

Qualidade da água da Barragem Jacarecica I para agricultura

Carlos Alexandre Borges Garcia¹, Marinoé Gonzaga da Silva², José do Patrocínio Hora Alves³ e Helenice Leite Garcia⁴

RESUMO --- Nos agroecossistemas nordestinos, a agricultura irrigada contribui significativamente para garantir os rendimentos das culturas, a estabilidade financeira e a diversidade alimentar para os agricultores. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade da água e avaliar a sua variação sazonal e espacial no reservatório da Barragem Jacarecica I (Itabaiana, SE), através de parâmetros físico-químicos, utilizando o método do USDA, as diretrizes para irrigação e drenagem FAO e o método baseado na composição iônica (tipos de água). As coletas de amostras de água foram feitas em janeiro, março, maio, julho e outubro de 2005. As variáveis medidas foram pH, temperatura, condutividade elétrica, sódio, potássio, cálcio, magnésio, boro, cloreto, bicarbonato, sulfato e nitrato. Constatou-se um comportamento hidroquímico homogêneo, com predominância do tipo de água cloretada sódica. De acordo com o método do USDA, a água foi classificada como C2-S1, considerada de boa qualidade. Considerando as diretrizes da FAO, houve restrição quanto ao uso da água para o sódio, na estação seca, e para bicarbonato, nas duas estações, seca e chuvosa. A máxima concentração de nitrato ocorreu na estação chuvosa, provavelmente devido ao maior carreamento de matéria orgânica e fertilizantes ao reservatório, facilitado pela ausência de vegetação ciliar

ABSTRACT --- In the agroecosystems of Northeast Region of Brazil the irrigated agriculture plays a very important role to assure crop yields, financial stability and food diversity for the farmers. The objective of this study was to characterize the water quality and to evaluate its seasonal and spatial variation in the reservoir of Jacarecica I Irrigation District (Sergipe, Brazil), using USDA method, FAO guidelines and the method based on the ionic composition of water. The water samplings were in January, March, May, July and October of 2005. The measured variables were pH, temperature, electrical conductivity, sodium, potassium, calcium, magnesium, boron, chloride, bicarbonate, sulfate and nitrate. The reservoir water hydrochemistry was homogeneous, with predominance of chlorided sodic water. Based on USDA method, the water was C2-S1. Considering the FAO guidelines, there were restrictions to water use due to sodium, in dry season, and due to bicarbonate in both dry and rainy seasons. The maximum nitrate concentration occurred in the rainy season, probably due to higher runoff contribution of organic matter and fertilizer to the reservoir, which could be reduced if protection from riparian vegetation was present.

Palavras-chave: Qualidade da água, agroecossistemas, salinidade.

¹ Professor Adjunto da UFS/DQI/NEREN; Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

² Professora da EAFSC; BR 101, Km 96; Povoado Quissamã; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

³ Professor Associado da UFS/NPGQ; Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze; São Cristóvão – SE; CEP. 49.100-000.

⁴ Professora da FANESE; Av. Delmiro Gouveia, s/n, Bairro Coroa do Meio, Aracaju – SE, CEP.49045-810.

1 - INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada, nos agroecossistemas nordestinos, contribui significativamente para garantir os rendimentos das culturas, além da estabilidade financeira e diversidade alimentar para pequenos agricultores, garantindo sustentabilidade desses agroecossistemas. Percebe-se assim, uma prioridade básica para este tipo de agricultura, a água.

Em virtude de condições climáticas e geomorfológicas da região Nordeste, os recursos hídricos são escassos, sendo necessárias medidas que garantam o seu fornecimento em grande parte do ano. Uma dessas medidas é a construções de açudes, reservatórios ou barragens.

O Estado de Sergipe possui vários projetos públicos de irrigação, Jacarecica I, Jacarecica II, Platô de Neópolis, Jacaré-Curituba, Califórnia, Piauí, Jabiberi e Porção da Ribeira, Contiguiba-Pindoba, Betume e Propriá.

Mas não basta que este recurso hídrico esteja presente apenas em quantidade, é de fundamental importância também a qualidade. A qualidade da água é um fator de grande importância para a agricultura irrigada, pois além de garantir a produção de alimentos, a mesma também influencia as propriedades do solo podendo contribuir com sua degradação, através de problemas como a sua salinização e sodificação.

Estima-se que a aplicação de uma lâmina de 100 mm de água de irrigação contendo 1000 mg.L⁻¹ (1000 ppm) de sais em 1 ha de terra, introduzirá cerca de 1 tonelada de sais nesse solo, isso porque a água é retirada tanto pela plantas como pela evaporação, ficando os sais no solo, que podem provocar nas plantas a chamada seca fisiológica, uma vez que as raízes não conseguem absorver água mesmo quando o solo está úmido (GUY, apud AL-BASSAM e AL-RUMIKHANI, 1997).

Problemas como estes podem reduzir a produtividade de uma área ou mesmo torná-la improdutivo, ocasionando problemas socioeconômicos graves, levando à perda de qualidade de vida para os que da terra dependem para viver.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade da água do resrvatório Jacarecica I, avaliando sua variação sazonal e espacial, de acordo com o método do USDA (1954), as diretrizes da FAO para irrigação e drenagem (AYRES e WESTCOT, 1999) e o método baseado na composição iônica – tipos de água.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas nordestinos depende do fornecimento adequado de água, assim uma maneira de fornecer água durante boa parte do ano é através das

barragens ou reservatórios. Com isso pode se contribuir para a geração de emprego e renda para os pequenos agricultores da região.

O presente trabalho foi desenvolvido no Perímetro Irrigado de Jacarecica I, projeto implantado pelo Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (Dehidro) em 1987, no município de Itabaiana, Sergipe. A barragem que abastece o perímetro, está incluída na sub-bacia hidrográfica do Rio Jacarecica, afluente da bacia do Rio Sergipe pela margem direita, entre as coordenadas 10° 44' Sul e 37° 20' Oeste.

O clima da região, de acordo com a classificação Köppen é do tipo AS', clima tropical chuvoso, com verão seco e a estação chuvosa se adianta, com temperatura média anual no mês mais quente (janeiro) de 26,2 °C e no mês mais frio (julho) de 22,5 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 886 mm/ano (DEHIDRO, 1984; DEHIDRO, 2004).

Os solos são predominantemente planossolos (74,7%), existindo ainda os plintossolos (12,5%), neossolos (8%) e os luvisolos (4,8%). O relevo da bacia é ondulado suave, com altitudes que variam de 130 m a 400 m (CARVALHO JÚNIOR, 2001).

A água é usada predominantemente para irrigação de pequenos cultivos olerícolas, dessedentação de animais e, eventualmente, uso doméstico, além disso os habitantes da região utilizam para recreação (banhos).

A área irrigável do perímetro é de 252 ha, com lotes de 2,0 ha, sendo predominante os pequenos agricultores familiares, num total de 124 famílias. Os beneficiários desse perímetro são pequenos agricultores assentados. A cultura predominante é batata-doce, seguida das culturas olerícolas.

2.2 - Amostragem e análises

O monitoramento foi feito em cinco campanhas, janeiro, março, maio, julho e outubro de 2005, sendo que as campanhas de janeiro, março e outubro correspondem ao período seco e as campanhas maio e julho ao período chuvoso. Na figura 1, estão os dados de precipitação para o período do trabalho, que foram cedidos pelo Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (Dehidro), obtidos através da estação agrometeorológica do Perímetro Irrigado Jacarecica I.

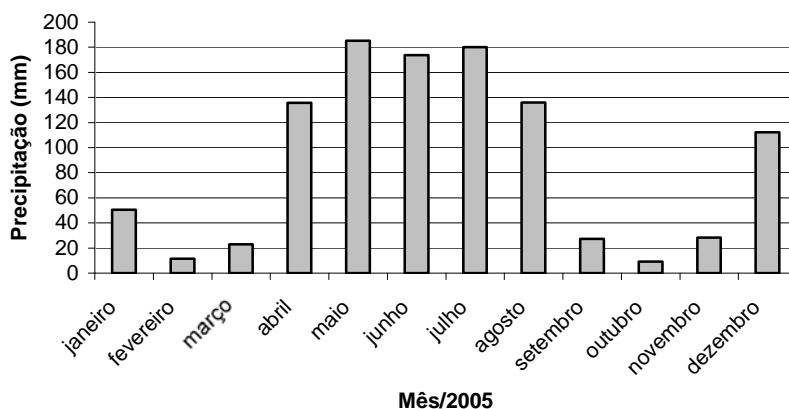


Figura 1 - Precipitação mensal no Perímetro Irrigado Jacarecica I em 2005.

Foram selecionadas cinco estações de amostragem no reservatório de características diferenciadas ao longo da mesma. Essas estações foram georreferenciadas com auxílio de um GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca Garmin e modelo Etrex Legend.

A estação A, localizada nas coordenadas geográficas 10° 39' 220" S e 37° 21' 502" O, está próxima a uma área de mata e o mais próximo possível da desembocadura do rio Jacarecica. As estações B, C e D estão localizadas nas coordenadas geográficas 10° 39' 566" S / 37° 21' 725" O, 10° 39' 882" S / 37° 21' 368" O e 10° 40' 197" S / 37° 21' 339" O, respectivamente, encontram-se em áreas centrais da barragem. A estação E, localizada nas coordenadas geográficas 10° 40' 460" S / 37° 21' 563" O, encontram-se na saída para o canal sangradouro.

As amostragens foram realizadas em cinco campanhas diferentes nos dias: 27 de janeiro, 22 de março, 17 de maio e 15 de julho e 27 de outubro, do ano de 2005. No total, foram coletadas 60 amostras (12 por campanha). Dessa forma garantiu-se verificar o efeito sazonal sobre as características físicas, químicas e biológicas da água da barragem. Para cada estação, a amostragem foi efetuada em diferentes profundidades de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 - Profundidade mínima, máxima e média de coleta das amostras por estação.

Estação	Profundidade (m)			Profundidade de coleta
	mínima	máxima	média	
A	0,70	4,00	2,19	Superfície (ponto 1S)
B	2,20	5,60	3,60	Superfície e fundo (pontos 2S e 2F, respectivamente)
C	3,50	11,00	6,66	Superfície, meio e fundo (pontos 3S, 3M e 3F, respectivamente)
D	4,60	11,00	7,84	Superfície, meio e fundo (pontos 4S, 4M e 4F respectivamente)
E	9,50	13,00	10,90	Superfície, meio e fundo (pontos 5S, 5M e 5F respectivamente)

Em cada estação foi coletada amostra de água nas profundidades especificadas na tabela 1, utilizando-se para isso garrafa de Van Dorn. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de um litro e mantidos em caixa de isopor com gelo, para conservação em

baixa temperatura e proteção contra a luz até chegarem ao laboratório. No momento da coleta, foram determinadas as profundidades, a transparência da água e a temperatura do ar e da água.

A preservação das amostras e as análises dos parâmetros estudados foram efetuadas utilizando a metodologia analítica descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. 19th ed. 1995.

A qualidade da água para irrigação é avaliada considerando-se a concentração de sais solúveis, que pode ser relacionada com a salinidade, o risco de sodificação, a composição iônica da água, com relação ao bicarbonato, boro, sódio, cloreto. Para avaliar a qualidade da água da Barragem Jacarecica I, 60 amostras foram coletadas durante o período estudado e determinados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, sódio potássio, cálcio, magnésio, cloreto, bicarbonato, sulfato, nitrato e boro. As metodologias utilizadas para a quantificação das variáveis químicas e físicas da água constam na tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis, métodos e referências utilizados para a caracterização da água do reservatório de Jacarecica I.

Variável	Método	Referência
pH	Potenciometria	
Condutividade Elétrica	Conduímetria	
Sódio	Fotometria de emissão de chama	APHA 3500-Na D
Potássio	Fotometria de emissão de chama	APHA 3500-K D
Cálcio	Titulometria com EDTA	APHA 3500-Ca D
Magnésio	Titulometria com EDTA	APHA 3500-Mg E
Cloreto	Argentometria	APHA 4500-Cl ⁻ B
Bicarbonato	Titulação potenciométrica	APHA 2320 B
Sulfato	Turbidimetria	APHA 4500-SO ₄ ⁻² E
Nitrato	Espectrofotometria, com redução em coluna de cádmio	APHA 4500-NO ₃ ⁻ F
Boro	Espectrofotometria	APHA 4500-B C

As análises estatísticas dos parâmetros foram realizadas usando o programa STATISTIC 6.0 para Windows.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3, estão os valores médias, mínimos, máximos e desvios padrões para os parâmetros analisados nas cinco campanhas realizadas: sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto, sulfato, bicarbonato, nitrato, boro, condutividade elétrica (CE), e a razão de adsorção de sódio (RAS) e pH.

Tabela 3 - Valores mínimos, máximos, média e desvio padrão para os parâmetros analisados na campanha de maio/2005

Mês/2005	Variável estatística	Na ⁺ (mg.L ⁻¹)	K ⁺ (mg.L ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Cl ⁻ (mg.L ⁻¹)	SO ₄ ²⁻ (mg.L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	B ⁺ (mg.L ⁻¹)	CE (μS.cm ⁻¹)	RAS	pH
Janeiro	média	74,42	5,67	21,71	12,51	84,60	-	-	0,02	-	423,00	3,15	7,78
	mínimo	70,00	5,00	18,04	7,32	74,59	-	-	0,00	-	400,00	2,84	7,70
	máximo	81,00	7,00	30,06	17,08	97,58	-	-	0,06	-	507,00	3,44	7,87
	desvio padrão	3,99	0,65	3,18	2,76	5,05	-	-	0,02	-	28,19	0,20	0,05
Março	média	69,72	9,40	31,66	12,44	97,22	17,80	137,41	-	0,38	553,83	2,69	7,71
	mínimo	64,93	8,80	24,05	4,88	89,66	10,00	122,00	-	0,24	506,00	2,34	7,46
	máximo	80,00	11,20	43,29	27,33	140,58	32,50	223,56	-	0,73	824,00	3,02	7,96
	desvio padrão	4,30	0,77	7,30	6,08	13,91	6,35	27,49	-	0,16	86,40	0,21	0,16
Maio	média	61,07	8,13	15,03	16,31	85,90	10,88	123,54	0,10	0,53	510,17	2,60	7,92
	mínimo	52,64	6,40	11,22	13,66	75,20	3,50	92,37	0,00	0,26	468,00	2,41	7,46
	máximo	64,91	8,80	16,83	18,54	89,87	26,50	133,76	0,37	0,91	552,00	2,76	8,19
	desvio padrão	3,50	0,75	1,46	1,37	4,47	7,90	11,09	0,12	0,19	30,44	0,12	0,25
Julho	média	27,83	7,42	14,09	6,55	38,96	20,67	72,90	0,42	0,74	310,17	1,54	7,78
	mínimo	23,00	7,00	9,62	4,39	32,20	15,00	53,57	0,19	0,64	265,00	1,34	7,68
	máximo	30,00	8,00	15,23	8,78	42,00	28,00	84,68	1,90	0,92	324,00	1,68	8,04
	desvio padrão	1,80	0,51	1,47	1,40	2,51	3,89	10,42	0,48	0,09	16,51	0,08	0,12
Outubro	média	30,00	7,08	15,10	12,04	38,93	13,06	74,99	0,30	0,51	381,75	1,40	7,92
	mínimo	27,00	6,00	12,83	10,74	37,33	7,50	63,26	0,03	0,46	374,00	1,22	7,21
	máximo	53,00	9,00	17,64	13,66	40,60	17,00	87,48	2,71	0,58	391,00	2,51	8,31
	desvio padrão	7,26	0,67	1,27	1,05	0,76	2,73	6,92	0,76	0,04	4,05	0,35	0,27

No período estudado, de acordo com a tabela 3, pode se verificar que a variação para as concentrações de sódio, potássio, cálcio e magnésio, foram respectivamente: 23,00 a 81,00 mg.L⁻¹; 5,00 a 11,20 mg.L⁻¹; 9,62 a 43,29 mg.L⁻¹; 4,39 a 27,33 mg.L⁻¹. Observa-se também que todos os cátions, exceto o sódio, apresentaram valores máximos no mês de março, provavelmente devido à escassez de chuvas nesse período, aliado à alta taxa de evapotranspiração, uma vez que as profundidades das estações de coleta foram as menores nos meses de março e maio, de acordo com a tabela 4.

Tabela 4 - Profundidades (m) das estações de coleta de janeiro/2005 a outubro/2005

Estação	JAN	MAR	MAI	JUL	OUT
A	2,2	0,9	0,7	4,0	3,2
B	2,6	2,2	2,6	5,6	5,0
C	4,0	3,5	4,3	10,5	5,3
D	5,0	8,6	4,6	10,0	11,0
E	11,0	9,5	10,0	11,0	13,0

Para a RAS e a CE as variações observadas foram respectivamente: 1,22 a 3,44 e 265,00 a 824,00 μS.cm⁻¹. Como para a maioria dos cátions o valor máximo da condutividade elétrica foi

registrado no mês de março, enquanto que para a RAS, foi para o mês de janeiro, assim como para o sódio.

Nas figuras 2 e 3, estão as variações espaciais e temporais das concentrações de sódio, potássio, cálcio e magnésio.

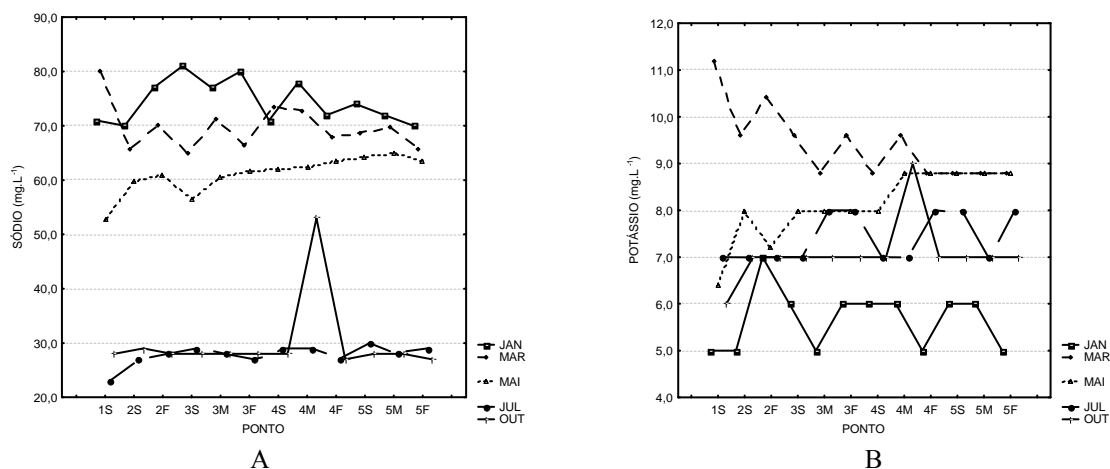


Figura 2 - Variação espacial e temporal das concentrações dos cátions sódio (A) e potássio (B), durante o período de janeiro /2005 a outubro/2005

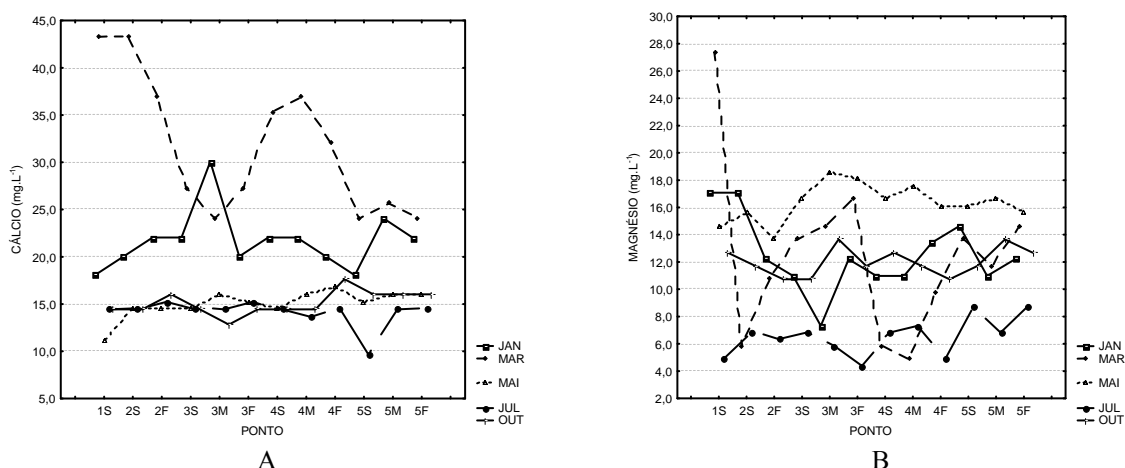


Figura 3 - Variação espacial e temporal das concentrações dos cátions cálcio (A) e magnésio (B), durante o período de janeiro /2005 a outubro/2005

Nas figuras 2 e 3, observa-se que as maiores concentrações médias para os cátions sódio, potássio e cálcio foram registradas nos meses de janeiro e março, que correspondem ao período seco. Já para o cátion magnésio, em média, as concentrações foram maiores no mês de maio.

Com relação ao íon boro, de acordo com a tabela 1, pode se verificar que a variação para as suas concentrações foi de 0,24 a 0,92 mg.L⁻¹.

Na figura 4, está representada a variabilidade espacial e temporal das concentrações do íon boro. Observa-se que, ao contrário dos demais cátions, as maiores concentrações foram registradas no período chuvoso, no mês de julho.

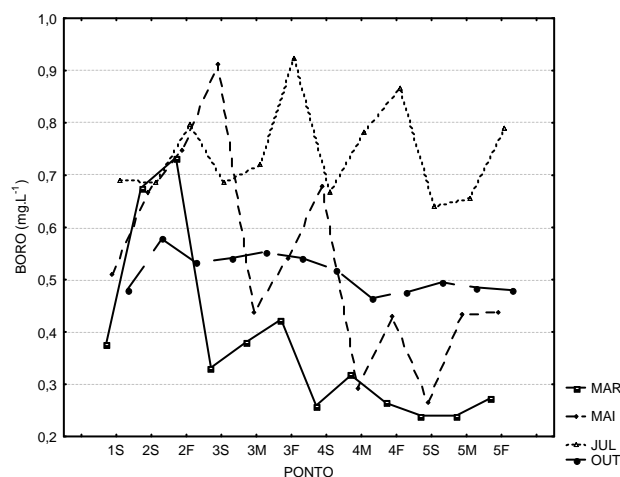


Figura 4 - Variação espacial e temporal da concentração do cátion boro, durante o período de janeiro /2005 a outubro/2005

Já para os valores de RAS, em média, os maiores valores foram registrados nos meses de março e maio, e para condutividade elétrica, registraram-se os maiores valores no mês de março. A variação da RAS e da condutividade elétrica estão apresentadas na figura 5.

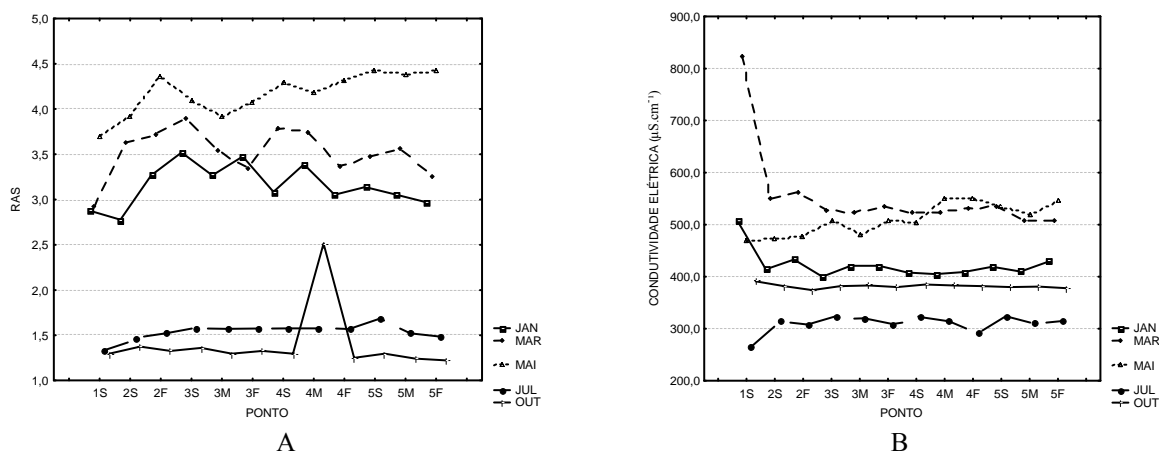


Figura 5 - Variação espacial e temporal para RAS (A) e condutividade elétrica (B), durante o período de janeiro /2005 a outubro/2005

De acordo com o teste t , as médias da CE e RAS para cada ponto, no período seco (janeiro, março e outubro) e chuvoso (maio e julho), são estatisticamente diferentes para $p < 0,05$, o que vem confirmar o aumento na concentração dos íons no período seco e diluição no período chuvoso.

Na figura 6, observa-se que a variação das médias de cada mês da RAS segue o mesmo padrão para as variações das concentrações médias para os cátions sódio, potássio, cálcio e magnésio

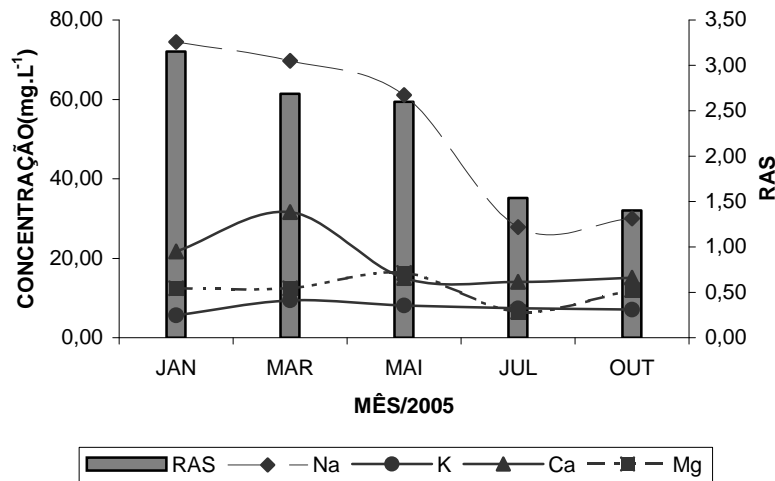


Figura 6 - Variação das médias mensais para as concentrações dos cátions sódio, potássio, cálcio e magnésio e da RAS, durante o período de janeiro /2005 a outubro/2005

Para os ânions Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , a variação em suas concentrações foram respectivamente 32,20 a 140,58 mg.L^{-1} , 7,50 a 32,50 mg.L^{-1} , 53,57 a 223,56 mg.L^{-1} , 0,24 a 0,91 mg.L^{-1} , de acordo com a tabela 3. Observa-se que todos os ânions, exceto o nitrato, apresentaram valores máximos correspondentes ao período de estiagem, mês de março, assim como ocorreu para a maioria dos cátions principais. O nitrato teve o seu valor máximo registrado no período chuvoso, a possível fonte desse aporte é a entrada de matéria orgânica e fertilizantes dos agroecossistemas do entorno do reservatório.

A variação espacial e temporal dos principais ânions, Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , estão representadas nas figuras 7 e 8. Os ânions cloreto e bicarbonato apresentaram, em média, as maiores concentrações nos meses de março e maio, o sulfato não apresentou um padrão definido, contudo, em média, as menores concentrações foram registradas no mês de maio. Já o nitrato, conforme discutido anteriormente apresentou a maior concentração média no mês de julho.

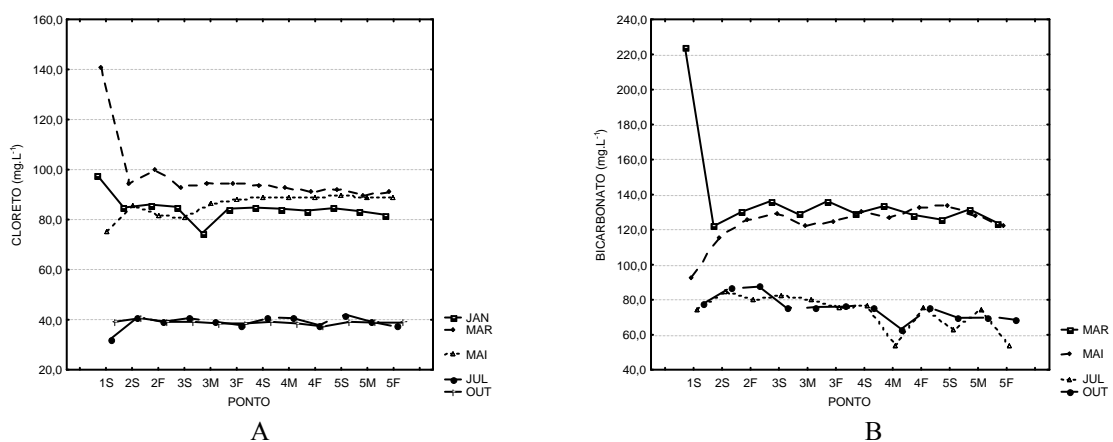


Figura 7 - Variação espacial e temporal das concentrações dos ânions cloreto (A) e bicarbonato (B), durante o período de janeiro/2005 a outubro/2005

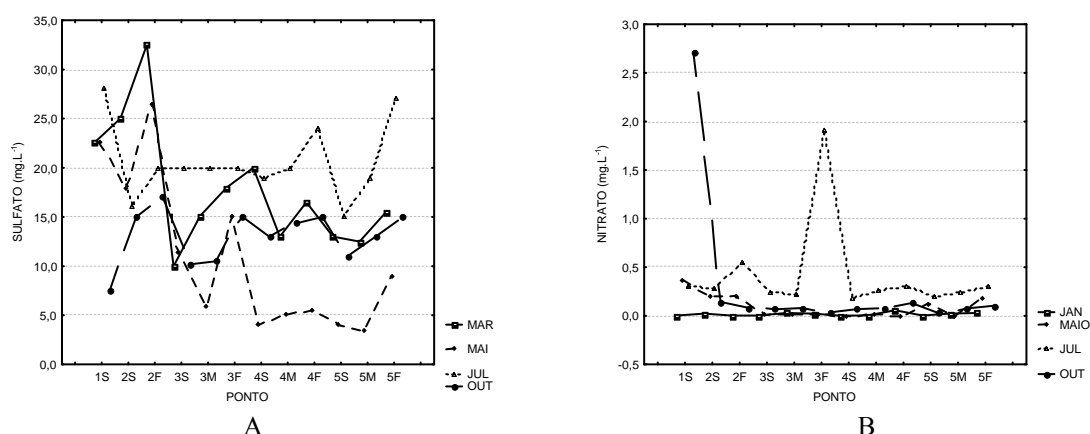


Figura 8 - Variação espacial e temporal das concentrações dos ânions sulfato (A) e nitrato (B), durante o período janeiro/2005 a outubro/2005

Na tabela 5 é apresentada a matriz de correlação entre as variáveis analisadas. Variáveis com correlações onde $r > 0,7$ são consideradas fortemente correlacionadas, enquanto que, $0,5 < r < 0,7$, mostram correlação moderada em nível de significância $p < 0,05$. Nesse sentido, apresentaram correlação significativa e positiva Na^+ , Cl^- , HCO_3^- e RAS.

Observam-se fortes correlações entre os íons principais, e condutividade elétrica Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- e HCO_3^- ($r > 0,7$), e correlação moderada ($0,5 < r < 0,7$) entre Ca^{2+} e condutividade elétrica. Essas relações identificam claramente os principais elementos que contribuem para a salinidade, como verificado por Adams et al., 2001.

Os principais íons trocáveis Na-Ca, Na-Mg e K-Na, foram correlacionados positivamente, observa-se assim que a redução ou aumento dos cátions é o resultado principalmente, de reações de precipitação, dissolução e de efeitos de concentração (Adams et al., 2001).

Tabela 5 - Matriz de correlação das variáveis de qualidade de água na Barragem de Jacarecica I (março a outubro de 2005)

Variável	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	B^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	RAS	CE
Na^+	1,00									
K^+	0,92	1,00								
Ca^{2+}	0,72	0,91	1,00							
Mg^{2+}	0,68	0,35	0,15	1,00						
B^+	-0,74	-0,68	-0,75	-0,67	1,00					
Cl^-	1,00*	0,92	0,71	0,66	-0,71	1,00				
HCO_3^-	1,00*	0,92	0,73	0,67	-0,74	1,00*	1,00			
SO_4^{2-}	-0,25	0,14	0,28	-0,88	0,39	-0,23	-0,23	1,00		
RAS	0,99*	0,89	0,63	0,66	-0,63	0,99*	0,99*	-0,24	1,00	
CE	0,93	0,78	0,67	0,83	-0,91	0,91	0,92	-0,49	0,87	1,00

* correlações significativas a $p < 0,05$

3.1 - Classificação de acordo com o sistema USDA

Considerando todas as 60 amostras analisadas e conforme o sistema de classificação do USDA, as classes C3-S1 e C2-S1 ocorreram 1,7% (no período seco) e 98,3%, respectivamente, das águas analisadas.

Quando se consideram as campanhas realizadas, independente do período (seco ou chuvoso) a água da barragem é classificada como C2-S1, como também constatou Carvalho Jr, 2001. Tal classe de água é considerada de salinidade média, podendo ser utilizada na maioria das culturas com tolerância moderada aos sais, necessitando de práticas de lixiviação moderada. Com relação ao perigo de sodicidade, a classe S1, não apresenta problemas para a maioria das culturas, com pequeno risco de desenvolver níveis perigosos de sódio trocável (USDA, 1954).

Baseando-se no conceito de carbonato de sódio residual (CSR), a água da barragem, quanto esse critério, foi classificada como adequada para irrigação.

O sistema considera ainda limites permissíveis para o boro, estabelecendo 5 classes e três níveis de tolerância, assim 98,3% dos pontos são classificados como C2 e 1,7% como C3. Por outro lado, considerando-se a média de todos os pontos, $0,54 \text{ mg.L}^{-1}$, a classificação para a água do reservatório é C2, sendo própria também para culturas sensíveis ao boro.

3.2 - Classificação de acordo com o sistema da FAO

Segundo as diretrizes da FAO (AYERS e WESTCOT, 1999) as amostras de todos os pontos, não apresentam grau de restrição de uso quanto à salinidade, ao longo do ano. Examinando-se conjuntamente a condutividade elétrica e a RAS para avaliar o risco de infiltração, nenhuma amostra apresentou grau de restrição de uso, tanto para o período seco como para o período chuvoso.

Com relação à toxicidade dos íons para irrigação por aspersão, o íon sódio não apresentou nenhum grau de restrição de uso, quando se compara por período seco e chuvoso, onde as médias, foram respectivamente, $2,52 \text{ meq.L}^{-1}$ e $1,93 \text{ meq.L}^{-1}$. Porém, quando se compara a toxicidade por campanhas, os meses de janeiro e março, apresentaram respectivamente, $3,23 \text{ meq.L}^{-1}$ e $3,03 \text{ meq.L}^{-1}$, oferecendo assim grau de restrição de uso ligeiro a moderado. A média do período seco foi, contudo, menor, porque no mês de outubro havia muita água no reservatório, o que reduziu a concentração deste íon. Já para os íons cloreto e nitrato, não se verificou para a água, nenhuma restrição quanto ao uso, em ambos os períodos, seco e chuvoso. O bicarbonato, contudo, apresentou, tanto no período chuvoso como no seco, restrição ligeira a moderada, com médias de concentração para os respectivos períodos de $1,61 \text{ meq.L}^{-1}$ e $1,77 \text{ meq.L}^{-1}$. Para o boro verifica-se que na campanha de julho apresentou grau de restrição de uso de ligeiro a moderado, uma vez que a concentração média para este parâmetro foi $0,74 \text{ meq.L}^{-1}$.

A faixa de pH, 7,21 a 8,31, encontra-se dentro do limite considerado adequado para a irrigação no período estudado, 6,5 a 8,4.

As três classes de salinidade da FAO não coincidem exatamente com os limites do sistema de classificação do USDA, as classes “não restritiva” e “ligeira a moderada” do primeiro, são quase coincidentes com as classes “C1 e C2” e “C3 e C4” do segundo, respectivamente (AL-BASSAM e AL-RUMIKHANI, 2003).

3.3 - Classificação de acordo com o tipo de água

Considerando os pontos amostrados por campanha, o tipo de água dominante na barragem de Jacarecica I é a cloretada sódica (83,33%), seguida da bicarbonata-cloretada sódica (16,67%), na estação seca. Já na estação chuvosa, o percentual do tipo de água cloretada sódica se eleva para 91,67% e a bicarbonata-cloretada sódica diminui para 8,33%, observa-se assim que a composição iônica, no período estudado, foi pouco afetada pelas variações nas condições pluviométricas entre as diferentes etapas de amostragem. Vale ressaltar que Silva Jr. et al. (1999), observaram que as águas do cristalino do Nordeste brasileiro são, em geral, cloretadas sódicas.

4 - CONCLUSÕES

A composição iônica da água na barragem Jacarecica I indicou um comportamento hidroquímico homogêneo, com tipo de água cloretada sódica, em todos os pontos de amostragem nas estações seca e chuvosa, e com o cloreto e o bicarbonato constituindo a maior parte dos ânions presentes.

Pelo sistema de classificação do USDA, a qualidade da água para irrigação foi enquadrada na classe C2-S1, podendo ser considerada de boa qualidade, necessitando de práticas normais de lixiviação. No que diz respeito à concentração de boro e carbonato de sódio residual, os resultados indicaram não haver nenhum risco.

Considerando o sistema de classificação da FAO, não houve restrição de uso quanto ao perigo de salinidade e ao risco de infiltração. Com relação à toxicidade dos íons, o sódio apresentou grau de restrição de uso ligeiro a moderado no período seco (janeiro e março), enquanto que o íon bicarbonato apresentou grau de restrição de uso ligeiro a moderado em ambos os períodos (seco e chuvoso).

A concentração dos íons principais apresentou tendência a aumentar no período seco e a reduzir no período chuvoso, juntamente com os parâmetros RAS e condutividade elétrica.

O nitrato teve sua concentração máxima registrada na estação chuvosa, fato que pode estar associado ao aporte de matéria orgânica e fertilizantes ao reservatório, através do escoamento superficial, principalmente pela ausência de vegetação ciliar.

Entre os íons principais e a condutividade elétrica foram observadas fortes correlações, identificando os principais elementos contribuintes para a salinidade.

De um modo geral a água da barragem de Jacarecica I pode ser considerada de boa qualidade para irrigação, não oferecendo riscos maiores aos agroecossistemas da região, desde que haja manejo adequado das práticas de irrigação e do solo. Contudo deve-se observar práticas para restaurar a vegetação ciliar das margens da barragem afim de minimizar o aporte de materiais, o que poderá comprometer o seu uso futuramente.

5 – AGRACEDIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao CNPq, processo 504007/2003-3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, S., et al. *Hydrochemical characteristics of aquifers near Sutherland in the Western Karoo, South Africa*. Journal of Hydrology, 241, p. 91-103, 2001.

AL-BASSAM, A. e AL-RUMIKHANI, A. *Integrated hydrochemical method of water quality assessment for irrigation in arid areas: application to the Jilh aquifer, Saudi Arabia*. Journal of African Earth Sciences, 36, p. 345-356, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 19 ed. Washington: APHA, 1995. 1268 p.

AYERS, R. S. e WESTCOT, D. W. Trad. Gheyi, H. R., Medeiros, J. F. & Damasceno, F. A. V. *Qualidade da água para agricultura*. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

CARVALHO JÚNIOR, C. S. *Problemas ambientais no Perímetro Irrigado Jacarecica I*. Universidade Federal de Sergipe, 2001. 40 p. Monografia – Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGAÇÃO DE SERGIPE. Projeto Jacarecica: Levantamento de solos e classes de terra para irrigação. 1984.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGAÇÃO DE SERGIPE Fichas técnicas, 2004.

SILVA Jr. L. G. A. GHEYI, H. R e MEDEIROS, J. F. *Composição química das águas do cristalino do nordeste brasileiro*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 11-17, 1999.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United States: USDA Handbook 60, 1954, 160 p.