



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

MAURÍCIO OLIVEIRA BARROS

**ADEQUAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO DE ÁGUAS UTILIZADAS NA
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO
ANO**

Publicação n°: 14/2019

**GOIANÉSIA/GO
2019**



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

MAURÍCIO OLIVEIRA BARROS

**ADEQUAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO DE ÁGUAS UTILIZADAS NA
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO
ANO**

Publicação n°: 14/2019

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como quesito para a obtenção do título de Bacharel, a Faculdade Evangélica de Goianésia, no curso de Agronomia.

DANIEL FERREIRA CAIXETA

**GOIANÉSIA/GO
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

BARROS, M. O. Adequação do potencial hidrogeniônico de águas utilizadas na aplicação de defensivos agrícolas em diferentes estações do ano; Orientação: Daniel Ferreira Caixeta; Goianésia 2019 30p.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2019.

1. Adjuvante. 2. Calda. 3. pH.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARROS, M. O. Adequação do potencial hidrogeniônico de águas utilizadas na aplicação de defensivos agrícolas em diferentes estações do ano. 2019. 30p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Maurício Oliveira Barros

GRAU: BACHAREL

ANO: 2019

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Maurício Oliveira Barros

Nome: Maurício Oliveira Barros

CPF: 052.852.461-56

Endereço: Rua 57, Q 56, L 29, Colina Park Residencial, Goianésia-Go.

Email: mauriciooliveb@gmail.com

MAURÍCIO OLIVEIRA BARROS

ADEQUAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO DE ÁGUAS UTILIZADAS NA
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO
ANO

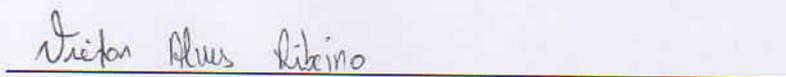
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO COMO REQUISITO PARA
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL, A FACULDADE EVANGÉLICA DE
GOIANÉSIA, NO CURSO DE AGRONOMIA.

Data de Aprovação:

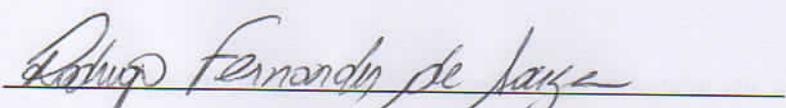
APROVADO POR:



DANIEL FERREIRA CAIXETA, DOUTOR
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG
ORIENTADOR



VICTOR ALVES RIBEIRO, DOUTOR
Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG



RODRIGO FERNANDES DE SOUZA, MESTRE
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

Dedico este trabalho a Deus, que está sempre ao meu lado, e à minha família, e em especial a minha mãe, Adriana Lúcia de Oliveira, e minha avó, Divina Aparecida de Oliveira, que me amaram ao longo de toda minha vida e acreditaram nos meus sonhos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que está sempre presente em minha vida, me abençoando, fortalecendo e iluminando os melhores caminhos na busca dos meus sonhos.

A minha mãe, Adriana Lúcia de Oliveira, que sempre me amou tanto, e jamais mediu esforços para ver a minha felicidade. Tudo que sou hoje é graças a essa pessoa especial que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me protegendo, aconselhando e motivando a ser uma pessoa melhor a cada dia.

A minha avó, Divina Aparecida de Oliveira, por ser essa pessoa carinhosa, amorosa, guerreira, e que sempre me incentivou a buscar os meus objetivos e a vencer todas as dificuldades da vida.

A minha família em geral, por colaborarem na minha criação, formação pessoal, e acreditaram na minha missão.

Ao meu orientador, Dr. Daniel Ferreira Caixeta, por ser esse grande profissional, amigo, sempre disposto a ajudar, e por todos os conselhos que me deu, e que espero levar para toda a vida. Por ser um espelho para minha formação pessoal e profissional. Agradeço muito por toda sua dedicação, ajuda e confiança durante esses dois anos de projeto, e ao longo dos 5 anos de estudos.

Agradeço ao professor Dr. Cleber Caetano Thomazi, pelo auxílio na construção das fórmulas utilizadas na planilha eletrônica.

A todos os professores que, por meio do seu conhecimento, contribuíram na minha formação tanto como pessoa quanto profissionalmente, e que me incentivaram a buscar conhecimento.

Aos meus companheiros de pesquisa, Samuel Freitas, Eliezer Gomes e Ana Paula, que dedicaram vários finais de semana para me ajudar nas análises do trabalho, e foram fundamentais na realização do projeto.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante toda essa caminhada, ajudando nos trabalhos, nos estudos, na amizade, e fortalecendo o espírito de equipe, pois, uma conquista é o resultado da soma de esforços que se dá por meio da união de várias pessoas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 pH inicial.....	16
3.2 Modelagem da resposta da água aos diferentes produtos e doses.....	17
3.3 Poder tamponante	24
3.4 Considerações finais	26
4 CONCLUSÕES.....	28
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	29

RESUMO

A eficiência dos defensivos agrícolas ao atingir o alvo depende de vários fatores, como a adequação do potencial hidrogeniônico (pH) da água utilizada no preparo da calda. Objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta do pH de águas usadas no preparo da calda na região do Vale do São Patrício à adição de dois adjuvantes agrícolas em diferentes doses e em quatro épocas de coleta ao longo do ano. O delineamento utilizado nos ensaios de laboratório foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram testadas amostras de água provenientes de sete fontes, utilizou-se dois adjuvantes com quatro doses para cada um, coletadas em quatro períodos. Os pHs iniciais de todas as amostras foram comparados utilizando o teste de X^2 . A análise de regressão foi realizada por meio do método Quasi-Newton para ajustar os modelos exponenciais decrescentes. A avaliação do pH foi realizada com 2 e 74 horas após a adição dos adjuvantes para avaliar o poder tampão na dose máxima do produto. As datas foram comparadas entre si para cada condição testada por meio da análise de variância. Cada fonte de água possui características diferentes. E nos extremos pôde-se observar as amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande (mais alcalina) e Pai José (mais ácida em condições de campo). As amostras coletadas no Inverno nas fontes das Fazendas Vargem Grande 1, 2 e Usina Goianésia apresentaram o pH mais alto quando comparadas à água coletada no Verão, Outono e Primavera. As águas mais alcalinas tendem a resistir mais à ação dos redutores de pH. De modo geral, quanto maior a dose do redutor de pH, menor foi o pH da água. Os modelos mais adequados para explicar a relação entre a dose dos adjuvantes Atumus® e Acquamax® com o pH das amostras de águas nas diferentes estações do ano foram $y = a + be^{(-kx)}$ e $y = a + b(x^{1,5})$. Esses modelos foram utilizados para gerar uma planilha eletrônica capaz de prever as doses dos redutores de pH de acordo com a faixa de pH ótimo dos produtos fitossanitários. As amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande I e II resistiram mais à ação dos redutores sobre o pH do que as demais ao longo do tempo. De modo geral, apenas as águas mais duras resistiram à ação tamponante dos redutores testados. Faz-se necessário recomendar o uso dos redutores de pH em condições de campo mediante diversos critérios, a fim de evitar perdas nas aplicações de defensivos.

Palavras-chave: adjuvante, calda, redutor, pulverização.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the pH response of water used in pesticides spraying in the region of the São Paulo Valley, to the addition of two agricultural adjuvants in different doses and in four seasons throughout the year. The experimental design was a randomized complete block with four replications. Water samples from seven sources were tested using two adjuvants with four doses collected in four different periods. The initial pH of all samples were compared using the X^2 test. Regression analysis was performed using the Quasi-Newton method to adjust the exponential models. pH assessment was performed at 2 and 74 hours after addition of the adjuvants to assess the buffering power at the maximum dose of the product. The dates were compared for each condition tested by means of the analysis of variance. Each water source has different characteristics. At the extremes, it was possible to observe the samples collected at Vargem Grande Farm (more alkaline) and Pai José Farm (more acidic in field conditions). Samples collected in the Winter from the Vargem Grande 1, 2 and Goianésia Mill sources presented the highest pH when compared to water collected in Summer, Autumn and Spring. The more alkaline waters tend to resist more the action of pH reducers. In general, the higher dose of the pH reducer decreases pH of the water. The most appropriate models to explain the relationship between the dose of Atumus[®] and Acquamax[®] adjuvants with the pH of the water samples at the different seasons were $y = a + be^{(-kx)}$ and $y = a + b(x^{1,5})$. These models were used to generate a spreadsheet capable of predicting the doses of the pH reducers according to the optimal pH range of the pesticide. The samples collected at Vargem Grande I and II Farms resisted more the action of the reducers on the pH than the others. In general, only the alkaline waters have withstood the buffering action of the tested gear units. It is necessary to recommend the use of pH reducers under field conditions using several criteria to avoid losses in the applications of pesticides.

Key words: adjuvant, syrup, reducer, spraying.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência dos defensivos agrícolas ao atingir o alvo depende de vários fatores, como a adequação do potencial hidrogeniônico (pH) da água utilizada no preparo da calda (CUNHA & ALVES, 2009; DAN et al., 2009). Por isso, é fundamental conhecer a qualidade da água para melhorar a eficiência dos produtos fitossanitários, e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção (MINGUELA & CUNHA, 2013).

O pH inadequado pode causar sérios problemas, como a dissociação por hidrólise dos ingredientes ativos. O pH abaixo dos níveis recomendados promove a redução da meia vida de ingredientes ativos como o Primisulfuron, que passa de 300 horas em pH 7 para 10 horas em pH 3 (AZEVEDO, 2011). Isso pode comprometer a aplicação de agrotóxicos que contam com o apoio de implementos como o “Calda-Pronta”.

A utilização de águas alcalinas na aplicação de defensivos pode ocasionar a desestabilidade física, e formar grumos e precipitados no fundo do tanque de pulverização. Pode ocorrer o entupimento de filtros e pontas, rompimento de mangueiras em consequência do aumento de pressão, redução da eficiência do ingrediente ativo no campo, e aumento no custo de produção (KISSMANN, 1998). Volumes de calda elevados tendem a prejudicar mais os ingredientes ativos, uma vez que a concentração de íons H^+ ou OH^- são maiores (ZAMBOLIN; CONCEIÇÃO; SANTIAGO, 2003).

É necessário realizar a correção do pH da calda de acordo com a recomendação do fabricante do produto comercial para maximizar a eficiência dos ingredientes ativos, aumentar a compatibilidade entre as moléculas, e diminuir a quantidade de precipitados provenientes de misturas no tanque (AZEVEDO, 2011). Esse ajuste do pH pode ser feito por meio de redutores e tamponantes (FARIAS et al., 2013 & AZEVEDO, 2011). Um dos principais acidificantes utilizados na correção do pH é o ácido ortofosfórico (H_3PO_4). O principal tamponante utilizado no campo é o fosfato ácido de sódio (Na_2HPO_4). Também é possível utilizar compostos nitrogenados para a adequação do pH (KISSMANN, 1998).

É impossível estipular uma dose fixa do redutor, pois cada fonte possui características físicas e químicas que influenciam na resposta do pH da água (RHEINHEIMER & SOUZA, 2000). Muitos fabricantes recomendam que a faixa ideal de pH para a máxima eficiência de pulverização deve ser entre 3,5 a 7 (JACTO, 1999). Entretanto, Azevedo (2011) recomenda que o pH de águas utilizadas na aplicação da maioria dos defensivos agrícolas seja mantido em uma faixa ligeiramente ácida, com o pH em torno de 6 a 6,5, onde a maioria dos ingredientes ativos atuam muito bem.

Existem poucos trabalhos a respeito do uso de adjuvantes no ajuste do pH, e a maioria das doses desses produtos são recomendadas sem levar em conta as características físicas e químicas da água (QUEIROZ; MARTINS; CUNHA, 2008). Essa falta de informação muitas vezes leva ao uso inadequado dos redutores por técnicos e proprietários que desconhecem a resposta do pH em diferentes condições. Objetivou-se com este trabalho avaliar a variação do pH de águas usadas no preparo da calda na região de Goianésia-GO a partir da adição de dois adjuvantes agrícolas (Atumus[®], Acquamax[®]) em diferentes doses e épocas do ano, a fim de propor ferramentas que melhorem o uso desses redutores

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no norte de Goiás. As fontes de águas avaliadas estão localizadas nos municípios de Goianésia e Vila Propício - GO. Ao longo desse estudo, diversas amostras foram coletadas em fontes de captação utilizadas por grandes empresas da região para a aplicação de defensivos agrícolas. Ao todo, foram avaliadas sete fontes distintas. A descrição e a localização de cada fonte avaliada estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição, localização e altitude dos pontos de coleta de água.

Descrição	Local	Latitude / Longitude	Altitude
Tanque de captação	Unidade Otávio Lage	15° 5' 6" S / 49° 18' 25.2" O	605 m
Tanque de captação	Jalles Machado S.A	15° 13' 8.4" S / 48° 59' 24" O	666 m
Represa	Usina Goianésia	15° 10' 4.8" S / 49° 3' 39.6" O	745 m
Represa	Faz. Vargem Grande 1	15° 22' 4.8" S / 48° 50' 52.8" O	618 m
Poço artesiano	Faz. Vargem Grande 2	15° 24' 54" S / 48° 49' 33.6" O	700 m
Poço artesiano	Faz. Pai José	15° 22' 48" S / 48° 48' 18" O	711 m
Destilador	FACEG	15° 19' 33.6" S / 49° 08' 2.4" O	641 m

As fontes das usinas Unidade Otávio Lage, Jalles Machado S.A. e Goianésia são usadas regularmente no preparo da calda para aplicação de defensivos agrícolas na cultura de cana-de-açúcar, perfazendo mais de 100.000 hectares.

As fontes das fazendas Vargem Grande e da fazenda Pai José são usadas na pulverização de produtos fitossanitários na cultura da soja, perfazendo uma área de produção de 1009 e 1200 hectares, respectivamente.

A água destilada foi obtida por meio de um destilador tipo pilsen da marca Quimis (modelo 6341-12), localizado no centro tecnológico da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG).

Nessas fontes, foram coletadas dez sub-amostras de água contendo dois litros na metade de cada estação do ano, perfazendo 80 litros de água por fonte, e 560 litros ao longo do estudo.

As coletas foram realizadas ao longo de 2018, e a primeira amostra foi coletada no verão (dezembro-março), no dia 04/02. A coleta do outono (março-junho) aconteceu no dia 06/05. A terceira amostra foi coletada no dia 05/08, na metade do inverno (junho-setembro), e a quarta e última coleta foi realizada na primavera (setembro a dezembro), no dia 04/11.

As subamostras foram acondicionadas em garrafas descartáveis de polipropileno de dois litros. Antes de cada coleta, as garrafas foram higienizadas com sabão neutro seguido de três enxágues com água até um terço da embalagem e após a coleta, as amostras foram armazenadas no Laboratório de Entomologia da FACEG, localizada em Goianésia - GO, Brasil, permanecendo em temperatura controlada de 25° C, na ausência de luz e em repouso até o início dos testes.

Foram escolhidos os redutores de pH e tamponantes Atumus[®] e Acquamax[®] por serem os mais utilizados pelos produtores de cana e de cereais da região. As doses utilizadas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Doses de Atumus[®] e Acquamax[®] acrescentadas nas amostras de 400 ml

Atumus [®]			Acquamax [®]		
Dose	Solução	Dose / 100l	Dose	Solução	Dose / 100l
15 µl	30 µl	3,75 ml/100l	30 µl	60 µl	7,5 ml/100l
50 µl	100 µl	12,5 ml/100l	220 µl	440 µl	55 ml/100l
85 µl	170 µl	21,25 ml/100l	410 µl	820 µl	102,5 ml/100l
120 µl	240 µl	*30 ml/100l	600 µl	1200 µl	*150 ml/100l

* Dose Comercial

Cada garrafa foi agitada manualmente por 15 segundos para homogeneização, e subdividida em copos descartáveis de 500 ml com 400 gramas de água, pesados em uma balança de precisão (Gehaka, modelo BK-6000). O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido com pHmetro de bancada (Quimis, modelo Q400AS), previamente calibrado conforme as instruções do fabricante.

Para reduzir os problemas relacionados à viscosidade dos redutores, foi realizada a diluição dos produtos em água destilada na proporção de 50% de produto para 50% de água destilada, a fim de viabilizar o estabelecimento das doses. Para medir a quantidade de solução por amostra de água, foram utilizados os micropipetadores modelo Kasvi IC15081 100 – 1000 µl e Bio Pet 20 – 200 µl. A solução foi agitada com bastão de vidro por cinco segundos após a adição do produto.

O delineamento utilizado nos ensaios de laboratório foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no tempo para cada produto e dose. Cada bloco/repetição foi avaliado durante quatro dias, assim, possíveis efeitos relacionados às diferentes datas de avaliação das repetições foram mitigados pelo delineamento empregado. Foram testadas sete fontes, dois adjuvantes, quatro doses, e quatro estações do ano, perfazendo 224 condições distintas.

Não seria possível satisfazer as bases da experimentação agrícola para comparar as diferentes fontes de captação, nem, tão pouco, as diferentes estações. Assim, os pHs iniciais de todas as amostras foram comparados por meio do teste de X^2 (SAS Institute, 2004), que não faz nenhuma inferência quanto ao controle local ou casualização. Todos os contrastes possíveis foram ajustados manualmente.

A análise de regressão foi realizada pelo método de Quasi-Newton, por meio do *software* Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007). Os parâmetros a , b e k do modelo utilizado por Vilarinho (2007), e a e b do modelo ajustado pelos autores foram calculados pelo *software*. O intuito foi encontrar e ajustar um modelo que explique a relação entre dose do adjuvante e resposta de cada amostra de água coletada nas diferentes estações do ano. Os modelos matemáticos ajustados poderão ser utilizados de forma preditiva pelo produtor/empresa. Foi gerada uma planilha eletrônica com os modelos preditivos ajustados nesse estudo para facilitar o uso dos redutores.

A avaliação do pH foi realizada com 2 e 74 horas após a adição dos adjuvantes para avaliar o poder tampão na dose máxima do produto. As datas foram comparadas entre si para cada condição testada por meio da análise de variância (SAS Institute, 2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH inicial

Os pHs iniciais das sete fontes de águas coletadas nas quatro estações do ano estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Potencial hidrogeniônico (pH) inicial em diferentes fontes de águas coletadas na região de Goianésia-GO durante quatro estações do ano

Fontes	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Faz. Vargem Grande 1	8,249±0,010a B	8,293±0,010a B	8,443±0,006a A	8,025±0,010a C
Faz. Vargem Grande 2	8,231±0,015a C	8,311±0,007a B	8,421±0,012a A	7,975±0,007a D
Usina Goianésia	7,647±0,018b B	7,730±0,007b B	7,898±0,006b A	7,290±0,006b C
Usina Jalles Machado	7,493±0,017c A	7,524±0,018c A	7,596±0,006c A	6,456±0,007d B
Unidade Otávio Lage	7,484±0,011c A	7,324±0,009d AB	7,372±0,014d B	6,875±0,010c C
Fazenda Pai José	7,089±0,017d A	6,570±0,013e B	6,987±0,010e A	6,374±0,005e C
Água Destilada	6,100±0,036e A	6,395±0,035e A	5,913±0,008f B	5,474±0,002f C

* A comparação entre fontes deve ser feita na vertical, e é representada por letras minúsculas.

A comparação entre estações deve ser feita na horizontal, e está representada por letras maiúsculas (pH±erro padrão).

Foram observadas diferenças estatísticas significativas entre o pH inicial das diferentes fontes de água amostradas em todas as estações do ano, e entre as estações do ano na mesma fonte de captação de água ($P < 0,05$) (Tabela 3). As amostras coletadas em ambos os pontos da Fazenda Vargem Grande apresentaram o pH mais alto quando comparados às demais fontes em todas as estações do ano, e foram seguidas pelas amostras coletadas na Usina Goianésia (Tabela 3) ($P < 0,05$). O Poço Artesiano da Fazenda Pai José apresentou o menor pH nas quatro estações do ano quando comparado aos demais pontos de captação a campo (Tabela 3) ($P < 0,05$).

As amostras coletadas no Inverno nas fontes das Fazendas Vargem Grande 1, 2 e Usina Goianésia apresentaram o pH mais alto quando comparadas à água coletada no Verão,

Outono e Primavera (Tabela 3) ($P < 0,05$). Esse padrão ficou evidente apenas nas águas mais alcalinas, ou duras.

As Fazendas Vargem Grande 1 e 2 estão localizadas no município de Vila Propício-GO, a cerca de dez quilômetros em linha reta de uma das principais regiões produtoras de calcário do estado. Assim, é possível que as rochas da região tenham influenciado o pH das amostras coletadas.

O carbonato de cálcio (CaCO_3) presente no calcário pode sofrer hidrólise em meio aquoso, e alcaliniza a solução (ESTEVES, 1998). Além disso, as águas de poços artesianos tendem a apresentar pH alto se comparados a açudes e arroios. Esse fenômeno está relacionado aos minerais oriundos de rocha matriz (RHEINHEIMER & SOUZA, 2000).

Segundo Rheinheimer & Souza (2000), as águas de diferentes fontes possuem características físico-químicas específicas. Substâncias como carbonatos, cloretos e sulfatos podem estar presentes no solo, e tem relação direta com o pH da água desses locais (KISSMANN, 1998). Minguela & Cunha (2013) ressaltam que essas substâncias podem reagir com os defensivos agrícolas e adjuvantes, e prejudicam a eficiência da aplicação. A reação química promove redução da meia vida do ingrediente ativo, formação de precipitados e grumos no tanque de pulverização e entupimento de filtros e pontas, culminando na redução da eficiência da aplicação (KISSMANN, 1998; AZEVEDO, 2011).

As amostras coletadas na Primavera em todas as fontes apresentaram o pH mais baixo entre as estações avaliadas (Tabela 3) ($P < 0,05$). Esse fenômeno está relacionado ao início do período chuvoso. O aporte de água da chuva solubiliza os sais presentes na água de mananciais, e do lençol freático, ocasionando a redução do pH (CARVALHO; MINGANTE; TORNISIELO, 2000).

3.2 Modelagem da resposta da água aos diferentes produtos e doses

Os modelos exponenciais decrescentes $y = a + be^{(-kx)}$ (VILARINHO, 2007), e $y = a + b(x^{1,5})$ foram eficientes para explicar a relação entre o pH de todas as fontes à adição dos redutores Atumus[®] e Acquamax[®] em diferentes doses ($P < 0,05$) (Tabela 4, e Figuras 2 a 9).

Tabela 4: Ajustes das equações $y = a+be^{(-kx)}$ e $y = a+bx^{(1,5)}$ para as diferentes fontes e estações, e probabilidade de relação entre x e y para os parâmetros calculados pelo modelo.

	Fontes	Verão		Outono	
Átumus®	UOL	$y=3,02151+4,62577e^{(-0,092965x)}$	P<0,05	$y=2,2229+5,23078e^{(-0,122937x)}$	P<0,01
	Jalles	$y=-30,844+38,2183e^{(-0,003584x)}$	P<0,01	$y=6,4552-0,0271x^{(1,5)}$	P<0,01
	Us. Goia.	$y=7,29246-0,01963x^{(1,5)}$	P<0,01	$y=-1639,4+1646,93e^{(-0,015971x)}$	P<0,05
	V.G.1	$y=6,488+1,44457e^{(-0,067222x)}$	P<0,05	$y=7,37618-0,00698x^{(1,5)}$	P<0,01
	V.G.2	$y=7,66555-0,00533x^{(1,5)}$	P<0,01	$y=7,65074-0,00646x^{(1,5)}$	P<0,01
	Pai José	$y=6,87996-0,02267x^{(1,5)}$	P<0,01	$y=6,46639-0,02727x^{(1,5)}$	P<0,01
	Destilada	$y=3,10975+1,30067e^{(-0,077311x)}$	P<0,05	$y=1,75763+1,65684e^{(-0,048091x)}$	P<0,01
Acquamax®	UOL	$y=2,6928+4,10226e^{(-0,044124x)}$	P<0,01	$y=1,68615+4,26843e^{(-0,039762x)}$	P<0,05
	Jalles	$y=2,73605+5,03914e^{(-0,044254x)}$	P<0,01	$y=1,72778+5,98071e^{(-0,04395x)}$	P<0,01
	Us. Goia.	$y=2,74037+5,10212e^{(-0,038632x)}$	P<0,01	$y=1,77314+6,40572e^{(-0,040986x)}$	P<0,05
	V.G.1	$y=-249,97+257,591e^{(-0,005576x)}$	P<0,01	$y=7,00992-0,00283x^{(1,5)}$	P<0,01
	V.G.2	$y=4,86103+2,83559e^{(-0,008452x)}$	P<0,01	$y=7,28586-0,00131x^{(1,5)}$	P<0,01
	Pai José	$y=2,72151+5,20089e^{(-0,04449x)}$	P<0,01	$y=1,72409+6,13744e^{(-0,043176x)}$	P<0,01
	Destilada	$y=2,61803+1,4147e^{(-0,025925x)}$	P<0,01	$y=1,56157+1,74552e^{(-0,022743x)}$	P<0,01
	Fontes	Inverno		Primavera	
Átumus®	UOL	$y=3,12852+5,21567e^{(-0,145096x)}$	P<0,01	$y=2,75416+6,14095e^{(-0,173237x)}$	P<0,05
	Jalles	$y=-176,03+183,5e^{(-0,035697x)}$	P<0,01	$y=6,51159-0,02338x^{(1,5)}$	P<0,01
	Us. Goia.	$y=-83,054+90,4856e^{(-0,001531x)}$	P<0,01	$y=6,68647-0,02407x^{(1,5)}$	P<0,01
	V.G.1	$y=6,32094+1,67891e^{(-0,062859x)}$	P<0,01	$y=6,31094+1,85089e^{(-0,109989x)}$	P<0,01
	V.G.2	$y=6,58672+1,62068e^{(-0,066782x)}$	P<0,01	$y=6,5014+1,5454e^{(-0,09474x)}$	P<0,01
	Pai José	$y=1,98983+5,79673e^{(-0,054134x)}$	P<0,01	$y=2,51997+5,50602e^{(-0,077575x)}$	P<0,01
	Destilada	$y=2,89686+1,28967e^{(-0,083709x)}$	P<0,01	$y=2,60901+1,56384e^{(-0,10637x)}$	P<0,01
Acquamax®	UOL	$y=-50,468+58,2614e^{(-0,028378x)}$	P<0,01	$y=2,30853+4,05655e^{(-0,044099x)}$	P<0,05
	Jalles	$y=2,47312+5,78641e^{(-0,042496x)}$	P<0,01	$y=2,34555+5,03226e^{(-0,046133x)}$	P<0,01
	Us. Goia.	$y=2,43395+5,43588e^{(-0,044348x)}$	P<0,01	$y=2,33885+5,52175e^{(-0,048174x)}$	P<0,01
	V.G.1	$y=2,45797+5,86994e^{(-0,041543x)}$	P<0,01	$y=-304,88+312,363e^{(-0,017271x)}$	P<0,01
	V.G.2	$y=2,2756+1,48113e^{(-0,021783x)}$	P<0,01	$y=7,06434-0,00112x^{(1,5)}$	P<0,01
	Pai José	$y=2,46527+5,82033e^{(-0,043969x)}$	P<0,01	$y=2,34449+5,19452e^{(-0,044817x)}$	P<0,01
	Destilada	$y=2,40447+4,10517e^{(-0,041507x)}$	P<0,01	$y=2,22299+1,2042e^{(-0,024464x)}$	P<0,01

Em todas as condições testadas, a relação entre os eixos y (pH) e x (doses do redutor) foi significativa ($P < 0,05$), assim, é possível afirmar que existe interação entre o pH e a dose dos redutores ($P < 0,05$) (Tabela 4, e Figuras 2 a 9). Houve redução do pH com o aumento da dose dos redutores em todas as condições testadas nesse estudo (Figuras 2 a 9) ($P < 0,05$).

Os modelos testados foram ajustados para cada estação, fonte e produto utilizado para adequar o pH. O ajuste dos modelos foi adequado, uma vez que em apenas uma das condições testadas houve 81% de variância captada (r^2); nas demais, a variância captada foi superior a 87% (Figuras 2 a 9).

Os modelos ajustados (Tabela 4) podem ser utilizados de forma preditiva, desde que não ultrapassem as doses máxima e mínima avaliadas nesse estudo. Desse modo, é possível estimar a quantidade de redutor necessária para modificar o pH de acordo com as necessidades de cada ingrediente ativo. Existe um modelo matemático ajustado para cada condição testada nesse estudo, perfazendo 56 equações algébricas (Tabela 4).

Os eixos x e y das equações $y = a + be^{(-kx)}$ e $y = a + b(x^{1,5})$ foram ajustados por meio de substituição algébrica, a fim de permitir a inserção do pH desejado na planilha eletrônica. Da forma inicial, o usuário teria que inserir diversas doses por tentativa e erro até chegar no pH desejado. O uso da ferramenta “Solver” também foi considerado, mas foi descartado uma vez que dificultaria usabilidade da planilha. Posteriormente, a versão Beta da planilha eletrônica foi gerada a partir da inserção de todas as equações ajustadas (Figura 1), exceto para a água destilada, que é irrelevante em condições de campo.

Por meio da ferramenta “Filtrar”, é possível selecionar a estação do ano, o local de captação de água para pulverização, e o redutor desejado. Posteriormente, basta inserir o pH desejado na célula de cor verde, que a dose exata do redutor aparecerá na célula amarela (Figura 1).

Figura 1. *Print* do *Layout* da planilha eletrônica que fornece a dose do redutor por meio da inserção do pH.

INSTRUÇÕES DE USO DO PROGRAMA:				
<ul style="list-style-type: none"> - Use o filtro para selecionar a estação do ano, o local da fonte da água, e o redutor de pH (células com fundo branco). - Posteriormente, digite o pH desejado na célula verde, e tecla "Enter". - A dose do redutor selecionado aparecerá na célula amarela! 				
<p><i>- Obs.: A dose recomendada pelos fabricantes do Atumus® é de 30 ml/100 L, e do Acquamax® é 150 ml/100 L, portanto, não devem ser excedidas!</i></p>				
Estação	LOCAL	Redutor de pH	pH DESEJADO	Dose (ml/100 L)
Verão	USINA GOIANÉSIA	Acquamax	5,5	15,9

Figura 2. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Acquamax® no Verão.

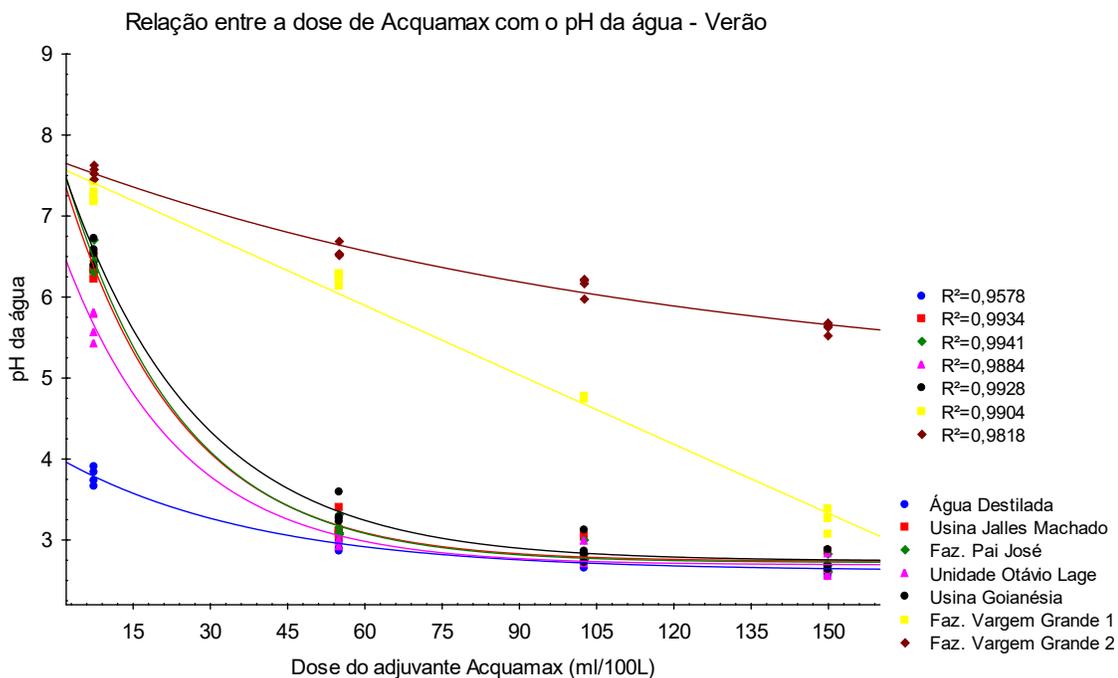


Figura 3. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Atumus® no Verão.

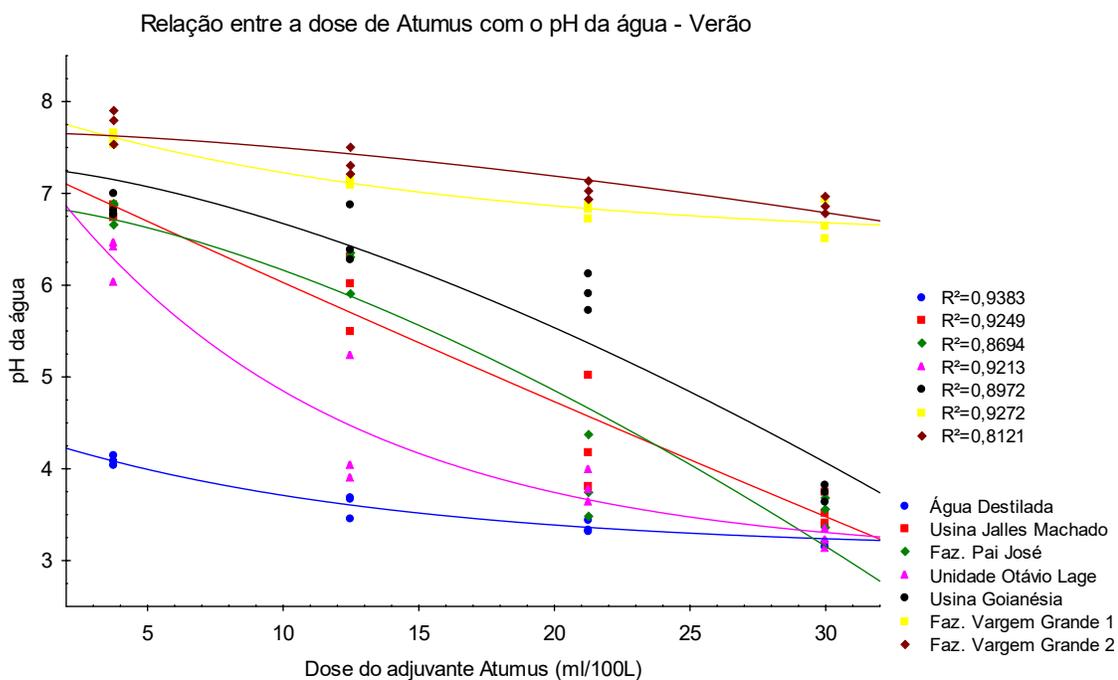


Figura 4. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Acquamax® no Outono.

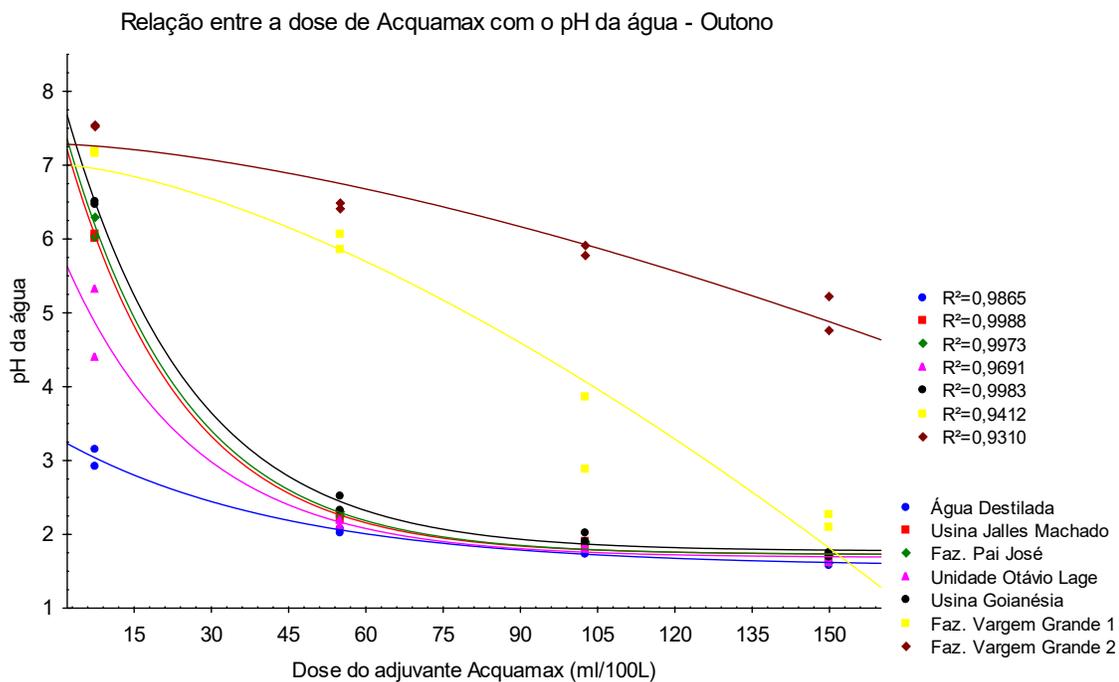


Figura 5. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Atumus® no Outono.

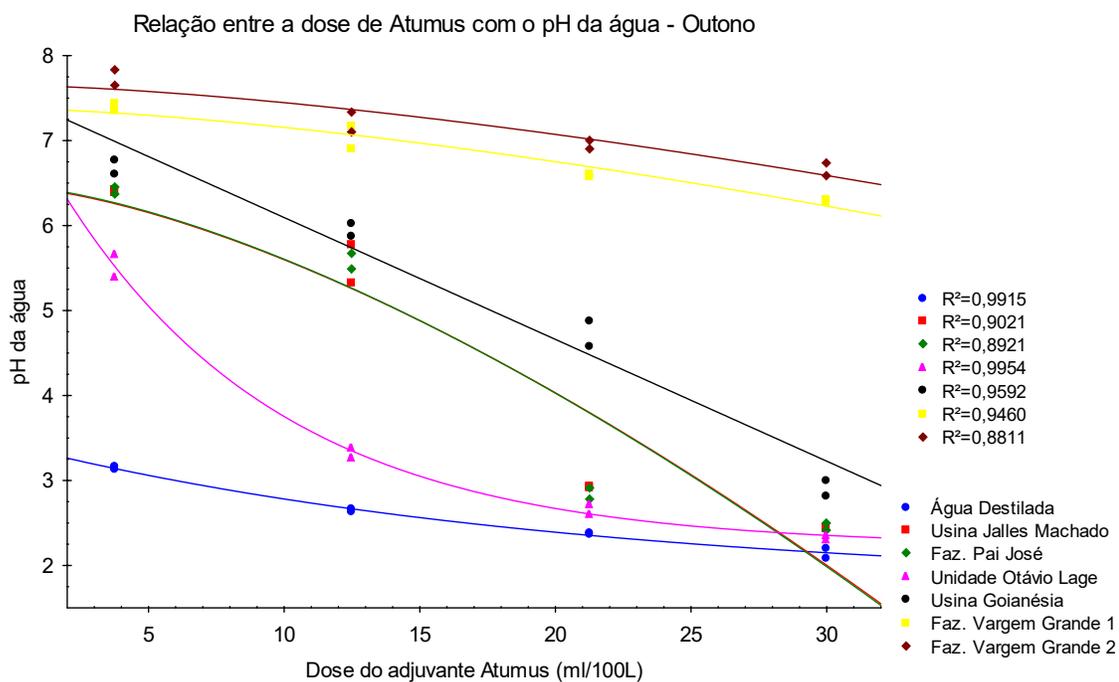


Figura 6. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Acquamax® no Inverno.

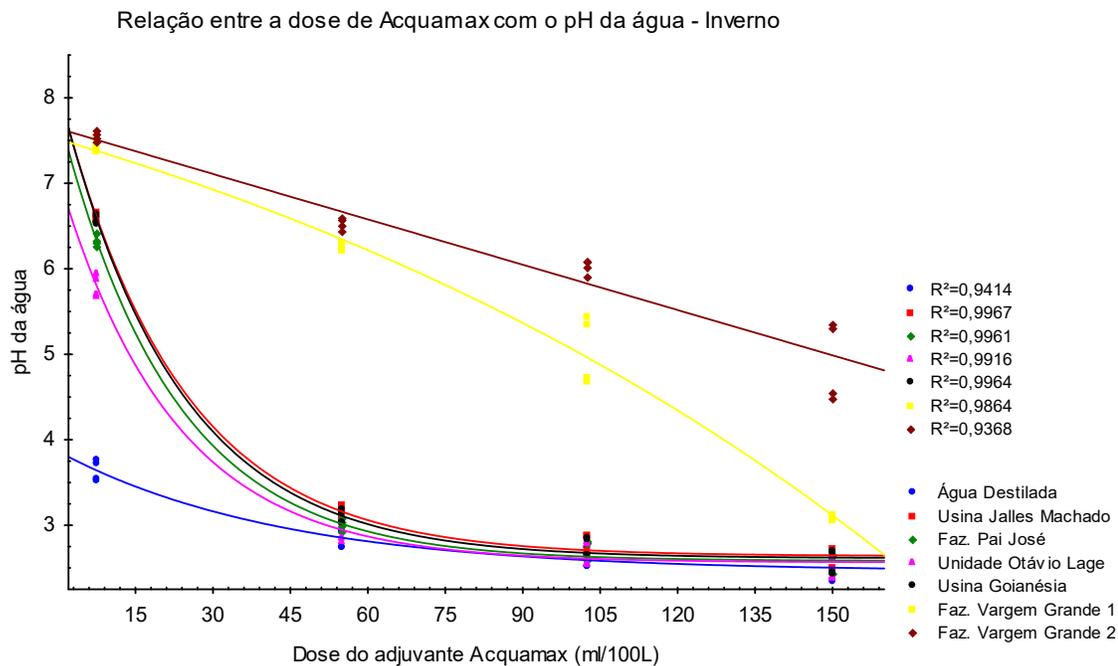


Figura 7. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Atumus® no Inverno.

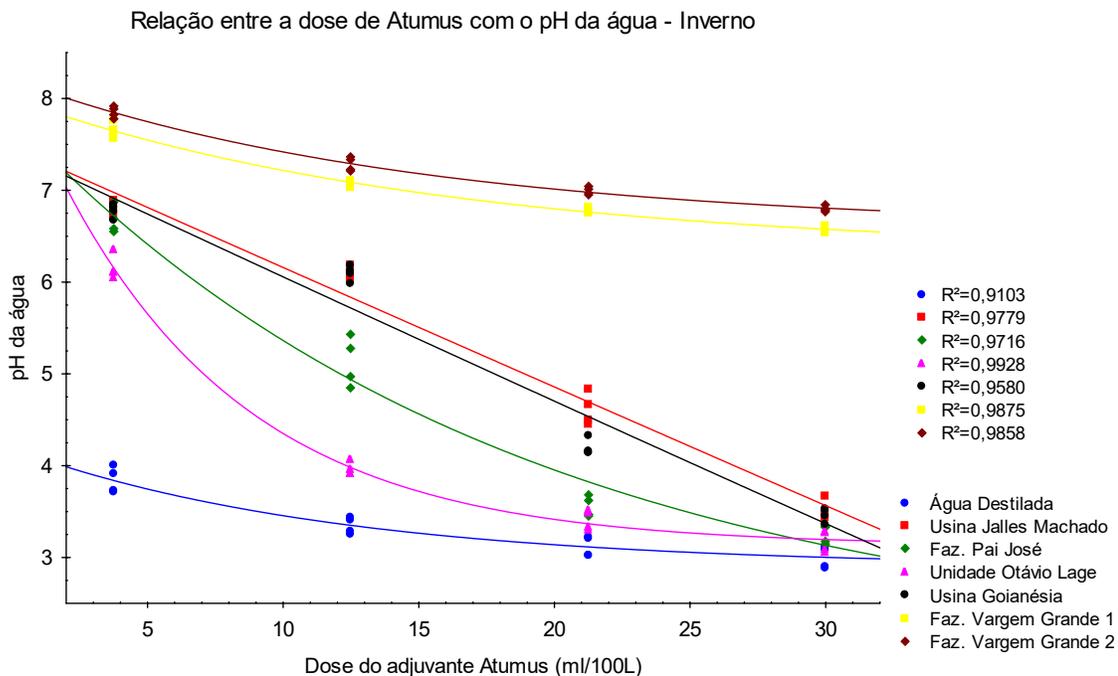


Figura 8. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Acquamax® na Primavera.

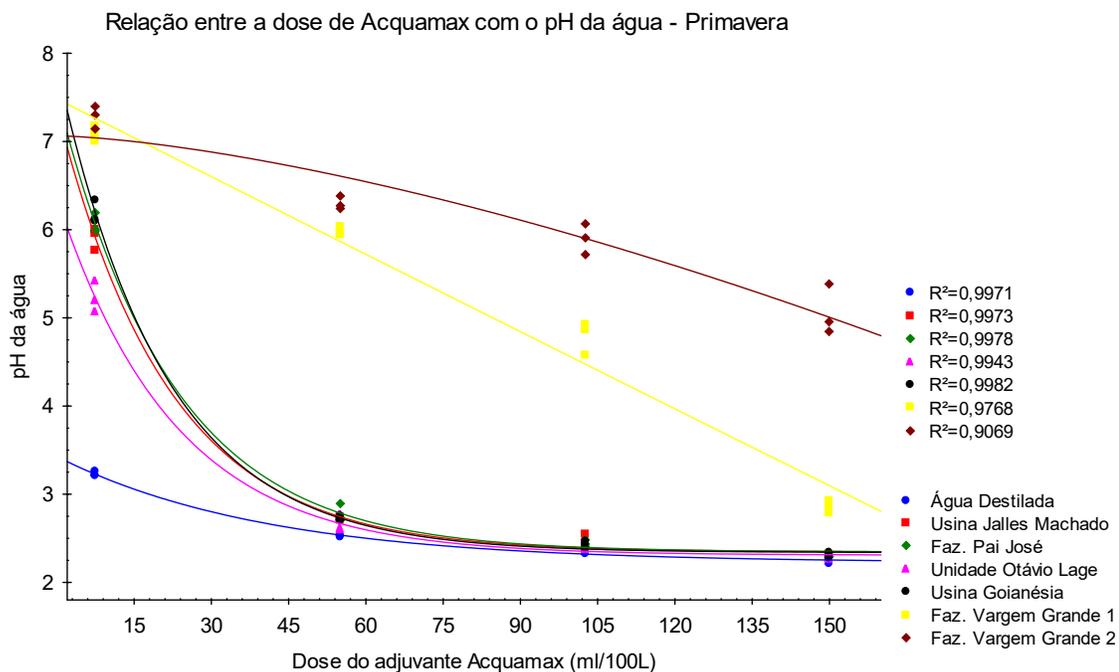
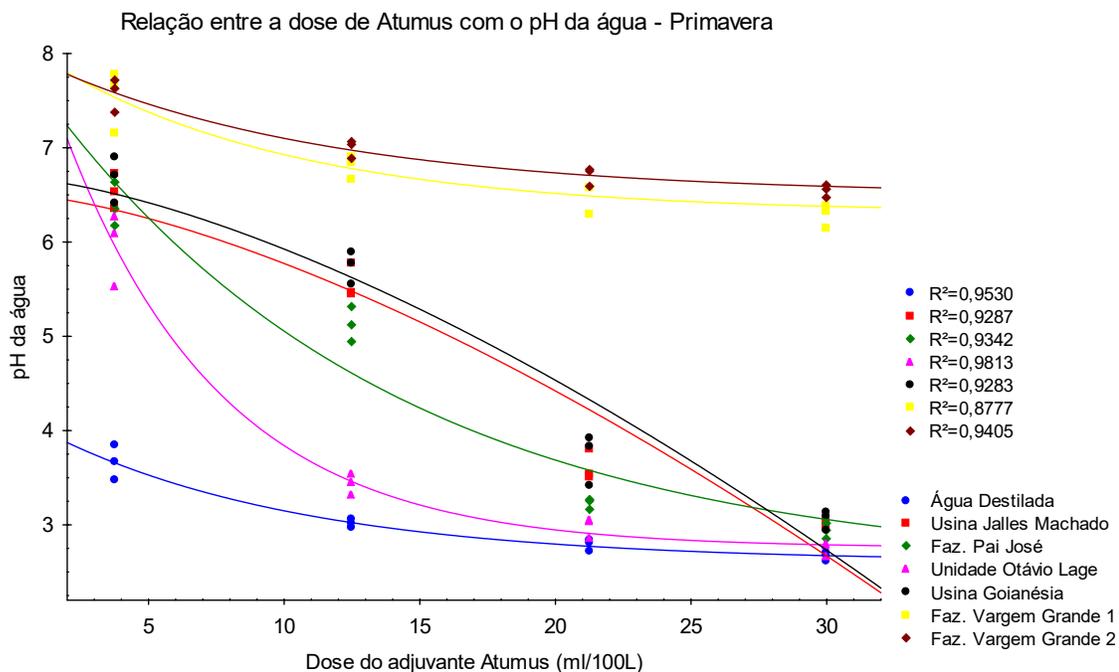


Figura 9. Curvas de regressão ajustadas para o pH das sete fontes de coleta de água na região de Goianésia – GO em quatro doses do redutor Atumus® na Primavera.



As amostras coletadas nas duas fontes da Fazenda Vargem Grande resistiram mais à ação dos redutores sobre o pH do que as demais, especialmente com o redutor Atumus[®], que possui dose comercial mais baixa que o Acquamax[®]. Por outro lado, a Água Destilada foi a mais responsiva à adição de redutores, uma vez que o pH foi o mais baixo entre todas as fontes e estações avaliadas (Figuras 2 a 9). Cada fonte de água tende a se comportar de forma diferente em relação à adição dos redutores de pH (CUNHA & ALVES, 2009).

Tanto o Atumus[®] como o Acquamax[®] baixaram significativamente o pH da maioria das amostras de água na dose recomendada pelo fabricante, que foi de 30 e 150 ml por 100 litros de água, respectivamente. A maioria das fontes foram afetadas pela dose comercial dos redutores e apresentaram pH abaixo de 4,5, exceto nas amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande 1 e 2. Nenhum produto na dose comercial foi capaz de reduzir o pH da Fazenda Vargem Grande 2 para níveis inferiores a cinco (Figuras 2 a 9), especialmente o Atumus[®], que manteve o pH dessa fonte acima de sete em todas as estações e doses avaliadas (Figuras 3, 5, 7, e 9).

Kissmann (1998) relata que a maioria dos produtos fitossanitários devem ser utilizados em águas com pH pouco ácido, que variam em torno de 6,0 a 6,5. É nessa faixa que os ingredientes ativos são mais eficientes (AZEVEDO, 2011). Entretanto, existem moléculas como o herbicida pós-emergente clorimuron-etílico cuja meia vida é maior em pH 8. O Primissulfuron também se comporta melhor em meio alcalino, possui meia vida de 300 horas em pH 7, e de 10 horas em pH 3 (AZEVEDO, 2011). O Glifosato é um dos poucos produtos que tem melhor desempenho em pH muito ácido, entre 3,5 a 5,5 (DAN et al., 2009). Assim, é possível afirmar a tomada de decisão pela adição ou não do redutor deve ser baseada principalmente nos ingredientes ativos que serão utilizados.

Queiroz, Martins e Cunha (2008) recomendam que doses específicas sejam estabelecidas para cada condição de uso da água para pulverização. Considerando as diferenças de pH observadas entre as fontes e estações do ano, é possível concluir que é inviável recomendar doses fixas de redutores de pH para todo tipo de água utilizada na pulverização de defensivos agrícolas ao longo do ano, uma vez que cada fonte apresenta potencial hidrogeniônico distintos, e que respondem de forma diferente a adição dos redutores de pH ao longo do ano (RHEINHEIMER & SOUZA, 2000).

3.3 Poder tamponante

Tabela 5: Poder tampão dos adjuvantes Atumus[®] e Acquamax[®] na dose comercial em setes fontes e quatro estações.

	Água Destilada		Usina Jalles Machado		Faz. Pai José		Unidade Otávio Lage		Usina Goianésia		Faz. Vargem Grande 1		Faz. Vargem Grande 2		
	2 hrs	74 hrs													
Atumus [®]	Inverno	2,9±0,0 ^{ns}	2,9±0,0	3,5±0,0 ^{ns}	3,5±0,0	3,2±0,0 ^{ns}	3,2±0,0	3,1±0,0 ^{ns}	3,1±0,0	3,4±0,0 ^{ns}	3,4±0,0	6,5±0,0 ^{**}	8,1±0,0	6,8±0,0 ^{**}	8,3±0,0
	Outono	2,6±0,3 ^{ns}	2,7±0,3	2,9±0,2 ^{ns}	2,9±0,2	2,8±0,2 ^{ns}	2,9±0,2	2,7±0,2 ^{ns}	2,8±0,2	3,3±0,2 ^{ns}	3,3±0,3	6,5±0,1 ^{**}	8,0±0,0	6,8±0,1 ^{**}	8,4±0,0
	Primavera	2,6±0,0 ^{ns}	2,7±0,0	3,0±0,0 ^{ns}	3,0±0,0	2,9±0,0 ^{ns}	3,0±0,0	2,7±0,0 [*]	2,8±0,0	3,0±0,0 ^{ns}	3,2±0,0	6,2±0,0 ^{**}	8,2±0,0	6,5±0,0 ^{**}	8,3±0,0
	Verão	3,2±0,0 ^{ns}	3,3±0,0	3,8±0,2 ^{ns}	3,7±0,2	3,8±0,2 ^{ns}	3,9±0,3	3,3±0,1 ^{ns}	3,3±0,9	4,3±0,6 ^{ns}	4,6±0,8	6,8±0,1 ^{**}	7,9±0,0	6,9±0,1 ^{**}	8,3±0,0
Acquamax [®]	Água Destilada		Usina Jalles Machado		Faz. Pai José		Unidade Otávio Lage		Usina Goianésia		Faz. Vargem Grande 1		Faz. Vargem Grande 2		
	2 hrs	74 hrs													
	Inverno	2,4±0,0 ^{ns}	2,4±0,0	2,5±0,0 ^{ns}	2,5±0,0	3,0±0,0 ^{ns}	3,0±0,0	4,9±0,2 ^{ns}	5,5±0,3						
Outono	2,0±0,2 ^{ns}	2,0±0,2	2,1±0,2 ^{ns}	2,1±0,2	2,6±0,2 ^{ns}	2,6±0,2	5,2±0,1 [*]	5,9±0,2							
Primavera	2,2±0,0 ^{ns}	2,2±0,0	2,2±0,0 ^{ns}	2,2±0,0	2,3±0,0 ^{ns}	2,2±0,0	2,2±0,0 ^{ns}	2,2±0,0	2,2±0,0 ^{ns}	2,2±0,0	2,8±0,0 ^{ns}	2,9±0,0	5,0±0,1 [*]	6,1±0,1	
Verão	2,6±0,0 ^{ns}	2,6±0,0	2,7±0,0 ^{ns}	2,7±0,0	2,6±0,0 ^{ns}	2,7±0,0	2,6±0,0 ^{ns}	2,6±0,0	2,7±0,0 ^{ns}	2,7±0,0	3,2±0,0 ^{ns}	3,2±0,0	5,6±0,0 ^{**}	6,3±0,0	

** - houve diferença estatística significativa pela análise de variância (P<0,01) / * - houve diferença estatística significativa pela análise de variância (P<0,05)

ns - não significativo pela análise de variância(P>0,05)

Na dose comercial, o produto Atumus[®] não manteve o pH estável após 72 horas nas amostras coletadas nas fazendas Vargem Grande 1 e 2 em todas as estações ($P < 0,01$) (Tabela 5). Nas demais fontes e estações, o produto supracitado teve sucesso manutenção da estabilidade do pH ao longo do tempo avaliado, exceto na Unidade Otávio Lage, que apresentou diferença de pH na Primavera ($P < 0,05$) (Tabela 5).

O Acquamax[®] não conseguiu manter o pH estável apenas nas amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande II em todas as estações, exceto no Inverno ($P < 0,05$) (Tabela 5). Nas demais condições, o produto apresentou bom poder tamponante.

O poder tamponante consiste na capacidade de uma substância em manter o pH estável ao longo do tempo. Na maioria dos casos, a correção do pH é realizada por meio de um ácido fraco, já a manutenção do pH ao longo do tempo é realizada por um sal (KISSMANN, 1998).

A manutenção do pH estável ao longo do tempo está relacionada à quantidade do ácido adicionado na solução, e à capacidade de resistir à alterações de pH. O poder tampão é reduzido quando ocorre a diluição da solução (SILVA & SIMONI, 2000).

De modo geral, apenas as águas mais duras resistiram à ação tamponante dos redutores testados. Os sólidos solúveis ou em suspensão coloidal como sais de cálcio e magnésio provenientes de carbonatos, bicarbonatos, cloretos e sulfatos estão diretamente relacionados à dureza da água (KISSMANN, 1998).

3.4 Considerações finais

Com base nesse estudo, é possível reafirmar a necessidade de utilizar doses variáveis de redutores para cada situação específica. Nesse sentido, torna-se ainda mais desafiador trabalhar com produtos comerciais como o Atumus[®] e Acquamax[®], que são redutores de pH e adjuvantes e ou condicionantes de calda ao mesmo tempo. Nesses casos, é possível reduzir a eficiência do efeito condicionante de calda ao ajustar a dose do redutor de pH.

Os adjuvantes podem ser divididos em dois grupos distintos, o primeiro é composto pelos modificadores das propriedades da superfície do líquido. Esses produtos são classificados como agentes de superfície, ou surfatantes, e incluem os espalhantes, detergentes, dispersantes, aderentes, umectantes, anti-espumante e outros. O segundo grupo é composto pelos aditivos que melhoram a absorção do ingrediente ativo, como o óleo mineral, vegetal e ureia (VARGAS & ROMAN, 2006).

Adjuvantes como Atumus[®] e Acquamax[®] prometem alterar características físicas ou químicas da calda, e reduzir a ocorrência de problemas como alcalinidade, falta de solubilidade e aderência, auxiliam na limpeza e reduzem a formação de espuma. Os acidificantes têm a função de reduzir o pH da água, já os tamponantes mantêm o pH da solução estável durante e após o preparo da calda (AZEVEDO, 2011).

Atualmente, é quase impossível quantificar o volume de mercado de adjuvantes, redutores de pH, e condicionantes de calda, uma vez que não há associação ou entidade responsável pela comercialização destes produtos. Outro agravante consiste no fato de que a maioria desses produtos não são registrados como adjuvantes ou redutores, mas como fertilizantes foliares (AZEVEDO, 2011). Ou seja, são vendidos como fertilizantes foliares, e utilizados com outras finalidades.

Para que a recomendação proposta nesse estudo seja ainda mais precisa, faz-se necessário outros estudos com mais produtos, pontos de captação e regiões, a fim de melhorar a qualidade da aplicação de produtos fitossanitários no Brasil.

4 CONCLUSÕES

Cada fonte de água possui características diferentes. E nos extremos pôde-se observar as amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande (mais alcalina) e Pai José (mais ácida em condições de campo).

As amostras coletadas no Inverno nas fontes das Fazendas Vargem Grande 1, 2 e Usina Goianésia apresentaram o pH mais alto quando comparadas à água coletada no Verão, Outono e Primavera.

As águas mais alcalinas tendem a resistir mais à ação dos redutores de pH. De modo geral, quanto maior a dose do redutor de pH, menor foi o pH da água.

Os modelos adequados para explicar a relação entre a dose dos adjuvantes Atumus[®] e Acquamax[®] com o pH das amostras de águas nas diferentes estações do ano foram $y = a + be^{(-kx)}$ e $y = a + b(x^{1,5})$.

Esses modelos foram utilizados para gerar uma planilha eletrônica capaz de prever as doses dos redutores de pH de acordo com a faixa de pH ótimo dos produtos fitossanitários.

As amostras coletadas na Fazenda Vargem Grande I e II resistiram mais à ação dos redutores sobre o pH do que as demais ao longo de 72 horas.

De modo geral, apenas as águas mais duras resistiram à ação tamponante dos redutores testados.

Faz-se necessário recomendar o uso dos redutores de pH em condições de campo mediante diversos critérios, a fim de evitar perdas nas aplicações de defensivos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. A.S. **Adjuvantes agrícolas para a proteção de plantas**. Seropédica: IMOS, p. 264, 2011.

CARVALHO, A.R.; MINGANTE, F.H.; TORNISIELO L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.23, n.5, p.618- 22, 2000.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, Caracas, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, R.W.; GARCIA JR., M.D.N.; ALBERTONI, E.F.; SILVA, C.P. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.770–779, 2013.

DAN, H.A; DAN, L.G.M; BARROSO, A.L.L; SOUZA, C.H. Efeito do pH da calda de pulverização na dessecação de braquiária brizanta com o herbicida glyphosate. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 1, p. 6, 2009.

ESTEVES, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602 p.

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. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 355-359, 2013.

JACTO, S. A. **Manual técnico sobre orientação de pulverização**. Pombéia, Edição, v. 10, p. 99, 1999.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J.V.C & DORNELLES, S.B (Org.) **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p. 39-51, 1998.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2013. 588 p.

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

RHEINHEIMER, D.S; SOUZA, R.O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 97-104, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**, release 9.1 ed. SAS Institute, Cary, NC, 2004

SILVA, C.R; SIMONI, J.A. Avaliação da capacidade tamponante—um experimento participativo. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 405-409, 2000.

STATSOFT, INC. Statistica (data analysis software system), version 7.2007.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. (Embrapa Trigo. Documentos 56).

VILARINHO, E.C. **Marcação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) e dispersão de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae)**. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. p. 59, 2007.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z. da; SANTIAGO, T. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. p.53-57.