

## TRATAMENTO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DA CLORAÇÃO

O uso da cloração em irrigação ocorre por várias razões e para isto é preciso entender os princípios básicos que justificam sua aplicação, tanto para controle de microorganismos quanto como agente oxidante para controle das formas de ferro existentes que podem comprometer o funcionamento do gotejamento. Existem duas formas de óxido de ferro no que diz respeito à valência química: Ferro bivalente e ferro trivalente. O primeiro deles é solúvel e em contato com oxigênio pode tornar-se trivalente, insolúvel.

Os compostos de ferro ocorrem em águas subterrâneas (principalmente ferro bivalente), mas também em água de superfície, principalmente em contato com brejos, quando a forma mais comum é o ferro trivalente, podendo ocorrer em níveis altos (> 1ppm) a tal ponto de causar o crescimento de algas marrons e bactérias ferruginosas. Neste caso, o ferro se apresenta como excelente nutriente para esses microorganismos. Para conhecer as concentrações uma análise da água se faz necessária, não somente do ferro total mas também do ferro bivalente e trivalente.

O óxido de ferro reduzido ou bivalente (solúvel) reage muito bem com oxigênio e por essa razão pode ser removido antes de entrar no sistema de irrigação. Dois métodos são utilizados: a aeração (oxigenação) e a cloração, ambos seguidos de filtração para reter os precipitados que se formam (ferro trivalente).

**AERAÇÃO:** Onde o nível de ferro é muito alto, a cloração pode tornar-se cara. Neste caso a aeração passa ser uma alternativa bastante viável até mesmo para auxiliar o tratamento da água reduzindo depois a quantidade de cloro necessária. A aeração deve ser seguida da sedimentação dos precipitados. Para promover a aeração, sugere-se a aspersão da água em gotas no ar e a queda em um reservatório de sedimentação pois a água aspergida mistura-se com o oxigênio do ar (21% O<sub>2</sub> no ar). Os precipitados formados decantam indo para o fundo. Neste caso o bombeamento deve evitar succionar água do fundo do reservatório que deve ter tamanho suficiente para que a água fique ali o tempo suficiente antes de ser bombeada para permitir assim a decantação dos precipitados que pode demandar muito tempo, dependendo da concentração de ferro.

**CLORAÇÃO:** O cloreto reage rapidamente com a forma solúvel para criar a forma insolúvel (precipitados) que podem depois serem removidos por filtros de areia. O processo deve então se completar antes de atingir o filtro de areia. Em geral um minuto de contato tem sido suficiente, o que em irrigação significa injetar o cloro aproximadamente 50 metros antes dos filtros. Para cada ppm de ferro na água é necessário 1,4 ppm de cloro. Para água com 0,5 ppm de ferro seria necessário então 0,7 ppm de cloro, ou 0,7 Kg de cloro para cada 1000 metros cúbicos de água a ser tratada. Se multiplicarmos a concentração de ferro (ppm) vezes a vazão do sistema (m<sup>3</sup>/hora), basta dividir por 0,714 para conhecermos a quantidade de cloro em gramas por hora a ser injetado. Por exemplo, para 15 m<sup>3</sup>/hora com 0,5 ppm de ferro seria necessário injetar 10,5 gramas de cloro ativo por hora.

A cloração também é muito efetiva para controlar o crescimento de algas e bactérias que criam um lodo (microorganismos que crescem dentro da tubulação e dos gotejadores). O cloro pode ser encontrado em várias formas. Para cloração contínua (injeção de cloro sempre que houver água sendo aplicada), é necessário manter o nível de cloro de 0,5 a 1,0 ppm, praticamente nos mesmos níveis de água tratada para consumo humano. Quando o tratamento é esporádico (de vez em quando), a recomendação observada em livros varia desde 10 a 40 mg/l de cloro deixados na água dentro da rede por um período de uma a quatro horas. Se os emissores (gotejadores) estão completamente entupidos pelos microorganismos, existem recomendações de até 200 a 500 mg/l de cloro, deixados no sistema por 24 horas. Em quaisquer dos casos, a rede precisa ser lavada depois.

Em resumo, tem sido muito usado para controlar o crescimento de microorganismos tratamentos de 10 mg/l por 4 horas e isto é mais eficiente do que 40 mg/l por duas horas. Não tem sido recomendado mais que 40mg/l. A injeção de cloro pode ser permanente deixando a água com concentrações de 1 mg/l de cloro ou semanalmente com 10 mg/l. Águas contendo muitos microorganismos não toleram intervalo entre aplicações muito longos. Entretanto, como a aplicação sistemática de cloro pode resultar em toxidez generalizada causada pelo íon cloreto, é preciso monitorar o grau de entupimento para evitar aplicações muito frequentes e observar também o primeiro sintoma característico de toxidez de cloreto (queimadura do ápice das folhas).

Se o tratamento com até 40 mg/l não é capaz de desobstruir, pode ser necessário a aplicação de ácido para remover alguns precipitados químicos que podem estar obstruindo o contato do cloro com todas as partes dos emissores.

Os kits para medir cloro em água de piscina podem ser usados para medir os níveis de cloro. Para concentrações maiores que 3 mg/l, a amostra de água terá que ser dissolvida já que estes kits não detectam níveis acima desta concentração.

Há várias fontes de cloro. A forma granulada (hth) é o hipoclorito de cálcio  $[Ca(OCl)_2]$  que contem entre 65 e 70% de cloro. Esta forma não é recomendada para águas com pH alto nem para águas com carbonatos. A melhor forma então pode ser o hipoclorito de sódio  $[NaOCl]$ , usado como componente principal das águas sanitárias. A forma mais comum é aquela com galões em que a concentração de cloro é de 12 a 15%. Esta forma é líquida. A dissolução desses compostos na água produzem o ácido hipocloroso  $[HOCl]$  e o íon hipoclorito  $[OCl^-]$ . Se o pH da água ficar abaixo de 5, o cloro estará presente na sua forma molecular. Com pH entre 5 e 6 o cloro apresenta-se como ácido hipocloroso e, com pH acima de 6, o cloro apresenta-se na forma de íons hipoclorito. O ácido hipocloroso tem poder biocida maior que as demais formas (40 a 80 vezes mais). O cloro na forma de gás é muito interessante, porém muito perigoso para ser manuseado.

Um exemplo de cálculo para hipoclorito de sódio (12%) é:

Vazão: 15 m<sup>3</sup>/h

Concentração desejada: 20 mg/l por duas horas

A taxa de injeção será 15 m<sup>3</sup>/h x 1000 litros/m<sup>3</sup> x 20 mg/l = 300000 mg/hora ou 300 gramas por hora. Dividido por 0,12 (12%) que é a concentração de cloro, serão necessárias 2500 gramas de hipoclorito a 12% injetados por hora. Como são duas horas, serão 5000 gramas ou 5,0 Kg de solução hipoclorito de sódio 12%. É comum no mercado encontrar galões plásticos com vinte litros. O custo por litro é, em geral, entre 0,80 e 1,50 R\$.

Outra forma é utilizar a seguinte equação

$$q = (a \cdot Q) / (C \cdot 10)$$

onde:

q = taxa de injeção da solução comercial (l/h)

a = concentração desejada de cloro na água de irrigação (ppm)

Q = vazão da água de irrigação (m<sup>3</sup>/h)

C = concentração de cloro na solução comercial (%)

que pode ser empregada na equação seguinte para determinar a quantidade de solução comercial a ser adquirida:

$$V = q \cdot t$$

onde:

V = volume de solução comercial a ser adquirida (l)

t = tempo de aplicação (h)

Por exemplo, se desejamos obter água de irrigação com 20 ppm de cloro, por duas horas, num sistema em que a vazão é 40 m<sup>3</sup>/h e a solução comercial disponível tem 12% de cloro,

$$q = (20 \cdot 40) / (12 \cdot 10) = 6,7 \text{ l/h de solução comercial a ser injetada}$$

$$V = 6,7 \text{ l/h} \cdot 2 \text{ h} = 13,3 \text{ litros a serem aplicados}$$

A melhor alternativa é injetar até que todo o setor a ser irrigado tenha recebido a solução com 20mg/l. Daí então outro setor passa a ser irrigado para que o setor tratado possa ficar exposto à solução por duas horas. No caso de laterais com saída automática de água no final (válvulas de final de linha), isto não é possível, a não ser que as laterais sejam dobradas manualmente para evitar a saída da solução.

É importante lembrar que a injeção de ácidos só é recomendável se houver precipitados químicos que se dissolvem com a redução do pH..

Finalmente, os tratamentos com cloro devem considerar a tolerância da planta ao cloro. Normalmente, concentrações abaixo de 70 mg/l ou 70 ppm não tem sido problema mesmo para plantas sensíveis. Concentrações acima de 350 ppm causam problemas em algumas plantas. Plantas como algodão, sorgo, girassol toleram até 700 ppm de cloro. Se considerarmos o exemplo acima, a água do solo terá concentração igual a da água de irrigação, ou seja, 20 ppm. Esta concentração poderá elevar-se com as perdas de água por evaporação, ou mesmo pela aplicação repetida de cloro. Por essa razão, tratamentos como este devem ser seguidos de irrigação para evitar o acúmulo de cloro e não devem ser repetidos com muita frequência. Em geral uma aplicação a cada três meses é suficiente.