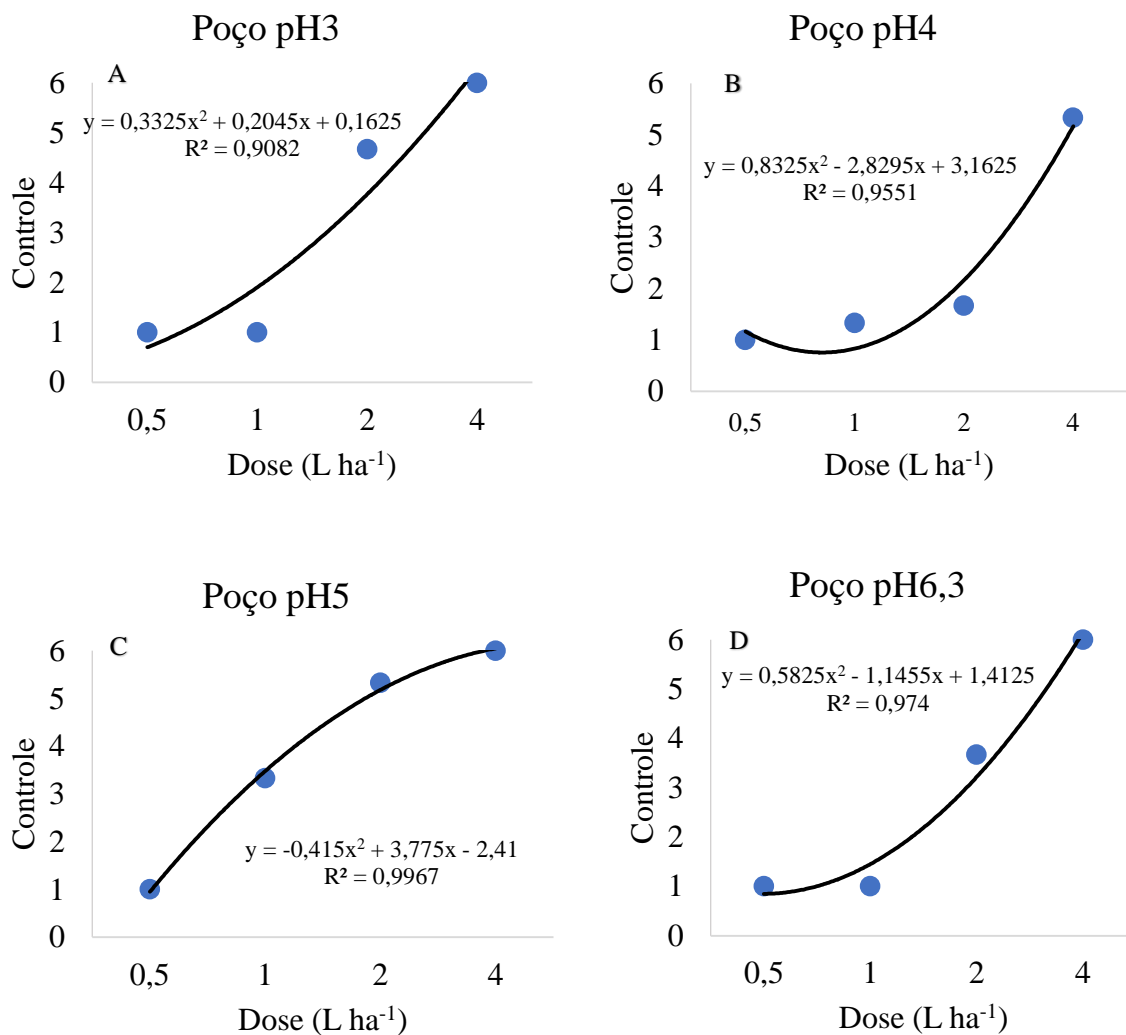
Os gráficos de regressão das figuras 4, 5, 6 e 7 apresentaram comportamento linear e quadrático evidenciando que a maior dose controla a *Brachiaria decumbens* independente do pH e da fonte de água.

Figura 4 – Efeito da dose de glyphosate em diferentes pH's sob água de mina no controle de *Brachiaria decumbens* aos 28 DAA.



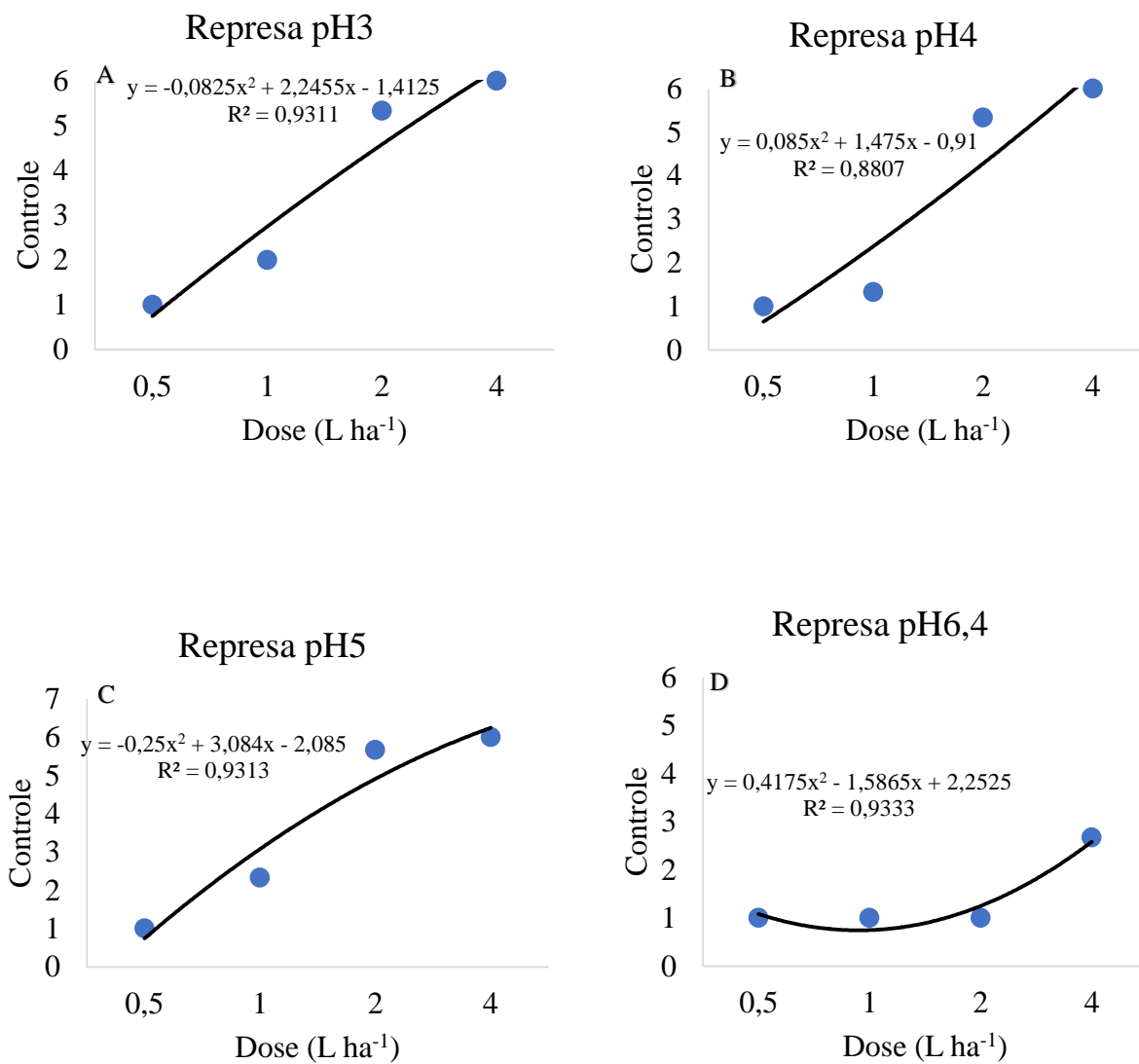
Fonte: Do autor, (2017).

Figura 5 – Efeito da dose de glyphosate em diferentes pH's sob água de poço no controle de *Brachiaria decumbens* aos 28 DAA.



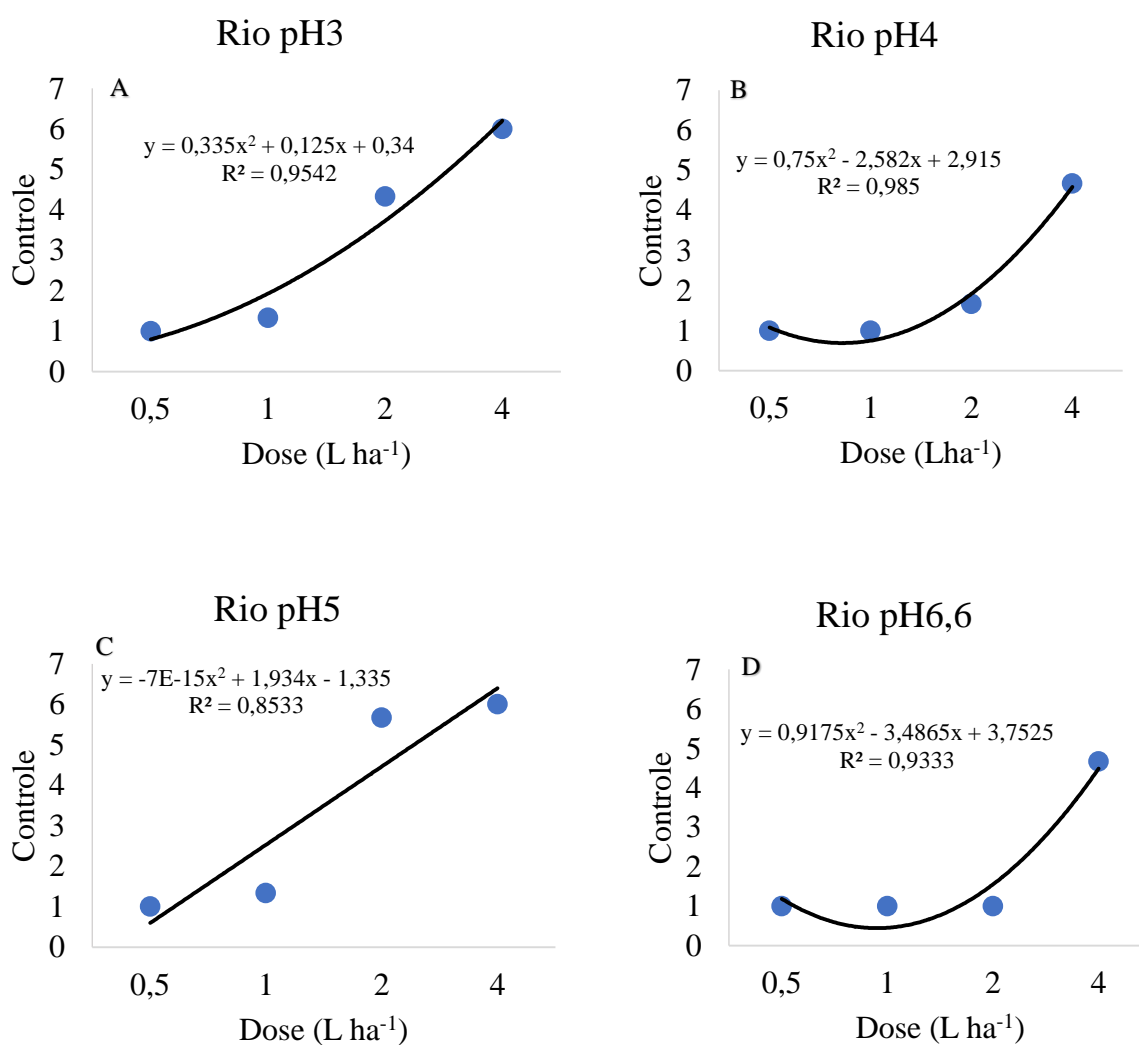
Fonte: Do autor, (2017).

Figura 6 – Efeito da dose de glyphosate em diferentes pH's sob água de represa no controle de *Brachiaria decumbens* aos 28 DAA.



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 7 – Efeito da dose de glyphosate em diferentes pH's sob água de rio no controle de *Brachiaria decumbens* aos 28 DAA.



Fonte do Autor (2017).

Ressalta-se que em avaliações de controle de plantas daninhas utilizando doses inferiores às recomendadas deve-se optar pela utilização de volumes de calda menores, de modo, que ocorra maior concentração do produto e garanta um controle mais eficiente.

## 5. CONCLUSÃO

As características físicas e químicas da água influenciam na eficiência do glyphosate para o controle de *Brachiaria decumbens*.

Independentemente do pH da água utilizada para pulverização não é possível o controle utilizando doses menores que a recomendada.

A utilização da maior dose recomendada proporciona excelente controle independentemente da fonte e do pH.

A adição do redutor de pH à base de nitrogênio favorece o controle de *Brachiaria decumbens*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. G.; EVANGELISTA, A. R.; SOUZA, I. F.. Glyphosate e nitrogênio no controle de *Brachiaria decumbens* Stapf em capineiras estabelecidas. **Ciência e Tecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p.977-987, set./out. 2006.

CARVALHO, J. E. B.; PITELLI, R. A.; MONTEZUMA, M. C.; CALDAS, R. C. **Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre a produtividade dos citros em São Paulo**. Cruz das Almas: Embrapa, 2003. 5 p. (Comunicado Técnico, n. 86).

CARVALHO, S. J. P.; DAMIN, V.; DIAS, A. C. R.; YAMASAKI, G. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J.. Eficácia e pH de caldas de glifosato após a adição de fertilizantes nitrogenados e utilização de pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub>. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 6, p.569-575, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n6/a04v44n6.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; DAMIN, V.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de ureia ou sulfato de amônio para dessecação de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 11, p. 1501-1508, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n11/08.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. Complexos metálicos com o herbicida glifosato: revisão. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 1038-1045, 2005.

DAN, H. de A.; DAN, L. G. de M.; BARROSO, A. L. de L.; SOUZA, C. H. Efeito do pH da calda de pulverização na dessecação de *Brachiaria brizantha* com o herbicida glyphosate. **Global Science And Technology**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.1-6, jan./abril. 2009. Disponível em: <<http://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/viewFile/6/18>>. Acesso em: 13 maio 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v27n4/a03v27n4.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

FARIAS, M. S.; SCHLOSSER, J. F.; CASALI, A. L.; FRANTZ, U.G; RODRIGUES, F.A. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 24, p.355-359, set. 2014.

FERREIRA, D. F.. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, p.1039-1042, 2011.

INOUE, M. H.; KOMATSU, R. A.; TANAHASHI, R. F.; POSSAMAI, A. C. S.; DALLACORT, R; PIZA, M. A.. Redutores de pH e complexantes de metais em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.26-35, jan./jun. 2008.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p.323-330, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v19n3/03.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.



MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; OSUNA, M.D.; DE PRADO, R.A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v.22, p.445-451, 2004.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A.L.; COSTA, E.A.D.; TOLEDO, R.E.B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p.603-611, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n3/21.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

PRADO, E. P.; ARAUJO, D. de; RAETANO, C. G.; POGETTO, M. H. F. do A. D.; AGUIAR JÚNIOR, H. O.; CHRISTOVAM, R. de 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, SP, v. 70, n. 2, p.389-396, fev. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n2/20.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

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

RAMOS, H. H.; ARAÚJO, D. de. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/V2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm)>. Acesso em: 13 maio 2017.

RAMOS, H.H.; DURIGAN, J.C. Efeitos da qualidade da água de pulverização sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, v.57, p.313-324, 1998.

RUAS, R. A. A.; LIMA, J. C. L.; APPELT, M. F.; DEZORDI, L. R.. Controle de Brachiaria decumbens Stapf com adição de ureia à calda do glifosato. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 42, n. 4, p.455-461, out./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v42n4/v42n4a13.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

VARGAS, L.; FLECK, N. R.; VIDAL, R. A.; CUNHA, M. M. da. Qualidade química da água usada para aspersão e seu efeito na atividade do herbicida glifosato. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 27, n. 4, p.543-548, jun. 1997.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B. Comportamento de herbicidas na planta. Épocas de aplicação de herbicidas. In: Simpósio Nacional sobre manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças, 1992, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: UNESP, 1992, p. 6586. VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr. A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição dos Autores, 2001.

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **International Plant Nutrition Institute**. Piracicaba: Informações Agronômicas, 2007. 24p. (Boletim Técnico 119)