

ANÁLISE ESPACIAL DA POTABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO SILVA, MACEIÓ/AL

Walber Mendes GAMA¹; José Vicente FERREIRA NETO²; Ivete Vasconcelos Lopes FERREIRA³; Samuelson Lopes CABRAL⁴; Mikael Timóteo RODRIGUES⁵ & Carlos Alberto Inácio da SILVA⁶

RESUMO - Este trabalho apresenta uma análise da potabilidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do riacho do Silva, Maceió/AL. Os impactos ambientais na bacia são decorrentes, principalmente, de vários conjuntos residenciais construídos nas áreas de tabuleiro sem um sistema adequado de esgotamento sanitário, constituindo-se em fonte de contaminação dos sistemas aquíferos locais. A partir das análises físico-químicas de nove poços da Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL em operação na bacia, conforme padrões de potabilidade da Portaria N^o 518/04, os parâmetros foram representados em mapas temáticos, com isolinhas traçadas por "krigagem". A análise espacial dos parâmetros evidenciou águas ácidas em toda a área e maiores concentrações dos parâmetros cor, turbidez, dureza, cálcio, magnésio, condutividade elétrica, STD (sólidos totais dissolvidos), sódio, potássio, ferro total, cloreto, sílica, sulfato, nitrito e amônia na porção da bacia mais próxima da laguna Mundaú. Teores de nitrato acima de 5 mg/l em dois poços evidenciam a possibilidade de contaminação por esgoto sanitário. Estão acima dos padrões de potabilidade os parâmetros: turbidez e ferro total. As maiores concentrações de cloreto próximo à foz do riacho do Silva comprovam a influência da salinidade da laguna Mundaú, merecendo atenção quanto à exploração das águas subterrâneas locais.

ABSTRACT - This paper presents a groundwater potability analysis in Silva stream basin area, Maceió/AL. The environmental impacts in Silva stream basin are mainly due to some housing estates construed in tableland areas without a suitable sanitation system, that constitute in contamination source of local aquifer systems. The physical chemistry data in nine wells belonging to CASAL - Companhia de Saneamento de Alagoas, operating within basin, had been represented in thematic maps, with contour lines traced by "kriging". The standards of potability fixed by Regulation Nr. 518/04 were considered. The parameters space analysis evidenced acid waters in all the area and higher concentrations of the parameters color, turbidity, hardness, calcium, magnesium, electrical conductivity, DTS (total dissolved solids), sodium, potassium, total iron, chloride, silica, sulphate, nitrite and ammonia in the basin portion nearest of the Mundaú lagoon. Nitrate concentrations beyond 5 mg/l in two wells evidence the possibility of contamination by human activity (sewage). The following parameters are beyond standards drink water: turbidity and total iron. The higher chloride concentrations next to the Silva stream estuary prove the lagoon salinity influence in this portion of the basin, deserving attention to the local groundwater exploitation.

Palavras-chave: águas subterrâneas, qualidade da água, análise espacial.

1) Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento CTEC/UFAL, Maceió -AL, e-mail: wmgEOF@yahoo.com.br;

2) Professor Associado II do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente /UFAL. Campus A.C. Simões, 57.073-460 - Maceió, AL, e-mail: jvferreiraneto@globocom.com.

3) Professora Adjunta da Unidade Acadêmica Centro de Tecnológica/ CTEC/UFAL. Campus A.C. Simões, 57.073-46 - Maceió,AL, e-mail: lyvetelopes@uol.com.br.

4) Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento CTEC/UFAL, Maceió-AL, e-mail: samuellsoncabral@gmail.com.

5) Especialização em Ciências Ambientais/IGDEMA/UFAL: Maceió-AL, e-mail: mikaelgeo@gmail.com.

6) Especialização em Ciências Ambientais/IGDEMA/UFAL: Maceió-AL, e-mail: albertufal@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo destacar as propriedades e analisar espacialmente os parâmetros de potabilidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do riacho do Silva, Maceió/AL, para fins de abastecimento humano.

Esse manancial de superfície já foi outrora utilizado para o abastecimento da população maceioense. E, com a crescente urbanização das áreas de tabuleiro e também com o crescimento demográfico ocorrido ao longo do tempo, suas vazões se tornaram insuficientes para, juntamente com as águas do riacho Catolé/Aviação, abastecer a população da capital alagoana.

Em face desta situação, a partir dos anos 70, foram perfurados os primeiros poços tubulares em Maceió, nas áreas de tabuleiro, para captação das águas subterrâneas do aquífero Barreiras que, à época, se mostrava inesgotável. Esta solução para o abastecimento de Maceió foi adotada devido aos custos de investimento e de manutenção serem muito inferiores aos da implantação do sistema de abastecimento d'água do rio Pratagy, cujos estudos tiveram início naquela década de 70 e suas obras ainda se encontram em andamento nos dias de hoje. O sistema Pratagy encontra-se atualmente em operação, porém a barragem de regularização não foi construída e a captação, a fio d'água, destina uma vazão mínima de $0,380\text{m}^3/\text{s}$ à estação de tratamento de água – ETA Pratagy.

Esses sistemas de superfície não são suficientes para o atual abastecimento da população de Maceió, sendo complementado por cerca de 170 poços estrategicamente distribuídos pela cidade.

Na porção inferior da bacia do riacho do Silva foi construída a estação de tratamento de água do Cardoso, que passou a receber águas de superfície também do sistema Catolé/Aviação e de uma bateria de poços tubulares (bateria de Bebedouro) construídos para complementar o abastecimento da região de planície de Maceió (zona baixa da cidade).

Esses poços da bateria de Bebedouro já apresentaram diversos problemas como elevadas concentrações de ferro e principalmente de cloretos, tendo que reduzir suas vazões de exploração ou mesmo desprezar alguns desses poços, após serem lacrados. A presença de ferro nas águas subterrâneas é devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme indicado na reação abaixo (equação 1). O carbonato ferroso é solúvel e é encontrado com frequência em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro (PIVELI e KATO, 2005).



Quanto ao cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas regiões costeiras, são encontradas águas com níveis altos de cloreto por causa da chamada intrusão da língua salina. Para as águas de abastecimento público, a concentração de cloreto constitui-se em padrão de potabilidade do Ministério da Saúde que estabelece como valor

máximo permitido 250 mg/L. Sua importância sanitária está relacionada ao efeito laxativo (PIVELI e KATO, 2005).

Convém destacar que a porção central da bacia é ocupada pelo Parque Municipal de Maceió e pela área do IBAMA, que se constituem em áreas de preservação natural. Por outro lado, a porção superior da bacia do riacho do Silva, onde se encontram suas nascentes, são áreas de tabuleiro que vêm sendo intensamente ocupadas tanto por conjuntos habitacionais – alguns até de grande porte, como por atividades industriais, principalmente a extração de petróleo para produção de gás e óleo. Essas ocupações se constituem em risco de contaminação das águas subterrâneas locais devido à destinação inadequada do lixo doméstico, falta de sistema adequado de coleta e tratamento do esgoto, possibilidade de vazamentos de óleo em toda a porção superior da bacia que corresponde ao campo petrolífero denominado Tabuleiro do Martins, dentre outros.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do riacho do Silva está, em toda a sua delimitação, inserida na zona urbana de Maceió, situada entre as coordenadas geográficas 9° 34' 54,2" a 9° 37' 43,8" de latitude Sul e 35° 44' 17,5" a 35° 46' 30,8" de longitude oeste de Greenwich, abrangendo totalmente os bairros Petrópolis, Santo Amaro e Chã da Jaqueira e parcialmente os bairros Tabuleiro do Martins, Santa Amélia, Chã de Bebedouro, Gruta de Lourdes, Pinheiro e Bebedouro (figura 1).

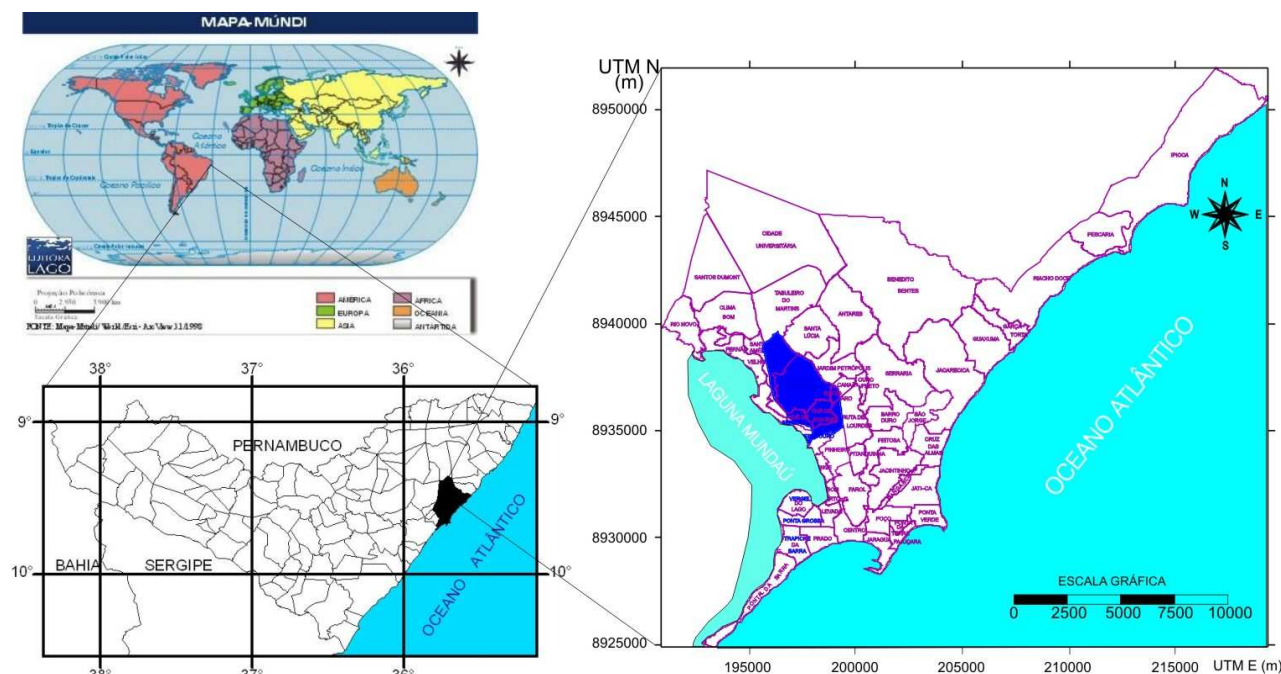


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do riacho do Silva

2.1 Clima

Santos et al. (2002) classificaram o clima tropical de Maceió como sub-úmido seco, com deficiência de água moderada, e megatérmico, (classificação de THORNTHWAITE-MATHER; 1955). Segundo esses pesquisadores, a região apresenta evapotranspiração potencial anual média em torno de 1.200 mm. O quadrimestre outubro-janeiro corresponde aos meses mais quentes do verão, período no qual ocorrem, em média, 40% da evapotranspiração.

Os ventos que prevalecem na região são de sudeste e nordeste, prevalecendo os de nordeste na estação verão do ano, enquanto que os ventos de sudeste predominam no restante do tempo. Afirmam também que a insolação média mensal varia de 5,7 a 6,2 horas/dia na estação chuvosa, meses de maio a julho, atingindo o máximo médio de 9,3 horas/dia nos meses de verão (novembro, dezembro e janeiro). Conforme dados da ANA (2007), a média anual dos índices pluviométricos está em torno de 1.550 mm (figura 2).

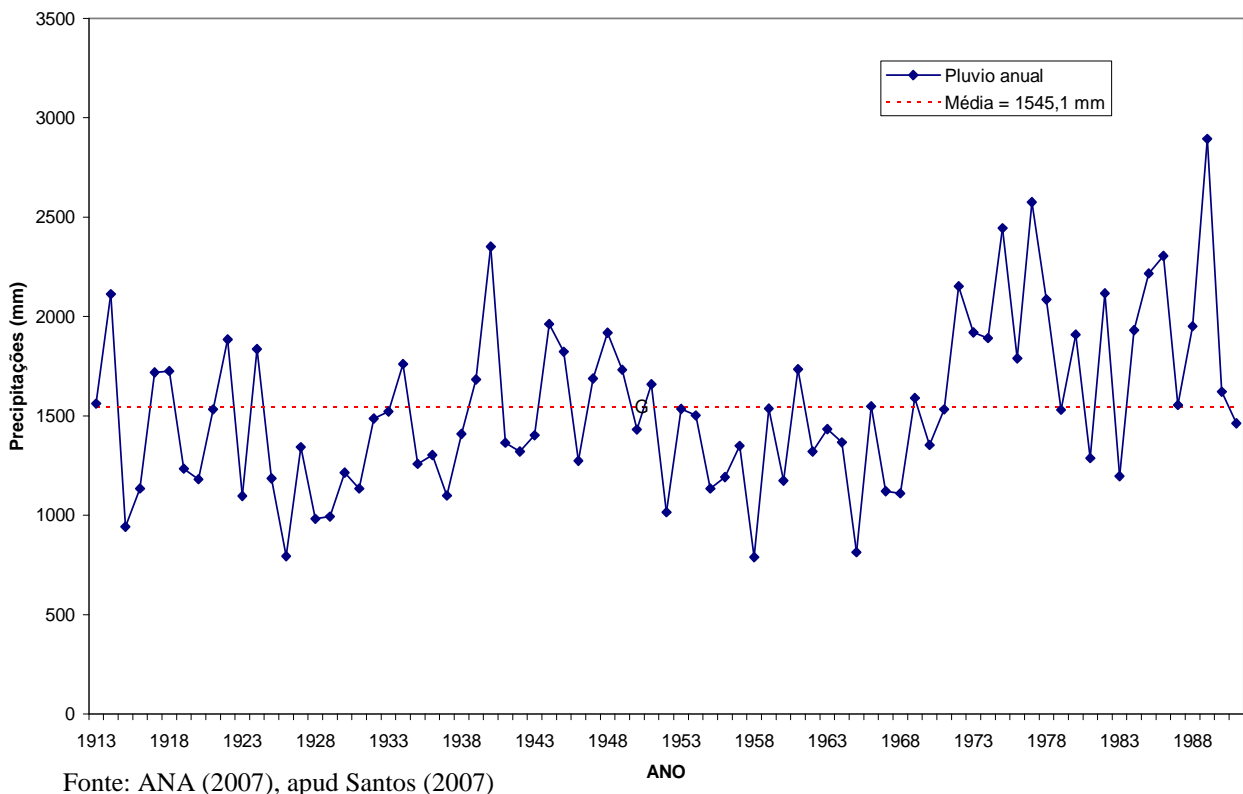


Figura 2: Pluviometria anual, Estação Maceió: 1913 a 1991

2.2 Geomorfologia

Na área que corresponde à bacia hidrográfica do riacho do Silva as cotas altimétricas alcançam 95 metros, em sua porção superior. A morfologia do relevo é bastante suave, com declividade média de 3 metros por quilômetro, predominando o sentido sudeste, terminando

próximo à costa sob a forma de falésias que bordejam a planície lagunar. Diferem dois tipos de domínios morfoesculturais na área da bacia: as feições geomorfológicas da Planície flúvio-lagunar, na zona de menores cotas altimétricas; e os Piemontes Inumados, que correspondem à unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros. Ambas estão inseridas no domínio morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares (NOU *et al.* (1983), apud ALVES; NASCIMENTO; SILVA, 2005).

2.3 Geologia

A formação geológica da bacia hidrográfica do riacho do Silva faz parte da Bacia Sergipe-Alagoas, individualizada por Feijó (1994) apud Santos (2007). Esta bacia está sobreposta às rochas do Maciço Pernambuco-Alagoas, iniciada esta formação no Paleozóico Superior (BRITO NEVES (1975), apud SANTOS, 2007). Já no final do Terciário e início do Quaternário, foram depositados os clásticos da Formação Barreiras, que serviram de cobertura para o registro sedimentar. Este processo de deposição, variação do nível do mar e os agentes de erosão, propiciaram e propiciam até hoje, o acúmulo dos sedimentos marinhos, flúvio-marinhos, fluviais, eólicos e flúvio-lagunares que compõem a planície costeira Quaternária.

2.4 Solos

Os solos que compõem a bacia hidrográfica do riacho do Silva são os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos, ocorrendo em menor extensão os Gleissolos Melânicos (BRASIL, 2000). Na Planície Lagunar, na unidade dos terraços fluviolagunares dominam os Gleissolos Melânicos, de textura argilosa, que ocorrem no fundo do vale, nas margens do riacho do Silva, (BRASIL, *op cit.*). Os solos da unidade geomorfológica dos Tabuleiros são formados pelos Latossolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, ambos distróficos e Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos (Argissolos).

2.5 Hidrogeologia

As águas subterrâneas são bastante utilizadas na região dos tabuleiros costeiros do Estado de Alagoas devido aos baixos custos de exploração e excelente potabilidade, atendendo aos consumos humano, industrial e rural.

Santos (2007) cadastrou 39 (trinta e nove) poços tubulares na bacia do riacho do Silva, dos quais 38,5% captam água apenas do aquífero Barreiras, 17,9% do Marituba e o restante do sistema Barreiras/Marituba, sendo parcialmente penetrantes em relação à segunda unidade.

2.5.1 Aquífero Barreiras

Santos (2007) afirma que este aquífero é constituído geralmente por uma zona livre superior e diversas camadas localmente confinantes formando um complexo sistema hidrodinâmico que pode se comportar como livre ou livre com cobertura. As camadas produtoras são representadas por areias quartzosas, de granulometria muito variável e sub-agulosas enquanto os horizontes confinantes são argilas de cores variegadas.

Em relação à recarga por infiltração direta dos excedentes pluviométricos, Santos (2007) afirma que é facilitada pela morfologia predominante de tabuleiro costeiro. O escoamento das águas subterrâneas na área se dá através de diversas fontes que ocorrem no contato de camadas arenosas com os intervalos argilosos da Formação Barreiras, formando pequenos lagos nas encostas dos tabuleiros.

Cavalcante (1978) classificou as águas deste aquífero como de excelente potabilidade e quimicamente próprias para quaisquer fins, segundo o diagrama de Schoeller-Berrkaloff, apresentando-se como carbonatadas sódicas, cloretadas e mistas, de acordo com diagrama de FÉREÉ.

2.5.2 Aquífero Marituba

Segundo a seção tipo adotada pela PETROBRAS, os intervalos arenosos da Formação Marituba apresentam aproximadamente 40% da espessura total desta unidade litoestratigráfica.

Considerando que a Formação Marituba não aflora, Santos (2007) cita que a recarga é unicamente por infiltração vertical através dos clásticos das unidades litoestratigráficas que estão sobrepostas, podendo ser a Formação Barreiras ou a unidade Sedimentos de Praia e Aluvião.

2.5.3 Sistema Barreiras/Marituba

Segundo Cavalcante (1978), quando os clásticos da Formação Barreiras estão sobrepostos aos da Formação Marituba, comportam-se conjuntamente, sob o ponto de vista hidráulico, com um só sistema aquífero, geralmente com uma zona livre e diversos horizontes confinantes cuja potencialidade é comandada pela superfície da zona livre.

As curvas obtidas para o cálculo dos parâmetros hidrodinâmicos e os perfis litológicos das sondagens para a construção dos poços demonstram condições predominantes de semi-confinados com drenança, podendo ocorrer também condições de semi-livre, (SANTOS, 2007)

As águas deste sistema foram classificadas por Cavalcante (1978) como de excelente potabilidade e quimicamente próprias para quaisquer fins, de acordo com o diagrama logarítmico de SCHOELLER-BERKALOFF e cloradas sódicas segundo o diagrama de FÉREÉ.

3. METODOLOGIA

Este trabalho teve como etapa inicial o levantamento e revisão da literatura de temas relacionados à qualidade das águas, com destaque para as águas subterrâneas.

Posteriormente, foi caracterizada a área de estudo, definida pela bacia hidrográfica do riacho do Silva, que engloba o Parque Municipal de Maceió e a área da sede do IBAMA em Maceió, que se constituem em importantes áreas de preservação da Mata Atlântica, estando a bacia totalmente inserida na zona urbana da capital alagoana.

Para a caracterização hidroquímica dos sistemas aquíferos, foram utilizados os resultados das análises físico-químicas realizadas pela Gerência de Controle de Qualidade da Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL, em amostras d'água coletadas em nove poços tubulares profundos operados pela CASAL na área da bacia do riacho do Silva, conforme quadro 1 e mapa da figura 3.

Quadro 1: Relação dos poços da CASAL utilizados na pesquisa

Nº	Denominação	Data da coleta	Localização	UTM E	UTM N
1	PET01	13/10/2006	Jardim Petrópolis	196343	8938853
2	BEB03	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198027	8935141
3	BEB04	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198415	8935676
4	SAM01	29/11/2006	Santo Amaro	199037	8936713
5	JSA02	09/09/2006	Cj. João Sampaio	198890	8937059
6	BEB05	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198270	8935135
7	BEB06	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198598	8935098
8	BEB08	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198506	8935022
9	BEB09	08/08/2006	Bateria de Bebedouro	198493	8934954

Fonte: Santos (2007).

Não foi possível um estudo estatístico mais preciso face ao pequeno número de poços que compõem a amostra.

Com base nas determinações dos parâmetros: pH, dureza (mg/l CaCO₃), condutividade elétrica (microhms/cm), sólidos totais dissolvidos (mg/l), HCO₃⁻ (mg/l CaCO₃), Ca⁺² (mg/l CaCO₃), Mg⁺² (mg/l CaCO₃), Na⁺ (mg/l), K⁺ (mg/l), Fe⁺ (mg/l), Cl⁻ (mg/l), SiO₂ (mg/l), SO₄⁻² (mg/l), e compostos nitrogenados (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₃ (mg/l)), obtidos por Santos (2007) referentes às amostras d'água subterrânea (tabela 1), foram elaborados mapas temáticos para espacialização desses parâmetros. Esses mapas permitiram uma análise da distribuição espacial dos valores dos parâmetros estabelecidos para a qualidade das águas subterrâneas locais.

Os parâmetros foram representados espacialmente por isolinhas traçadas pelo programa SURFER versão 8, da Golden Software, utilizando o método denominado de "krigagem" que permite extrapolar valores além dos limites da área definida pelas coordenadas dos pontos de medição. De acordo com Landim (2000), a "krigagem" corresponde a um método geoestatístico que leva em consideração teoria das variáveis regionalizadas, sendo possível estimativas dentro de um contexto regido por um fenômeno natural com sua distribuição no espaço e no tempo supondo que as variáveis e os seus valores sejam correlacionados. A interpretação dos resultados apresentados nos mapas temáticos levou em consideração os padrões de qualidade das águas estabelecidos pela legislação brasileira atual (Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde) referente a cada parâmetro analisado e ainda os resultados das análises comparados com a resolução CONAMA n° 396/08, sobre diretrizes, classificação e enquadramento das águas subterrâneas.

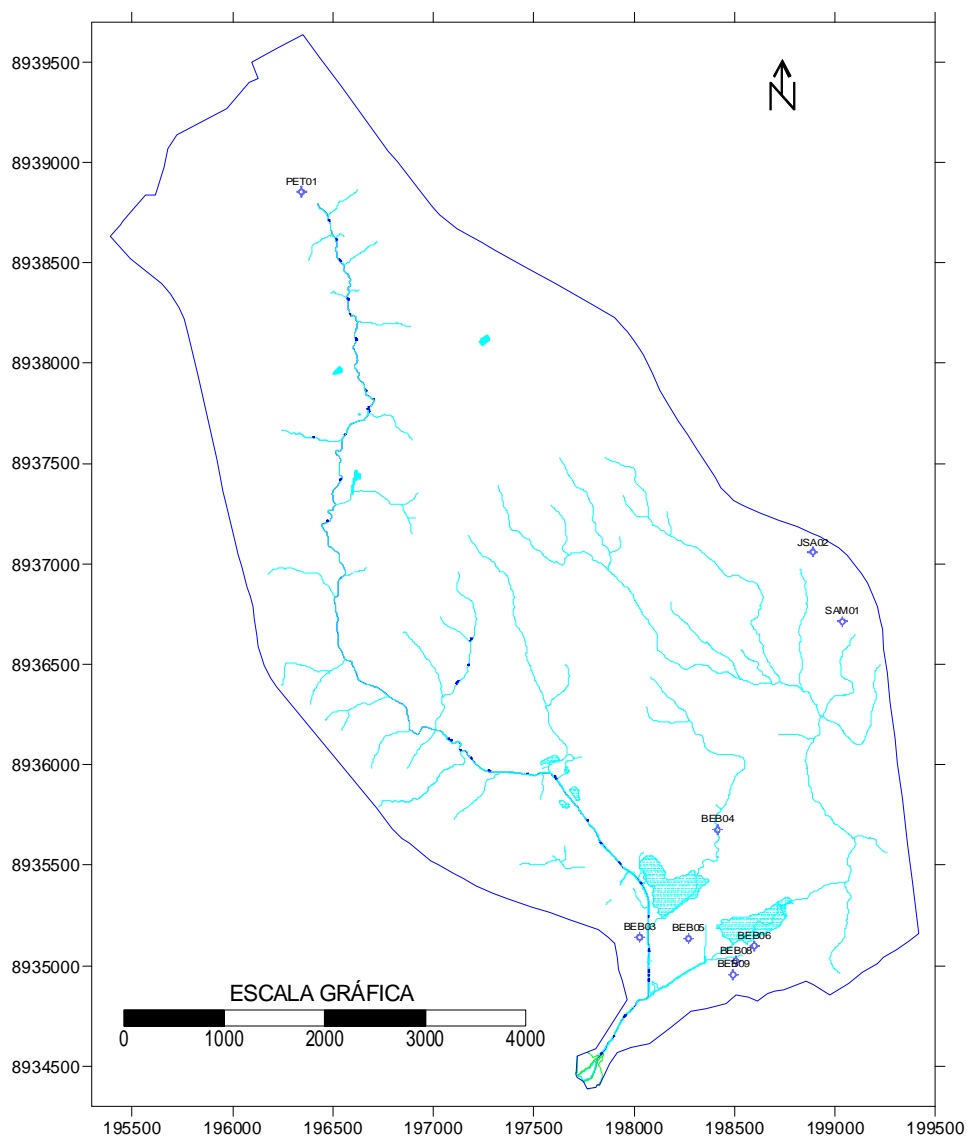


Figura 3 – Mapa de localização dos poços na bacia do riacho do Silva

Tabela 1 – Análises físico-químicas das amostras d'água

DETERMINAÇÃO		UNIDADE	Poço 1 (PET01)	Poço 2 (BEB03)	Poço 3 (BEB04)	Poço 4 (SAM01)	Poço 5 (JSA02)	Poço 6 (BEB05)	Poço 7 (BEB06)	Poço 8 (BEB08)	Poço 9 (BEB09)
1	pH	-	4,35	4,98	4,25	5,44	4,44	4,04	3,99	3,99	4,07
2	Cor	mg/L Pt	1,0	25,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
3	Turbidez	Mg/L SiO ₂	0,59	111,00	2,75	0,38	0,87	9,88	3,88	0,47	0,32
4	Condutância específica	□hms/cm	262,0	321,0	165,8	74,4	83,9	251,0	177,1	207,0	344,0
5	Acidez	mg/L CaCO ₃	20,0	36,0	16,0	18,0	38,0	36,0	36,0	24,0	50,0
6	Alcalinidade OH ⁻	mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Alcalinidade CO ₃ ⁻²	mg/L CaCO ₃	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Alcalinidade HCO ₃ ⁻	mg/L CaCO ₃	12,0	14,0	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	8,0	8,0
10	Dureza Total	mg/L CaCO ₃	18,0	52,0	18,0	18,0	18,0	22,0	28,0	24,0	52,0
11	Dureza (Carbonatos)	mg/L CaCO ₃	12,0	14,0	6,0	10,0	6,0	8,0	6,0	8,0	8,0
12	Dureza (n/Carbonatos)	mg/L CaCO ₃	6,0	38,0	12,0	8,0	12,0	14,0	22,0	16,0	44,0
13	Cálcio	mg/L CaCO ₃	12,0	42,0	6,0	10,0	4,0	6,0	4,0	4,0	10,0
14	Magnésio	Mg/L CaCO ₃	6,0	10,0	12,0	8,0	14,0	16,0	24,0	20,0	42,0
16	Cloretos	mg/L Cl ⁻	61,00	92,0	60,0	20,0	20,0	71,0	47,0	67,0	106,0
17	Sílica	Mg/L SiO ₂	3,05	8,29	2,58	2,11	1,80	2,62	3,09	2,62	2,69
18	Sulfatos	Mg/L SO ₄ ⁻²	0,21	5,80	0,76	0,31	0,00	0,07	0,96	2,95	4,06
19	Amônia	mg/L N	0,00	0,68	0,00	0,03	0,04	1,09	0,28	0,00	0,65
20	Nitratos	mg/L N	0,00	0,00	2,49	1,76	3,90	2,00	5,57	5,57	1,10
21	Nitritos	mg/L N	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
22	Ferro total	mg/L Fe	0,02	4,44	0,16	0,05	0,21	0,3	0,43	0,27	0,15
23	Sódio	mg/L Na ⁺	30,60	38,90	28,90	12,20	16,80	36,80	28,50	29,80	38,50
24	Potássio	mg/L K ⁺	1,40	8,20	4,30	1,40	1,90	4,70	4,00	4,00	5,80
25	CO ₂ (graficamente)	mg/L CO ₂	1088,12	297,59	684,93	73,70	442,23	1481,11	1246,37	1661,83	1382,25
26	Sólidos totais	mg/L	154,0	272,0	158,0	54,0	92,0	18,0	124,0	174,0	286,0
27	Coliformes Fecais	UFC/100ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
28	Coliformes Totais	UFC/100ml	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

4. RESULTADOS

Os parâmetros analisados foram espacializados conforme os mapas temáticos indicados nas figuras de 4 a 21.

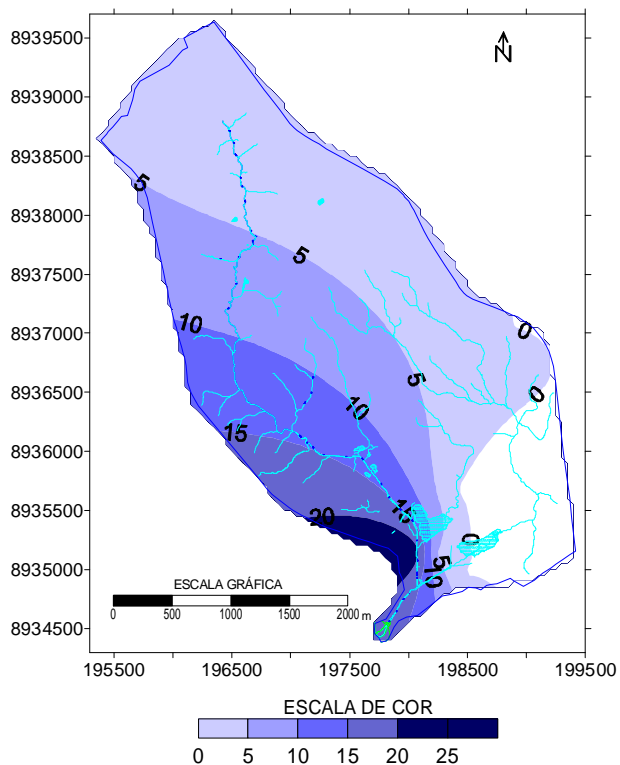


Figura 4 – Cor (mg/L Pt)

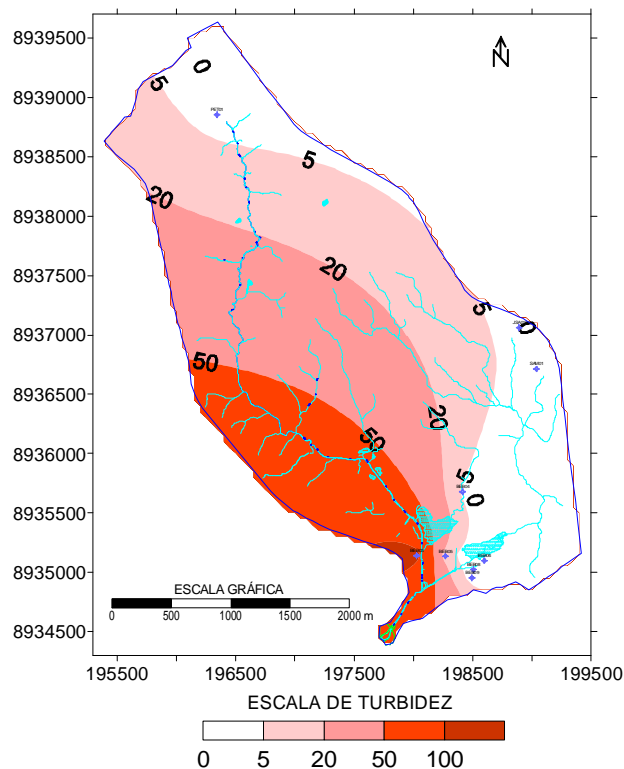


Figura 5 – Turbidez (mg/L SiO₂)

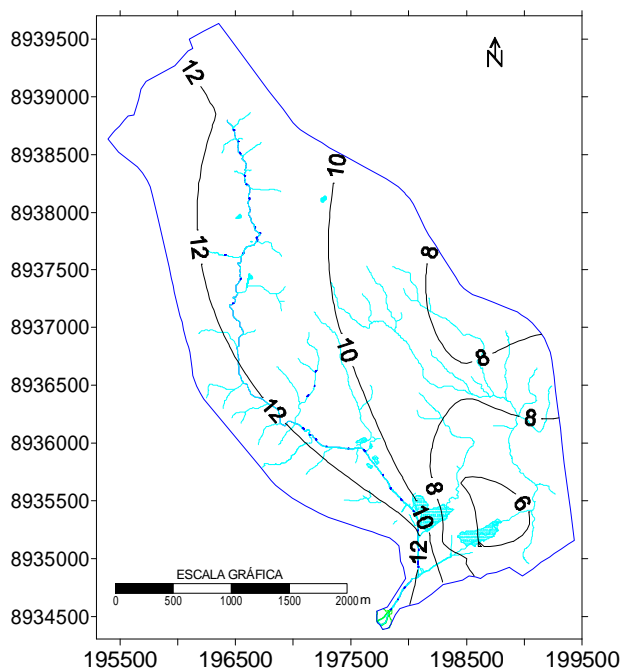


Figura 6 – Alcalinidade HCO₃⁻ (mg/l)

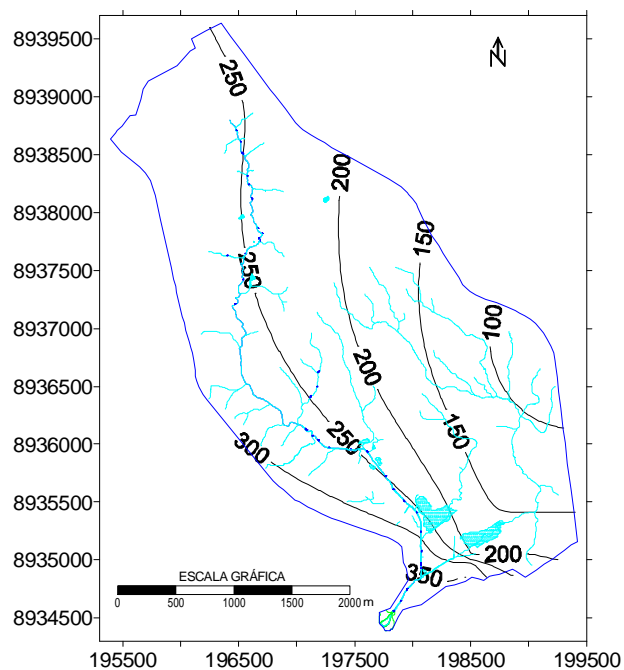


Figura 7 – Condutância (microMho/cm)

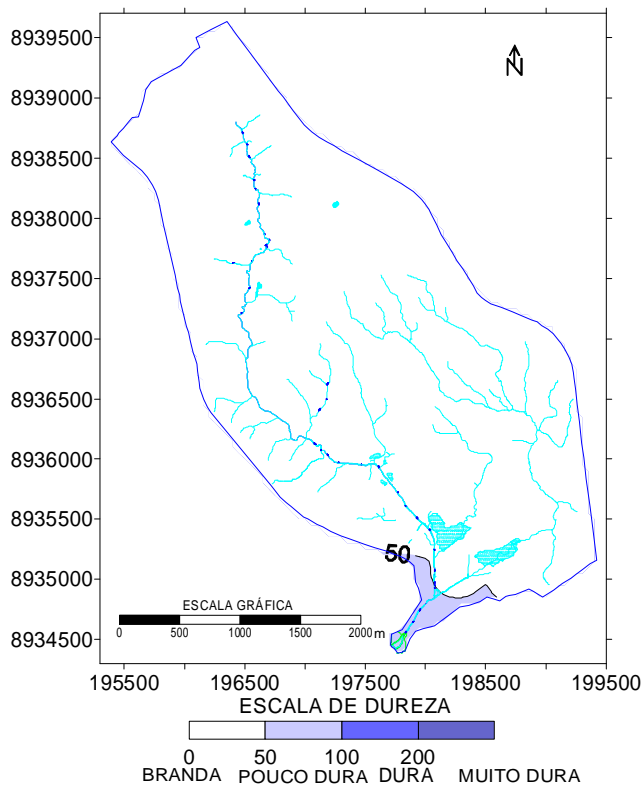


Figura 8 - Dureza total

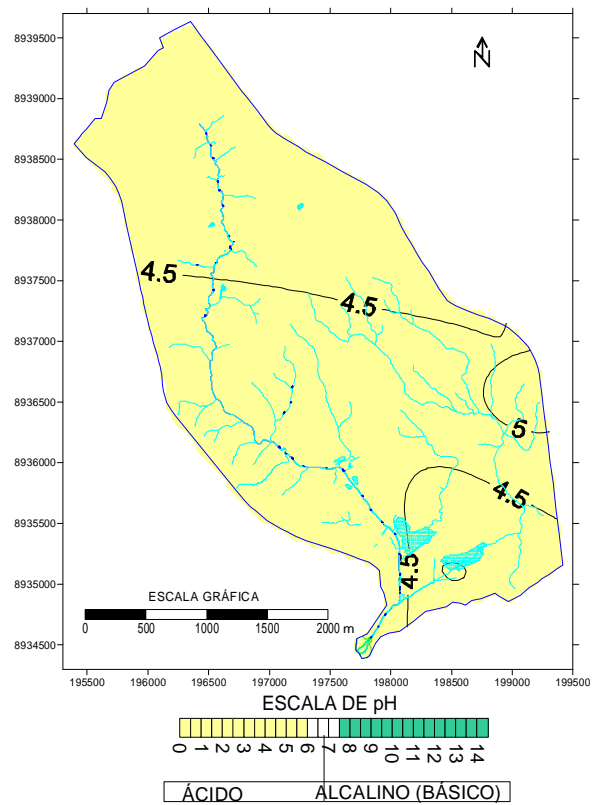


Figura 9 - pH

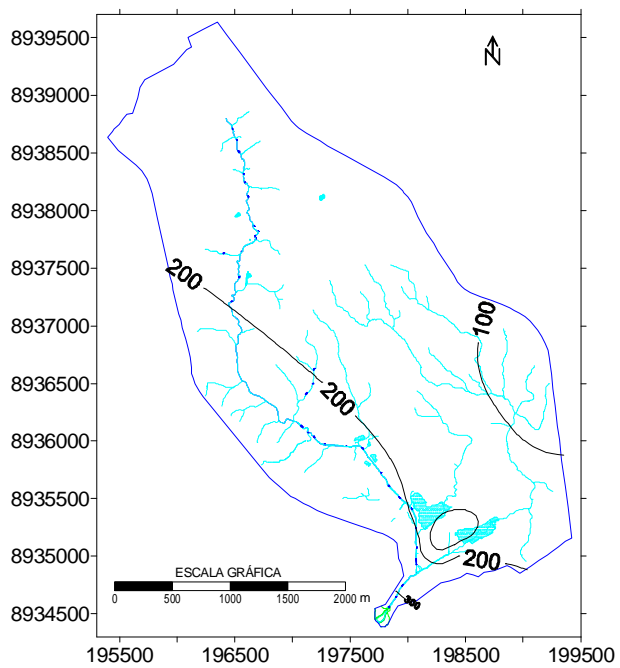


Figura 10 – Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l)

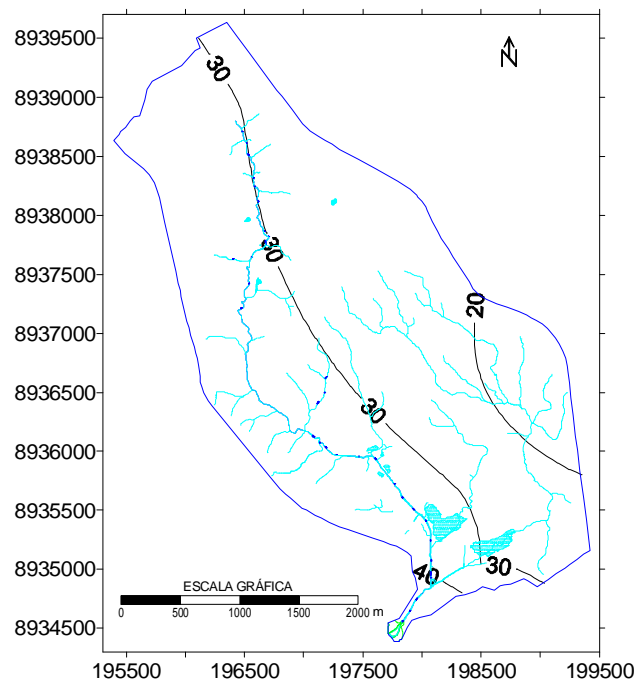


Figura 11 – Sódio (mg/l)

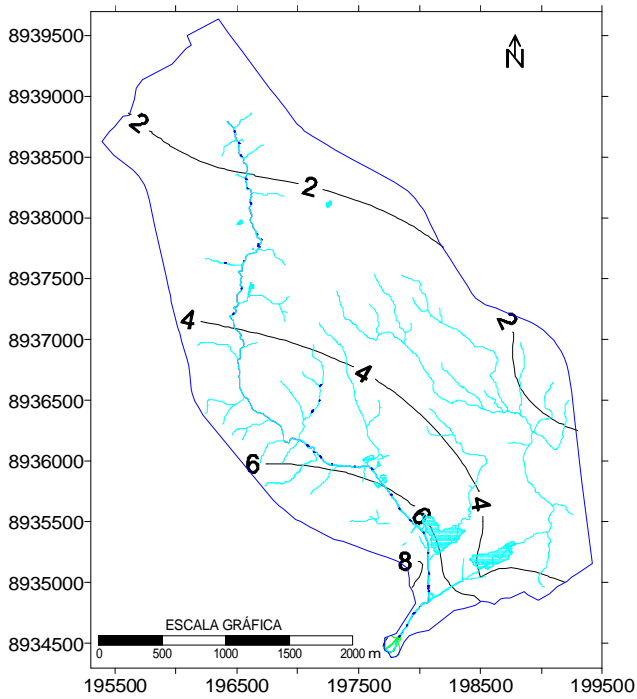


Figura 12 – Potássio (mg/l)

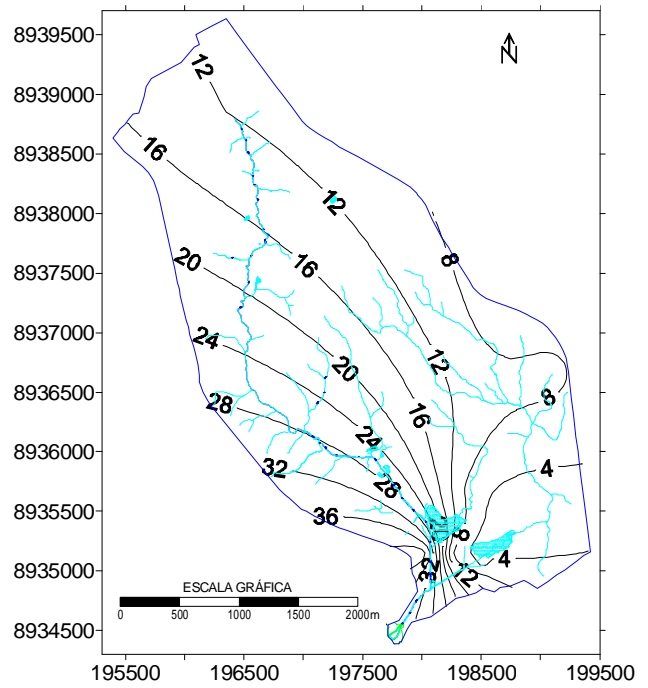


Figura 13 – Cálcio (mg/l)

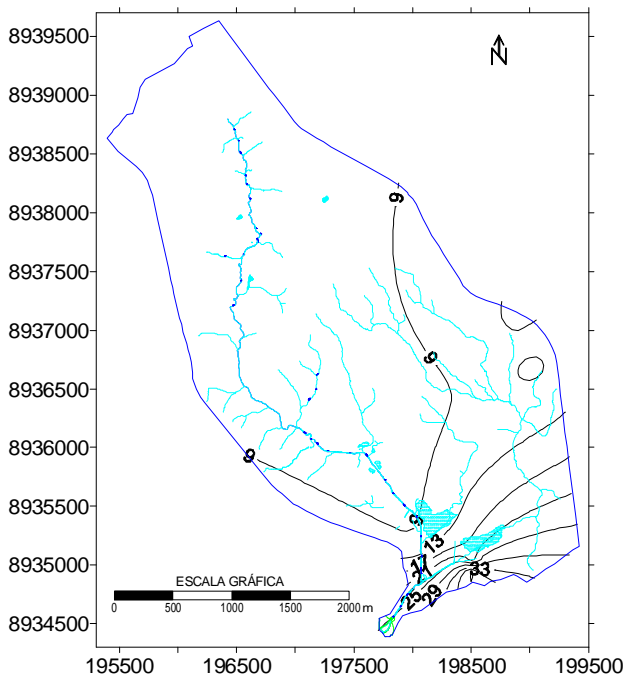


Figura 14 – Magnésio (mg/l)

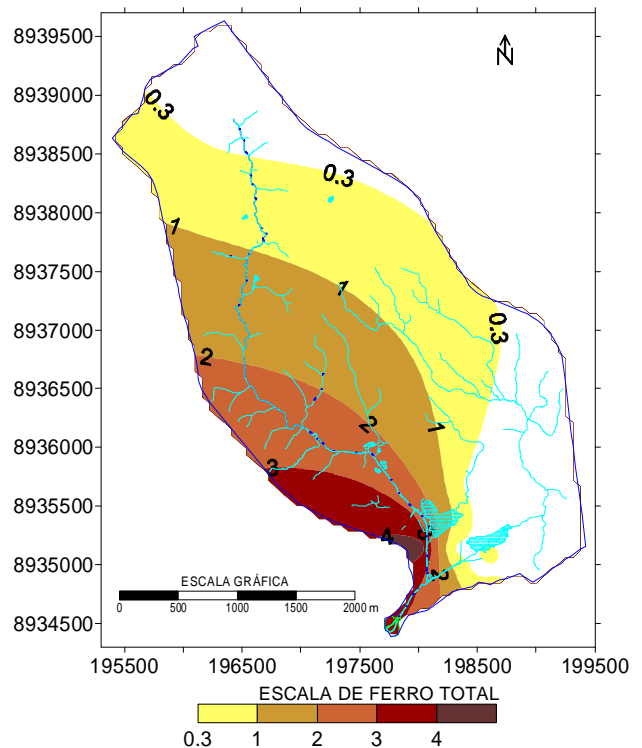


Figura 15 - Ferro total

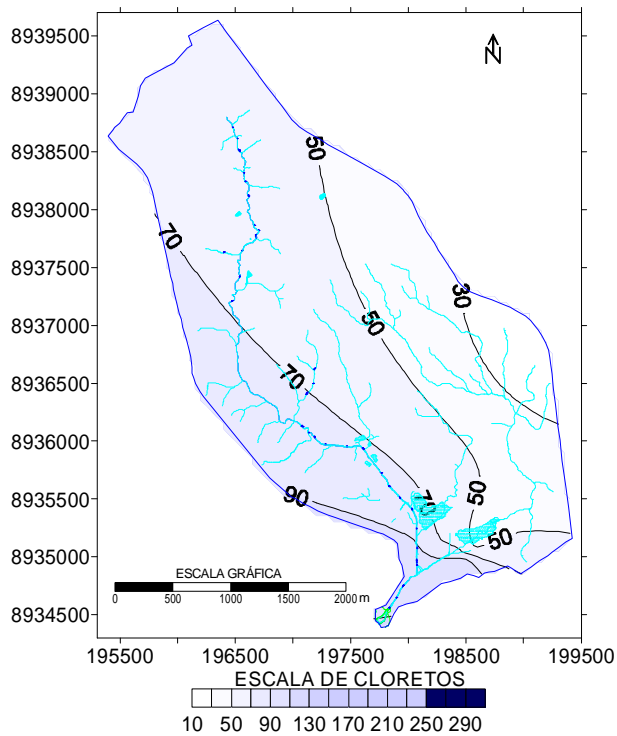


Figura 16 – Cloreto

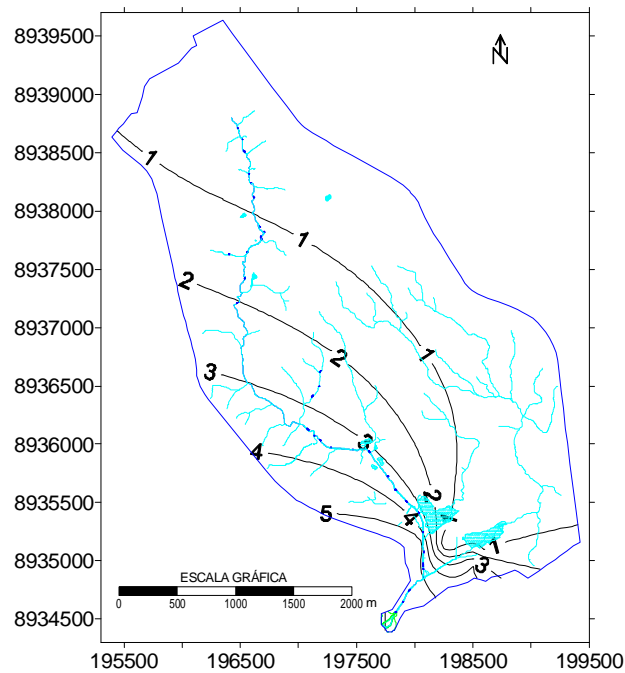


Figura 17 – Sulfato (mg/l)

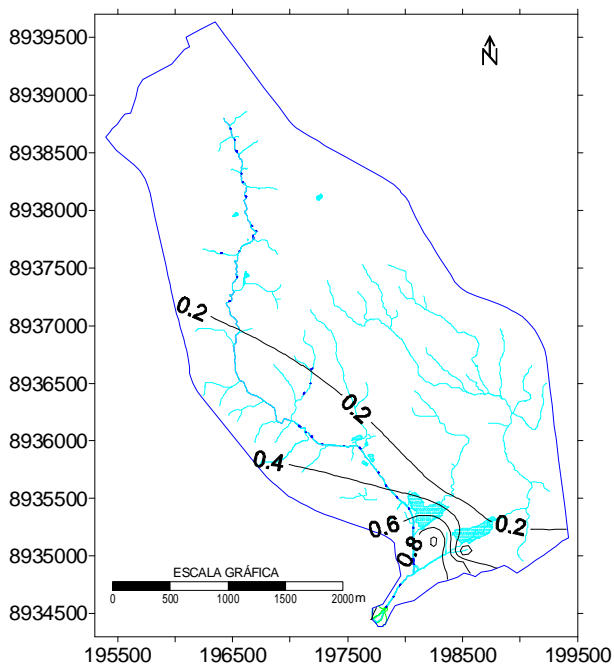


Figura 18 – Amônia (mg/l)

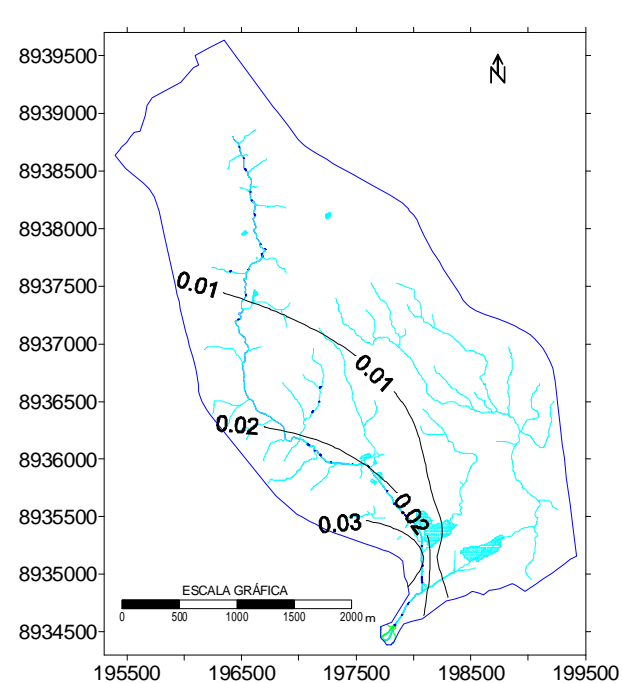
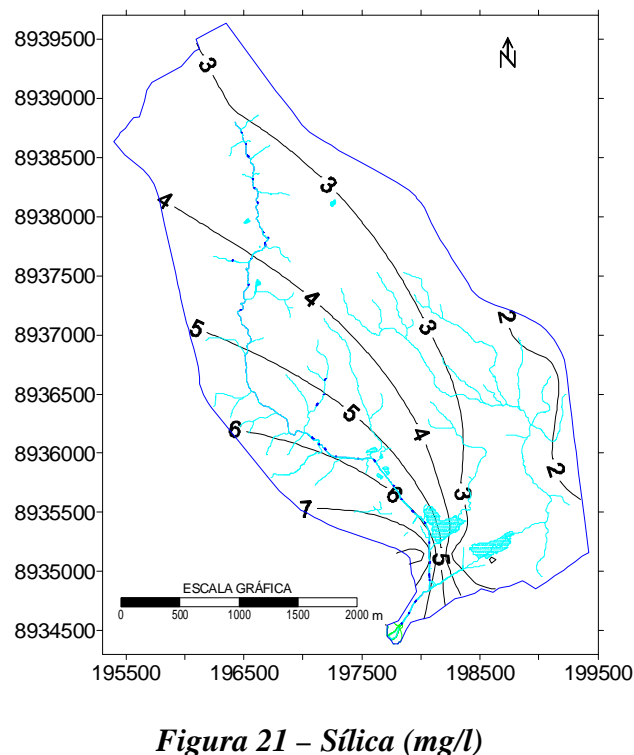
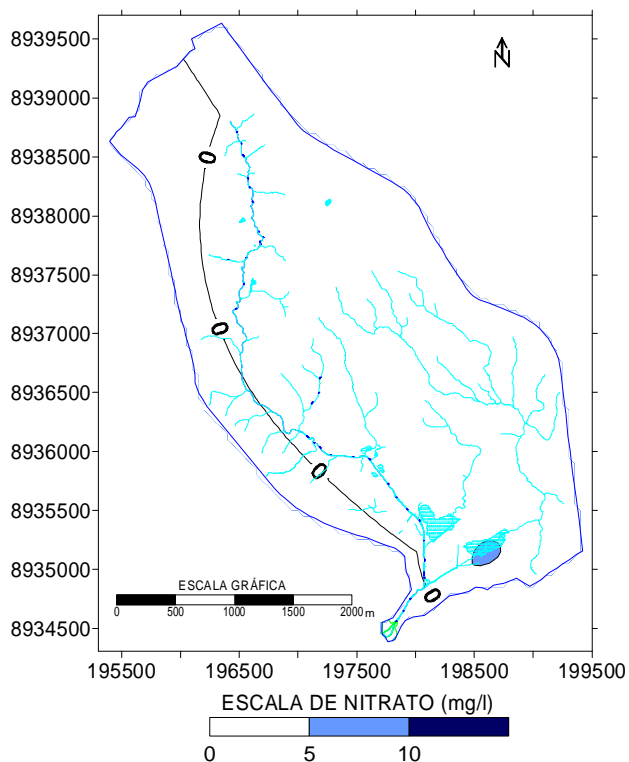


Figura 19 – Nitrito (mg/l)



Os dados indicam que alguns poços estão em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e apresentam restrições quanto aos usos preponderantes das águas subterrâneas (consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação) conforme a Resolução CONAMA 396/2008.

O pH, que representa a concentração de íons hidrogênio H^+ e define o caráter ácido, básico ou neutro da água ficou abaixo do valor mínimo permitido (6,0) para águas de abastecimento em todos os poços avaliados.

Outro parâmetro de qualidade de água que apresentou valores elevados foi o ferro. Em dois poços da bateria de Bebedouro, P2 e P7, as concentrações de ferro total foram de 4,44 e 0,43 mg/L, e excederam o valor máximo admitido para água potável que é de 0,3 mg/L. Entretanto, segundo a Resolução CONAMA 396/2008 águas subterrâneas com concentrações de ferro até 5,0 mg/L se prestam à irrigação, que é o caso do poço 7. O alto teor de ferro pode estar associado à ocorrência de ferrobactérias, podendo causar problemas cardíacos e diabetes (CPRM, 1997).

A cor da água, que é uma característica organoléptica importante, deve-se à presença de sólidos dissolvidos, sobretudo em estado coloidal, de natureza orgânica. Também pode ser atribuída à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, abundantes em diversos tipos de solos (SAWYER; McCARTY; PARKIN, 2003; PIVELI e KATO, 2005). A cor excedeu o limite para águas potáveis no poço P2. O alto conteúdo de ferro neste poço pode ter dado origem a cor da

água. Em se tratando de cor aparente, que sofre influência da turbidez, as partículas em suspensão (turbidez) também podem ter contribuído para o elevado valor da cor.

Com relação à turbidez, definida como a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão que provocam a sua difusão e absorção, ficou acima do permitido pelo padrão de potabilidade nos poços P2 (111,0 mg/L) e P6 (9,88 mg/L).

Considerando os padrões de potabilidade, os demais parâmetros analisados, inclusive os indicadores microbiológicos (coliformes totais e coliformes fecais) estiveram de acordo com o preconizado pela legislação vigente.

A análise espacial evidenciou que as maiores concentrações dos parâmetros: cor, turbidez, condutividade elétrica, dureza, STD, sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro total, cloreto, sulfato, amônia, nitrito e sílica, estão na porção da bacia próxima à laguna Mundaú. Portanto, esses parâmetros variam das nascentes, nas áreas de tabuleiro, para a foz do rio, na planície lagunar. Já o potencial hidrogeniônico (pH) evidenciou águas ácidas em todo o perímetro da bacia, podendo se constituir num problema para a saúde da população que não possa ingerir esse tipo de água. Salienta-se que as águas do aquífero Barreiras em Alagoas geralmente apresentam essa característica de acidez.

Os dados espacializados através dos mapas evidenciaram que, quanto mais próximas da foz do rio, as águas subterrâneas apresentam pior qualidade. A turbidez foi elevada em dois poços próximos à foz do riacho do Silva.

Outro agravante observado foi o nível de nitrato de 5,57mg/l em dois poços no bairro de Bebedouro. Sendo o nitrato um indicativo de contaminação de natureza antrópica, essa contaminação pode ser originária do esgoto sanitário lançado em fossas sépticas sem manutenção nas residências, nos conjuntos habitacionais existentes nas áreas de tabuleiro da bacia. Mesmo nessa situação, todas as águas dos poços apresentaram concentrações de nitrato e nitrito permitido para consumo humano, definido pela Portaria 518/2004.

Finalmente, salienta-se que as maiores concentrações de cloreto, próximo à foz do riacho do Silva, comprovam a influência da salinidade da laguna Mundaú nessa porção da bacia, merecendo atenção especial quanto à exploração das águas subterrâneas locais.

Desta forma é imprescindível à preservação do sistema aquífero local, o planejamento de uso e ocupação do solo, delimitando áreas com fontes herdadas de contaminação como também outras atividades potencialmente poluidoras em novos locais a serem implantadas, e a definição de perímetros de proteção de poços na área da bacia hidrográfica do riacho do Silva.

5. CONCLUSÃO

- Os resultados indicaram que, com exceção do ferro total, pH, turbidez e cor todos os parâmetros de qualidade das águas subterrâneas estão dentro dos limites especificados para potabilidade estabelecidos pela Portaria N° 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, e os principais usos das águas subterrâneas que incluem, consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação, conforme a Resolução CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008.
- Os dados espacializados através dos mapas evidenciaram que, quanto mais próximas da foz do rio, as águas subterrâneas apresentam pior qualidade.
- É imprescindível à preservação do sistema aquífero local, o planejamento de uso e ocupação do solo, delimitando áreas com fontes herdadas de contaminação como também outras atividades potencialmente poluidoras em novos locais a serem implantadas, e a definição de perímetros de proteção de poços na área da bacia hidrográfica do riacho do Silva.

6. BIBLIOGRAFIA

ALVES, J. M. de L.; NASCIMENTO, S. R. do; e SILVA, T. R. A. da. *Inventário Geoambiental do Parque Municipal de Maceió*. Monografia (graduação bacharel em Geografia) – Universidade Federal da Alagoas, 2005.

ANA - Agência Nacional de Águas - 2007. *Sistema de Informações Hidrológicas*. Versão Web 3.0. Estação Maceió (935005). Portal: www.ana.gov.br.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste. *Diagnóstico Ambiental do Município de Maceió – AL Relatório Preliminar: uso atual, levantamento de solos, potencialidade das terras e áreas de risco para construção civil e poluição*. Recife, novembro 2000, 59f. Mimeografado.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria MS 518 de 2004. Procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Brasília, 25 mar. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 396, de 03/04/2008. *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*. Brasília, 03 abr. 2008.

CAVALCANTE, A. T. - 1978. *Recursos hídricos subterrâneos da área de Maceió - Alagoas - Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco – Recife, 204 p.

CPRM. Companhia de pesquisa de Recursos Minerais. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. Coordenadores: Feitosa F. A. C. & Filho, J. M. Fortaleza: CPRM, LABHID- UFPE, 1997.

LANDIM, P. M. B. “*Análise estatística de dados geológicos multivariados*”. Lab. Geomática. Texto Didático 03, 128 pp. 2000. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: setembro/2008.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. (2005). *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*. São Paulo: ABES, 285p.

SANTOS, R. J. Q.; FERREIRA NETO, J. V.; CAVALCANTE, A. T. & WANDERLEY, P. R. M. – 2002. “*Superexploração de água subterrânea em área do Tabuleiro Do Martins – Maceió / AL*”. Anais do VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Maceió. Alagoas.

SANTOS, R. J. Q. dos. - 2007. *Estudos para Implantação de Indústria Envasadora de Água Mineral ou Potável de Mesa*. Secretaria Municipal de Proteção ao Meio Ambiente – SEMPMA. Maceió/AL.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. 5 th Edition. McGraw-Hill, 752p.