

Qualidade da água para calda

caracterização e condicionamento

Caracterizar a água de diluição antes do preparo, decidir com base em medição se há necessidade de condicionamento, e corrigir na ordem correta. Pré-requisito do TA-POP-06.

✓ QUANDO EXECUTAR

Ao adotar nova fonte de água; no início de cada safra; após seca prolongada ou chuvas intensas, que mudam a concentração de sais; antes de aplicações com glifosato, 2,4-D ou outro produto sensível; sempre que houver precipitado, entupimento ou perda de eficácia sem causa aparente.

✗ NÃO EXECUTAR SE

A fonte estiver contaminada por efluente ou resíduo de produto fitossanitário, caso em que se troca a fonte e não se corrige a água; não houver pHmetro ou fita de pH em condições de uso; o produto já tiver sido adicionado ao depósito.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

pHmetro ou fita de pH Condutímetro
Frasco limpo para amostra Termômetro
Proveta graduada Balança Filtro de linha
Bula e ficha do condicionador

EPI OBRIGATÓRIO

Luvas nitrílicas Óculos panorâmicos Avental de PVC
Botas de cano alto

Caracterizar a fonte e decidir BLOCOS A-B

A COLETA E CARACTERIZAÇÃO

- 1 Identifique a fonte (poço, rio, represa, caixa) e registre na ficha.
- 2 Colete amostra representativa em frasco limpo, no mesmo ponto de captação usado na operação.
- 3 Meça o pH com pHmetro ou fita.
- 4 Meça a dureza.
↳ condutímetro para triagem em campo; análise laboratorial para dureza total em ppm de CaCO_3
- 5 Avalie a turbidez e a presença de sólidos em suspensão.
- 6 Meça a temperatura da água.
- 7 Registre se a água fica armazenada em tanque de ferro não inoxidável.
↳ o óxido de ferro desativa parte do glifosato, e Fe^{3+} é o cátion mais severo

B DECISÃO POR PARÂMETRO

- 8 Compare cada valor medido com o quadro de limiares da página 2.
- 9 Decida parâmetro a parâmetro entre não intervir, corrigir ou trocar a fonte.
- 10 Confirme na bula se o produto tem exigência específica de pH ou restrição a condicionador.
↳ a bula prevalece sobre qualquer critério geral

PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

- **Medir antes de corrigir.** No Cerrado a água é tipicamente branda, e condicionador de rotina é custo sem retorno.
- Sequestrante e corretor de pH entram **antes** de qualquer produto fitossanitário.
- A bula prevalece sobre qualquer critério geral de pH ou dureza.
- A fonte muda com a estação: a seca concentra sais e a chuva aumenta os sólidos em suspensão.

SEGURANÇA

- Nunca corrija a água com produto fitossanitário já adicionado ao depósito.
- Água de fonte contaminada por efluente ou resíduo não se corrige: troca-se a fonte.
- Acidificante concentrado exige EPI de manuseio e nunca é adicionado sobre água parada sem agitação.
- Água potável tratada também pode ser inadequada para calda. Potabilidade não é critério agrônomo.

Limiares de intervenção O QUADRO QUE DECIDE

PARÂMETRO	IDEAL	ACEITÁVEL	PROBLEMÁTICO	SOLUÇÃO
pH	5,0 a 6,5	4,5 a 7,0	abaixo de 4,5 ou acima de 7,0	Acidificante e/ou tamponante
Dureza (ppm de CaCO ₃)	abaixo de 150	150 a 300	acima de 300	Quelatizante ou sequestrante
Turbidez (NTU)	abaixo de 5	5 a 25	acima de 25	Filtração prévia ou decantação por 24 h
Temperatura (°C)	15 a 25	10 a 30	abaixo de 10 ou acima de 30	Ajustar o horário da aplicação
Condutividade elétrica (µS/cm)	abaixo de 500	500 a 1.500	acima de 1.500	Diluição ou fonte alternativa

O limite de 150 ppm é específico do glifosato, cuja ação herbicida depende de dureza baixa. Para caldas em geral, a intervenção começa acima de 300 ppm. Os dois valores não competem: um é o teto restritivo de um ingrediente ativo crítico, o outro é o piso geral.

Corrigir, quando a medição exigir BLOCOS C-D

C CONDICIONAMENTO DA ÁGUA

- 11 Filtre ou decante por 24 h quando a turbidez ultrapassar 25 NTU.
- 12 Encha o depósito com a água já filtrada e ligue a agitação.
- 13 Adicione o sequestrante ou quelatizante antes de qualquer produto fitossanitário.
↳ para proteger glifosato em água dura, sulfato de amônio a 3,0 kg/100 L de calda
- 14 Corrija o pH com acidificante ou tamponante, com o depósito cheio, ainda antes do primeiro produto.
- 15 Confirme o pH corrigido e só então siga para o TA-POP-06.

D REGISTRO E REAVALIAÇÃO

- 16 Registre os valores medidos, a decisão tomada e o condicionador utilizado.
- 17 Reavalie a fonte a cada mudança de estação.
↳ poder tamponante alto resiste à correção e exige produto específico

POR QUE ESTE POP MEDE ANTES DE CORRIGIR

- A maioria das águas de propriedades agrícolas brasileiras é tipicamente branda, de baixa dureza natural.
- Os Latossolos do Cerrado são dominados por caulinita e óxidos de ferro, de baixa atividade adsorvente, ao contrário das argilas de clima temperado (montmorilonita, ilita).
- A recomendação para o Cerrado é confirmar a dureza por análise antes de prescrever condicionador, e não tratá-lo como item obrigatório de toda mistura.
- O efeito **físico** da partícula, esse sim, independe de região: atrito em mangueiras, filtros e pontas de pulverização, e obstrução de orifícios.

Diagnóstico e solução REFERÊNCIA RÁPIDA

PROBLEMA	CONSEQUÊNCIA	SOLUÇÃO
Água suja, com sólidos em suspensão	Inativação de ativos, entupimento de pontas de pulverização, desgaste prematuro	Mudar a fonte; usar filtros; aplicar a calda logo após o preparo
Água dura, com Ca ²⁺ e Mg ²⁺ elevados	Inativação de formulados salinos, precipitado no tanque	Quelatizante ou surfatante não iônico; sulfato de amônio com glifosato; reduzir o volume de água
pH acima de 7,0	Hidrólise alcalina de ingredientes ativos	Redutor de pH; aplicar logo após o preparo
pH alcalino com poder tampão alto	Resistência à correção do pH	Produto específico para neutralizar os agentes tamponantes da água

1 · perda por dureza → 2 · efeito do volume de calda → 3 · ingrediente ativo disponível e decisão

Antes de calcular, confira as unidades. Volume de calda em L/ha, dureza em ppm de CaCO_3 , dose em kg/ha. A fórmula estima a inativação do glifosato; a base não traz equação equivalente para os demais ingredientes ativos, cuja intensidade de reação varia com a compatibilidade química entre o produto e a água.

1 Perda por dureza da água
quanto do glifosato reage antes de chegar ao alvo

$$\% \text{ inativado} = \frac{\text{Vol} \times \text{Dureza} \times 0,00047}{\text{Dose}}$$

Vol volume de calda (L/ha) · **Dureza** em ppm de CaCO_3 · **Dose** de glifosato (kg/ha) · **0,00047** constante da relação.

EXEMPLO RESOLVIDO · 100 L/HA, 400 PPM, 1 KG/HA

$$\% = (100 \times 400 \times 0,00047) \div 1$$

$$\% = 18,8 \div 1$$

18,8% do produto inativado

2 Efeito do volume de calda
menos água, menos reação

**mesma fórmula,
variando apenas Vol**

A inativação é proporcional ao volume de água: quanto menor a taxa de aplicação, menor a quantidade de sais que entra em contato com o ingrediente ativo. Reduzir o volume é uma das saídas quando a fonte de água não pode ser trocada.

EXEMPLO RESOLVIDO · MESMA ÁGUA, TAXA REDUZIDA À METADE

$$\% = (50 \times 400 \times 0,00047) \div 1$$

9,4% inativado, contra 18,8% a 100 L/ha

3 Ingrediente ativo disponível
é o que fazer com a perda calculada

$$\text{disponível} = \text{Dose} \times (1 - \% \text{ inativado} \div 100)$$

Converte o percentual de perda na quantidade que de fato chega ao alvo biológico, que é a informação útil para decidir entre condicionar, reduzir volume ou trocar de fonte.

EXEMPLO RESOLVIDO · DOSE DE 1,0 KG/HA COM 18,8% DE PERDA

$$\text{disponível} = 1,0 \times (1 - 0,188)$$

0,812 kg/ha efetivamente disponíveis

Aqui vai a leitura que importa. A conta mostra a perda, e a tentação é compensar aumentando a dose. **A dose da bula é o teto legal**, e aumentá-la para cobrir uma perda evitável troca um problema agrônomo por um problema regulatório. As saídas legítimas são outras três: condicionar a água com sequestrante, reduzir o volume de calda, ou trocar a fonte.

Duas tabelas de apoio ao diagnóstico

CLASSIFICAÇÃO E SEVERIDADE

CLASSIFICAÇÃO DA DUREZA	ESCALA INTERNACIONAL (mmol/L)	ESCALA AMERICANA (ppm de CaCO ₃)
Leve	abaixo de 1,6	abaixo de 160
Moderadamente dura	1,6 a 3,2	160 a 320
Dura	3,2 a 4,6	320 a 460
Muito dura	acima de 4,6	acima de 460

CÁTION	PODER DE INATIVAÇÃO SOBRE O GLIFOSATO
Ferro (Fe ³⁺) e alumínio (Al ³⁺)	Muito severo
Cálcio (Ca ²⁺) e zinco (Zn ²⁺)	Severo
Magnésio (Mg ²⁺)	Moderado
Potássio (K ⁺)	Nenhum

Registro da caracterização

EVIDÊNCIA DA DECISÃO

DATA	FONTE	pH	DUREZA (PPM)	TURBIDE Z	TEMP. (°C)	COND. (µS/cm)	TANQUE DE FERRO	DECISÃO	CONDICIONADOR E DOSE	pH FINAL	ASSIN. RT
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Referências normativas

Lei 14.785/2023 · Art. 43 (instruções de utilização)

NR-31 · segurança no trabalho rural

Decreto 4.074/2002 · rotulagem e bula

Bula do produto e ficha técnica do condicionador



Aula 06 · material de apoio

Autoria. Prof. Dr. Anísio da Silva Nunes, Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Campus de Tangará da Serra. Material didático da disciplina Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. © 2026. **Uso.** Licenciado sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0): a cópia, a adaptação e o uso em ensino e extensão são livres, desde que citada a autoria e mantida a mesma licença. **A exploração comercial, a venda e a revenda deste documento, isolado ou integrado a outro material, não estão autorizadas.**