

MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA EM VIVEIROS ABASTECIDOS POR POÇOS SALINIZADOS:.

[Ionic composition of the water of fish tanks supplied by saline wells]

Zélia M. Pimentel NUNES^{1,4}
Isabel C. de Sá MARINHO¹
Athiê J. G. SANTOS¹
Manlio PONZI¹
João L. do CARMO¹
Virgílio O. T. F. ALVES²
Dagoberto C. ARAÚJO²
Jacilda F. M. OLIVEIRA²
Rui G. OLIVEIRA²
Cristiane FLOR²
Gilson O. SANTOS³
José C. E. SANTOS³

RESUMO

O Projeto "Poço-Peixe" utiliza, na piscicultura, poços salinizados, localizados no Sertão nordestino do Alto-Pajeú, a fim de aproveitar o escasso recurso "água" para produção de proteína animal de baixo custo, como também promover a difusão da piscicultura no Semi-Árido. Foram selecionados, previamente, dois municípios e, em cada um, ao lado do poço artesiano, foi construído um módulo com dois viveiros de 1000 m². A densidade de estocagem foi de 1,3 peixes/m², sendo 50% de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, e 50% de curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. Durante o cultivo, compreendido de fevereiro a dezembro de 1995, procurou-se caracterizar as modificações ocorridas na composição iônica da água, bem como outras variáveis correlacionadas. A composição iônica da água foi fortemente influenciada pelas condições climáticas e geoquímicas da região, apresentando, desta forma, características distintas durante os períodos chuvoso e de estiagem. No período chuvoso, a água dos viveiros apresentou concentração iônica de 11,460 a 25,922 meq./l e íons predominantes Na⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻ e HCO₃⁻. No período de estiagem foi evidenciada uma maior concentração de sais, com concentração iônica variando de 35,826 a 55,794 meq./l, predominando os íons Mg⁺⁺ e Cl⁻.

PALAVRAS-CHAVE: concentração iônica, poços salinizados, piscicultura

ABSTRACT

The "Well-Fish" Project utilizes in the fish breeding, saline wells localized at Alto-Pajeú Northeast region in order to make good use of the scarce "water" resource for production of animal protein at low cost as well, to promote the fish breeding activities at Semi-Arid region. Previously, two communities were selected, and on each one, beside an artesian well, it was built a module with two fish ponds of 1000 m² each. The stocking density was 1.3 fish/m², 50% *Oreochromis niloticus* and 50% *Prochilodus cearensis*. During the cultivation time (from February to December 1995) observation were made in order to characterize probable modifications occurred in the ionic composition of the water, as well others correlated variables. The water ionic composition was strongly influenced by climatic and geochemical conditions, and, on this way, different characteristics were recorded during rainy and drought periods. In the rainy period, the water ionic concentration varied from 11.460 to 25.922 meq./l and the predominant ions were: Na⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻ and HCO₃⁻. In the drought period the salt concentration was greater, varying from 35.826 to 55.794 meq./l prevailing the ions Mg⁺⁺ and Cl⁻.

KEY WORDS: ionic composition, saline wells, fish breeding

* Artigo Científico – aprovado para publicação em 17/12/97

** Projeto realizado em convênio UFRPE/SUDENE

(1) Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Pesca

(2) Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE

(3) Alunos do Curso de Engenharia de Pesca

(4) Endereço/Address: Av. Dom Manoel de Medeiros s/n - Dois Irmãos CEP 52.071-900 - Recife - PE

1. INTRODUÇÃO

O Sertão nordestino apresenta condições climáticas adversas. A baixa precipitação pluviométrica, com distribuição irregular e concentrada em curtos períodos, desfavorece a agricultura e favorece a erosão. Esta região é caracterizada por duas estações: o período chuvoso, com duração média de quatro meses e o período de estiagem que corresponde aos oito meses restantes (CADIER, 1994). Estas condições repercutem na qualidade da água dos ecossistemas aquáticos como rios, açudes e viveiros (ORDÖG; NUNES; PINHEIRO, 1987 e NUNES, 1995).

O Projeto "Poço-Peixe" tem como finalidade utilizar poços salinizados - inviáveis ao consumo humano e à atividade agrícola - na produção de peixes. Sua área de atuação localiza-se no Sertão nordestino do Auto Pajeú e compreende os municípios pernambucanos de

Tuparetama (lat. S 7°36'00" ; long. W 37°18'45"; altitude 560 m), Itapetim (lat. S 7°22'45" ; long. W 37°11'15"; altitude 680 m). Esses municípios possuem clima semi-árido quente e temperatura média anual de 27°C (FIDEPE, 1982 e FIAM, 1994). As principais precipitações ocorrem de fevereiro a maio. A precipitação pluviométrica anual é de 498,9 e 641,8 mm em Tuparetama e Itapetim, respectivamente (CADIER, 1994).

Através de análises físicas e químicas realizadas durante o período de cultivo de peixes, compreendido de fevereiro a dezembro de 1995, procurou-se verificar as possíveis modificações na composição iônica e suas variáveis correlatas da água dos viveiros abastecidos por poços salinizados. O crescimento dos peixes e a produtividade dos viveiros foram estudados por SANTOS et alii (1996).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em cada localidade, próximo a um poço artesiano, foi construído um módulo com dois viveiros de 1000 m² cada e cerca de 80 cm de profundidade média. Após o completo abastecimento do viveiro a água foi utilizada apenas para compensar as perdas por evaporação e infiltração. Inicialmente, os viveiros

foram preparados com 1000 kg/ha de adubo orgânico (cama de galinha ou gado). A densidade de estocagem foi de 1,3 peixes/m², sendo 50% de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e 50% de curimatã comum (*Prochilodus cearensis*). A TABELA 1 mostra o desenho experimental do cultivo de peixes.

TABELA 1

Condições experimentais dos viveiros do Projeto "Poço-Peixe"

Localidade	Nº viveiro	Abastecimento	Estocagem	Tratamento
Tuparetama	1	poço artesiano	06/02/95	adubação + sobras de alimentos
Tuparetama	2	poço amazonas	06/02/95	adubação + ração
Itapetim	1	poço artesiano	02/05/95	adubação + ração
Itapetim	2	poço artesiano	02/05/95	adubação + sobras de alimentos

As amostras para análises físicas e químicas da água foram coletadas entre 7 e 8:00 h, em frascos de polietileno, acondicionadas no gelo e transportadas em caixas isotérmicas para o laboratório.

As variáveis físicas e químicas da água dos viveiros foram analisadas mensalmente pelo Setor de Análise de Água (DPG-PRN-GT/REM) da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. As leituras de condutividade

elétrica foram feitas pelo condutivímetro DIGIMED CD-20. O Ca^{++} , Mg^{++} e Cl^- foram determinados por titulação; o Na^+ e K^+ através do fotômetro de chamas CORNING 400. O SO_4^{--} foi determinado pelo método turbidimétrico. O CO_3^{--} e HCO_3^- foram determinados a partir da alcalinidade, que foi feita por titulação.

3. RESULTADOS

A alcalinidade total da água dos viveiros de Tuparetama, durante o período de cultivo, apresentou uma tendência de aumento até setembro, quando seus valores máximos foram atingidos, 236 e 336 mg CaCO_3/l , nos viveiros 1 e 2. Em novembro, com uma precipitação pluviométrica de 80 mm, esses valores diminuíram para 184 e

Todos esses métodos estão descritos no APHA/WEF/AWWA (1992).

Em setembro de 1994, antes da construção dos viveiros, foram realizadas análises do solo pelos laboratórios de física e química do solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA.

220 mg CaCO_3/l (FIGURA 1).

Em maio/95 a água dos viveiros 1 e 2 de Itapetim apresentou 184 e 94 mg CaCO_3/l de alcalinidade total. Em novembro/95, foram evidenciados valores de alcalinidade total de 412 mg CaCO_3/l no viveiro 1 e 364 mg CaCO_3/l no viveiro 2 (FIGURA 2).

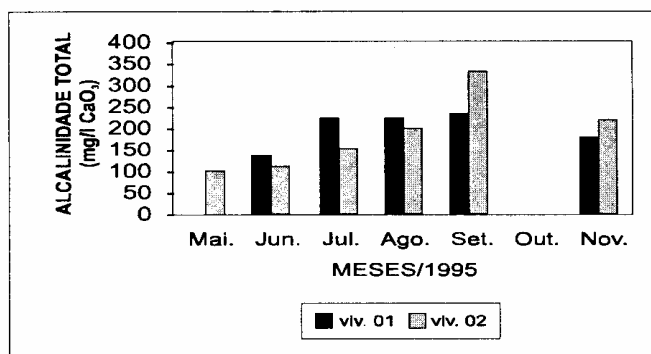


FIGURA 1 - Alcalinidade total da água dos viveiros 01 e 02 de Tuparetama durante o período de cultivo

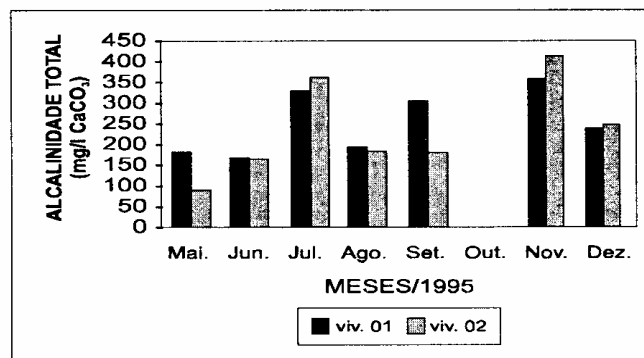


FIGURA 2 - Alcalinidade total da água dos viveiros 01 e 02 de Itapetim durante o período de cultivo

A água dos viveiros de Tuparetama apresentou um crescente aumento na dureza total durante o período de cultivo. Em junho/95 a dureza total da água dos viveiros 1 e 2 foi de 295 e 139 mg CaCO_3/l , respectivamente. Em setembro/95, esses valores aumentaram para 750 e 820 mg CaCO_3/l , nestes viveiros (FIGURA 3).

Os viveiros de Itapetim apresentaram,

também, tendência crescente nos valores da dureza total da água. No viveiro 1, em maio/95, a dureza total foi de 345 mg CaCO_3/l e em novembro/95, atingiu o seu máximo com 820 mg CaCO_3/l . A dureza total da água do viveiro 2, no início do cultivo, foi de 148 mg CaCO_3/l e atingiu o seu máximo em novembro com 870 mg CaCO_3/l (FIGURA 4).

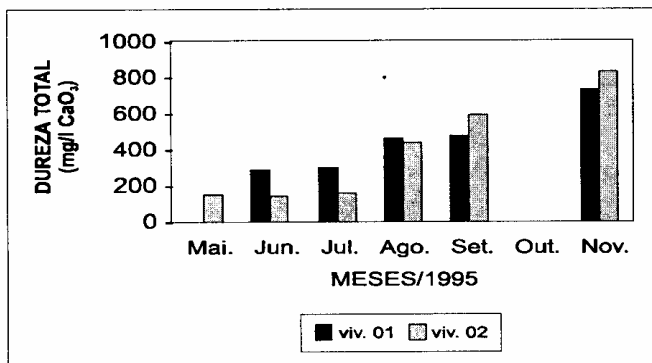


FIGURA 3 - Dureza total da água dos viveiros 01 e 02 de Tuparetama durante o período de cultivo

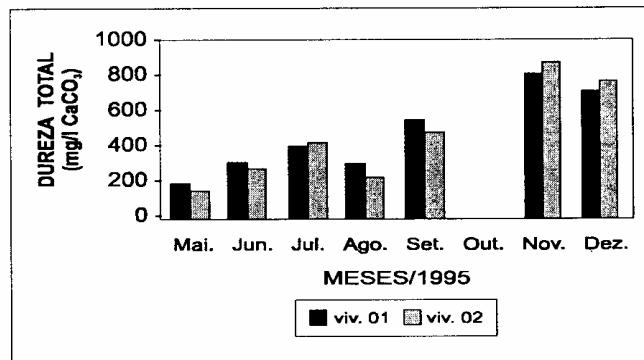
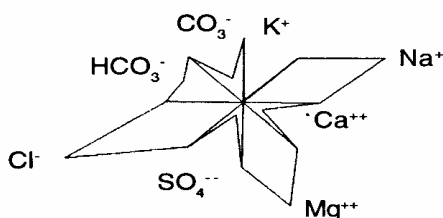


FIGURA 4 - Dureza total da água dos viveiros 01 e 02 de Itapetim durante o período de cultivo

A FIGURA 5 mostra a composição iônica da água do viveiro 1 de Tuparetama em julho/95. Neste mês os íons predominantes foram: Na⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻ e HCO₃⁻. A proporção dos íons foi de: 50,0 Na⁺ > 42,6 Mg⁺⁺ > 6,6 Ca⁺⁺ > 0,8 K⁺ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 12,19 meq./l e 63,5 Cl⁻ > 21,2 HCO₃⁻ > 10,3 CO₃⁻ > 5,0 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 12,44 meq./l;



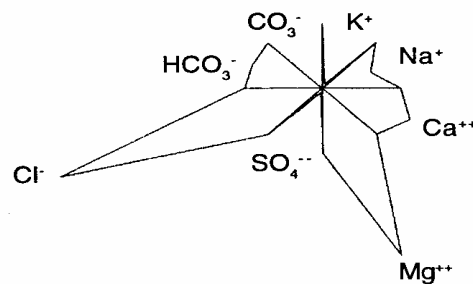
Julho/95
CE = 1604 µS/cm

Escala - 1 mm² = 0,1 meq./l
Diagrama iônico de Maucha, modificado por BROCH & YAKE (1969).

FIGURA 5 - Variação da concentração iônica da água do viveiro 01 de Tuparetama

A proporção de íons da água do viveiro 2 de Tuparetama ao final do período chuvoso, pode ser caracterizada pelos valores de maio/95: 44,6 Na⁺ > 31,4 Mg⁺⁺ > 22,8 Ca⁺⁺ > 1,2 K⁺ (% meq.) para um con-

teúdo catiônico de 17,79 meq./l e 78,2 Cl⁻ > 20,4 HCO₃⁻ > 1,4 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 18,03 meq./l; com condutividade elétrica de 1667 µS/cm.



Novembro/95
CE = 1667 µS/cm

teúdo catiônico de 5,60 meq./l e 55,4 Cl⁻ > 34,1 HCO₃⁻ > 10,5 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 5,85 meq./l; com condutividade elétrica de 645 µS/cm (FIGURA 6). Neste viveiro a proporção dos íons,

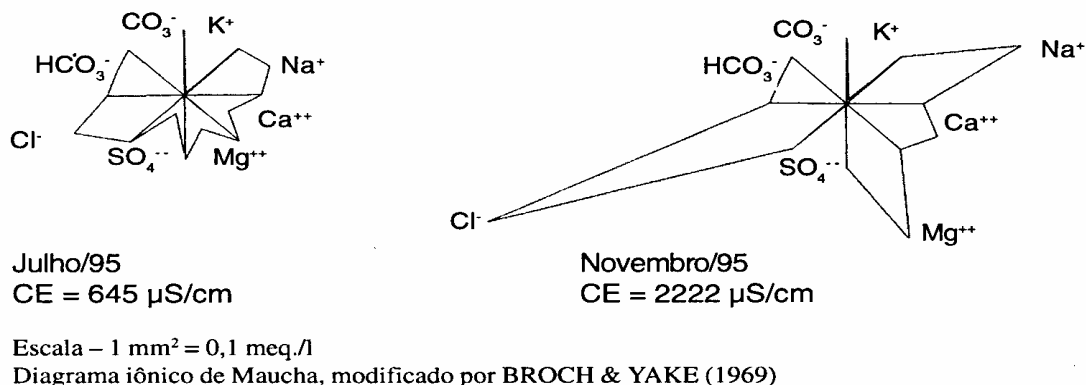


FIGURA 6 - Variação da concentração iônica da água do viveiro 02 de Tuparetama

ao final do período seco (novembro/95), foi de: 40,5 Na⁺ > 37,1 Mg⁺⁺ > 21,4 Ca⁺⁺ > 1,0 K⁺ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 27,98 meq./l e 83,7 Cl⁻ > 15,8 HCO₃⁻ > 0,5 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 27,81 meq./l; com condutividade elétrica de 2222 µS/cm.

Os íons predominantes na água dos viveiros de Tuparetama durante o período chuvoso foram: Na⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻ e HCO₃⁻. Ao final do período de estiagem, foi evidenciada a predominância dos íons Mg⁺⁺ e Cl⁻.

No viveiro 1 de Itapetim, em maio/95, a água apresentou a seguinte proporção de íons: 44,0 Na⁺ > 30,0 Mg⁺⁺ > 24,5 Ca⁺⁺ >

1,5 K⁺ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 12,69 meq./l e 69,0 Cl⁻ > 28,0 HCO₃⁻ > 3,0 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 13,23 meq./l; com condutividade elétrica de 1250 µS/cm.

Em novembro/95 a água desse viveiro apresentou a seguinte proporção de Íons: 45,0 Mg⁺⁺ > 39,5 Na⁺ > 14,5 Ca⁺⁺ > 1,0 K⁺ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 27,55 meq./l e 80,0 Cl⁻ > 14,0 CO₃⁻ > 4,0 HCO₃⁻ > 2,0 SO₄⁻ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 27,43 meq./l; com condutividade elétrica de 1961 µS/cm (FIGURA 7).

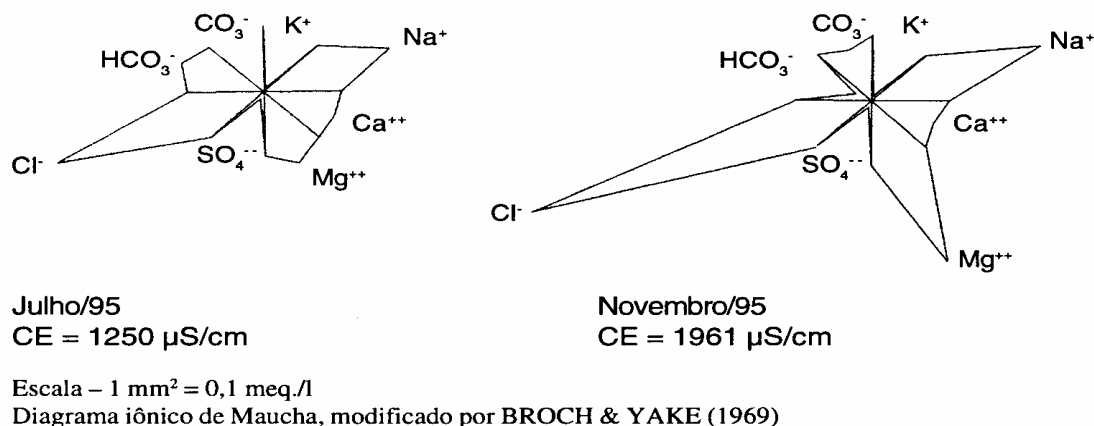


FIGURA 7 - Variação da concentração iônica da água do viveiro 01 de Itapetim

A água do viveiro 2 de Itapetim, em maio/95, apresentou a seguinte proporção iônica: $62,0 \text{ Na}^+ > 20,0 \text{ Mg}^{++} > 17,0 \text{ Ca}^{++} > 1,0 \text{ K}^+$ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 7,93 meq./l e $74,5 \text{ Cl}^- > 22,5 \text{ HCO}_3^- > 3,0 \text{ SO}_4^{--}$ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 8,32 meq./l; com condutividade elétrica de 909 $\mu\text{S/cm}$. Em novembro/95, a

proporção de íons na água desse viveiro foi de: $71,0 \text{ Mg}^{++} > 15,0 \text{ Ca}^{++} > 12,0 \text{ Na}^+ > 2,0 \text{ K}^+$ (% meq.) para um conteúdo catiônico de 20,16 meq./l e $73,0 \text{ Cl}^- > 24,0 \text{ CO}_3^{--} > 1,5 \text{ HCO}_3^- > 1,5 \text{ SO}_4^{--}$ (% meq.) para um conteúdo aniônico de 19,37 meq./l; com condutividade elétrica de 1639 $\mu\text{S/cm}$ (FIGURA 8).

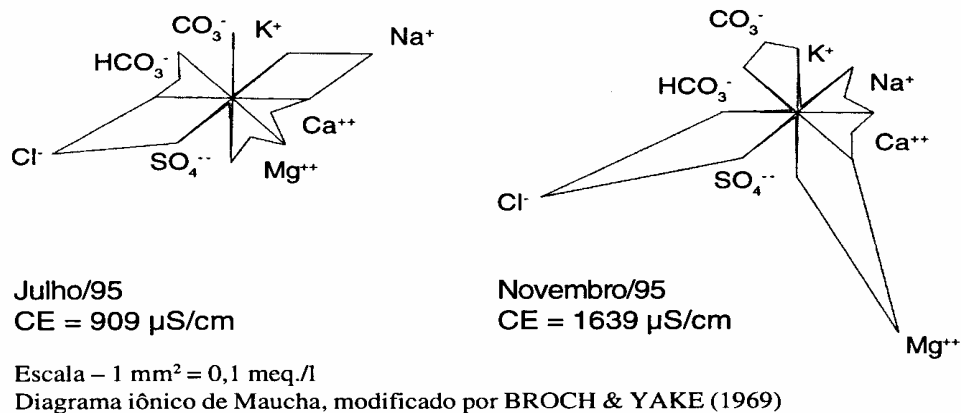


FIGURA 8 - Variação da concentração iônica da água do viveiro 02 de Itapetim

Nos viveiros de Itapetim, ao final do período chuvoso, a água apresentou os seguintes íons em maior porcentagem: Na^+ , Mg^{++} e Cl^- . Ao final do período de estiagem os íons predominantes foram Mg^{++} e Cl^- .

A condutividade elétrica da água do viveiro 1 de Tuparetama variou de 1126 a 2262 $\mu\text{S/cm}$ e no viveiro 2 a variação foi de 645 a 2222 $\mu\text{S/cm}$ no período de maio a agosto/95. Em setembro/95 houve um decréscimo nestes valores e em novembro estes valores voltaram a aumentar (FIGURA 9).

No viveiro 1 de Itapetim, a condutividade elétrica da água passou de 1250 a 2703 $\mu\text{S/cm}$ durante o período de cultivo. No viveiro 2, a variação da condutividade elétrica ficou entre

909 a 2632 $\mu\text{S/cm}$, neste mesmo período (FIGURA 10).

Durante o período de cultivo a salinidade da água do viveiro 1 de Tuparetama passou de 0,53 a 0,93 ‰, para concentrações de cloretos de 280 e 500 mg/l, respectivamente. No viveiro 2, a salinidade passou de 0,23 a 1,51 ‰ para concentrações de cloretos de 115 a 825 mg/l, respectivamente.

Em Itapetim, a salinidade da água do viveiro 1 passou de 0,61 a 1,65 ‰ para concentrações de cloretos de 325 e 900 mg/l, respectivamente. No viveiro 2, a salinidade da água passou de 0,42 a 1,65 ‰ para concentrações de cloretos de 220 e 900 mg/l, respectivamente.

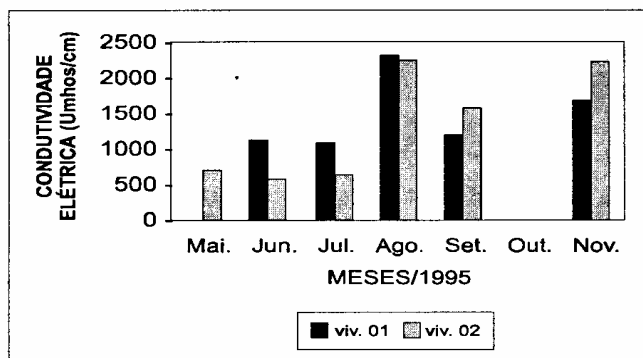


FIGURA 9 - Conduktividade elétrica da água dos viveiros 01 e 02 de Tuparetama durante o período de cultivo

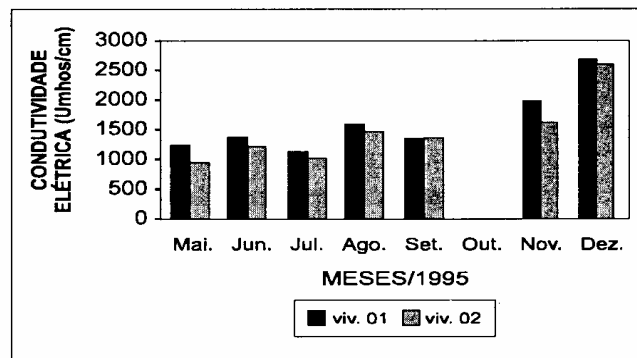


FIGURA 10 - Conduktividade elétrica da água dos viveiros 01 e 02 de Itapetim durante o período de cultivo

4. DISCUSSÃO

A alcalinidade e dureza total, condutividade elétrica, salinidade e composição iônica da água de viveiros abastecidos por poços salinizados apresentaram o mesmo comportamento que a água dos açudes do Semi-árido nordestino, isto é, foram fortemente influenciados pelas características climáticas, período chuvoso e de estiagem, e geoquímicas da região.

No período chuvoso foi registrado, nos viveiros abastecidos por poços salinizados, uma diminuição nos valores da salinidade e condutividade, provavelmente causada pelo efeito da diluição de sais e organismos, como foi observado por MOLLE & CADIER (1992) e NUNES (1995) nos açudes da região.

Segundo ORDÖG; NUNES; PINHEIRO (1987) o período seco é um fator externo muito importante na vida do açude, pois a evaporação faz com que aumente a concentração de nutrientes na água. O período seco é caracterizado pelo aumento da condutividade elétrica, elevado valor de alcalinidade total e da concentração iônica, com predomínio dos íons Cl^- e Na^+ na água dos açudes do Semi-Árido (NUNES, 1995). Na água dos viveiros analisados observou-se o mesmo

comportamento, excetuando-se o predomínio do Na^+ .

Conforme análises de solo realizadas, em setembro de 1994, pelo Laboratório de Química da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, o solo de Tuparetama apresentou pH levemente ácido variando de 6,6 a 6,9 e em Itapetim o pH do solo foi alcalino e variou de 7,9 a 9,2. Os íons predominantes em meq./100g de solo em Tuparetama eram: Ca^{++} (3,70 - 5,20) e Mg^{++} (1,0 - 1,6); o K^+ e Na^+ estão presentes em quantidades inferiores a 1,0 meq./100 g de solo. Em Itapetim os íons predominantes no solo foram: Ca^{++} (5,50 - 5,90); Mg^{++} (2,20 - 2,80) e K^+ (0,26 - 1,16) em meq./100 g de solo; o Na^+ está presente em menor quantidade (QUADRO 1). Em Tuparetama e Itapetim os solos apresentam texturas franco arenosas (QUADRO 2). Essas análises explicam o predomínio do Mg^{++} em relação ao Na^+ nos viveiros abastecidos por poços salinizados, deve-se principalmente as características geoquímicas da região, bem como, a maior solubilidade do Mg^{++} em relação ao Ca^{++} e sua utilização em pequenas quantidades pelos organismos.

QUADRO 1

Resultados da análise química do solo, antes da construção dos viveiros

EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - IPA Vinculada à Secretaria de Agricultura Divisão de Laboratórios Laboratório de Física de Solo						BOLETIM nº 752/94 Amostra nº 378/82 DATA: 13/09/94		Remente: Virgílio Otávio T. F. Alves	
IDENTIFICAÇÃO AMOSTRA		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)				Argila	Grau	Classe	Umidade (%)
REMETENTE	Lab.	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Natural (%)	Floculação (%)	Textura (%)	Residual
AM-03 50 Itapetim	378	36	38	15	11	9	18	FA	0,00
AM-04 50 Itapetim	379	56	20	14	10	6	40	FA	0,00
AM-13 60 Itapetim	380	25	28	27	20	16	20	FA	0,00
Am-5 50 Tuparetama	381	34	29	21	16	6	63	FA	0,00
AM-6 70 Tuparetama	382	47	30	14	9	4	56	FA	0,00

Assistente de Pesquisa: Orlando Luz

FA = Franco arenoso

QUADRO 2

Resultados da análise física do solo, antes da construção dos viveiros

EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - IPA Vinculada à Secretaria de Agricultura DL-Laboratório de Química -Solo-					BOLETIM nº 752/94 Amostra nº 998 à 1001 DATA: 12/09/94			Procedência: 84/94 Município: Sertão do Alto Pajeú	
Nº do Lab. Química	REFERÊNCIA	Meq/ 100g de Solo						pH	
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺		
998	Amostra nº 3 Itapetim local São Vicente prof: 50 cm	0,26	1,16	5,50	2,20	0,00	0,00	9,2	
999	Amostra nº 4 Itapetim local São Vicente prof: 50 cm	0,17	0,26	5,90	2,80	0,33	0,00	7,9	
1000	Amostra nº 5 Tuparetama local São Sebastião prof. 50 cm	0,24	0,05	5,20	1,60	0,82	0,00	6,9	
1001	Amostra nº 6 Tuparetama local São Sebastião prof. 70 cm	0,13	0,05	3,70	1,00	0,20	0,00	6,6	

Analista: José Carlos Pereira

Química - CRQ nº 81.201.940

Responsável: Maria José C. do Couto Soares

NUNES, Z. M. P.; MARINHO, I. C. de S.; SANTOS, A. J. G.; PONZI, M.; CARMO, J. L. do; ALVES, V. O. T. F.; ARAÚJO, D. C.; OLIVEIRA, J. F. M.; OLIVEIRA, R. G.; FLOR, C.; SANTOS, G. O.; SANTOS, J. C. E. 1997 Modificações na composição iônica da água em viveiros abastecidos por poços salinizados. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 24 (n. especial): 1 - 9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA; AWWA; WEF. 1992 *Standard methods: for the examination of water and wastewater*, 18 th ed N. Y., APHA/WEF/AWWA.
- BROCH, E. S. & YAKE, W. 1969 A modification of Maucha's ionic diagram to include ionic concentrations. *Limnol. Oceanogr.*, 14 (6): 933-5.
- CADIER, E. 1994 *Hidrologia das pequenas bacias do Nordeste Semi-árido*. Recife, SUDENE/ORSTOM: Série hidrologia 31. 469p.
- FIAM 1994 (Fundação de Desenvolvimento Municipal do Interior de Pernambuco). *Perfil municipal do interior de Pernambuco*. Recife, FIAM.
- FIDEPE 1982 (Fundação de Informações para o Desenvolvimento de Pernambuco). *Informações municipais*. Recife, FIDEPE.
- MOLLE, F. & CADIER, E. 1992 *Manual do pequeno açude*. Recife, SUDENE/ ORSTOM/TAPI. 523p.
- NUNES, Z. M. P. 1995 *Variação da qualidade da água de açudes do Semi-árido nordestino*. Recife, 57p. (monografia de especialização. Departamento de Pesca, UFRPE).
- ORDÖG, V.; NUNES, Z. M. P.; PINHEIRO, C. W. L. 1987 Determinação dos parâmetros físico-químicos e biológicos do açude "Cruz de Salinas", Petrolina (PE). In: TUNDISI, J. G. *Limnologia e manejo de represas*. São Paulo, USP, 1, 323-47.
- SANTOS, A. J. G.; MARINHO, I. C. S.; NUNES, Z. M. P.; PONZI, M.; CARMO, J. L.; SANTOS, G. O. ; ALVES, V. O. T. F.; ARAÚJO, D. C.; OLIVEIRA, J. F. M.; OLIVEIRA, R. G.; FLOR, C. 1996 Estudo da viabilidade técnica e econômica da piscicultura no Semiárido nordestino - Projeto Poço - Peixe. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, Sete Lagoas (MG). *Resumos...*, Sete Lagoas: ABRAq, 149.