

DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO RIO GRANDE - BA

Maíra Sampaio da Costa¹; José Alexandre Araújo Nogueira² & Sérgio Augusto de Morais Nascimento³.

RESUMO - O presente trabalho consiste no estudo hidrogeológico/hidrogeoquímico da bacia hidrográfica do rio Grande, que possui uma área aproximada de 75.000 km² e está inserido no médio São Francisco no Estado da Bahia. Esta bacia é a maior su-bacia do rio São Francisco e a segunda bacia em importância na formação das vazões do rio São Francisco. Portanto, a bacia do Rio Grande e seu potencial hidroenergético estão auxiliando no crescimento agrícola do oeste baiano. O objetivo deste trabalho foi obter uma análise hidrogeológica e da qualidade das águas subterrâneas através dos dados de 31(trinta e um) poços provindos do SIAGAS (CPRM). Os resultados obtidos com o auxílio do programa Qualigraf juntamente com os parâmetros propostos pela Portaria 2914/11 possibilitaram classificar e estabelecer a qualidade das águas subterrâneas e indicar a sua potabilidade para o consumo humano, indicando os melhores poços tubulares encontrados na região.

ABSTRACT - This present work consists in the hydrogeological/hydrogeochemical study of the Grande River's basin that has an area approximately of 75.000 km² and it is inserted of the São Francisco middle of the Bahia State. This basin is the biggest sub-basin of the São Francisco's river and the second basin in importance in the formation of the outflows of the São Francisco's river. Thus, Grande River's basin and its hydrogeological potential have help in the growth agricultural of the baiano west. The objective of this work was gain hydrogeological analysis and of the underground waters' qualities through the databank of 31 (thirty one) tube wells offered by SIAGAS (CPRM). The results gain with the help of the Qualigraf program along with the parameters proposed by Portaria 2914/11 allowed to grade and establish the qualities of the underground waters and to indicate its drinkability for the human use, indicating the best tube wells founded in the area.

Palavra-chave- Águas Subterrâneas, bacia, qualidade das águas, SIAGAS.

¹UFBA: Campus de Ondina - Portaria 03, R. Barão de Jeremoabo, S/N - Ondina, Salvador - BA, 40170-290; tel: (71)996125676; email: mairasampaio42@gmail.com.

²UFBA: Campus de Ondina - Portaria 03, R. Barão de Jeremoabo, S/N - Ondina, Salvador - BA, 40170-290; tel: (71) 994012637; email: ja.nogueira@hotmail.com

³UFBA: Campus de Ondina - Portaria 03, R. Barão de Jeremoabo, S/N - Ondina, Salvador - BA, 40170-290; tel: 32838587; email: sergiomn@ufba.br

1- INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Grande localiza-se na região oeste do estado da Bahia e possui aproximadamente 75.000 Km² de área e representa 12,6% da área de drenagem do Rio São Francisco, sendo a sua maior sub-bacia. A bacia do Rio Grande tem sua nascente nas proximidades da divisa entre Bahia e Goiás e percorre 502km até desaguar no Rio São Francisco, no município de Barra. (MOREIRA; SILVA, 2010).

A bacia hidrográfica do rio Grande possui sete sub-bacias: Rio Preto; Rio Branco; Rio de Ondas; Rio de Fêmeas; Alto Rio Grande; Rio São Desiderio e Rio Tamanduá ou Boa Sorte (INEMA, 2012). O Rio Grande corre em direção geral SO-NE e possui padrão de drenagem meandrante. Este recebe seus principais tributários pela margem esquerda, sendo eles os rios: Das Fêmeas, de Ondas, Branco e Preto, com áreas de drenagem de 6.211km², 5.391km², 8.045 km²; e 22.091 km² respectivamente (MOREIRA; SILVA, 2010).

A partir da análise de três estações pluviométricas obtidas no ANA (Agência Nacional de Águas), Boqueirão, Formoso e Barreiras, observa-se que as vazões na bacia hidrográfica do rio Grande são contrastantes. Identificou-se que no ano de 2011 ocorreu o ápice das vazões anuais de todas as três estações, quando provavelmente existiu um índice de pluviosidade maior nesta região. A vazão média anual em Boqueirão atingiu cerca de 270 m³/s, sendo esta a maior vazão encontrada desta análise; a estação de Formosa chegou a obter mais que 92 m³/s, e por fim, no mesmo ano Barreiras atingiu médias de 70 m³/s. A vazão total outorgada superficialmente na bacia hidrográfica do rio Grande foi definida por Almeida & Moreira (2014) como de 38,89 m³ s⁻¹.

São identificados três climas diferentes na bacia hidrográfica do rio Grande: úmido no extremo Oeste da bacia que apresenta índice pluviométrico acima de 1.700 mm; subúmido na região central da bacia; e seminário a parte oriental da bacia que são verificados índices pluviométricos inferiores a 800 mm, sendo comuns em períodos de secas (MOREIRA; SILVA, 2010).

A bacia hidrográfica do Rio Grande é caracterizada por apresentar contrastes bruscos de altimetria, possuindo no setor oeste altimetrias muito mais elevadas que chegam a atingir 1087m e no setor leste um baixo topográfico com mínima de 350m. Desta forma, foi dividido a área em cinco unidades geomorfológicas: chapada, patamares, depressões, serras e tabuleiros, em que a maior extensão é formada por chapadas e depressões situadas a oeste e nordeste respectivamente. A bacia

possui declividade de 10% a 43% que equivale a 4,5° a 19,7° (Leal et al, 2003). Esta possui expressiva diversidade geológica sendo constituída principalmente pelo Grupo Bambuí, Grupo Urucuia, Grupo Rio Preto e Formação Sítio Novo (JUNIOR; LIMA, 2007).

A bacia do Rio Grande é a segunda bacia em importância para formação das vazões do Rio São Francisco e possui relevo favorável para a agricultura, o que evidencia seu grande papel para o crescimento hidroenergético, proporcionando o rápido crescimento agrícola do Oeste baiano, principalmente no momento em que se realiza o projeto de transposição da bacia do Rio São Francisco (MOREIRA; SILVA, 2010). Hoje, a região é a fatia com maior expressividade no agronegócio da Bahia, com matriz produtiva diversificada, tecnologia e qualidade (ALMEIDA; MOREIRA, 2014).

Desta forma, este presente trabalho possui o objetivo de classificar e estabelecer a partir da hidrogeologia a qualidade das águas subterrâneas que vem sendo continuamente explorada tanto pela agroindústria quanto pela população local, utilizando-se do programa Qualigraf (2014) e Portaria 2914 / 2011. E, por conseguinte, identificar e classificar os poços mais adequados para o consumo humano e irrigação das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do rio Grande.

1.2- ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Grande se localiza entre as latitudes 10° 50' e 13° 00' sul e longitudes 45° 25' e 45° 30' W.Gr. Está contido no noroeste do Estado da Bahia, na margem esquerda do rio São Francisco (LEAL *et al*, 2003). O rio São Francisco pode ser dividido em três regiões: alto, médio e baixo; da qual a bacia do rio Grande se encontra localizado no médio São Francisco. A bacia hidrográfica do rio Grande faz limites geográficos ao norte com o estado do Piauí, ao sul com a bacia do rio Corrente, a oeste com os estados de Goiás e Tocantins e a leste com as bacias da calha do médio São Francisco (Figura 1) (INEMA, 2008).

De acordo com o IBGE (2009), cerca de 1,864,000 pessoas vivem nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Grande. A economia desta região é baseada principalmente na atividade de agricultura (soja, milho, algodão, frutas, entre outros) (SILVA; MOREIRA, 2010). O município de Luís Eduardo Magalhães contido na bacia hidrográfica do rio Grande e próximo do estado de Tocantins é responsável por 60% da produção de grãos do Estado. Neste município, são cultivados mais de 270 mil hectares, dos quais o plantio da soja ocupa área superior a 175 mil

(PREFEITURA LEM, 2009). Outro exemplo é o município de São Desidério, considerado o maior produtor de algodão do País (AIBA, 2009).

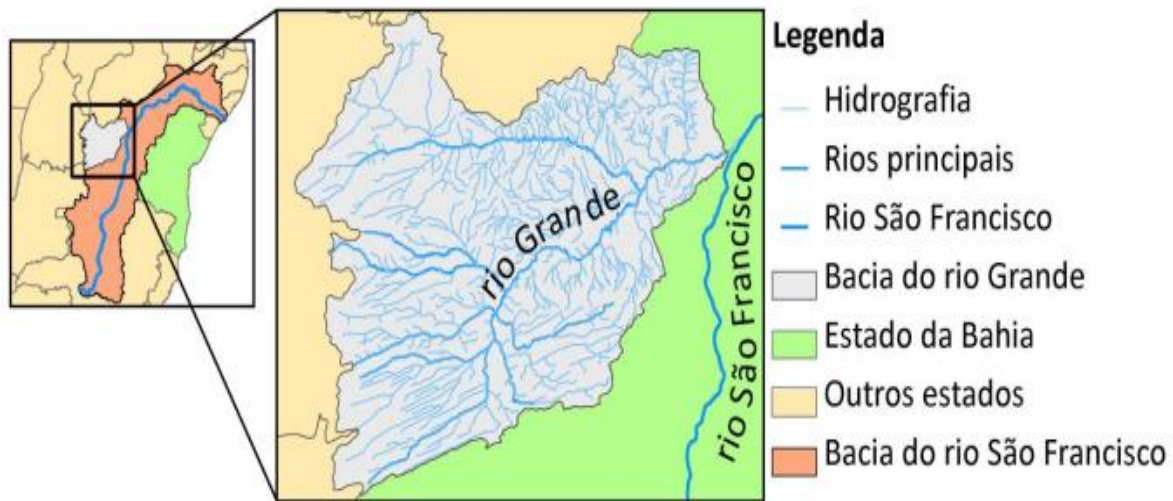


Figura 1. Localização da Bacia do rio Grande em relação à Bacia do Rio São Francisco

Fonte: ALMEIDA; MOREIRA, 2014.

1.3- OBJETIVOS

- Fazer a análise hidrogeológica e da qualidade das águas subterrâneas utilizando o programa Qualigraf;
- Classificar e estabelecer a qualidade das águas subterrâneas utilizando-se a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter os resultados hidrogeológicos e da qualidade das águas subterrâneas da Bacia do Rio Grande, foi delimitado pelo ARCGIS os dezoito municípios contidos totalmente ou parcialmente na Bacia do rio Grande: Angical, Baianópolis, Barra, Barreiras, Brejolândia, Buritirama, Catolândia, Cotegipe, Cristópolis, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Mansidão, Muquém do São Francisco, Riachão das Neves, Santa Rita de Cássia, São Desidério, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley.

Após, utilizando-se do banco de dados da CPRM (SIAGAS) foram analisados os poços destes municípios e apenas 27 poços possuíam as informações necessárias para as análises químicas (Figura 2).

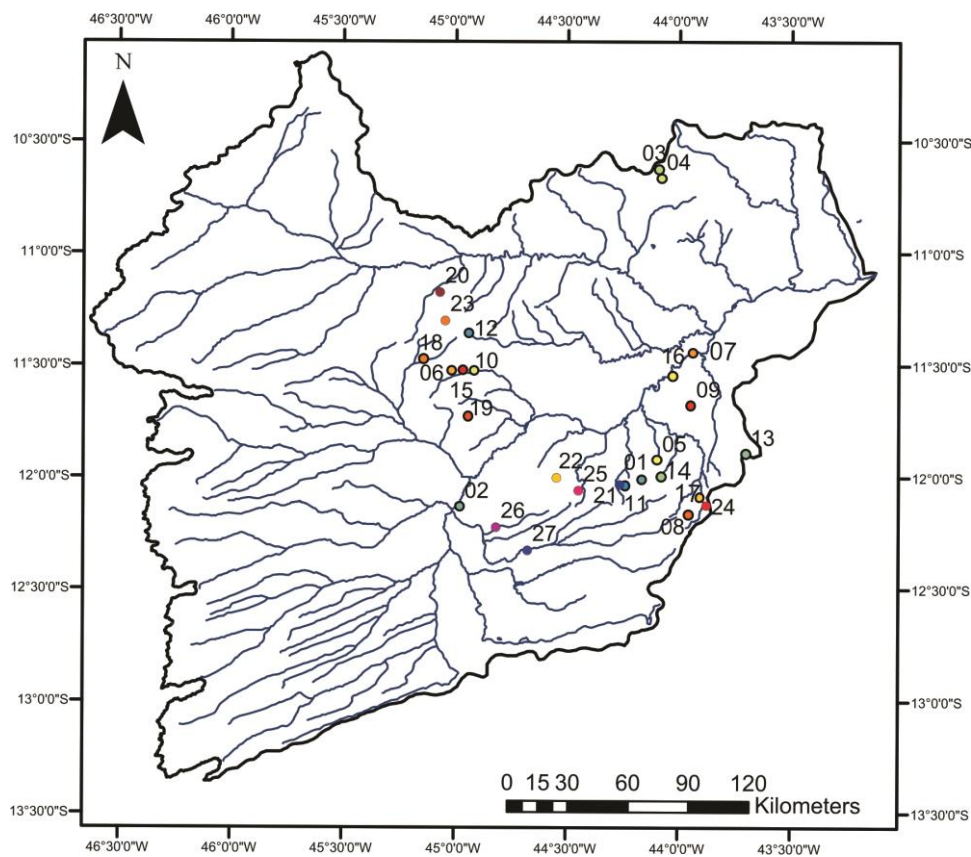


Figura 2. Mapa de amostragem na bacia do rio Grande

Estes poços foram exportados do Excel para o formato do programa Qualigraf. Neste programa, foi possível estabelecer o balanço iônico, o erro analítico e a salinidade das águas. Foi possível também classifica-los no Diagrama de Piper e Lemoine. Desta forma, correlacionando os parâmetros encontrados nas águas subterrâneas com a portaria nº2914 / 11 definem-se a qualidade das águas e indicado o melhor poço para consumo humano.

Por fim, levantamentos bibliográficos da bacia hidrográfica em estudo foram realizados. As informações copiladas foram sintetizadas, interpretadas e estabelecidas conclusões sobre a importância dos recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Grande.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do programa Qualigraf (2014) foi possível caracterizar as águas dos poços da bacia do rio Grande. Foi executado o balanço iônico e erro analítico, a classificação das águas através do diagrama de Piper e classificação por irrigação. Além disto, foi indicada a salinidade das águas e estabelecida a qualidade das águas (potabilidade), apontando os melhores poços para o consumo humano.

3.1- Balanços iônicos e cálculo do erro analítico

O cálculo do erro analítico pode ser estimado a partir do balanço iônico, baseado no fato de que numa análise química de água a concentração total (expressa em meq/L) dos cátions deve ser aproximadamente igual a dos ânions. A diferença de valores apresentados é classificada como erro analítico (SIMÕES, 2008). O balanço iônico e erro analítico dos poços da bacia do Rio Grande encontram-se na Tabela 1.

Nome da Amostra	Na + K (meq/L)	Ca (meq/L)	Mg (meq/L)	Cl (meq/L)	CO3 + HCO3 (meq/L)	SO4 (meq/L)	C.E. (µS/cm)	∑ Cátions (meq/L)	∑ Ânions (meq/L)	B.I. I (%)	B.I. II (%)	Observações
P-01	3,0194	3,3493	0,6694	2,1158	4,0528	0,0042	670	7,0382	6,1727	13,10	6,55	Não atende B.I. 1
P-02	0,6624	5,8988	1,0798	0,3385	3,8680	0,2998	430	7,6411	4,5064	51,61	25,81	Não atende B.I. 1 e 2
P-03	0,7715	13,4973	1,5996	0,7053	5,0317	0,3227	662	15,8683	6,0597	89,46	44,73	Não atende B.I. 1 e 2
P-04	0,0000	9,1597	7,1680	0,2214	4,5131	0,2582	687,5	16,3277	4,9927	106,33	53,16	Não atende B.I. 1 e 2
P-05	0,1748	7,8984	0,2796	0,2962	3,5566	0,0042	462	8,3529	3,8570	73,64	36,82	Não atende B.I. 1 e 2
P-06	2,0854	10,0780	1,6761	1,1225	3,1979	1,7905	697	13,8395	6,1109	77,48	38,74	Não atende B.I. 1 e 2
P-07	3,4838	6,1428	1,8882	0,5611	5,6702	1,1451	697	11,5148	7,3764	43,81	21,91	Não atende B.I. 1 e 2
P-08	0,9833	10,5579	0,9630	1,6274	3,2110	0,7495	590	12,5043	5,5879	76,46	38,23	Não atende B.I. 1 e 2
P-09	2,4570	13,8212	2,0609	1,1786	4,0083	2,1028	858	18,3391	7,2898	86,23	43,11	Não atende B.I. 1 e 2
P-10	0,5131	6,9986	1,8233	0,2539	3,9577	0,0208	470	9,3349	4,2324	75,22	37,61	Não atende B.I. 1 e 2
P-11	1,4493	3,5993	0,7599	0,1693	2,7044	0,0000	340	5,8085	2,8736	67,61	33,80	Não atende B.I. 1 e 2
P-12	1,6172	4,4141	2,2205	0,7645	3,4091	0,0990	503	8,2518	12,2726	39,18	19,59	Não atende B.I. 1 e 2
P-13	3,1217	4,9840	0,0016	2,5192	3,0813	0,1041	671	8,1074	5,7046	34,79	17,40	Não atende B.I. 1 e 2
P-14	2,5015	3,9832	1,2139	0,2807	6,1240	0,1457	444,9	7,6986	6,5504	16,12	8,06	Não atende B.I. 1
P-15	0,1525	7,5985	0,2739	0,1041	2,9338	0,0069	369,7	8,0248	3,0448	89,98	44,99	Não atende B.I. 1 e 2
P-16	15,7112	5,3989	2,4754	2,1722	3,1469	0,1759	663	23,5855	5,4950	124,42	62,21	Não atende B.I. 1 e 2
P-17	0,3557	12,0976	0,3199	0,1261	4,3106	0,0000	510	12,7732	4,4367	96,88	48,44	Não atende B.I. 1 e 2
P-18	0,0000	1,2947	0,1974	0,0296	2,0815	0,0067	256	1,4921	2,1178	34,67	17,33	Não atende B.I. 1 e 2
P-19	0,2866	3,0844	0,7854	0,0000	1,7701	0,0525	218	4,1564	1,8226	78,07	39,03	Não atende B.I. 1 e 2
P-20	1,1822	14,1972	0,8800	0,6291	0,0000	0,1599	3,68	16,2593	0,7890	181,49	90,74	Não atende B.I. 2
P-21	0,9668	7,6985	1,5543	0,7053	3,3108	1,1992	750	10,2196	5,2153	64,84	32,42	Não atende B.I. 1 e 2
P-22	0,5030	10,5979	0,4688	0,1766	3,9336	0,0779	465,1	11,5697	4,1881	93,69	46,84	Não atende B.I. 1 e 2
P-23	0,3557	12,9974	0,4425	0,2364	3,9172	0,4310	574	13,7955	4,5846	100,23	50,11	Não atende B.I. 1 e 2
P-24	2,3349	12,6975	1,0773	1,0494	5,4251	0,7745	790	16,1097	7,2490	75,87	37,93	Não atende B.I. 1 e 2
P-25	0,1996	12,1476	0,3002	0,4062	3,5894	0,0926	524	12,6473	4,0883	102,29	51,14	Não atende B.I. 1 e 2
P-26	0,9467	22,6455	2,1382	3,0185	4,5073	2,6233	1150	25,7305	10,1490	86,85	43,43	Não atende B.I. 1 e 2
P-27	0,7627	10,5979	0,9704	0,4767	4,1795	0,1024	535	12,3311	4,7586	88,62	44,31	Não atende B.I. 1 e 2

Balanço Iônico N°1
 Baseado no Erro prático (Ep), definido por Custódio e Llamas (1983) como:

$$Ep (\%) = \frac{|r \sum \text{ânions} - r \sum \text{cátions}|}{r \sum \text{ânions} + r \sum \text{cátions}} \times 200$$

o erro Teórico é o E.P. máximo permitido considerando-se a condutividade elétrica (C.E.), conforme mostrado abaixo:

Cond. Elétrica (µS/cm)	50	200	500	2.000	> 2.000
Erro permitido (%)	30	10	8	4	< 4

Fatores de conversão
 Mg/L → Meq/L

Número de Amostras

27

Balanço Iônico N°2
 Baseado no Erro prático (Ep) definido por Logan (1965), dado como:

$$Ep (\%) = \frac{|r \sum \text{ânions} - r \sum \text{cátions}|}{r \sum \text{ânions} + r \sum \text{cátions}} \times 100$$

O erro Teórico é o E.P. máximo permitido levando-se em consideração os valores dos íons, conforme mostrado abaixo:

∑ cátions ou ∑ ânions	< 1	1	2	6	10	30	> 30
Erro permitido (%)	15	10	6	4	3	2	1

Tabela 1. Balanço Iônico e erro analítico nas águas subterrâneas da bacia do Rio Grande

A tabela 1 mostra que a maioria dos poços não atende aos critérios necessários dos balanços iônicos com exceção dos os poços P-01, P-14 e P-20. Relacionando estes poços a geologia associada, tem-se que os P-01 e P-14 estão relacionados ao Grupo Bambuí e o poço P-20 está relacionado a rochas cristalinas não identificadas.

3.2- Classificações de Piper das águas subterrâneas

O Diagrama de Piper é usualmente usado para fins de classificação e comparação de diferentes grupos de águas quanto aos íons dominantes. A representação gráfica possibilita estabelecer as relações iônicas e ressaltar variações temporais ou espaciais existentes (FUNCEME, 2007). Desta maneira, foi possível estabelecer a classificação das águas subterrâneas da Bacia do rio Grande, figura 3:

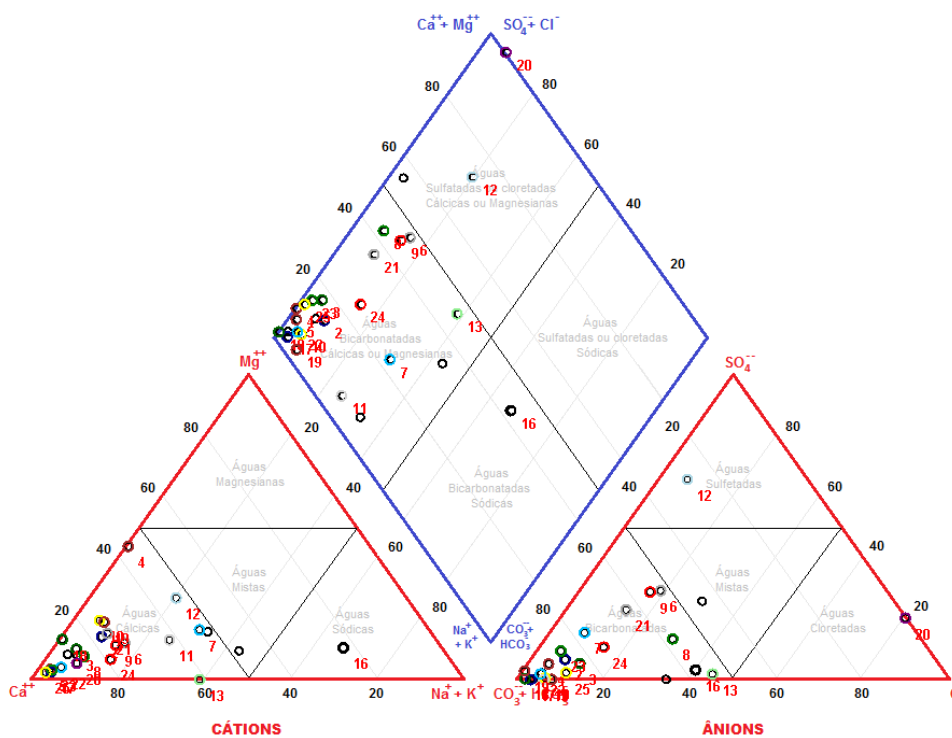


Figura 3. Diagrama triangular de Piper da bacia do rio Grande.

A partir do diagrama de Piper foi possível observar que as águas subterrâneas são preferencialmente cálcicas bicarbonatadas já que a maioria dos poços se encontra neste intervalo. Além disto, observa-se que prevalece a associação com o Grupo Bambuí para esse agrupamento de poços. Secundariamente, as águas podem ser classificadas como cloretadas-cálcicas representados pelos poços P-12 e P-20 que geologicamente se situam no Grupo Santo Onofre e rocha cristalina não identificada, respectivamente. Por fim, foi identificado um exemplar das águas sódicas bicarbonatadas a partir do poço P-16 que se associa geologicamente ao Grupo Bambuí.

É observada na Tabela 2 a classificação das águas para cada poço separadamente e na Tabela 3 a porcentagem que ocupa cada classificação. Nesta última, percebe-se que as águas cálcicas bicarbonatadas equivalem a 81% do total confirmando o resultado obtido pelo diagrama de Piper.

Nº	Nome da Amostra	Na + k (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Cl (mg/L)	CO3+HCO3 (mg/L)	SO4 (mg/L)	Classificação das Águas
1	P-01	70,40	67,00	8,14	75,00	223,50	0,20	Mista Bicarbonatada
2	P-02	15,64	118,00	13,13	12,00	236,00	14,40	Cálcica Bicarbonatada
3	P-03	18,46	270,00	19,45	25,00	307,00	15,50	Cálcica Bicarbonatada
4	P-04	0,00	183,23	87,16	7,85	227,10	12,40	Cálcica Bicarbonatada
5	P-05	4,20	158,00	3,40	10,50	217,00	0,20	Cálcica Bicarbonatada
6	P-06	48,60	201,60	20,38	39,79	165,53	86,00	Cálcica Bicarbonatada
7	P-07	81,20	122,88	22,96	19,89	300,46	55,00	Cálcica Bicarbonatada
8	P-08	23,10	211,20	11,71	57,69	195,91	36,00	Cálcica Bicarbonatada
9	P-09	57,10	276,48	25,06	41,78	203,61	101,00	Cálcica Bicarbonatada
10	P-10	12,52	140,00	22,17	9,00	227,00	1,00	Cálcica Bicarbonatada
11	P-11	33,96	72,00	9,24	6,00	165,00	0,00	Cálcica Bicarbonatada
12	P-12	38,00	88,30	27,00	27,10	208,00	389,00	Cálcica Sulfatada
13	P-13	73,00	99,70	0,02	89,30	188,00	5,00	Cálcica Bicarbonatada
14	P-14	58,00	79,68	14,76	9,95	255,34	7,00	Cálcica Bicarbonatada
15	P-15	4,00	152,00	3,33	3,69	179,00	0,33	Cálcica Bicarbonatada
16	P-16	362,00	108,00	30,10	77,00	192,00	8,45	Sódica Bicarbonatada
17	P-17	9,00	242,00	3,89	4,47	263,00	0,00	Cálcica Bicarbonatada
18	P-18	0,00	25,90	2,40	1,05	127,00	0,32	Cálcica Bicarbonatada
19	P-19	7,00	61,70	9,55	0,00	108,00	2,52	Cálcica Bicarbonatada
20	P-20	28,00	284,00	10,70	22,30	0,00	7,68	Cálcica Cloretada
21	P-21	22,72	154,00	18,90	25,00	202,00	57,60	Cálcica Bicarbonatada
22	P-22	12,80	212,00	5,70	6,26	240,00	3,74	Cálcica Bicarbonatada
23	P-23	9,00	260,00	5,38	8,38	239,00	20,70	Cálcica Bicarbonatada
24	P-24	54,50	254,00	13,10	37,20	331,00	37,20	Cálcica Bicarbonatada
25	P-25	5,00	243,00	3,65	14,40	219,00	4,45	Cálcica Bicarbonatada
26	P-26	23,00	453,00	26,00	107,00	275,00	126,00	Cálcica Mista
27	P-27	19,80	212,00	11,80	16,90	255,00	4,92	Cálcica Bicarbonatada

Tabela 2. Classificação das águas da bacia do rio Grande

	Classes das Águas	Nº	%	Classes das Águas	Nº	%
	Sódicas cloretadas	0	0	Magnesianas cloretadas	0	0
	Sódicas Bicarbonatadas	1	4	Magnesianas Bicarbonatadas	0	0
	Sódicas Sulfatadas	0	0	Magnesianas Sulfatadas	0	0
	Sódicas Mistas	0	0	Magnesianas Mistas	0	0
	Cálcicas cloretadas	1	4	cloretadas Mistas	0	0
	Cálcicas Bicarbonatadas	22	81	Bicarbonatadas Mistas	1	4
	Cálcicas Sulfatadas	1	4	Sulfatadas Mistas	0	0
	Cálcicas Mistas	1	4	Mistas	0	0

	Classes das Águas	Nº	%	Classes das Águas	Nº	%
	Sódicas	1	4	Cloretadas	1	4
	Cálcicas	25	93	Bicarbonatadas	24	89
	Magnesianas	0	0	Sulfatadas	1	4
	Mistas (Cátions)	1	4	Mistas (ânions)	1	4

Tabela 3. Distribuição das classes das águas.

3.3- Salinidade

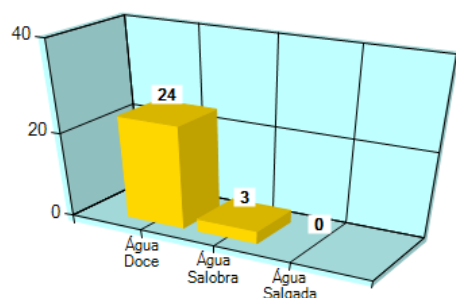
Os sólidos Totais Dissolvidos (STD) representam o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Na maior parte das águas naturais, a Condutividade Elétrica (CE) da água, multiplicada por um fator que varia entre 0.55 e 0.75, gera uma boa estimativa de STD. A partir dos dados obtidos de STD as águas subterrâneas foram classificadas em Doces, Salobras ou Salgadas (FUNCEME, 2007). Os valores de STD juntamente com a classificação das águas da bacia do rio Grande estão indicados na tabela 4.

Nome da Amostra	Na + K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Cl (mg/L)	CO3 + HCO3 (mg/L)	SO4 (mg/L)	C.E. (µS/cm)	STD estimado (mg/L)	Classificação
P-01	70,40	67,00	8,14	75,00	223,50	0,20	670	435,5	Água Doce
P-02	15,64	118,00	13,13	12,00	236,00	14,40	430	279,5	Água Doce
P-03	18,46	270,00	19,45	25,00	307,00	15,50	662	430,3	Água Doce
P-04	0,00	183,23	87,16	7,85	227,10	12,40	687,5	446,9	Água Doce
P-05	4,20	158,00	3,40	10,50	217,00	0,20	462	300,3	Água Doce
P-06	48,60	201,60	20,38	39,79	165,53	86,00	697	453,1	Água Doce
P-07	81,20	122,88	22,96	19,89	300,46	55,00	697	453,1	Água Doce
P-08	23,10	211,20	11,71	57,69	195,91	36,00	590	383,5	Água Doce
P-09	57,10	276,48	25,06	41,78	203,61	101,00	858	557,7	Água Salobra
P-10	12,52	140,00	22,17	9,00	227,00	1,00	470	305,5	Água Doce
P-11	33,96	72,00	9,24	6,00	165,00	0,00	340	221,0	Água Doce
P-12	38,00	88,30	27,00	27,10	208,00	389,00	503	327,0	Água Doce
P-13	73,00	99,70	0,02	89,30	188,00	5,00	671	436,2	Água Doce
P-14	58,00	79,68	14,76	9,95	255,34	7,00	444,9	289,2	Água Doce
P-15	4,00	152,00	3,33	3,69	179,00	0,33	369,7	240,3	Água Doce
P-16	362,00	108,00	30,10	77,00	192,00	8,45	663	431,0	Água Doce
P-17	9,00	242,00	3,89	4,47	263,00	0,00	510	331,5	Água Doce
P-18	0,00	25,90	2,40	1,05	127,00	0,32	256	166,4	Água Doce
P-19	7,00	61,70	9,55	0,00	108,00	2,52	218	141,7	Água Doce
P-20	28,00	284,00	10,70	22,30	0,00	7,68	3,68	2,4	Água Doce
P-21	22,72	154,00	18,90	25,00	202,00	57,60	750	487,5	Água Doce
P-22	12,80	212,00	5,70	6,26	240,00	3,74	465,1	302,3	Água Doce
P-23	9,00	260,00	5,38	8,38	239,00	20,70	574	373,1	Água Doce
P-24	54,50	254,00	13,10	37,20	331,00	37,20	790	513,5	Água Salobra
P-25	5,00	243,00	3,65	14,40	219,00	4,45	524	340,6	Água Doce
P-26	23,00	453,00	26,00	107,00	275,00	126,00	1150	747,5	Água Salobra
P-27	19,80	212,00	11,80	16,90	255,00	4,92	535	347,8	Água Doce

Tabela 4. Salinidade das águas da bacia do rio Grande.

A partir da tabela 4, observa-se que a maioria dos poços foi classificada como águas doces e estão associados em sua maioria ao Grupo Bambuí e os únicos poços inapropriados para o consumo humano composto por águas salobras são os poços P-09, P-24 e P-26. Na figura 4 abaixo, é possível observar que as águas doces compõem 88,9% dos poços em estudo e a salobra 11,4%.

CLASSIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS



distribuição % dos íons de :

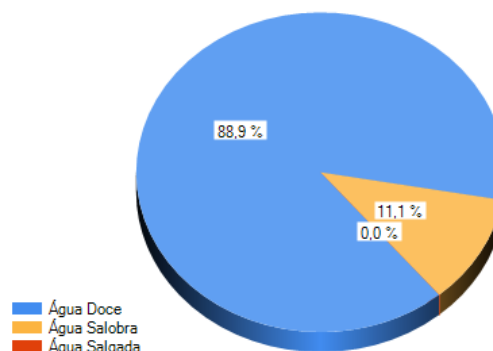


Figura 4. Classificação em relação à salinidade – Bacia do Rio Grande

3.4- Classificações das águas subterrâneas para irrigação

A classificação das águas para irrigação é apresentada pela concentração de íons como o sódio, cálcio e magnésio, além de parâmetros a Condutividade Elétrica (FUNCEME, 2007). Esta classificação tem como finalidade verificar a salinidade presente e indicar as restrições de uso destas águas para solos. A classificação por irrigação pode ser vista na figura 5.

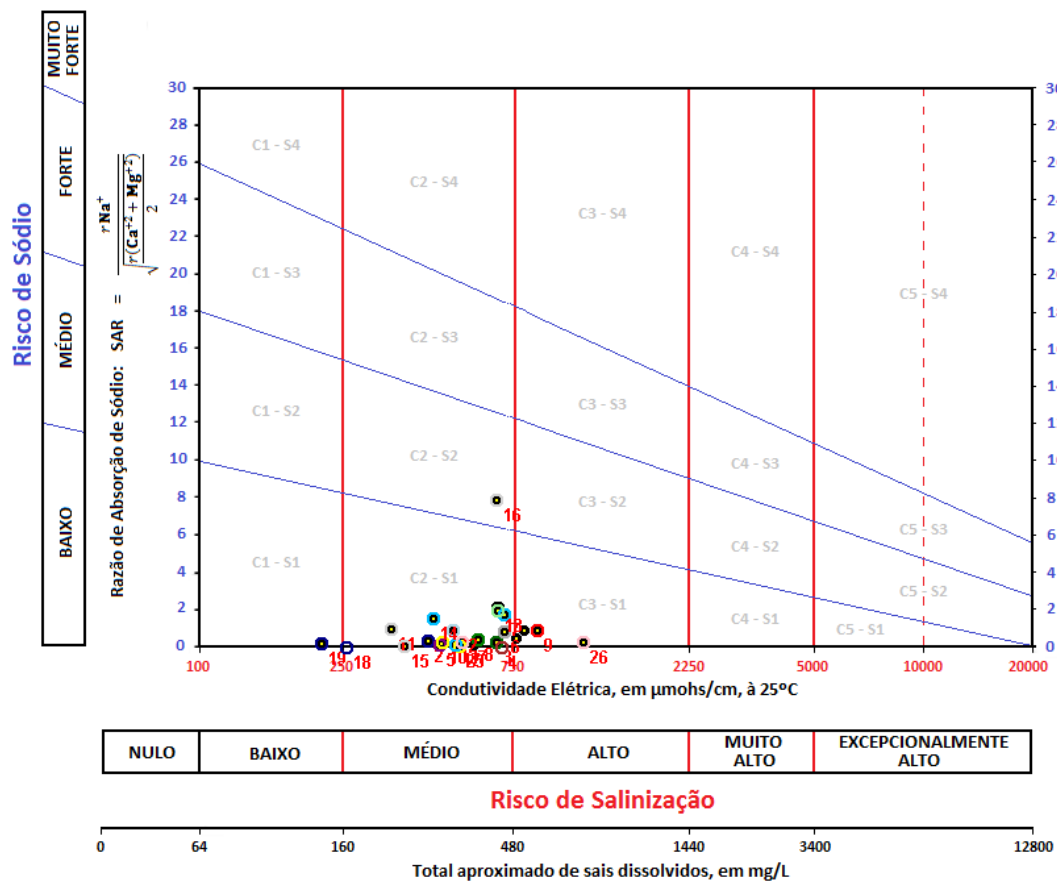


Figura 5. Classificação para irrigação - Bacia do rio Grande.

A maioria dos poços foi inserida como C2 – S1, em que C2 consiste em água com salinidade média, podendo ser usada em solos moderadamente permeáveis e S1 trata-se de água possuindo baixo teor de sódio, de uso normal em qualquer tipo de solo. Todavia, os poços considerados mais indicados para irrigação, são os poços P-18 e P-19 que pertencem ao Grupo Santo Onofre e Bambuí respectivamente, e se encontram inseridos na categoria C1-S1, em que C1 são águas de baixa salinidade que pode ser usado para irrigar a maioria das culturas e solos, apresentando baixo risco de salinização, e S1 são águas de baixo teor de sódio, de uso normal em qualquer tipo de solo. Ainda foram obtidos um poço na categoria C2-S2 (P-16) e um poço em C3-S1 (P-26). Estes poços se encontram em categorias menos indicadas para irrigação por apresentar maiores teores de sódio e águas com mais alta salinidade.

3.5- Qualidades das águas e Potabilidade

A Portaria MS 2914 de 2011 (do Ministério da Saúde) define a partir de parâmetros químicos se a qualidade de uma determinada água é apropriada para o consumo humano ou não. Desta forma, foram selecionados alguns parâmetros encontrados e definidos na portaria nº2914, sendo eles respectivamente: sódio, nitrato, nitrito, sulfato e turbidez. A partir desta comparação pode-se perceber que os únicos poços na bacia em estudo que não atendem aos parâmetros selecionados foram P-12, P-16 e P-26; dos quais o primeiro não atende ao parâmetro estabelecido para o sulfato, e os dois últimos não estão em conformidade com o valor de turbidez. Por outro lado podem-se estabelecer os dois melhores poços utilizando-se dos dados obtidos na classificação das águas subterrâneas para irrigação, na classificação indicada pelo diagrama de Piper e pela classificação dos sólidos totais (STD). Desta forma, observou-se que os poços mais indicados são o P-18 e P-19 que se encontram inseridos na categoria C1-S1 de irrigação e são consideradas águas doces classificadas como cálcica bicabornatadas. Estes poços se encontram geologicamente situados no Grupo Santo Onofre (P-18) e Grupo Bambuí (P-19) e são pertencentes geomorfologicamente às unidades das Chapadas e Patamares. Pode-se relacionar, portanto, que a região constituída por relevos de Chapadas e Patamares (principalmente), onde a maioria dos poços analisados está inserida, pode ser indicativo como águas indicadas para irrigação e poços indicados para o consumo humano.

3.6- Associações entre íons e a salinidade

O programa Qualigraf possibilita o ajuste de equações que buscam a melhor relação existente entre os íons estudados. A qualidade deste ajuste é obtida pelo coeficiente de determinação R^2 . Desta forma, foram realizadas correlações entre os parâmetros analisados na água fixando o C.E. No eixo x e variando o eixo y. Os resultados indicaram que o elemento que tem maior representatividade para condutividade elétrica é o Cl com $R^2=0,52$. Subordinadamente se encontra o CO_3+HCO_3 com $R^2=0,43$.

4- CONCLUSÕES

Conclui-se que dos vinte e sete poços estudados, apenas três (P-12, P-16 e P-26) não estão em conformidade com os parâmetros da portaria MS 2914/2011 de sulfato, sódio, turbidez, nitrato e nitrito. Portanto, de maneira geral, os poços da bacia hidrográfica do rio Grande estão compatíveis com os parâmetros necessários para classificar suas águas como potáveis, e indicadas para o consumo humano. A maioria destes poços foi identificada geologicamente com o Grupo Bambuí. Foi possível identificar também os dois melhores poços (P-18 e P-19) e relacioná-los com sua geologia, sendo que o primeiro está associado ao Grupo Santo Onofre e o segundo ao Grupo Bambuí. Estes estão contidos geomorfologicamente na unidade de Patamares e são classificados como propícios para irrigação, e sendo possível relacionar este relevo a boa qualidade de água subterrânea e de possíveis regiões favorável à captação de água destinada a irrigação.

5- REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W.A; MOREIRA, C.M., 2014. Análise das outorgas da bacia do rio grande, Estado da Bahia. p.02-03.

ANA - Agência Nacional de Águas. Dados de estações fluviométricas. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 06 de maio de 2016.

AIBA – Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. Anuário da Região Oeste da Bahia,, 2008/2009. Barreiras: Editora Gazeta Santa Cruz. 48 p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em: 06 de maio de 2016.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos., 2007. Disponível em: <<http://www.funceme.br/produtos/manual/projetos/qualigraf/>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades@., 2007. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2010.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas – Primeira Campanha Trimestral. Salvador: INEMA, 2008. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/servicos/monitoramento/qualidade-dos-rios/relatorios-do-monitora/>>.

Acesso em: 09 de maio de 2016.

JUNIOR, A.V; LIMA, D.L.A.O., 2007. Avaliação hidrogeológica do aquífero Urucuia na bacia do rio das Fêmeas - BA usando resistividade e polarização elétrica induzida. UFBA. p. 02-03.

LEAL,R,L *et al.*, 2003. Definição de unidades geomorfológicas a partir de imagens de dados morfométricos na bacia do rio grande (BA). p.2056

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Portaria 2914 / 2011., 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 04 de maio de 2016.

MOREIRA, C. M; SILVA, D. D., 2010. Atlas Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Barreiras. p.07-15

PREFEITURA LEM – Prefeitura de Luis Eduardo Magalhães. Disponível em: Prefeitura de São Desidério - <<http://saodesiderio.ba.gov.br/>>. Acesso em: 08 de junho. de 2016.

SIMÕES, M., 2008. Métodos instrumentais para análise química quantitativa de águas subterrâneas e sua aplicação na caracterização do sistema aquífero Cenozóico do baixo Tejo em Almada. P. 07-08.