

INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA CHAPADA DO APODI

*Carla Maria Salgado Vidal Silva^{1a}, Maria Marlúcia Freitas Santiago^{1b},
Horst Frischkorn², Zulene Almada Teixeira³ & Josué Mendes Filho^{1c}*

RESUMO --- A Chapada do Apodi hospeda a segunda maior reserva de água subterrânea do Estado do Ceará e possui intensa atividade agrícola irrigada. Foram coletadas 16 amostras para análise de metais pesados e 10 amostras para análise de pesticidas em dois períodos, seco e chuvoso, na parte cearense da Chapada; e em todas as amostras foram analisados os elementos nitrogenados e coliformes totais e fecais. Em relação aos elementos nitrogenados, no período chuvoso, 03 amostras não eram potáveis e somente 02 amostras apresentaram ausência de coliformes; no período seco, 06 eram não-potáveis em relação aos elementos nitrogenados e apenas 04 amostras apresentaram ausência de coliformes. Em relação aos metais pesados analisados nenhuma amostra apareceu com valores acima dos máximos permitidos. Foram encontrados agrotóxicos em 05 das 10 amostras coletadas. Quanto à classificação das águas para agricultura em relação ao risco de sódio, todas as amostras se encontram na classe 1 e em relação ao risco de salinidade 02 amostras apresentam salinidade baixa, 04 média e 24 alta.

ABSTRACT --- Apodi Plateau groundwater resources are second in Ceará state, and are being used for intense irrigation. We collected, on the top of the Plateau that is part of Ceará, during both dry and rainy season, 16 groundwater samples for heavy metal analyses and 10 for pesticides. All samples were analysed for nitrogen compounds and total and fecal coliform bacteria. With respect to nitrogen compounds, during the rainy season, 3 samples were from non-potable water and only 2 showed absence of coliform bacteria. During the dry season, 6 samples were non-potable due to excessive nitrogen and only 4 were free from coliforms. With respect to heavy metals analysed, none of the samples showed excess. Pesticides were found in 5 out of 10 samples.

Palavras-chave: Chapada do Apodi, metais pesados, compostos nitrogenados.

¹Departamento de Física da UFC, Caixa Postal 6030, Cep. 60455-760, Tel.: (0xx) 85 3366.9913, Fax: (0xx) 85 3366.9450; e-mail:
(a) carla@fisica.ufc.br, (b) marlucia@fisica.ufc.br, (c) josué@fisica.ufc.br

²Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da UFC, Tel.: (0xx) 85 3366 9775, Fax: (0xx) 85 3366 9627, e-mail: cari@ufc.br.

³COGERH, (0xx) 85 3218 7020, e-mail: zulene@cogerh.com.br

1 – INTRODUÇÃO

Para identificar a influência dos metais pesados e dos pesticidas na água subterrânea na Chapada do Apodi foram coletadas 16 amostras para análise de metais pesados e 10 amostras para análise de pesticidas nos dois períodos, seco e chuvoso; em todas as amostras foram analisados os elementos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e coliformes totais e fecais.

A Chapada do Apodi foi escolhida como área de trabalho por ser a segunda maior reserva de água subterrânea do Estado do Ceará e por possuir intensa atividade agrícola irrigada; por esta razão, também foi utilizado o diagrama USSLS (1954) para avaliar a qualidade da água para uso na agricultura.

2 – ÁREA DE TRABALHO

A área de estudo está localizada na Chapada do Apodi na divisa do Ceará com o Rio Grande do Norte. O trabalho foi desenvolvido na parte cearense da Chapada, englobando os municípios de Limoeiro do Norte, Quixeré, Tabuleiro do Norte e Alto Santo (Figura 1).

A estratigrafia da bacia é representada, na base, pelo arenito Açu e, no topo, pelo calcário da Formação Jandaíra. O tipo de solo torna a área potencialmente importante para agricultura irrigada. Na área da Chapada no Ceará, esta atividade foi iniciada utilizando água superficial, do Rio Jaguaribe perenizado com as águas do açude Orós, e foi expandida com a captação das reservas de água subterrânea armazenada principalmente no Calcário Jandaíra.

O clima da região é semi-árido, com período chuvoso de janeiro a abril (IPECE, 2004). A média anual de precipitação é de 679 mm (MAIA *et al.* 1998). A figura 2 apresenta a pluviometria para os municípios de Quixeré e Limoeiro do Norte no ano de 2008 (FUNCEME, 2009).

Devido à baixa latitude, a temperatura apresenta-se sem grande variação anual, com temperatura média de 27,5 °C, sendo dezembro o mês mais quente, com média de 28,5 °C, e julho o mês mais frio, com média de 26,5°C (Maia *et al.* 1998). A umidade relativa do ar chega a valores superiores a 84% no mês de abril e inferiores a 50% em setembro (Fialho *et al.* 2006).

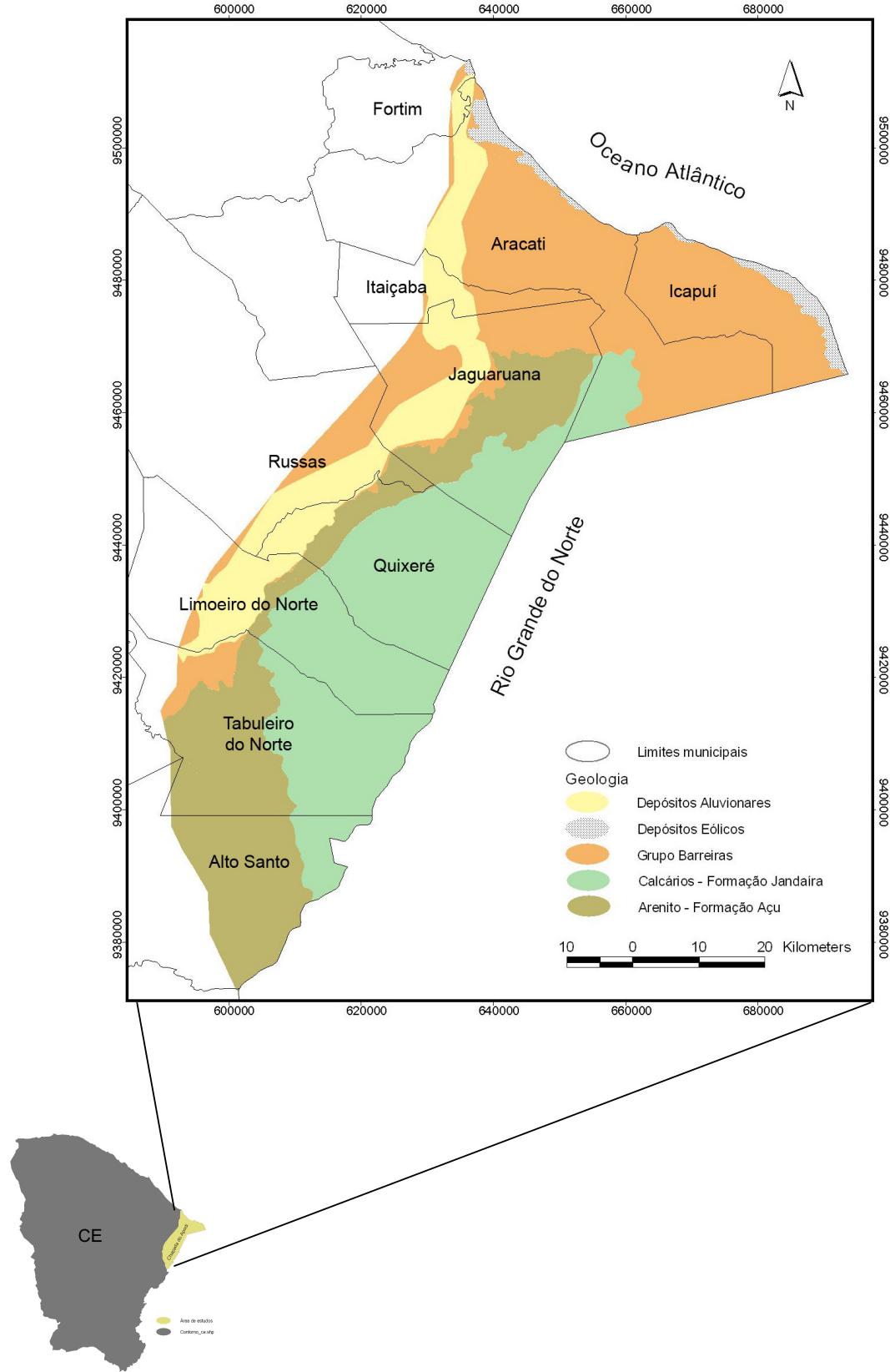


Figura 1 – Área de trabalho. Fonte: COCERH, 2009.

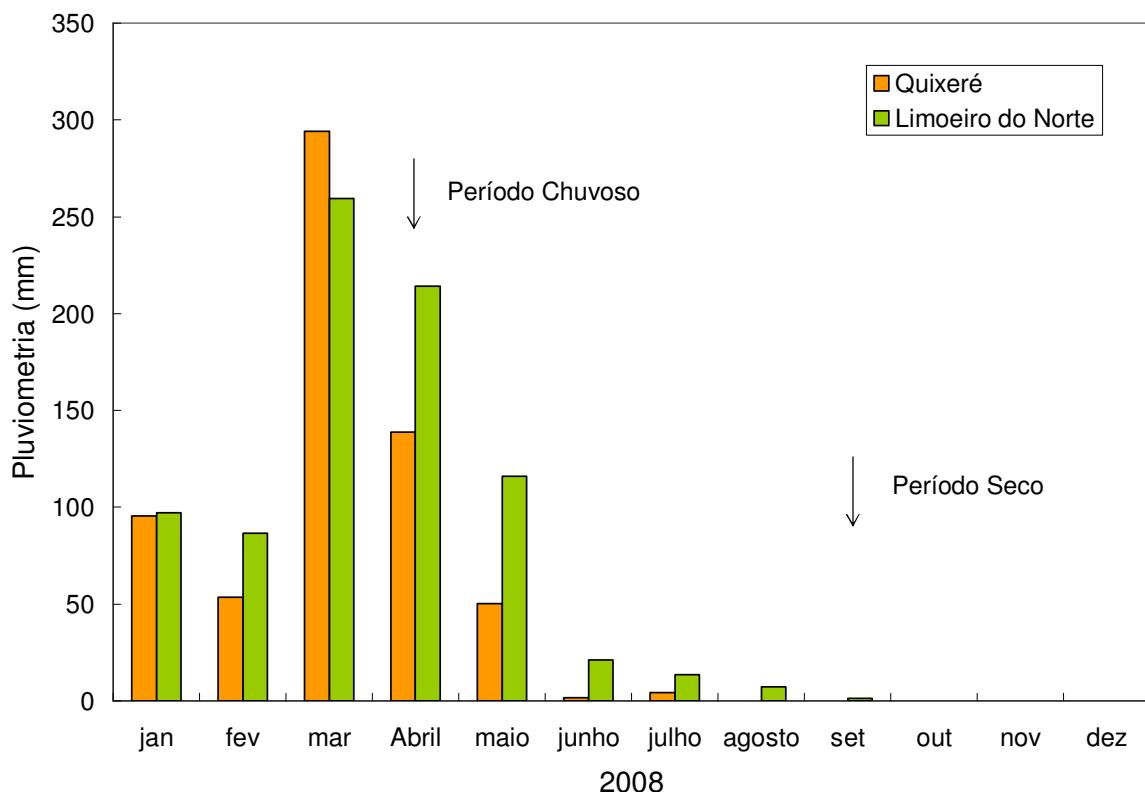


Figura 2 – Pluviometria dos municípios de Quixeré e Limoeiro do Norte no ano de 2008.

Fonte: FUNCEME, 2009.

3 – METODOLOGIA

Foram coletadas na Chapada do Apodi 16 amostras para análise de metais pesados e 10 amostras para análise de pesticidas em dois períodos, seco e chuvoso, e em todas as amostras foram analisados os elementos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) e coliformes totais e fecais. Também foram analisados os íons maiores sódio, cálcio e magnésio e foi medida a condutividade elétrica, no campo, para fazer o diagrama USSLS (1954) para classificação das águas para agricultura, usando o programa Qualigraf.

3.1 – Metais Pesados

As análises dos metais pesados foram feitas no LAQA – Laboratório de Química Ambiental do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC. Foram analisados os metais pesados cromo (Cr), cobre (Cu), cádmio (Cd), chumbo (Pb), zinco (Zn) e bário (Ba) utilizando metodologias do APHA (1998).

As concentrações dos metais Cr, Cu, Cd, Pb e Zn foram determinadas em Espectrômetro de Absorção Atômica com chama, marca Varian, modelo AA240 FS, e a concentração de Ba foi

determinada em Espectrômetro de Emissão Atômica, marca Perkin Elmer, modelo plasma 4300 DV.

3.2 – Agrotóxicos

As medidas de agrotóxicos foram realizadas no Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP – no Laboratório de Análises de Resíduos de Agrotóxicos. A metodologia utilizada é a do APHA (1992). Foram analisados 197 compostos.

3.3 – Hidroquímica

Os compostos nitrogenados (NH_4^+ , NO_2^- e NO_3^-) e os íons Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} foram analisados no Laboratório de Hidroquímica do Departamento de Física da UFC, a condutividade elétrica foi medida com condutivímetro portátil no campo. A metodologia utilizada é a do APHA (1992) utilizando os seguintes métodos:

- NH_4^+ , NO_2^- e NO_3^- : Determinação pelo método espectrofotométrico em $\lambda = 415$ nm, 520 nm e 500 nm, respectivamente.
- Na^+ : Leitura direta usando fotometria de chama.
- Ca^{2+} : Determinação complexiométrica.
- Mg^{2+} : Medido de maneira indireta através da medida da dureza que é feita por determinação complexiométrica.

3.4 – Bacteriologia

Os coliformes totais e fecais foram analisados no Laboratório de Bacteriologia do Departamento de Física da UFC, através do método colilert em cartela.

4 – RESULTADOS E DISCUSÕES

Com o objetivo de diagnosticar a interferência antrópica, foram realizadas medidas de compostos nitrogenados, medidas bacteriológicas, medidas de metais pesados e de agrotóxicos.

As discussões quanto à adequação ao uso serão feitas em relação aos valores do CONAMA (2008) como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Valores máximos permitidos (VMP) (CONAMA, 2008).

Parâmetro	VMP (mg/L)		Parâmetro	VMP (mg/L)	
	Consumo humano	Irrigação		Consumo humano	Irrigação
Bálio	0,7	-	N - Nitrato	10	-
Cádmio	0,005	0,01	Nitrato	45	-
Chumbo	0,01	5,0	N- Nitrito	1,0	1,0
Cloreto	250	100-700	Nitrito	3,3	3,3
Cobre	2,0	0,2	Sódio	200	-
Cromo	0,05	0,1	STD	1.000	-
Coliformes	ausência		Sulfato	250	-
Ferro	0,3	5,0	Zinco	5,0	24

4.1 – Compostos nitrogenados e coliformes totais e fecais

A Tabela 1 apresenta os resultados das medidas dos compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitrato e de coliformes totais e fecais em águas subterrâneas coletadas no período chuvoso e no período seco. As Figuras 3 e 4 mostram os valores de nitrato e coliformes totais em cada poço nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Nestas figuras, está indicado o VMP de 45mg/L para o NO_3^- para as águas potáveis (CONAMA, 2008).

Os resultados mostram que nenhuma amostra da coleta no período chuvoso tinha amônia e, no período seco, apareceu amônia em concentrações < 1,0, com exceção de duas amostras, 04 e 11, com 2,6 e 2,1 mg/L. As concentrações de nitrito também foram muito baixas nos dois períodos: no período chuvoso, acima de 3,3 mg/L, o limite máximo para águas potáveis (CONAMA, 2008), somente a amostra 09 apresentou 5,4 mg/L e no período seco, foi somente a amostra 12, com 8,1 mg/L. Nitrato acima de 45 mg/L aparece em 03 amostras coletadas no período chuvoso e em 04 amostras no período seco. Nas águas para irrigação a Resolução do CONAMA (2008) limita a concentração de nitrito no mesmo VMP das águas potáveis.

Coliformes termo-tolerantes (fecais) apareceram em 05 amostras do período chuvoso e em 04 amostras do período seco.

Através das figuras 3 e 4, que mostram valores de nitrato e coliformes totais por poço nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, podemos observar que os valores mais elevados de NO_3^- apareceram no período seco. A figura 5 mostra um gráfico entre a diferença de nitrato entre o período chuvoso e o período seco. Comparando as concentrações nos dois períodos, verifica-se que nas águas de 6 poços no período chuvoso o nitrato era maior do que no período seco, em outros 6 poços ocorreu o contrário. Em 02 poços somente foi feita uma coleta e em 02 os valores se mantiveram.

Tabela 1 - Compostos nitrogenados e coliformes totais (CT) e termo tolerantes (CF).

Nº	Amostra	Período chuvoso					Período seco				
		NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	CT	CF	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	CT	CF
		(mg/L)		(NMP)			(mg/L)		(NMP)		
1	ALS/0002	< LD	0,2	3,7	116,2	2,0	< LD	0,7	< LD	52,9	< 1,0
2	ALS/0019	-	-	-	-	-	0,2	0,5	13,5	62,0	1,0
3	LIN/0017	< LD	0,3	31,9	23,3	< 1,0	0,4	0,7	27,0	35,5	35,5
4	LIN/0037	< LD	0,3	< LD	24,9	< 1,0	2,6	0,3	< LD	< 1,0	< 1,0
5	QUE/0027	< LD	1,6	44,9	20,3	< 1,0	0,6	0,6	227,5	< 1,0	< 1,0
6	QUE/0030	< LD	0,5	50,0	1,0	< 1,0	< LD	0,6	0,9	4,1	4,1
7	QUE/0105	< LD	0,7	25,0	< 1,0	< 1,0	0,3	1,0	23,1	5,2	< 1,0
8	QUE/0132	< LD	0,9	82,3	24,6	1,0	0,6	0,6	71,0	12,3	< 1,0
9	QUE/0133	< LD	5,4	120,7	2,0	1,0	-	-	-	-	-
10	QUE/0148	< LD	0,6	15,4	< 1,0	< 1,0	< LD	0,5	26,5	6,3	< 1,0
11	QUE/0211	< LD	0,5	40,3	27,5	< 1,0	2,1	1,1	17,3	5,2	< 1,0
12	QUE/0212	< LD	0,3	< LD	155,3	3,1	0,4	8,1	268,9	1,0	< 1,0
13	QUE/0220	< LD	0,3	27,8	33,6	< 1,0	0,6	1,1	365,5	< 1,0	< 1,0
14	TAN/0005	< LD	0,2	22,6	27,5	< 1,0	0,9	0,9	27,4	2,0	< 1,0
15	TAN/0017	< LD	0,9	11,6	114,5	2,0	0,2	0,7	11,1	76,7	57,6
16	TAN/0180	< LD	0,4	16,8	1,0	< 1,0	< LD	0,5	17,3	< 1,0	< 1,0

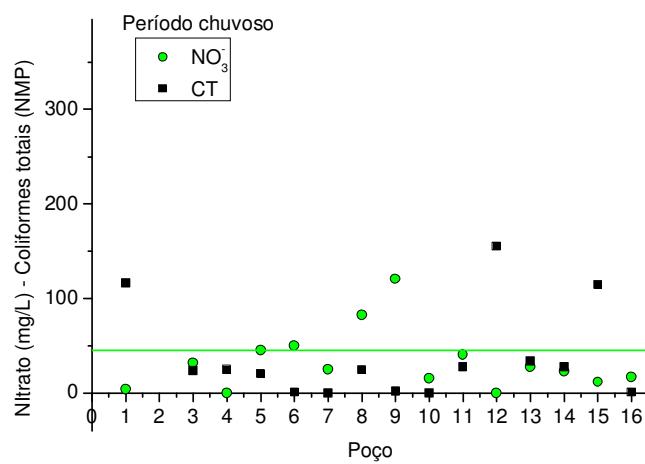


Figura 3 - Concentração de nitrato e coliformes totais nas amostras do período chuvoso.

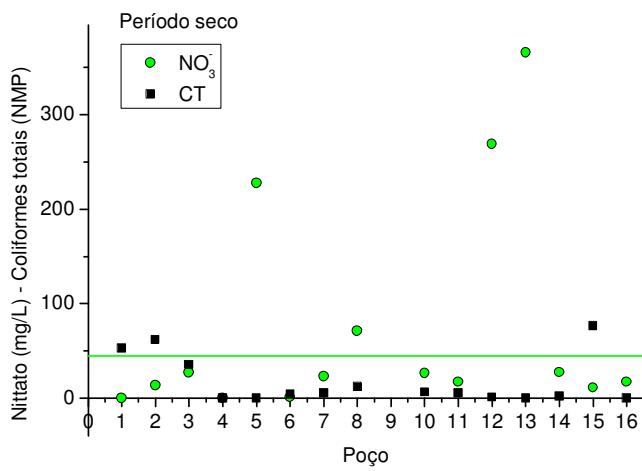


Figura 4 - Concentração de nitrato e coliformes totais nas amostras do período seco.

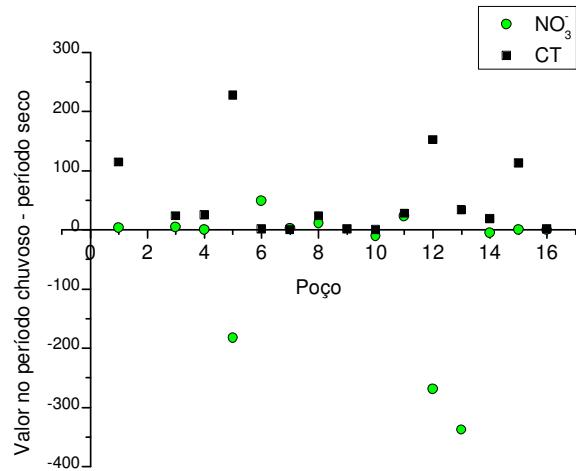


Figura 5 - Diferença na concentração de nitrato das amostras do período chuvoso e seco.

4.2 - Metais Pesados

Dos 16 poços amostrados para metais pesados, 02 estão localizados no município Alto Santo (amostras 1 e 2), 02 em Limoeiro do Norte (amostras 3 e 4), 09 em Quixeré (amostras de 5 a 13) e 03 em Tabuleiro do Norte (amostras de 14 a 16). Os resultados estão apresentados nas tabelas 2 e 3 para os períodos chuvoso e seco, respectivamente.

Tabela 2 - Concentração de metais pesados nas amostras coletadas no período chuvoso.

VMP: Valor Máximo Permitido para águas potáveis; LQ: Limite de Quantificação..

Nº	Amostra	Concentração (mg/L)				
		Cd	Pb	Cu	Cr	Zn
1	ALS/0002	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2	ALS/0019	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
3	LIN/0017	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
4	LIN/0037	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
5	QUE/0027	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
6	QUE/0030	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
7	QUE/0105	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
8	QUE/0132	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
9	QUE/0133	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
10	QUE/0148	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	0,031
11	QUE/0211	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
12	QUE/0212	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
13	QUE/0220	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
14	TAN/0005	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
15	TAN/0017	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
16	TAN/0180	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
LQ(mg/L)		0,017	0,254	0,040	0,223	0,019
VMP (mg/L)		0,005	0,01	2,0	0,05	5,0

Tabela 3 - Concentração de metais pesados nas amostras coletadas no período seco.

VMP: Valor Máximo Permitido para águas potáveis; LD: Limite de Quantificação.

Nº	Amostra	Concentração (mg/L)					
		Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Zn
1	ALS/0002	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
2	ALS/0019	0,526	≤ LQ				
3	LIN/0017	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
4	LIN/0037	0,197	≤ LQ				
5	QUE/0027	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
6	QUE/0030	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
7	QUE/0105	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
8	QUE/0132	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
9	QUE/0133	-	-	-	-	-	-
10	QUE/0148	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
11	QUE/0211	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
12	QUE/0212	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
13	QUE/0220	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ	≤ LQ
14	TAN/0005	0,235	≤ LQ				
15	TAN/0017	0,307	≤ LQ				
16	TAN/0180	0,248	≤ LQ				
LQ(mg/L)		0,167	0,017	0,254	0,040	0,223	0,019
VMP (mg/L)		0,700	0,005	0,01	2,00	0,050	5,000

Na coleta no período chuvoso (Tabela 2), os resultados mostram ausência de cádmio, chumbo, cobre e cromo e em uma a presença de zinco, mas abaixo do que o valor máximo permitido para águas de consumo humano (VMP). Na coleta do período seco (Tabela 3), somente bário apareceu em 05 das amostras, também em concentração abaixo do VMP para consumo humano.

Três tipos de origem de bário nas águas encontra-se na literatura: o uso de barita (hidróxido de bário) como fluido de perfuração, a presença de carbonato de bário em venenos para ratos e o uso de cloreto de bário e nitrato de bário em artefatos pirotécnicos para produzir cor verde. Bário foi encontrado também como incrustação em membranas de dessalinizadores instalados no Ceará.

4.3 - Agrotóxicos

Atividade agrícola intensiva é desenvolvida na Chapada do Apodi; por isso, dez amostras de água subterrânea foram coletadas para análise de agrotóxicos; os resultados apresentados na tabela 4 mostram que somente cinco poços apresentaram resíduos de agrotóxicos; 01 poço em cada um dos municípios de Alto Santo, Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte e 02 em Quixeré. Os agrotóxicos encontrados foram Ciromazina, Diazinona Flutriafol e Propiconazol; o quadro 2 mostra a classificação destes agrotóxicos em relação à sua toxicidade.

Dos agrotóxicos encontrados o de maior toxicidade (Diazinona) foi encontrado em Alto Santo, Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte; nos 02 poços de Quixeré os agrotóxicos encontrados são medianamente tóxicos (Flutriazol e Propiconazol I e II). Portanto, diferentes agrotóxicos estão sendo utilizados na Chapada do Apodi.

Tabela 4 - Locais de amostragem para análise de agrotóxicos.

Nº	Amostra	Resíduo de:
1	ALS/0005	Diazinona
2	LIN/0017	ausência
3	LIN/0030	Diazinona
4	QUE/0020	Flutriafol e Propiconazol (I e II)
5	QUE/0043	Flutriafol
6	QUE/0083	ausência
7	QUE/0105	ausência
8	QUE/0137	ausência
9	TAN/0001	Ciromazina e Diazinona
10	TAN/0017	ausência

Quadro 2 - Toxicidade dos agrotóxicos encontrados em águas subterrâneas na Chapada do Apodi

Produto	Grupo químico	Classe
Ciromazina	Triazinamina	IV - pouco tóxico
Diazinona	Organofosforado	II - altamente tóxico
Flutriafol	Triazol	III – medianamente tóxico
Propiconazol	Triazol	III - medianamente tóxico

4.4 – Uso da água na agricultura

O gráfico da figura 6, com dados da tabela 5, permite classificar as águas quanto ao risco de sódio, expresso pela Razão de Adsorção de Sódio, e o risco de salinidade, expresso pela condutividade elétrica. O quadro 3 mostra as características das águas amostradas quanto a adequabilidade ao tipo de solo. Pode-se observar pelo gráfico que as características das águas nos dois períodos de coleta são semelhantes.

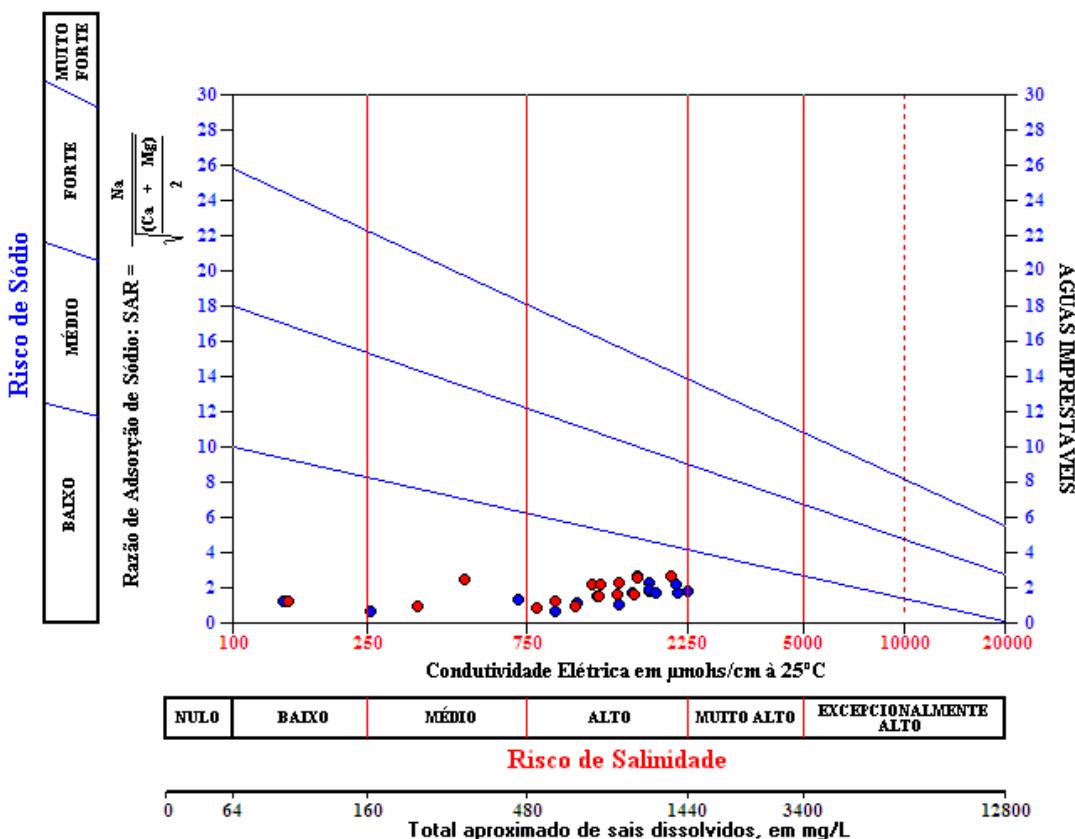


Figura 6 – Razão de Adsorção de Sódio vs. Condutividade Elétrica em água subterrânea na Chapada do Apodi.

Tabela 5 – Sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e Condutividade Elétrica (CE) das amostras coletadas nos períodos chuvoso e seco.

Nº	Amostra	Período Chuvoso				Período Seco			
		Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CE	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CE
		(mg/L)			($\mu\text{S}/\text{cm}$)	(mg/L)			($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1	ALS/0002	16,4	4,0	6,0	142	13,8	4,8	2,9	146
2	ALS/0019	-	-	-	-	21,8	16	14,6	355
3	LIN/0017	56,9	91,3	61,5	1060	56,9	110	27,9	913
4	LIN/0037	33,5	55,5	86,8	910	38,1	70	55,9	802
5	QUE/0027	55,1	190,5	7,23	1413	64,4	92	31,6	1225
6	QUE/0030	97,1	113,1	63,9	1742	76,1	64	14,6	1176
7	QUE/0105	101,6	63,5	115,7	1554	108,4	102	54,7	1249
8	QUE/0132	120,3	216,3	73,5	2250	144,2	138	52,2	1610
9	QUE/0133	113	236,1	51,8	2120	-	-	-	-
10	QUE/0148	117,7	37,7	100	1735	140,2	142	53,5	1609
11	QUE/0211	94,9	126,4	35	1730	115,4	124	40,1	1409
12	QUE/0212	80,1	55,5	86,8	1213	152,1	120,1	72,9	2020
13	QUE/0220	97,1	220,2	15,7	1807	90,6	156	48,6	1390
14	TAN/0005	21,8	45,6	24,1	256	27,5	40,8	16	1041
15	TAN/0017	55,1	69,4	42,2	708	55,1	49,6	25,3	1567
16	TAN/0180	159,1	100,8	177,9	2080	164,3	160	111,8	488

Quadro 3 - Classificação das águas de irrigação.

Classificação (Risco)	Adequabilidade da água	Nº amostras
C ₁ -S ₁ (Salinidade: baixo) (Sódio: baixo)	Restrição somente para solos de permeabilidade extremamente fraca.	02
C ₂ -S ₁ (Sódio: baixo) (Salinidade: médio)	Em solos com moderada lixiviação.	04
C ₃ -S ₁ (Sódio: baixo) (Salinidade: alto)	Em solos bem drenados	24

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos podemos concluir que:

Em relação aos elementos nitrogenados no período chuvoso, 03 amostras de 15 não eram potáveis, mas somente 02 amostras apresentaram ausência de coliformes; no período seco, 06 não eram potáveis em relação aos elementos nitrogenados e apenas 04 amostras apresentaram ausência de coliformes.

Em relação aos metais pesados analisados, nenhuma amostra apareceu com valores acima dos máximos permitidos nos dois períodos.

Em relação aos agrotóxicos, foi encontrado a presença em 05 das 10 amostras coletadas.

Quanto à classificação das águas para agricultura, em relação ao risco de sódio todas as amostras se encontram na classe 1, e em relação ao risco de salinidade 02 amostras apresentam salinidade baixa, 04 média e 24 alta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFC, à COGERH e à FCPC pelo apoio financeiro e logístico.

BIBLIOGRAFIA

APHA 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18. ed. AWWA – WPCP. 1992.

APHA 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20. ed. AWWA - WPCP. 1992.

COCERH, 2009 Comunicação pessoal em junho de 2009.

CONAMA 2008 **Resolução 396** de 03/04/2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 11 p.

FIALHO, J.S. et al. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. Revista Ciência Agronômica, v 37, nº3, p. 250-257. 2006.

FUNCENE, 2009 www.funceme.br acesso em junho/2009.

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará). **Perfil Básico Municipal**. Fortaleza, 2004. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br>. Acesso em Abril de 2009.

MAIA, C. E., MORAIS, E.R.C., OLIVEIRA, M. Classificação da água para irrigação utilizando quatro metodologias de cálculo para a razão de adsorção de sódio-I. Região da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. Mossoró, RN, **Caatinga**, p 41-46. 1998.

USSLS (United States Salinity Laboratory Staff) 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. **Agriculture Handbook** nº 60, L. A. Richards Edit, Washington. 159 p.