

**ESTUDO FÍSICO E QUÍMICO DA ÁGUA E DO SOLO EM ENSAIO DE  
CONSÓRCIO ARROZ, ORYZA SATIVA L, TAMBAQUI,  
COLOSSOMA MACROPOMUM Cuvier, TILÁPIA DO NILO,  
OREOCHROMIS (OREOCHROMIS) NILOTICUS E MARRECOS DE PEQUIM,  
ANAS PLATYRHINCHUS, EM SOLO SALINO-SÓDICO DA FAZENDA  
EXPERIMENTAL DA UFC, NO VALE DO CURU, CEARÁ, BRASIL\***

MARCOS AUGUSTO ESTEVES ARARIPE\*\*  
MOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO\*\*  
MOISÉS ALMEIDA DE OLIVEIRA\*\*  
LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS\*\*

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi estudar as alterações físicas e químicas da água e do solo de três parcelas irrigadas onde desenvolveram-se experimentos de consórcio arroz (*Oryza sativa* L.), Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier), Tilápia do Nilo (*Oreochromis (Oreochromis) niloticus*) e de três outras parcelas, nessas condições, porém com inclusão do Marreco de Pequim (*Anas platyrhinchus*) no consórcio. O experimento foi conduzido em solos salino-sódicos da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Ceará em Pentecoste-Ceará. Dos resultados obtidos se conclui que a utilização continuada de cultivos rotativos de rizipiscicultura, poderá trazer benefícios quanto à recuperação de solos aluvionais salino – sódicos e que nas condições em que se realizaram os experimentos, a inclusão do Marreco de Pequim na rizipiscicultura poderá ocasionar prejuízos à qualidade da água e redução na produtividade dos peixes, em decorrência da elevação das taxas de CO<sub>2</sub> livre e diminuição nas concentrações de O<sub>2</sub> dissolvido, principalmente nos refúgios para peixes.

**Palavras-Chave:** Água, Solo, Tambaqui, Tilápia do Nilo, Marreco de Pequim, Arroz.

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES IN  
THE SOIL AND WATER OF SIX IRRIGATED  
RICE PLOTS SETTED WITH FISH AND**

Trabalho realizado com a colaboração do Projeto CNPq/BID/UFC – PDCT/NE.

Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do CNPq.

**PEKIM'S TEALS IN A SALINE-SODIC SOIL,  
AT THE "FAZENDA EXPERIMENTAL DA  
UFC", CURU RIVER VALLEY, CEARÁ –  
BRAZIL.**

**SUMMARY**

A study was conducted to determine physical and chemical changes in the soil and the water of six irrigated plots cultivated with rice (*Oryza sativa* L.). All plots received fingerlings of Tilápia (*Oreochromis (Oreochromis) niloticus*) and Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier). Three of the six plots also received ducklings of pekim's teals (*Anas platyrhinchus*). The experiment was conducted at the "Fazenda Experimental da UFC", Curu river Valley, northeast Brazil, in an area of saline-sodic soil.

The results of the study have shown that the association between paddy and fish culture could, in a long spance of time, improve the soil physical condition. The concentration of the ducks in separated areas of the plots, could have contibuted to reduce fish productivity by lowering dissolved oxygen and increasing free CO<sub>2</sub>, due to the decay of the duck's dejects.

**INTRODUÇÃO**

O problema da acumulação de sais solúveis nos solos irrigados das regiões semi-áridas é muito antigo e sua origem confunde-se com a própria origem da irrigação (DAKER<sup>1</sup>). Em

solos normais do ponto de vista da salinização, a rizipiscicultura praticada nesses solos tem demonstrado que os dejetos dos peixes suprem as necessidades de adubação do arroz, entretanto, em solos com problema de sais, os estudos realizados por OLIVEIRA<sup>3</sup> e SAUNDERS et alii<sup>4</sup> revelaram ser necessário o emprego de adubação química para que se obtenha resultados satisfatórios com a cultura do arroz.

Este trabalho teve como objetivo estudar alterações físicas e químicas na água e no solo de experimentos de consórcio arroz (*Oryza sativa* L.) Tambaquí (*Colossoma macropomum* Cuvier), Tilápia do Nilo (*Oreochromis (Oreochromis) niloticus*) e Marrecos de Pequim (*Anas platyrhynchos*) em comparação com policultivos de arroz x peixe envolvendo as mesmas espécies de peixes acima referidas.

Os presentes estudos foram realizados em áreas irrigadas salinizadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no Município de Pentecoste-Ceará, distante 100 Km de Fortaleza.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em seis parcelas com áreas inundadas de 800m<sup>2</sup> cada, sendo duas com refúgios periféricos, duas com refúgios longitudinais e duas com refúgios transversais, cada uma medindo 20 x 40m, localizadas na área irrigada da Fazenda Experimental do Vale do Curu, abastecidas pelo Canal Principal, P 1, que vem da represa do DNOCS na Serrota, Pentecoste, Ceará, Brasil.

Nas parcelas 2, 4 e 6 os experimentos foram de consórcio Tambaquí, Tilápia e Arroz e nos mesmos foram aplicadas cinco adubações minerais correspondentes a 9,2kg de uréia, 13,7kg de superfosfato simples e 6,8kg de cloreto de potássio.

Nas parcelas 1, 3 e 5 as adubações das marachas foram de natureza orgânica, pois ao consórcio Tambaquí, Tilápia e Arroz, associou-se o cultivo de Marrecos de Pequim como fonte de adubos orgânicos para o arroz.

As amostras de água foram recolhidas às 9:30h da manhã durante a condução dos ensaios e estas foram analisadas quanto aos teores de oxigênio dissolvido e temperatura (com medidor de O<sub>2</sub> dissolvido modelo YSI-57) e medições de CO<sub>2</sub> livre pelo método descrito por SILVA<sup>7</sup> em duas estações no interior de cada uma das parcelas irrigadas,

sendo uma no refúgio para peixes e outra na área plantada com arroz.

Foram coletadas ainda duas amostras de solo em cada uma das parcelas, sendo uma antes e outra após o cultivo. As amostras de solo foram analisadas no Laboratório de Solos do Departamento de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFC, quanto às seguintes determinações: condutividade elétrica do extrato de saturação, pH em água, cálcio, magnésio, sódio, potássio, enxofre e alumínio do complexo sortivo e determinações de cátions e ânions solúveis. Dos extratos de saturação foram tiradas alíquotas para determinações de cálcio, magnésio, sódio, carbonatos, bicarbonatos, cloretos e sulfatos. Para essas análises, utilizou-se a metodologia tradicional de VETTORI<sup>8</sup> e métodos descritos em RICHARDS<sup>4</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, nas parcelas 1,3 e 5, onde as adubações foram feitas através de confinamento dos Marrecos de Pequim, *Anas platyrhynchos*, verifica-se que os dejetos dessas aves, ao entrarem em decomposição provocaram uma redução nas concentrações de O<sub>2</sub> dissolvido nos refúgios das marachas. Isto se constata quando se comparam os resultados das análises de O<sub>2</sub> dissolvido dos refúgios com aquelas obtidas no interior da área plantada com arroz, já que nos refúgios obteve-se as seguintes variações mínimas e máximas: 1,1 a 4,2 ppm na parcela 1 onde foram estocados 40 Marrecos de Pequim na proporção de 500 marrecos por hectare; 1,8 a 4,3 ppm na parcela 3 onde foram estocados 10 Marrecos de Pequim, na proporção de 125 marrecos por hectare e de 0,8 a 3,6 ppm na parcela 5 com marrecos estocados na proporção de 250 aves por ha. Já no interior da área cultivada os níveis de O<sub>2</sub> dissolvido foram mais elevados e variaram de 3,5 a 5,0 ppm na parcela 1; 1,8 a 5,9 na parcela 3 e 2,6 a 5,8 ppm na parcela 5.

O oxigênio dissolvido encontrado na água é proveniente da atmosfera ou da fotossíntese de plantas aquáticas, e é utilizado por muitos processos bioquímicos respiratórios e reações inorgânicas de mineralização (KLEEREKOPER<sup>2</sup>).

A depleção do O<sub>2</sub> dissolvido é causada principalmente pela decomposição da matéria orgânica, entrada de água subterrânea nas parcelas, respiração de animais e vegetais, e aquecimento da água (SILVA<sup>6</sup>).

TABELA 1

Temperatura, Oxigênio Dissolvido e CO<sub>2</sub> Livre, na Água das Parcelas 1, 3 e 5 do Policultivo Arroz/Peixe/Pato da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, 1987.

Data da Coleta	Parcela	O <sub>2</sub> Dissolvido (ppm)		CO <sub>2</sub> Livre (ppm)	Temperatura (°C)	
		Ref.	Arroz		Ref.	Arroz
10.06.87	1	1,1	4,3		28,4	28,2
	3	2,4	3,8		28,5	27,8
	5	1,4	3,9		28,5	28,5
25.06.87	1	4,2	4,7		27,8	27,2
	3	1,8	4,1		27,6	27,8
	5	3,6	5,8		27,4	28,2
16.07.87	1	4,0	3,7	23,32	26,1	26,1
	3	2,6	1,8	24,64	25,9	24,7
	5	0,8	2,6	33,00	25,1	24,7
13.08.87	1	3,2	3,5	25,52	26,5	26,4
	3	4,3	5,9	22,44	27,0	28,1
	5	2,5	5,1	18,04	25,3	28,3
10.09.87	1	2,2	5,0	21,56	27,1	27,7
	3	2,5	3,8	12,32	26,8	27,8
	5	3,2	4,4	22,00	27,0	27,3

TABELA 2

Temperatura, Oxigênio Dissolvido e CO<sub>2</sub> Livre na Água das Parcelas 2, 4 e 6 do Policultivo Arroz/Peixe da Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, 1987.

Data da Coleta	Parcela	O <sub>2</sub> Dissolvido (ppm)		CO <sub>2</sub> Livre (ppm)	Temperatura (°C)	
		Ref.	Arroz		Ref.	Arroz
10.06.88	2	5,6	3,2		27,9	28,2
	4	4,5	5,9		28,4	28,1
	6	3,3	5,9		28,5	28,5
25.06.88	2	6,3	6,9		27,9	28,0
	4	4,5	4,0		27,9	26,8
	6	4,7	7,1		28,0	27,6
16.07.88	2	2,4	2,7	33,0	26,0	26,3
	4	2,4	1,7	16,3	25,7	25,0
	6	2,3	4,2	24,6	26,0	24,7
13.08.87	2	3,1	5,2	8,8	25,6	27,0
	4	4,6	4,3	3,4	26,6	27,3
	6	2,2	6,7	4,4	25,8	28,6
10.09.87	2	3,6	4,0	15,4	26,8	27,8
	4	3,8	3,8	13,2	27,0	26,6
	6	3,6	4,0	11,9	27,3	27,0

Levando-se em consideração que o oxigênio dissolvido pode sofrer déficit pelos fatores acima mencionados, acredita-se ser a decomposição dos esterco das aves o maior responsável por essa demanda, o que pode ser compensado quando se observa os resultados desse gás nas parcelas 2, 4 e 6 apresentados na Tabela 2, já que nessas parcelas os experimentos foram desenvolvidos nas mesmas condições de tratamento das parcelas 1, 3 e 5, com exceção da retirada dos Marreco de Pequim do consórcio e substituição do adubo orgânico produzido por eles por adubos minerais.

O  $O_2$  dissolvido nos refúgios dessas parcelas variou de 2,4 a 6,3 ppm na parcela 2; 2,4 a 4,6 ppm na parcela 4 e 2,3 a 4,7 ppm na parcela 6. Já no interior da área cultivada, esses níveis variaram de 2,7 a 5,2 ppm na parcela 2; 1,7 a 5,9 ppm na parcela 4 e de 4,0 a 7,1 ppm na parcela 6. Por esses resultados observa-se que nessas parcelas a concentração de oxigênio dissolvido é bem mais elevada do que nas parcelas onde havia a presença de marreco.

Nos experimentos deste trabalho os principais responsáveis pelo aumento da concentração de  $CO_2$  livre na água das parcelas foram a respiração dos peixes e a decomposição da matéria orgânica resultante dos dejetos dos peixes e principalmente daqueles provenientes dos Marreco de Pequim, nos tratamentos onde estas aves integravam o consórcio como fonte de suprimento de adubo orgânico para a cultura do arroz.

Quando se observa as Tabelas 1 e 2 nota-se que o  $CO_2$  livre estava presente em todas as amostras d'água. Considerando-se que uma saturação de  $CO_2$  livre é prejudicial aos seres vivos na água, pode-se considerar as quantidades encontradas nas parcelas 1, 3 e 5 do policultivo arroz x peixe x patos, na FEVC como favoráveis ao desenvolvimento dos peixes, já que o nível desejável está entre 10 e 15 ppm.

Pela Tabela 1, pode-se observar que o  $CO_2$  livre máximo e mínimo encontrados foram 33 ppm e 12,32 ppm, tendo este elemento químico apresentado as seguintes variações: parcela 1 (25,52 ppm – 21,56 ppm); parcela 3 (24,64 ppm – 12,32 ppm); parcela 5 (33 ppm – 18,04 ppm). De conformidade com estes resultados apenas uma única amostra apresentou-se com teor compreendido entre os limites mais propícios. As demais amostragens apresentaram resultados acima de 15 ppm. Embora os níveis detectados acima destes limites não sejam letais aos peixes, entretanto, estas concentrações poderão acarretar prejuízos ao desenvolvimento dos mesmos em função de

outros fatores adversos, tais como baixas taxas de  $O_2$  dissolvido e temperatura elevada da água, a que, normalmente, ficam submetidas as parcelas de arroz irrigado.

O  $CO_2$  livre apresentou teores médios de 23,46 ppm no tratamento 1, 19,80 ppm no tratamento 3 e 24,34 ppm no tratamento 5. Do ponto de vista da estocagem de aves o tratamento 1 com densidade de 500 marreco por hectare deveria ter apresentado maiores teores médios de  $CO_2$  livre do que os tratamentos 3 e 5 cujas densidades eram de 125 e 250 marreco por hectare, respectivamente. Isto deveu-se, provavelmente à condição de confinamento das aves, nesses tratamentos, já que o espaço destinado ao deslocamento permitia uma maior permanência das aves fora d'água nesse tratamento, o que pode ter provocado uma diminuição da quantidade de esterco lançado na água. Deve-se levar em consideração, ainda, que o refúgio da parcela onde foi conduzido o referido tratamento era periférico, possuindo portanto um maior volume de água em relação aos demais tratamentos, o que facilitava uma maior diluição desse componente na água.

O dióxido de carbono nas parcelas de arroz irrigado é importante do ponto de vista da produção fotossintética. As algas usam, para produzir matéria orgânica na primeira fase, dióxido de carbono e água como matéria básica, e como energia, a luz do sol (WOYNAROVICH<sup>9</sup>).

Uma variação oscilante na concentração de  $CO_2$  livre é prejudicial ao desenvolvimento dos seres vivos da água, porque, sendo brusca, altera a concentração dos ions hidrogênio do sangue dos animais e do suco celular dos vegetais (KLEEREKOPER<sup>2</sup>).

Durante o período estudado, observou-se uma variação mais significativa na concentração do dióxido de carbono livre apenas nas parcelas 3 e 4 (Tabelas 1 e 2), mesmo assim, esta não resultou em prejuízo ao cultivo.

Tendo em vista que as maiores concentrações de  $CO_2$  livre foram observadas em ordem crescente nas parcelas que tinham maiores taxas de povoamento de Marreco de Pequim, observa-se que a maior fonte desse gás para a água é a decomposição dos dejetos das aves, superando outras fontes produtoras, já que, nas parcelas que receberam adubação mineral, os níveis de dióxido de carbono mantiveram-se em média sempre abaixo.

Os dados referentes às temperaturas registradas nos refúgios e na área plantada com arroz revelaram uma ligeira variação entre esses dois

locais. Em média, os refúgios se apresentaram com temperaturas superficiais superiores às da área cultivada. Isto deveu-se à hora em que foi realizada a medição da temperatura e ao sombreamento do arroz sobre a água na área plantada. Necessário se faz realizar a medida desses parâmetros no turno da tarde, quando a insolação é mais intensa, para se verificar as condições críticas da temperatura sobre o comportamento dos peixes em pequenas lâminas de água, como a exigida no desenvolvimento da rizipiscicultura (Tabelas 1 e 2).

Em rizipiscicultura, os peixes têm que se ajustar às condições adversas da água nos arrozaes no que se refere à pequena lâmina de água, temperatura elevada, e em algumas condições, a baixas taxas de oxigênio dissolvido. (SILVA et alii<sup>7</sup>).

Pelas Tabelas 1 e 2 verifica-se que a temperatura nos refúgios das parcelas 1 a 6 tiveram variações mínimas e máximas de 25,1 a 28,5 e no arroz de 24,7 a 28,6°C.

De conformidade com os trabalhos de autoria de OLIVEIRA<sup>3</sup> e SAUNDERS at alii<sup>5</sup>, a ação mecânica da carpa cultivada em rizipiscicultura praticada em solos salino-sódicos

provoca uma redução na porcentagem de sódio trocável nas camadas superficiais do solo após o cultivo. Tal fato observou-se também no cultivo levado a efeito em todas as parcelas dos ensaios, já que ocorreu uma redução na concentração do íon sódio do complexo sortivo do solo nas camadas de 0,20cm a 20,40cm de profundidade, conforme observou-se quando se compararam as Tabelas 3, 4, 5 e 6.

A Tabela 7 mostra um quadro comparativo entre os resultados da condutividade elétrica do solo (CE) e a porcentagem de sódio trocável (PST) do solo aluvional, onde se desenvolveram os experimentos do consórcio arroz-peixe-pato e arroz-peixe, nas parcelas 1 a 6. Pelos resultados apresentados nessa tabela, verifica-se que, antes do cultivo, as camadas superficiais de 0-20cm, bem como as demais camadas do perfil do solo até 100cm de profundidade permitem classificar o solo como salino-sódico, pois o menor valor da condutividade elétrica era de 3,8 mmhos cm<sup>-1</sup> e as porcentagens de sódio trocável eram superiores a 25%. Ao final do cultivo, as porcentagens de sódio trocáveis foram reduzidas em todas as parcelas com exceção da parcela 5, onde a PST sofreu leve

TABELA 3  
Análise Química do Solo Aluvional da Área AS<sub>2</sub>, Antes do Consórcio Arroz x Peixes x Patos  
Praticado na FEVC, Pentecoste-Ceará, 1987.

Parcela	Profundidade (cm)	Água Util %	pH	CE a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável mg/100g	PST
06	20		6,3	3,80	0,83	0,09	9,22	1,43	2,36	25,6
05	20		7,3	3,80	0,71	0,07	10,14	1,22	2,56	30,9
03	20		6,7	6,00	0,61	0,13	4,69	1,60	2,11	30,5
02	20		6,6	5,50	0,62	0,09	6,89	1,95	1,98	31,8
01	20		6,7	4,00	0,55	0,12	4,58	1,43	3,11	25,0
Complexo sortivo mE/100g de solo										
	Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T			100 S/T V %
	6,40	5,60	0,44	4,80	17,24	1,50	0,08	18,74		
	5,10	5,70	0,34	4,98	16,12	—	—	16,12		
	7,80	7,20	0,50	7,45	22,95	1,49	0,41	24,44		
	9,70	8,40	0,49	9,68	28,27	2,15	0,00	30,42		
	7,90	9,90	6,95	6,95	25,24	2,48	0,50	27,72		

TABELA 4  
Solo Aluvional da Área AS<sub>2</sub>, Antes do Consórcio  
Praticado na FEVC, Pentecoste-Ceará, 1987.

Profundidade (cm)	Água Util %	Carbono %	Nitrogênio %	Matéria Orgânica	P Assimilável (mg/100g)	PST
04 20			0,08	14,12	1,05	2,17
04 40			0,06	15,50	1,07	1,26
04 60			0,04	28,25	0,95	0,96
04 100			0,04	20,75	1,95	1,50
CA <sup>++</sup>	MG <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T		100 S/T V %
5,20	6,60	0,33		18,55		100
6,60	10,00	0,42	0,94	28,50		97
6,90	10,40	0,36	1,03	38,69		97
6,00	11,40	0,32		38,77		100

**TABELA 5**  
Análise Química do Solo Aluvional da Área AS<sub>2</sub>, Depois do Consórcio Arroz x Peixes x Patos, Praticado na FEVC, Pentecoste-Ceará, 1987.

Parcela	Profundidade (cm)	Água Útil %	pH	Ce a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável mg/100g	PST
06	20	8,7	6,0	2,8	0,83	0,09	9	1,43	5,21	5,00
05	20	8,0	6,2	4,1	0,86	0,07	12	1,48	5,21	55,96
03	20	13,7	6,4	7,6	1,36	0,11	12	2,34	3,54	14,60
02	20	14,9	6,0	7,5	1,28	0,11	12	2,20	3,05	12,42
01	20	17,1	5,6	2,0	1,32	0,10	13	2,27	1,91	12,79
Complexo Sortivo mE/100g de solo										
CA <sup>++</sup>	MG <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	100 S/T V %		
			0,55	10,8	0,2		11,0			
			0,61	10,6	0,3		10,9			
			2,54	16,7	0,7		17,4			
			2,72	21,0	0,9		21,9			
			0,64	21,1	1,0		22,9			

**TABELA 6**  
Análise Química do Solo Aluvional da Área AS<sub>2</sub>, Depois do Consórcio Arroz x Peixes x Patos, Praticado na FEVC, Pentecoste-Ceará, 1987.

Parcela	Profundidade (cm)	Água Útil %	Ce a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	pH	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável (mg/100g)	PST
04	20	10,2	4,7	6,8	0,88	0,06	15	1,52	3,33	8,59
04	40	10,6	7,3	5,5	0,79	0,06	13	1,36	1,70	22,80
04	60	11,2	6,9	6,2	—	—	—	—	—	32,60
04	100	11,5	7,8	5,6	—	—	—	—	—	37,88
Complexo Sortivo mE/100g de solo										
CA <sup>++</sup>	MG <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	T	100 S/T V %		
				21,1	1,07	0,1	22,9	92		
				21,0	0,9	0,0	21,9	96		
				21,9	0,6	0,0	22,5	97		
				24,6	0,0	0,0	24,6	100		

**TABELA 7**

Quadro Comparativo Entre os Valores da Condutividade Elétrica do Solo (CE) e Percentagem de Sódio Trocável (PST) do Solo Aluvional da Área AS<sub>2</sub>, Antes e Após o Consórcio Arroz x Peixes x Patos, Praticado na FEVC, Pentecoste-Ceará, 1987.

Parcela	Profundidade cm	Condutividade Elétrica (CE) mmhos . cm <sup>-1</sup>		Percentagem de Sódio Trocável (PST)	
		Antes	Depois	Antes	Depois
06	20				
05	20				
03	20				
02	20				
01	20				
04	20				
04	40				
04	60				
04	100				

redução de 30,9% para 25,96%. Nas demais parcelas a PST foi reduzida para concentrações inferiores a 15% nas camadas superficiais, atingindo-se um nível mínimo de 5% na parcela 6.

De acordo com a classificação de RICHARDS<sup>4</sup> o solo, nas camadas superficiais de 0-20cm, nas parcelas experimentais, passou

ao final do cultivo a apresentar as seguintes classificações: **normais**, com CE < 4 mmhos, cm<sup>-1</sup> e PST > 15%, os solos das parcelas 1 e 6; **salinos**, com CE > 4 mmhos. cm<sup>-1</sup> e PST < 15% os solos das parcelas 2, 3 e 4; **salino-sódico**, com CE > 4 mmhos cm<sup>-1</sup> e PST > 15, o solo da parcela 5. Por esses resultados, constatou-se que apenas essa última parcela permane-

ceu na condição inicial de solo salino-sódico. As mudanças na classificação do solo decorreram não apenas dos ensaios realizados nesse trabalho, mas, também, de alterações sofridas nas condições físicas e químicas dos solos dessas parcelas, resultantes de experimentos de rizipiscicultura, anteriormente realizados por SAUNDERS et alii<sup>5</sup> nas mesmas parcelas experimentais.

O pH do solo das parcelas apresentou-se ligeiramente ácido, porém, próximo da neutralidade, com um teor de matéria orgânica baixo, todavia com leve aumento de concentração ao final do cultivo.

No início do experimento, o solo apresentava média capacidade de troca de cátions nas camadas superficiais e alta nas camadas mais profundas.

Ao final do cultivo, observou-se que a camada superficial passou a apresentar baixa capacidade de troca de cátions, enquanto as camadas mais profundas permaneceram em condições idênticas. Entre os cátions predominou o cálcio durante todo o cultivo, seguido do magnésio nas camadas superficiais e do sódio nas camadas profundas.

Entre os elementos químicos estudados no solo, o único que poderia ser prejudicial ao desenvolvimento dos peixes seria o alumínio, entretanto, o mesmo, quando detectado, o foi em quantidades desprezíveis.

## CONCLUSÕES

Quanto maior a taxa de povoamento de Marrecos de Pequim, maior será o consumo de O<sub>2</sub> dissolvido e produção de CO<sub>2</sub> livre na água, pois a decomposição dos dejetos dessas aves passa a ser a maior fonte de depleção e produção desses gases na água das parcelas.

Nas parcelas do consórcio peixe-arroz, as concentrações de O<sub>2</sub> dissolvidos são maiores e os teores de CO<sub>2</sub> livres são menores quando o arroz recebe adubação mineral do que pela

adubação orgânica resultante da introdução do Marreco de Pequim no consórcio.

A utilização continuada de cultivos rotativos de rizipiscicultura poderá trazer benefícios quanto à recuperação de solos aluvionais salino-sódicos existentes nos perímetros irrigados do Nordeste Brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DAKER, A. A. **Água na Agricultura**. 3. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976. V. 3. 453 p.
2. KLEEREKOPER, Herman. **Introdução ao Estudo da Limnologia**. Rio de Janeiro, Serv. Int. Agric., 1944. 329 p.
3. OLIVEIRA, M. A. Aproveitamento da Água de Irrigação para o Desenvolvimento da Rizipiscicultura em Áreas Salinizadas de Perímetros Irrigados. **Bol. Rec. Hídricos**. Fortaleza, n.º 3, 59 p, 1984.
4. RICHARDS, L. A. "Diagnostic y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. (Tradução em espanhol do **Handbook 60 (USDA)**), 1962, 172 p.
5. SAUNDERS, L. C. U., M. A. OLIVEIRA & BEZERRA F. M. L. Estudos Físicos e Químicos da Água e do Solo em Experimentos de Consórcio Arroz (*Oryza sativa* L.) e Carpa Espelho (*Cyprinus carpio* C.) realizados em Solos Sódicos da Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste-Ceará-Brasil). Anais do V Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Fortaleza, 1987, 15 p.
6. SILVA, J. W. B. et alii. — Resultados de Cultivo de Carpa Espelho, *Cyprinus carpio* (L) Vr. *specularis*, e do Híbrido da Tilápia de Zanzibar, *Sarotherodon hornorum* (Trew) com a do Nilo, *S. niloticus* (L) consorciado com Arroz, *Oryza sativa* (L). **Bol. Tec. DNOCS**, Fortaleza, 41 (1): 127-143, 1983.
7. SILVA, M. O. S. A. **Análises Físico-Químicas para Controle das Estações de Tratamento de Esgotos**. São Paulo, CETESB, 1978. 225p.
8. VETTORI, L. **Métodos de Análise de Solos**, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Ministério da Agricultura, **Bol. Téc. 7**, 1969. 24p.
9. WOYNAROVICH, Elek. **Manual de Piscicultura**. Minter/Codevasf, Divisão de Piscicultura. Brasília, DF., Pesca-Codevasf. 1985. 69 p.