

## VARIAÇÃO SAZONAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO NA MICRORREGIÃO DE TIBAU, RN<sup>1</sup>

RICARDO BRUNO DE CARVALHO DE SOUSA<sup>2</sup>, LAÉRCIO MARQUES DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>2\*</sup>, JOSÉ WILSON C. DE CARVALHO<sup>2</sup>, MARCELO TAVARES GURGEL<sup>2</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho objetiva estudar a variação sazonal das águas subterrâneas utilizadas para irrigação na região de Lagoa de Salsa no município de Tibau (RN) no período seco e chuvoso do ano de 2008 e 2009. Para isto foram coletadas amostras de água em 24 poços distribuídos espacialmente em áreas de produtores da região em duas épocas distintas de precipitações. Foram analisadas as variáveis condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio, sódio, cálcio, magnésio, carbonato, bicarbonato e cloreto. Os resultados mostraram que maioria das águas subterrâneas utilizadas para irrigação na microrregião de Tibau, RN, apresenta limitações de uso. Para a maioria dos parâmetros analisados, as concentrações para a estação chuvosa foram inferiores àquelas registradas na estação seca, reduzindo os riscos de salinização.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Salinidade. Recursos hídricos.

### SEASONAL VARIATION OF THE GROUNDWATER FOR IRRIGATION IN TIBAU MICROREGION, RIO GRANDE DO NORTE STATE

**ABSTRACT** – The present work had the aim to study the seasonal variation of the groundwater quality for irrigated at Lagoa de Salsa region in the district of Tibau (RN) during in the rainfall and drought season of 2008 and 2009. Sample water 24 were collected in aquifer distributed spatially in produced area in region at the two stations along. The variables electrical conductivity, Na, Ca, Mg, SAR, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub> and Cl were analyzed. The results showed that majority of the groundwater for irrigation in the Tibau microregion have use limitation. The concentrations for rain season was low in relation drought season, decreased salinity risk to mayoral parameters analyzed.

**Keywords:** Water quality. Salinity. Water resources.

---

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 27/09/2008; aceito em 30/07/2009.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica, UFRSA, Caixa Postal 136, 59625-900, Mossoró-RN; nildo@ufersa.edu.br

## INTRODUÇÃO

O setor primário da economia e mais precisamente a agricultura, teve incrementos substanciais nas últimas décadas, impulsionadas por transformações nas indústrias, alterando as relações no campo, tanto no sentido homem-natureza (ecologia), quanto nas relações homem-homem (trabalho e vida em sociedade). Neste contexto, faz-se necessário a elaboração de diagnósticos que norteiem a modelagem alternativa de uso dos recursos naturais, envolvendo informações sobre recursos hídricos, gênese, morfologia, fertilidade, mineralogia dos solos, nível tecnológico e os indicadores sociais (SILVA; EWEN, 2001).

Na área dos poços do município de Tibau-RN, predominam os mini-latifúndios com agricultura de baixo nível de insumos, fortalecido com os programas governamentais de incentivo a produção de feijão e milho durante o período de inverno e agricultura de sequeiro, (LIMA, 2009). Considerando a extensão dessas áreas e o conjunto de fatores predominantemente favoráveis ao desenvolvimento agrícola da região, constata-se a carência de estudos detalhados de características da água, bem como uso e manejo destes recursos; pois, geralmente, têm-se apenas relatórios de qualidade da água cuja escala não permite a identificação direta da água, com sua aptidão agrícola e manejo adequado para a propriedade rural (MUGGLER, 1989).

A caracterização das águas consiste num estudo sistemático da sua composição físico-química e, avaliação dos riscos quanto a sua utilização na irrigação (problema de salinização, infiltração e toxicidade de íons). Partindo-se do pressuposto que os planejadores municipais necessitam de informações mais detalhadas sobre os recursos naturais para elaboração de projetos de desenvolvimento agrícola, faz-se necessária a condução de trabalhos de detalhamento das disponibilidades de poços e mananciais, além de aspectos sócio-econômicos, visando dotar o município de um perfil de suas disponibilidades e possibilidades de uso dos recursos disponíveis. Estes estudos têm a finalidade de alcançar benefícios econômicos oriundos dos processos tecnológicos (práticas de convivência e/ou redução) para aproveitamento dos mesmos; além disso, possibilitam o uso racional dos recursos e, conseqüentemente a exploração dos diversos ecossistemas, sem colocar em risco as bases de sustentação e o caráter renovável destes recursos.

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, pois funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos recursos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando subsidiar as ações de controle ambiental (COIMBRA et al., 1999). A caracterização desses atributos, e sua inter-

pretação, subsidiam as previsões de comportamento e realçam as relações de interdependência nos pequenos poços e isso deve resultar em alternativas mais adequadas de manejo.

Deste modo, para que se possa promover um desenvolvimento sustentável nas áreas irrigadas faz-se necessário o conhecimento das características da água existente nas áreas em questão, possibilitando o seu manejo adequado sob o prisma da sustentabilidade. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar o uso e a qualidade da água subterrânea para irrigação na região de Lagoa de Salsa no município de Tibau-RN e microrregião, bem como estudar os efeitos da sazonalidade climática sob a qualidade química.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em Lagoa de Salsa, V. Nova, Vila União e Gangorra situada no município de Tibau – RN e redondezas (Mossoró – RN, Grossos - RN e Icapuí – CE). Com o auxílio do software ArcView GIS 3.2 foram confeccionados mapas de parte dos municípios estudados e a localização geográfica dos poços onde se coletaram amostras de água para a avaliação da qualidade (Figura 1).

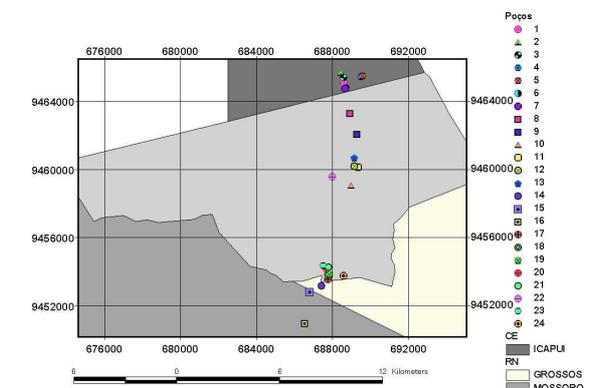


Figura 1. Municípios estudados e localização dos poços.

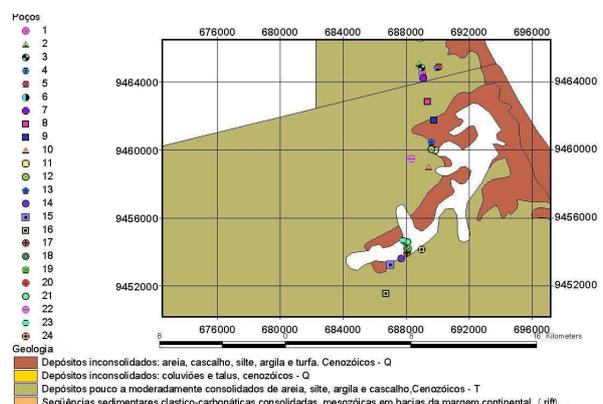


Figura 2. Caracterização geológica da área de abrangência do estudo.

O clima da região estudada é de savana ou clima tropical de estações úmida e seca de acordo com a classificação climática de Koppen, com temperatura média de 27,3 °C. A área do município abrange, terrenos do Grupo Barreiras de Idade Terciária, sendo caracterizado por arenitos inconsolidados e siltitos com intercalações de argilas variadas, arenitos caulínicos e lateritas, que formam espessos solos arenosos de coloração avermelhada (IDEMA, 2005).

Na zona costeira, recobrimdo o Grupo Barreiras, estão às dunas móveis, depósitos de origem marinha remodelados por ventos; geologicamente caracterizadas como Depósitos de Praias formados por areias finas a grossas, com níveis de cascalho, associadas às praias atuais e dunas móveis; arenitos e conglomerados com cimento carbonático, definindo cordões de beach rocks (IDEMA, 2005).

Na região estuária estão presentes os aluviões, geologicamente formando Depósitos de Planícies e Canais de Marés, compostos por pelitos arenosos, carbonosos ou carbonáticos. Geomorfologicamente esta área é caracterizada como Planície Fluvio Marinha, área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, geralmente sujeitas a inundações periódicas, com vegetação de mangues, podendo chegar a até 35 km para o interior, sendo áreas consideradas propícias para a extração do sal marinho (IDEMA, 2005). A caracterização geológica da área de abrangência do estudo é mostrada na Figura 2.

Na Figura 3 encontra-se a localização dos mananciais superficiais da área estudada. De acordo com estudos realizados pelo Idema (2005), a hidrografia do município de Tibau-RN está representada em 100% do seu território inserido na Bacia Hidrográfica Apodi-Mossoró, onde se destacam os Córregos da Gangorra e da Lagoa Redonda. A água subterrânea do município encontra-se no Aquífero Barreiras - composto por arenitos finos e grosseiros, conglomerados, arenitos argilosos, caulínicos e feruginosos níveis de cascalhos, lateritas e argilas variadas de coloração amarela a avermelhada. Quanto à hidrogeologia este aquífero apresenta-se confinado, semi-confinado e livre em algumas áreas. Com relação aos poços construídos o Idema (2005) aponta que os mesmos mostram capacidade máxima de vazão, variando entre 5 a 100 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. Na Figura 3 verifica-se a hidrografia da região.

Os solos da área de abrangência de estudo são classificados como Latossolo Vermelho amarelo distrófico e eutrófico; apesar de nos municípios predominarem areia quartzosas marinhas, cambissolo eutrófico, podzólico plíntico eutrófico, rendzina, solo arenoquartzoso profundo, solo salino, nenhum poço situa-se nessas áreas (Figura 4).

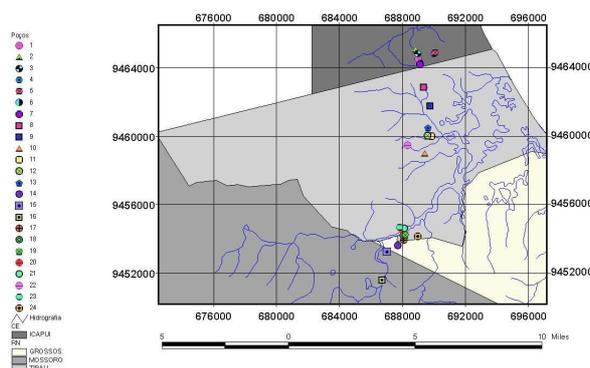


Figura 3. Caracterização hidrográfica da área de abrangência do estudo.

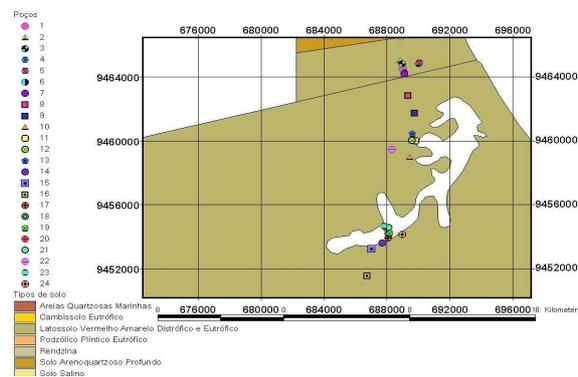


Figura 4. Caracterização dos solos da microrregião.

Para avaliar a sazonalidade e a qualidade das águas de origens subsuperficiais do município, foram coletadas amostras de água de poços perfurados em área de produção familiar nos principais Projetos de Assentamentos em Lagoa de Salsa, Vila nova, Gangorra e Nova União situado no município de Tibau, RN, e proximidades. Foram realizadas duas campanhas de coletadas totalizando 48 amostras em 24 poços, sendo a primeira no período de menor precipitação (outubro/novembro de 2008) e, a segunda no período de chuvoso (maio/junho de 2009). As amostras foram acondicionadas em garrafas de 500 mL e conduzidas ao Laboratório de Análise de Solos e Água da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) para a realização das caracterização químicas, onde foram determinadas a condutividade elétrica da água (CE<sub>a</sub>), o pH e os íons Ca, Mg, K, Na, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub> e Cl usando a metodologia da Embrapa (1997). A RAS foi estimadas conforme a metodologia descrita por Ayers e Westcot (1999), empregando-se CE<sub>a</sub> e a RAS ajustada (MEDEIROS, 2003).

Os riscos de utilização das amostras de água coletada quanto à toxidez de íons cloreto e sódio foram identificados conforme limites estabelecidos por Ayers e Westcot (1999). Com a utilização do software QUALIGRAF (FUNCEME, 2009), as amostras foram agrupadas de acordo com a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, que leva em consideração a CE<sub>a</sub> e a RAS, para verificar se a água apresentava algum perigo de sali-

nização e/ou sodificação nos períodos estudados.

A localização geográfica dos poços onde foram coletadas as amostras de água foram geocorrelacionadas utilizando o método SIG, com um GPS. Além disso, foram registrados o nome do proprietá-

rio, a profundidade do poço, os principais usos da água (consumo humano e ou irrigação) e as a técnica de construção do poço (manual ou mecanizada) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Localização geográfica, uso e técnicas de construção de poços.

Proprietário	Região	Poço	Posição UTM	Latitude	Longitude	Profundidade (m)
Damião	Vila Nova	1	24 M 689016 9465080	4°50'14,3''S	37°17'44,1'' O	21
Valdeci	Vila Nova	2	24 M 688838 9465686	4°49'54,7''S	37°17'49,9'' O	15
Sidney	Vila Nova	3	24 M 688987 9465402	4°50'03,9''S	37°17'45,1'' O	21
Maria	Vila União	4	24 M 689994 9465418	4°50'03,3''S	37°17'12,4'' O	21
Geossinio	Vila União	5	24 M 690082 9465472	4°50'01,5''S	37°17'09,5'' O	22
João	Vila Nova	6	24 M 689112 9464806	4°50'23,3''S	37°17'40,9'' O	21
Rebouças	Vila Nova	7	24 M 689104 9464732	4°50'25,7''S	37°17'41,2'' O	-
Lourdes	Vila Nova	8	24 M 689359 9463274	4°51'13,1''S	37°17'32,8'' O	36
Alcivan	Vila Nova	9	24 M 689768 9462074	4°51'52,2''S	37°17'19,4'' O	65
Davi	Lagoa de Salsa	10	24 M 689439 9459058	4°53'30,4''S	37°17'29,9''O	65
Dedé	Lagoa de Salsa	11	24 M 689845 9460132	4°52'55,4''S	37°17'16,8''O	11
Janier	Lagoa de Salsa	12	24 M 689608 9460180	4°52'53,8''S	37°17'24,5''O	12
Fco Chagas	Lagoa de Salsa	13	24 M 689618 9460676	4°52'37,7''S	37°17'24,2''O	15
Nilton	Gangorra	14	24 M 687702 9453170	4°56'42,2''S	37°18'25,8''O	80
Cosme	Gangorra	15	24 M 687014 9452796	4°56'54,4''S	37°18'48,1''O	45
Socorro	Gangorra	16	24 M 686738 9450964	4°57'54,1''S	37°18'56,9''O	-
Anselmo	Gangorra	17	24 M 688084 9453518	4°56'30,8''S	37°18'13,4''O	32
Marcelino	Gangorra	18	24 M 688073 9453820	4°56'21,0''S	37°18'13,8''O	-
Edvaldo	Gangorra	19	24 M 688178 9453840	4°56'20,4''S	37°18'10,4''O	50
Raimundo	Gangorra	20	24 M 687985 9454164	4°56'09,8''S	37°18'16,7''O	41
Tarcisio	Gangorra	21	24 M 688113 9454242	4°56'07,3''S	37°18'12,5''O	96
Rocha	Gangorra	22	24 M 688330 9459560	4°53'14,1''S	37°18'05,9''O	25
Vivaldo	Gangorra	23	24 M 687800 9454332	4°56'04,4''S	37°18'22,7''O	50
Silva	Gangorra	24	24 M 688990 9453746	4°56'23,3''S	37°17'44,0''O	-

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 contém os resultados das variáveis físico-químicas da água de poços situado na região de lagoa de Salsa no município de Tibau, RN, e microrregião, amostradas nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Os valores do pH das águas dos poços estudados variaram de 4,9 a 7,40 e de 4,5 a 9,7 para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Com exceção da amostra do poço 15 realiza-

da no período seco, todos os valores do pH observados encontram-se dentro da faixa de normalidade, para fins de irrigação (6,5 a 8,5), conforme Ayers e Westcot (1991). Segundo os autores, não há restrição de uso de águas com pH abaixo de 7,0; entretanto, valores de pH na faixa de 7,0 a 8,0 podem apresentar restrição de uso de ligeira a moderada em irrigação localizada, pois pode causar problemas de obstrução dos emissores por precipitação química.

**Tabela 2.** Variáveis físico-químicas da água dos poços no período seco.

Poço	Elementos									
	pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS*
	dS m <sup>-1</sup>		mmolc L <sup>-1</sup>							
1	6,00	0,58	0,50	1,22	0,20	1,10	3,80	0,00	0,70	1,51
2	4,90	0,50	0,78	1,29	0,90	1,00	2,40	0,00	0,80	1,32
3	5,10	4,45	1,33	8,02	5,60	7,40	36,40	0,00	0,20	3,15
4	5,00	0,94	1,05	2,19	1,00	2,10	4,00	0,00	0,60	1,76
5	5,30	1,18	0,74	2,03	0,90	1,40	8,60	0,00	0,60	1,89
6	5,20	0,78	0,66	1,37	1,00	1,90	3,60	0,00	0,50	1,14
7	7,00	5,90	1,84	10,54	16,50	8,50	55,60	0,00	2,70	2,98
8	7,10	7,00	2,70	12,87	8,70	14,30	54,20	0,00	5,90	3,80
9	6,40	0,70	0,38	1,29	0,60	0,30	3,40	0,00	0,80	1,92
10	7,10	13,10	1,81	97,90	15,10	17,70	143,60	0,00	2,50	24,17
11	7,00	1,34	0,32	2,38	2,20	2,00	9,00	0,00	2,20	1,64
12	7,10	6,78	1,33	2,03	20,50	8,80	60,80	0,00	4,30	0,53
13	7,10	9,94	0,74	14,03	24,00	17,50	95,20	0,00	8,00	3,08
14	7,10	5,42	0,59	35,70	12,00	6,50	50,60	0,00	4,10	11,74
15	6,90	9,30	2,18	63,20	14,90	14,90	98,20	0,00	2,40	16,37
16	7,00	7,51	1,20	47,90	20,90	6,30	76,20	0,00	2,30	12,99
17	7,40	4,75	1,20	34,30	5,50	7,70	40,20	0,00	3,00	13,35
18	7,10	2,54	0,15	15,80	6,20	3,40	20,40	0,00	3,20	7,21
19	7,20	2,27	0,15	12,80	5,00	4,90	18,40	0,00	3,80	5,75
20	7,50	2,53	0,23	16,80	7,00	1,50	21,40	0,00	4,10	8,15
	7,00	24,60	1,49	176,2	20,00	49,80	278,60		6,80	
21			0					0,00		29,83
22	7,20	5,91	1,04	44,80	6,00	8,30	54,20	0,00	4,90	16,75
23	7,00	8,53	0,80	57,20	12,50	15,60	36,20	0,00	3,70	15,26
24	7,10	4,79	0,27	34,10	4,40	9,40	42,80	0,00	5,40	12,98
Desvio	0,85	5,34	0,67	40,05	7,53	10,32	60,32	0,00	2,13	7,99
Média	6,62	5,47	0,98	29,00	8,82	8,85	50,74	0,00	3,06	8,30

\*(mmolc L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>

Com base na classificação da água estabelecida por Ayers e Westcot (1991), constataram-se que os valores de CE<sub>a</sub> no período seco, apenas 12,5% das amostras das águas dos poços não apresentaram restrições de uso para fins de irrigação (poços 1,2 e 9 com CE<sub>a</sub> < 0,7 dS m<sup>-1</sup>) contra 29,17 e 58,33% das amostras com grau de restrições para uso ligeira e moderada (poços 4, 5, 6, 11, 18, 19 e 20 com CE<sub>a</sub> entre 0,7 – 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e severa (poços 3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23 e 24 com CE<sub>a</sub> > 3,0 dS m<sup>-1</sup>), respectivamente (Tabela 2). Já para o período chuvoso, a qualidade das águas dos poços apresenta-

ram menores riscos de salinidade com redução na CE<sub>a</sub> média de 32,72% em relação ao período seco, registrando-se 16,17; 29,17 e 58,33% das amostras com nenhum grau de restrição, Ligeira a moderada e Severa, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Variáveis físico-químicas da água dos poços no período chuvoso.

Poço	Elementos									
	pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS*
	dS m <sup>-1</sup>		mmolc L <sup>-1</sup>							
1	5,30	0,70	0,53	0,00	0,70	0,40	4,00	0,00	0,50	0,00
2	4,50	0,57	0,82	0,00	1,10	0,90	1,80	0,00	0,40	0,00
3	6,00	3,00	1,11	23,06	3,70	4,40	20,60	0,00	1,00	11,46
4	4,90	0,75	0,93	0,00	1,00	1,30	2,00	0,00	0,70	0,00
5	4,60	1,12	0,82	9,23	0,90	1,20	6,60	0,00	0,80	9,01
6	5,40	1,00	0,73	7,16	1,30	1,30	5,00	0,00	0,40	6,28
7	6,85	3,48	1,60	0,00	8,90	7,70	26,20	0,00	2,10	0,00
8	6,80	8,90	3,39	50,08	20,70	13,50	66,20	1,00	3,00	12,11
9	6,70	0,58	0,47	0,00	0,80	0,30	3,00	0,00	1,10	0,00
10	6,80	11,50	2,27	61,72	33,30	18,50	109,00	0,40	3,60	12,13
11	7,30	1,12	0,60	0,00	5,60	0,30	2,80	0,30	2,40	0,00
12	7,30	3,44	1,28	18,15	11,20	5,10	28,20	0,20	1,80	6,36
13	7,30	1,04	0,37	0,00	4,00	1,50	7,00	0,10	2,40	0,00
14	6,90	4,19	0,54	16,25	25,20	2,10	35,40	0,10	3,80	4,40
15	9,70	4,38	3,26	18,71	14,70	10,30	39,00	0,20	2,50	5,29
16	6,80	4,40	0,65	18,66	22,10	7,50	37,80	0,30	3,20	4,85
17	7,70	0,43	0,13	0,00	2,00	1,40	2,00	0,50	1,20	0,00
18	7,50	0,95	0,41	0,00	6,00	2,60	5,00	0,80	3,70	0,00
19	6,70	3,73	0,45	10,56	27,20	3,40	34,40	0,20	3,70	2,70
20	6,61	6,61	0,15	0,00	21,60	5,30	31,80	0,00	7,00	0,00
21	5,60	5,51	2,01	31,33	11,30	12,40	56,00	0,00	0,50	9,10
22	6,60	8,58	0,47	50,25	30,10	13,00	83,20	0,40	3,90	10,82
23	7,02	5,82	0,73	0,00	21,80	10,40	45,00	0,00	5,80	0,00
24	6,60	6,50	0,83	30,81	25,50	13,30	59,80	0,00	3,50	7,00
Desvio	1,13	3,10	0,88	18,48	11,01	5,38	28,97	0,27	1,75	4,59
Média	6,56	3,68	1,02	14,42	12,53	5,75	29,66	0,19	2,46	4,23

\*(mmolc L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>

Conforme a Tabela 2, o teor de sódio variou de 1,22 a 176,2 mmolc L<sup>-1</sup>, para o período seco e de acordo com a Tabela 3 o sódio variou de 0,00 a 50,55 mmolc L<sup>-1</sup> para o período chuvoso, com redução média de 50,28%, provavelmente em função da diluição da água dos poços devido a precipitação. De acordo com Ayers e Westcot (1991), para o período seco observou-se em 33,33; 4,15 e 62,51% das amostras graus de restrição de uso nenhum (< 3 mmolc L<sup>-1</sup>), moderada (3-9 mmolc L<sup>-1</sup>) e severa (>9 mmolc L<sup>-1</sup>), respectivamente. Já para o período seco, constataram-se em 45,80; 4,16 e 50,04% das amostras graus de restrição nenhum, moderada e severa, respectivamente.

As concentrações de cloreto variaram de 1,00 a 49 e 1,80 a 109 mmolc L<sup>-1</sup> nos períodos seco e chuvoso, respectivamente; sendo constatado, para os períodos seco e chuvoso 16,6 e 25% das amostras sem grau de restrição de uso da água quanto à toxicidade de cloreto para os sistemas de irrigação localizado e aspersão (AYERS; WESTCOT, 1999) (Tabelas 2 e 3). Entretanto, houve decréscimo dos teores médios de Cl<sup>-</sup> entre o períodos seco e chuvoso (47,46%), devido ao aumento das precipitações nos

períodos chuvosos.

Os valores de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) variaram de 0,2 a 8,00 mmolc L<sup>-1</sup> para o período seco, sendo verificado na maioria das amostras grau de restrição de uso, nenhum e ligeira-moderada (Tabela 2); enquanto na estação chuvosa os valores de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, não apresentando restrições de uso na maioria das amostras analisadas (Tabela 3). Apenas no período chuvoso foi verificada a presença de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; sendo estes associados ao aumento do pH das águas dos poços nesta estação, comprovando que em um extrato de saturação, a presença de quantidades tituláveis de carbonato indica que o pH elevado. As concentrações de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> quando associados com cálcio formam o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), sal de baixa solubilidade, que ao precipita-se retira da solução do solo parte do cálcio, proporcionando interferência no valor da RAS (ANDRADE JÚNIOR et al, 2006).

Observou-se diminuição no valor da RAS das amostras das águas coletadas no período chuvoso em relação ao período seco (19,61%), porém apenas 12,5% das amostras coletadas no período seco estão acima de 15 (mmolc L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>, ou seja, com severas res-

trições de uso na irrigação quanto ao risco de causar problemas permeabilidade no solo, caso não seja adotado um manejo adequado da irrigação (AYERS; WESTCOT, 1999).

Para se verificar o efeito sazonal foi feito comparação entre todas as médias dos períodos seco e chuvoso (Tabela 4), onde se verificou o pH como parâmetro de menor variação entre os períodos e, em relação as concentrações dos íons houve maior redução no sódio, mais de 50% da concentração; enquanto que a  $CE_a$  sofreu redução superior a 32% e a RAS

queda acima de 49%. De acordo com a classificação da salinidade com base nos totais de sólidos dissolvidos em torno de 63% das águas avaliadas são classificadas como ‘salgadas’ em ambos os períodos. Em geral, as águas doces foram encontradas nos poços localizados em Icapuí e as salgadas nos poços dos municípios de Grossos e Mossoró, sendo estas últimas situadas no aquífero do calcário Jandaíra, que por ser rico em calcário, justifica o elevado teor de sais (SILVA JÚNIOR et al., 1999; MEDEIROS et al., 2003).

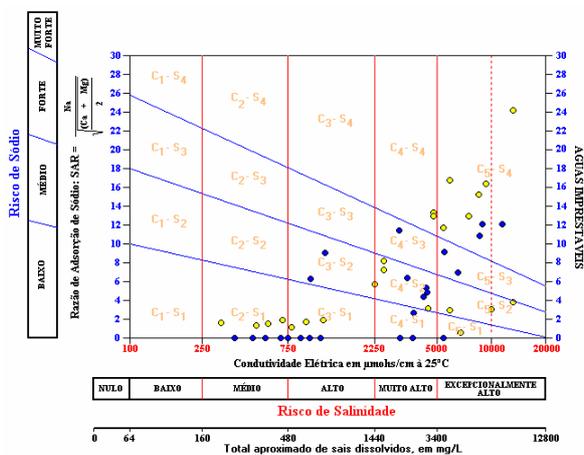
**Tabela 4.** Comparações entre as médias dos parâmetros estudados para o período seco e chuvoso.

Parâmetros	Período seco	Período chuvoso	Diferença percentual (%)	Situação
pH	6,62	6,56	-0,91	Redução
$CE_a$	5,47	3,68	-32,72	Redução
$K^+$	0,98	1,02	4,08	Aumento
$Na^+$	29,00	14,42	-50,28	Redução
$Ca^{2+}$	8,82	12,53	42,06	Aumento
$Mg^{2+}$	8,85	5,75	-35,03	Redução
$Cl^-$	50,74	26,66	-47,46	Redução
$CO_3^{-2}$	0,00	0,19	-	Aumento
$HCO_3^-$	3,06	2,46	-19,61	Redução
RAS	8,30	4,23	-49,04	Redução

Na Figura 5 verifica-se a classificação da água da irrigação quanto ao risco de salinidade e sodicidade de acordo com a metodologia do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos. Em relação ao período seco as águas dos poços variaram entre as classes  $C_3S_1$  (riscos de salinidade alto e de sodicidade baixo),  $C_2S_1$  (riscos de salinidade médio e de sodicidade baixo)  $C_4S_2$  (riscos de salinidade muito alto e de sodicidade médio),  $C_5S_1$  (riscos de salinidade excepcionalmente alto e de sodicidade baixo),  $C_5S_2$  (riscos de salinidade excepcionalmente alto e de sodicidade médio) e  $C_5S_4$  (riscos de salinidade excepcionalmente alto e de sodicidade muito forte) nas proporções de 12,5; 16,66; 16,66; 4,16; 12,5 e 33,33% das amostras das águas dos poços amostrados. Entre as águas coletadas dos poços na área de estudo, no período chuvoso, 50% das amostras baixaram os riscos de sodicidade e/ou salinidade, 21% das amostras não mudaram sua classificação quanto à irrigação, 17% aumentaram os seus riscos de salinidade e/ou sodicidade, 8% aumentaram o nível de salinidade e baixou o nível de sodicidade, e 4% baixou o nível de salinidade com aumentou o nível de sodicidade.

Para a maioria dos parâmetros analisados, as concentrações para a estação chuvosa foram inferiores àquelas registradas na estação seca. Essas diferenças se devem à diminuição do volume de água dos mananciais na estação seca, o que confirma os resultados obtidos por Oliveira et al. (1998) e Lobato et al. (2008) nas águas do rio Mossoró (RN) e na barragem Santa Rosa (CE), respectivamente. Enquanto que, Brito et al. (2005), não observaram variações significativas nas variáveis de qualidade das

águas entre os períodos seco e chuvoso nas águas da bacia hidrográfica do Salitre, BA.



**Figura 5.** Classificação da água para irrigação dos poços da região de Tibau, RN.

## CONCLUSÕES

O pH, CE e a RAS, bem como os íons  $Na^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$  sofrem redução no período seco para o chuvoso, enquanto que os íons  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $CO_3^{-2}$  aumentam;

Dentre as amostras coletadas, 62,5% se classificam como águas salgadas e 17% modificam a sua classificação reduzindo os riscos de salinização e sodificação no período chuvoso.

---

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, A.S. et al. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido Piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.04, p.873-880, 2006.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (Irrigação e Drenagem, 29).
- BRITO, L.T.L. et al. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.596-602, 2005.
- COIMBRA, R.; ROCHA, C.L.; BEEKMAN, G.B. **Recursos hídricos: conceitos, desafios, capacitação**. Brasília: ANEEL, 1999. 78p.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Qualigraf. Disponível em: <http://www.funceme.br/dehid/index.htm>. Acesso em: 20 jul. 2009.
- IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte, Diretoria Técnica e Administrativa. Perfil do seu Município: aspectos geo-ambientais e socioeconômicas. 2005. 22p.
- LOBATO, F.A.O. et al. CRISOSTOMO, L.A. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.1, p.167-172, 2008.
- MEDEIROS, J.F. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- MUGGLER, C.C. **Relações geomorfológica em área dos Chapadões do Rio Corrente, sudoeste da Bahia**. 1989. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFAL, Maceió, 1989.
- OLIVEIRA, O.; MAIA, C.E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.1, p.17-21, 1998.
- SILVA, L.P.; EWEN, J. Modelagem hidrológica para grandes bacias hidrográficas: a necessidade de novas metodologias, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5, n.4, p.81-92, 2001.
- SILVA JÚNIOR, L.G.A.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.11-17, 1999.