

AERAÇÃO ARTIFICIAL NO TRATAMENTO DO EXCESSO DE ÍONS DE FERRO E DE MANGANÊS DISSOLVIDOS EM ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

José Crispiniano Feitosa Filho¹, Patrícia Alves Pereira², Lourival Ferreira Cavalcante³; José Maria Pinto⁴; Hewerton Pablo da Fonseca Feitosa⁵

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a redução dos íons de Fe^{++} e Mn^{++} presentes na água para fins de irrigação pela aeração artificial utilizando como aerador um injetor tipo Venturi trabalhando com água como fluido motriz e o ar atmosférico como succionado num sistema constituído de tubulações de PVC perfuradas e submersas às diferentes profundidades e tempos de aeração. Quanto maiores foram os tempos de aeração e as profundidades de injeção do ar na água do reservatório melhor foi a eficiência do sistema de aeração proposto e o processo de oxigenação. Ao contrário do íon Fe^{++} o Mn^{++} foi menos dependente da aeração e mais dependente do valor do pH da água.

PALAVRAS CHAVES: Aeração artificial, Fe^{++} , Ferro total, Mn^{++} , Manganês total.

INTRODUÇÃO: Após o surgimento e uso da irrigação por gotejamento e por microaspersão surgiram problemas de perda de desempenho dos sistemas decorrentes do uso de água com excesso de íons de Fe^{++} e Mn^{++} . Estes íons, nestas formas são solúveis em água porém reagindo com o oxigênio atmosférico ou presente na água oxidam-se e passam para formas insolúveis Fe^{+++} e Mn^{+++} . Águas de irrigação com concentração de íons ferroso (Fe^{++}) abaixo de 0,2mg/l são consideradas sem riscos de uso na irrigação por gotejamento; concentração entre 0,2-1,5mg/l de riscos moderados e acima de 1,5 mg/l de alto riscos (Ford, 1982; Bucks & Nakayama, 1980). Ford & Tucker (1975) avaliando agentes causadores de entupimento de tubulações constataram que nenhum filtro reteve o ferro solúvel e somente após oxidação para a forma Fe^{3+} isso foi possível. Para controlar os problemas de entupimento das tubulações e dos emissores autores como Pizarro (1987) recomendam fazer oxidação dos íons solúveis com aeração artificial e retirar o precipitado retido no fundo do reservatório. Embora este procedimento seja recomendado por muitos autores não se conhecem trabalhos que na prática isto avaliaram. Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de aeração artificial da água na redução de íons de Fe^{++} e Mn^{++} em função de tempos de aeração e das profundidades da água no reservatório.

1. Professor Doutor. Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, CEP: 58.397-000. E-mail: jfeitosa@cca.ufpb.br
2. Aluna de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água do CCA/UFPB;
3. Professor Doutor. Departamento de Solos e Engenharia Rural. CCA/UFPB. Areia-PB.
4. Pesquisador Dr. da Embrapa. Petrolina-PE.
5. Aluno de Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e de Química da UFPB, João Pessoa-PB.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB. A água utilizada foi proveniente de um poço Amazonas e recalçada para um reservatório escavado em solo com as dimensões de 6,5m x 3,0m x 1,5m do comprimento, largura e profundidade, respectivamente. Um sistema de aeração constituído de uma tubulação principal e de seis linhas laterais de PVC de 20mm de diâmetro e de 6,0m de comprimento mantido submerso a diferentes profundidades. Em cada uma das tubulações laterais de PVC foram perfurados orifícios com uma broca de 1,55mm de diâmetro distanciados de 0,25m. No sistema foi acoplado um Venturi que capitava o ar da atmosfera e introduzia na água por meio de um sistema constituído por tubulações de PVC perfuradas mantidas submersas a diferentes profundidades. O trabalho foi dividido em duas etapas: na primeira etapa a eficiência do sistema (quantidade de ar incorporada na água) foi avaliada em função de diferentes vazões motrizes (água) nas profundidades de injeção de 0,15; 0,46 e 0,92m. Na segunda etapa foram quantificadas as concentrações de oxigênio na água antes do processo de aeração (0,0 min) e após os tempos de aplicação de 30; 60; 90 e 120 minutos. Em seguida foi avaliada a eficiência da aeração na redução de concentrações de Fe^{++} , Ferro total, Mn^{++} e Manganês total presentes na água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 estão os dados das vazões motrizes (água) e succionadas (ar) pelo sistema nas pressões de serviço de 12,5; 15,0; 20,0; 25,0 e 30,0mca. Verifica-se que quanto maiores foram as profundidades de submersão do sistema menores foram as quantidades de ar incorporada, possivelmente devido a pressão exercida pela coluna de água sobre os pontos de emissão o que fez reduzir a descarga. Na Tabela 2 estão as concentrações de oxigênio na água nas profundidades de 0,15; 0,46 e 0,92m em relação à superfície da água no reservatório nos tempos de aeração de 0,0; 30,0; 60,0; 90,0 e 120,0min. As concentrações de oxigênio dissolvido na água na profundidade de 0,15m aumentaram com o tempo de aeração nas diferentes profundidades. Nas diferentes profundidades e antes da aeração as concentrações de oxigênio foram superiores na superfície da água do que naquela amostrada em maior profundidade. Após a aeração o mesmo ocorreu possivelmente devido à facilidade com que houve transferência do oxigênio da atmosfera para a água de camadas mais superficiais. As concentrações de oxigênio na posição de 0,15m e tempo de 120min

aumentaram de 36,51%. Na profundidade de 0,96m o aumento foi de 822,22%. Possivelmente com maior trajeto percorrido pelo ar na água fez aumentar sua permanência e incorporação na água. Na Tabela 3 estão as concentrações de Fe^{++} e Ferro total dissolvidos na água nas profundidades de 0,15; 0,46 e 0,92m nos tempos de aeração de 0,0; 30,0; 60,0; 90,0 e 120,0 min. Quando as concentrações de ferro solúvel são avaliadas em função dos tempos de aeração verifica-se que seus valores reduziram à medida que os tempos de aeração aumentaram. Na profundidade de 0,46m ela passou de 2,7g/l no início dos testes para 0,6g/l com 120min. A redução nas concentrações dos íons de Fe^{++} indiretamente contribui na redução na concentração de Ferro total. Estes resultados comprovam recomendação de Pizarro (1996) da aeração artificial na redução do excesso de íons de Fe^{++} e Mn^{++} na água de irrigação. Com relação aos dados da concentração de Mn^{++} e de Manganês total (Tabela 6) houve também redução de seus valores à medida os tempos de aeração foram aumentando. A magnitude dos dados os íons de manganês foram menores do que os dados do Fe^{++} e Ferro total como podem ser vistos na Tabela 4. Houve semelhança no comportamento dos dados de Mn^{++} (solúvel) e de Manganês total e diferente com relação ao ferro. Possivelmente o pH da água influenciou nos valores da redução deste íon que segundo Martins (1999) em pH neutro, o Mn é oxidado cerca de 50 vezes mais lentamente do que o Ferro. Nas Figuras 4, 5, 6 e 7 estão graficamente os valores das concentrações do Ferro solúvel, Ferro total, Manganês solúvel e de Manganês total na profundidade de 0,46m. Percebe-se concentração diferenciada com a profundidade e os efeitos da oxigenação sobre as concentrações destes elementos observa-se que a presença de Fe total nas respectivas profundidades foi bem superior do que a concentração do Fe^{++} solúvel. Houve semelhança entre as concentrações de manganês solúvel e de manganês total, retratando predominância na forma reduzida. A análise conjunta dos dados permite-nos verificar que a presença do ferro e do manganês na água em estados solúveis pode ser indiretamente avaliado pela concentração de oxigênio dissolvido. As concentrações reduziram de forma acentuada em todas as profundidades, particularmente para o Fe^{++} . Quanto maior foi o tempo de aeração menor foi a concentração desse elemento no estado solúvel. Possivelmente com a oxidação houve considerável quantidade de ferro total e de manganês total precipitaram-se no fundo do reservatório fazendo reduzir suas concentrações na água amostrada. Na Figura 1 está a representação gráfica dos dados das concentrações de Fe^{++} ; Ferro total; Mn^{++} ; Manganês total e pH na água em função dos tempos de aeração. Verifica-se que para o manganês a aeração artificial da água não apresentou efeitos significativos com ocorreu para o ferro. Com a aeração houve aumento nas

concentrações do oxigênio relacionadas diretamente com os valores do pH indicativo de que a oxidação do Mn^{++} foi mais dependente do pH do que a oxidação do Fe^{++} pois exigiu além das altas concentrações de oxigênio valores elevados do pH da água. Na Figura 2 está a representação gráfica dos dados das concentrações de Fe^{++} , Ferro total, Mn^{++} e Manganês total em função dos tempos de aeração na profundidade de 0,46m com equações de regressão das funções. As equações representativas das concentrações de Fe^{++} ; Ferro total; Mn^{++} e Manganês total em função dos tempos de aeração ajustaram-se bem a função polinomial quadrática.

CONCLUSÕES: A aeração artificial foi eficiente na oxidação de Fe^{++} e Mn^{++} . Quanto mais profunda a descarga da mistura no reservatório mais eficiente foi a oxigenação da água. O valor médio do pH antes da aeração foi de 5,6 e após o processo de aeração os valores tornaram-se altos e próximos da neutralidade. O íon Mn^{++} foram menos dependentes da aeração e mais dependentes do pH da água do que o íon de Fe^{++} .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOON, A. G. Oxygen transfer in the activated sludge process. In. NEW PROCESSES OF WASTER WATER TREATMENT AND RECOVERY. MATTOCK, G.(Ed). London: Ellis Horwood. 1978. p-17-33.

FORD, H.W., TUCKER, D.P.H. Blockage of drip irrigation filters and emitters by iron-sulfer-bacterial products. **Hortscience**. v.10. n1.1975. p.62-64.

NAKAYAMA, F.S.; BULKS, D.A. Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier. Cap. 3. p.142-163.

PIZARRO, F. Riegos localizados de alta frecuencia. Madrid: Mundi-Prensa, 1987. 461p.

Tabela 1. Vazão motriz(Q_m) e vazão sucionada(Q_s) nas pressões de serviço de 12,5; 15,0; 20,0; 25,0 e 30,0mca nas profundidades de 0,15; 0,23; 0,46; 0,72 e 0,96m.

Prof. (m)	Ps (12,5 mca)		Ps (15,0 mca)		Ps (20,0 mca)		Ps (25,0 mca)		Ps (30,0 mca)	
	Q_m (m^3/H)	Q_s (m^3/H)	Q_m (m^3/H)	Q_s (m^3/H)	Q_m (m^3/H)	Q_s (m^3/H)	Q_m (m^3/H)	Q_s (m^3/H)	Q_m (m^3/H)	Q_s (m^3/H)
0,15	1,65	1,12	1,62	1,12	1,57	1,12	1,57	1,12	1,52	1,10
0,23	1,56	1,25	1,54	1,22	1,55	1,20	1,51	1,17	1,42	1,10
0,46	1,56	1,21	1,53	1,19	1,49	1,15	1,47	1,14	1,35	1,03
0,72	1,54	1,10	1,54	1,09	1,47	1,05	1,46	1,05	1,43	0,99
0,96	1,41	0,97	1,42	0,97	1,44	0,96	1,34	0,93	1,07	0,68
Média	1,54	1,13	1,53	1,19	1,50	1,09	1,47	1,08	1,36	0,98
Cv(%)	5,58	9,63	4,66	8,75	3,77	8,52	5,73	8,85	12,66	17,77

Tabela 2. Concentração de oxigênio na água (mg/l) nas profundidades de 0,15; 0,46 e 0,96m em relação à superfície da água nos tempos de aeração de 0; 30; 60; 90 e 120 min.

Tempo	Profundidade de 0,15 m			Profundidade de 0,46 m			Profundidade de 0,96 m		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0:00	6,5	6,5	6,0	4,3	4,2	4,3	0,9	1,0	0,8
Média	6,3			4,3			0,9		
0:30	8,0	7,7	7,4	7,8	7,5	7,3	6,0	6,0	6,0
Média	7,7			7,6			6,0		
0:60	8,3	8,2	8,1	8,2	8,0	8,2	8,3	8,0	7,8
Média	8,2			8,1			8,0		
0:90	8,6	8,3	8,3	8,3	8,0	7,8	8,4	8,3	8,0
Média	8,4			8,0			8,2		
120:00	8,8	8,5	8,4	8,5	8,3	8,2	8,5	8,3	8,0
Média	8,6			8,3			8,3		

Tabela 3. Concentração de Fe⁺⁺ solúvel (mg/l) nas profundidades de 0,15; 0,46 e 0,96m em relação à superfície da água nos tempos de aeração de 0; 30; 60; 90 e 120min.

Tempo (min)	Profundidade de 0,15 m			Profundidade de 0,46 m			Profundidade de 0,96 m		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0:00	2,3	2,3	2,3	2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8
Média	2,3			2,7			3,0		
0:30	2,0	1,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,5	2,6	2,6
Média	2,0			2,1			2,6		
0:60	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8	1,0	2,0	2,0	2,1
Média	1,5			1,8			2,0		
0:90	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3
Média	1,0			1,0			1,3		
120:00	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
Média	0,6			0,6			0,8		

Tabela 4. Concentração de Mn⁺⁺ (mg/l) nas profundidades de 0,15; 0,46 e 0,96m em relação à superfície da água no reservatório nos tempos de aeração de 0; 30; 60; 90 e 120min.

Tempo (min)	Profundidade de 0,15 m			Profundidade de 0,46 m			Profundidade de 0,96 m		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
0:00	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5
Média	0,3			0,3			0,5		
0:30	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Média	0,3			0,3			0,3		
0:60	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
Média	0,2			0,2			0,3		

0:90	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
Média	0,1			0,2			0,1		
120:00	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
Média	0,07			0,07			0,07		

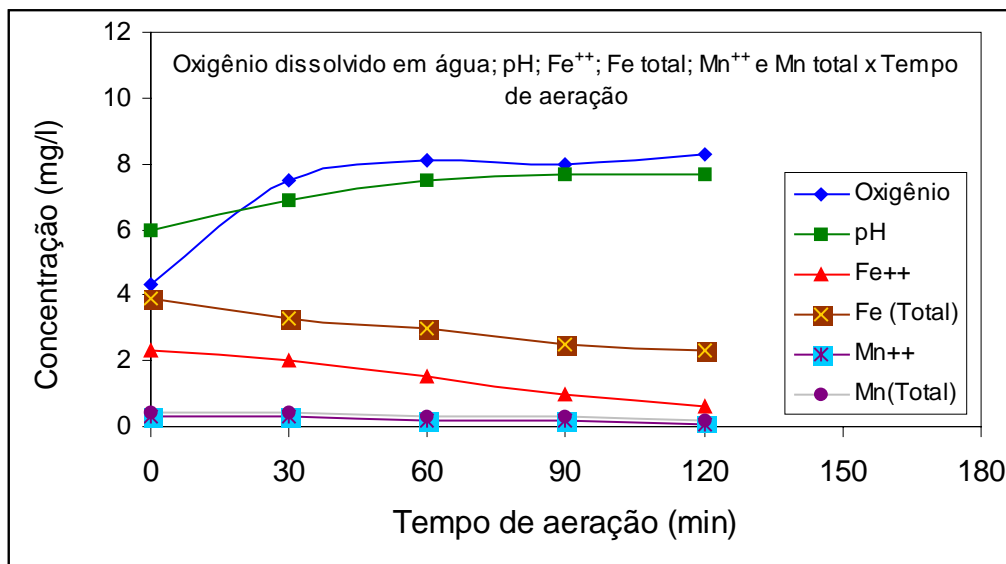


Figura 1. Concentração de oxigênio dissolvido em água, valores de pH, de Fe⁺⁺, Ferro total, Mn⁺⁺ e Manganês total em função dos tempos de aeração de 0; 30; 60; 90 e 120 minutos na profundidade de 0,46 m.

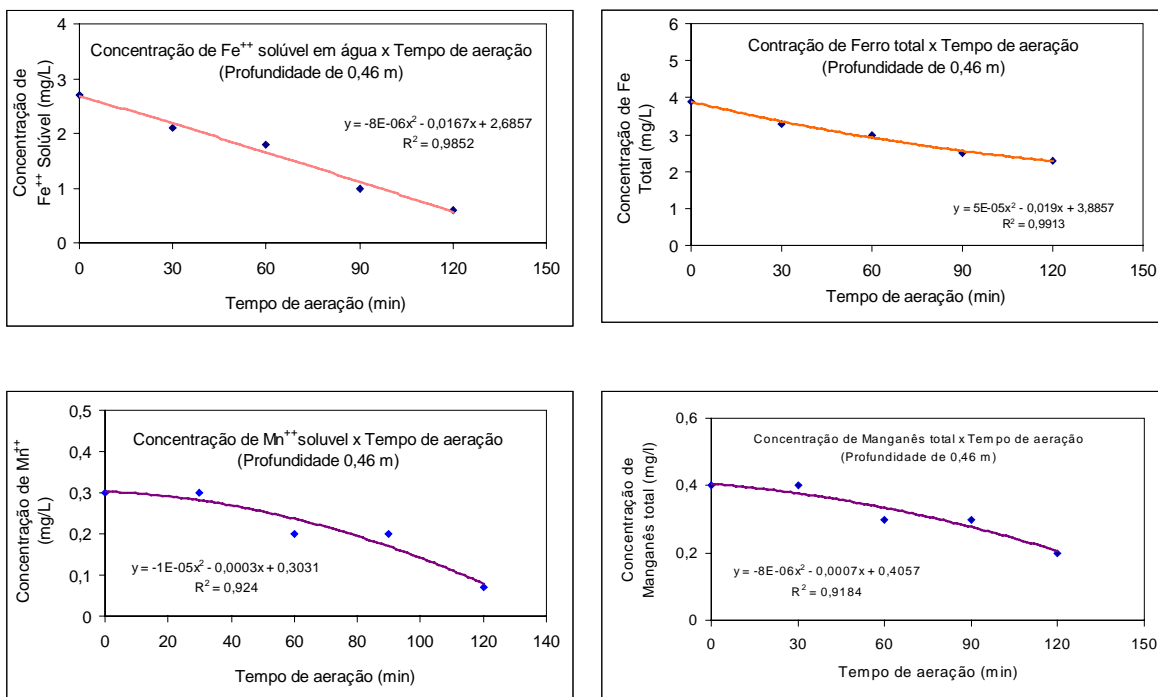


Figura 2. Concentração de Fe⁺⁺; Ferro total; Mn⁺⁺ e Manganês total em função dos tempos de aeração de 0; 30; 60; 90 e 120 minutos na profundidade de 0,46m.

