

ELETRORRESISTIVIDADE APLICADA NA REGIÃO DO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO¹

N.Ellert² & R.Marques³

PALAVRAS-CHAVE: Eletrorresistividade, água subterrânea, zonas costeiras, geofísica aplicada.

ELLERT, N.; MARQUES, R. (1994) Eletrorresistividade aplicada na região do Litoral Norte do Estado de São Paulo. *Bol.IG-USP, Sér.Cient.*, 25:111-121.

RESUMO

Um levantamento geofísico, utilizando métodos elétricos, foi executado em várias planícies costeiras do litoral norte do Estado de São Paulo. Estas planícies correspondem às praias da Baleia, Juréia, Juqueí, Una, Boracéia, Maresias e Sai, que são áreas urbanas turísticas que se encontram sob forte desenvolvimento. O suprimento de água potável pela municipalidade é uma realidade somente quando a maioria dos lotes dos terrenos estão ocupados. Desta forma a água subterrânea se transforma na principal fonte para o abastecimento quando estas áreas se encontram em suas fases preliminares de ocupação.

Geologicamente a região é constituída por sedimentos Quaternários cobrindo o embasamento cristalino. Estes sedimentos são na maior parte arenosos, contendo camadas de silte e argila, as quais são algumas vezes saturadas por água salgada.

Os sedimentos presentes apresentam variados valores de resistividade, muitas vezes influenciados pela topografia circundante. Amplas planícies contêm freqüentemente intrusões de água salgada. Pequenas planícies, circundadas por grandes elevações topográficas, usualmente contêm água doce, mesmo a maiores profundidades.

Correntes telúricas de elevada intensidade estavam presentes em praticamente todos os pontos investigados, atingindo duas dezenas de milivolts, para afastamentos de 10 metros entre os eletrodos de potencial, variando em tempos de poucos segundos, limitando o espaçamento MN entre os eletrodos de potencial, a um máximo de 4 metros. Devido à elevada umidade, a resistência de contato era geralmente baixa, permitindo que correntes de até 500 mA circulassem a partir da fonte com tensão de até 500 V.

ABSTRACT

A geophysical survey using geoelectrical method was carried out on several coastal plains along the north coast of the State of São Paulo. These plains, corresponding to Baleia, Juréia, Juqueí, Una, Guaratuba, Boracéia, Maresias and Sai beaches, are small, urban tourist, areas under intense development. Water supply from the municipality is often not provided before most of the lots are occupied. Groundwater becomes the main source of water in most cases.

¹ Trabalho Financiado pelo CNPq - Processo 2222.016/77.

² Departamento de Geologia Econômica e Geofísica Aplicada, Instituto de Geociências/USP, São Paulo, Brasil.

³ Aluno Pós-Graduando IG/USP.

Geologically the area is formed of Quaternary sediments covering the crystalline basement. These sediments, mostly sandy, contain silt and clay layers, which are sometimes saturated with salt water.

The sediments present variable values of resistivities, depending of the surrounding topography. Large plains frequently contain salt water intrusions. Small plains, surrounded by high elevations, usually contain fresh water, even at greater depths, imposing high resistivities to the sediments.

Telluric currents with high intensity were present at all investigated points, limiting MN spacing to a maximum of 4 meters. Due to the elevated soil humidity, contact resistance was low, allowing currents of 500 mA to flow in the ground using source voltages of about 500 V.

INTRODUÇÃO

O litoral norte do Estado de São Paulo, dadas às suas características turísticas de primeira linha e sua proximidade de grandes centros urbanos, tem experimentado nos últimos anos um intenso desenvolvimento urbano. Grandes empreendimentos imobiliários têm sido implantados, bem como uma intensa especulação imobiliária.

Considerando que os serviços de abastecimento de água municipal têm sido implantados muitas vezes em fases muito posteriores à da ocupação urbana, os proprietários são, na maior parte das vezes, obrigados a recorrer à água subterrânea, como sua fonte de abastecimento.

Dadas às características hidrogeológicas, deve ser considerada a possibilidade de existirem intrusões de água salina, bem como água salgada fossil. A perfuração de poços fica assim limitada em profundidade, devendo ser observada a presença de água salgada quando do regime de bombeamento para evitar a sua intrusão, danificando o poço (Flathe, 1955)

Considerando o caráter temporário de ocupação da maior parte da área, quando se manifesta uma grande concentração populacional nos períodos de férias, surge uma elevada demanda concentrada em um pequeno período, que pode afetar de forma intensa as condições dos recursos de água subterrânea, devendo portanto ser bem definido o seu comportamento para serem estabelecidas políticas de seu aproveita-

mento, mesmo que a nível doméstico individual.

Para a obtenção de uma melhor avaliação das condições hidrogeológicas da região, foram medidas sondagens elétricas verticais, empregando-se o arranjo Schlumberger, em várias praias e planícies.

Os dados obtidos no campo, sob a forma de resistividade aparente para cada espaçamento de $AB/2$ das sondagens elétricas realizadas, estão apresentados sob a forma de tabelas. Esta apresentação tem por objetivo permitir a reconstrução das curvas de campo, bem como calcular os valores de R (resistência = DV/I) obtidos no campo neste trabalho e assim orientar a eventual seleção dos equipamentos a serem utilizados, conhecendo-se a priori os possíveis limites de valores de DV que serão medidos, bem como se ter uma idéia da potência necessária da fonte de corrente e sua tensão de saída.

Verificou-se a presença constante de correntes telúricas de elevada intensidade limitando, na maior parte da vezes, o espaçamento dos eletrodos de potencial MN a um máximo de 4 metros. Por outro lado, verificou-se sempre uma baixa resistência de contato dos eletrodos de corrente graças à alta umidade do solo.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tendo o seu acesso através da Rodovia BR-101, as áreas investigadas

apresentam diferentes características morfo-topográficas. De um lado, apresentam-se como extensas planícies, onde os contrafortes da Serra do Mar se encontram a vários quilômetros da linha do mar, como no caso da Praia de Boracéia, onde estes se encontram entre 5 a 6 km da linha do mar. Em outros locais como a Praia de Juqueí, os contrafortes se encontram a distâncias inferiores a 1 km da linha do mar e a extensão lateral não ultrapassa os 2 km.

Geologicamente as planícies são constituídas de sedimentos quaternários, areno-argilosos, sendo normalmente de espessura variada, cobrindo o embasamento cristalino representado por rochas do pré-cambriano, tais como granitos, xistos, migmatitos, gnaisses, etc. A superfície do solo, na maior parte das vezes, é de areia grosseira, freqüentemente rica em ácidos orgânicos, originados pela rápida e intensa decomposição da vegetação. O teor em óxidos de ferro, em geral, é bastante elevado, conferindo às águas uma coloração avermelhada. Normalmente basta uma aeracão forçada para que os óxidos de Fe^{3+} se transformem em Fe^{4+} , precipitando-se na forma de óxidos hidratados. As águas freqüentemente apresentam também um odor característico.

A água para fins de abastecimento deve ser coletada abaixo das águas superficiais, evitando-as por serem ricas em matéria orgânica, porém sem atingir as profundidades maiores onde se encontra água salgada (Ellert, 1994). Considerando-se a intensa e rápida ocupação urbana, porém sem o acompanhamento da instalação de um sistema de coleta de esgotos, é freqüentemente detectada a interferência de fossas negras na qualidade das águas, representada pela presença de elevado conteúdo de bactérias fecais, nitratos, etc.

A vegetação em geral é abundante e luxuriante devido à elevada temperatura e a uma precipitação pluviométrica

superior a 1.500 mm/ano, tornado-se mais rala nos mangues.

Apesar de em trabalhos anteriores (Ellert, 1968) ter sido verificado que o contato água doce x água salgada pode variar com a maré, na execução deste trabalho não foi observada em que fase a maré se encontrava.

INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Com o advento dos microcomputadores, foram de certa forma abandonadas as formas mais antigas de interpretação de dados de sondagem elétrica, a saber, a utilização de ábacos padrão para casos de 2 e 3 camadas e o uso dos gráficos de pontos auxiliares no caso de mais de 3 camadas.

Existem no mercado vários aplicativos que se utilizam dos microcomputadores para realizar esta tarefa de forma, se não bem mais precisa, pelo menos, bem mais rápida. É claro que a utilização de aplicativos torna esta tarefa mais agradável e principalmente mais controlada.

Independentemente do método utilizado na interpretação, esta contém sempre a participação de duas fontes de erros, inerentes ao método, a saber o princípio da equivalência e a supressão (Bentz, 1961).

O aplicativo RESIST (inédito - disponível no CEPAS-IG/USP), foi desenvolvido pelo Prof.Dr. John Greenhouse (Universidade de Waterloo-Canadá), que basicamente consta do cálculo de curvas padrão a partir de introdução, pelo interpretador, de dados de espessura e resistividade de camadas e a comparação desta curva teórica com a curva de campo a qual se quer interpretar. Os dados teóricos e de campo são comparados para cada espaçamento de $AB/2$ determinado pelo programa e calculado o erro entre estes dois valores. Assim numa seqüência de tentativa e erro, procede-se ao ajuste da curva de campo à

curva teórica, procurando-se reduzir os erros a valores inferiores a 5% para cada espaçamento.

Este programa RESIST possibilita interpretar curvas que cubram 4 décadas bilog, ou seja, para curvas medidas com espaçamentos de até 1.000 m e valores de resistividade aparente entre 1 e 1.000 Ohm.m., com até 10 camadas geoeletricas.

LEVANTAMENTOS REALIZADOS

Praia de Boracéia

Na localidade da Praia de Boracéia, foi medido um total de 13 (treze) sondagens elétricas verticais (SEV) (Fig. 1).

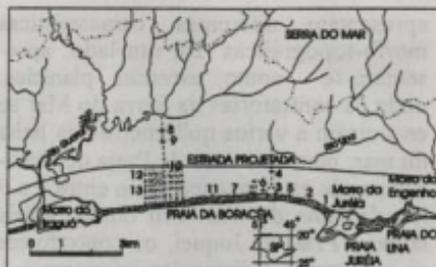


Figura 1 - Localização das sondagens elétricas verticais na Praia de Boracéia.

Estas SEV, empregando-se o arranjo Schlumberger, tiveram uma abertura AB máxima de 200 metros, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de resistividade aparente encontrados na praia de Boracéia.

AB/2 m	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5	SE-6	SE-7	SE-8	SE-9	SE-10	SE-11	SE-12	SE-13
1,5	335	320	515	330	240	380	285	460	175	680	820	340	500
2	362	350	515	400	300	380	320	455	220	700	800	360	560
2.5	390	380	515	450	340	400	335	440	230	650	760	370	570
3	422	420	510	470	365	410	350	430	270	650	770	410	610
4	450	450	510	500	405	450	350	400	325	600	800	460	640
5	470	460	510	510	420	490	340	380	390	600	800	480	680
6	458	480	500	500	425	500	335	370	430	640	820	515	700
8	400	470	470	470	425	470	300	360	530	630	820	560	710
10	375	440	435	420	420	410	280	360	590	580	820	590	680
12.5	360	350	380	282	380	365	260	350	620	500	710	615	645
16	272	285	330	183	310	280	230	345	620	390	630	605	580
20	160	208	163	168	140	140	320	490	280	380	530	460	480
30	87	120	125	32	128	88	103	300	390	220	260	475	380
40	43	80	85	21	83	76	55	240	270	190	115	305	270
50	28	63	53	19	62	85	33	155	175	175	48	200	210
60	17	62	40	21	43	103	32	90	117	160	33	140	145
80	26	68	40	28	43	138	42	50	55	135	22	90	80
100	33	82	48	36	55	170	100	53	42	78	25	100	90

Interpretando-se as curvas de SEV empregando-se o programa RESIST, foram obtidos os dados que permitem a construção das seções geoeletricas I e II (Figs. 2 e 3).

A partir da interpretação das curvas de SEV medidas ao longo da linha da praia, infere-se que o embasamento

cristalino se encontra a uma profundidade entre 40 e 60 metros, sobre o qual repousam camadas com resistividades entre 10 e 30 ohms.m, camadas estas que poderiam ser interpretadas como saturadas com água salobra.

Os dados encontrados na interpretação das curvas de SEV para este local

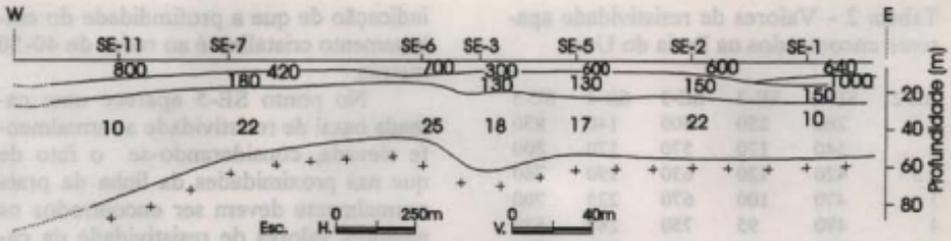


Figura 2 - Seção geológica I, paralela à costa na Praia de Boracéia.

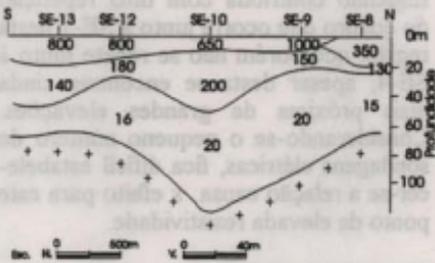


Figura 3 - Seção geológica II, perpendicular à costa na Praia de Boracéia.

mostram um comportamento mais acidentado para o embasamento cristalino, não em amplitude, mas em extensão. As camadas com resistividade elevada apresentam espessuras de até 30 metros, o que caracteriza um melhor potencial em água subterrânea, à medida que se afasta linha da costa.

Praia do Una

Nesta praia, em sua porção leste, próximo ao Rio Una, foram medidas 5 SEV, sendo duas mais próximas da praia e 3 ao longo da estrada que se dirige rumo ao pé da Serra do Mar (Fig. 4).

A Tabela 2 representa os dados de campo obtidos.

Com base na interpretação das curvas SEV, foram obtidos dados que permitem a construção das seções geológicas III e IV (Figs. 5 e 6).

A seção geológica III, composta pela interpretação das SE-1 a SE-4, mostra que o substrato rochoso se en-



Figura 4 - Localização das SEV.

contra a profundidades entre 40 e 50 metros. Este encontra-se coberto por camadas sedimentares com resistividades bastante variáveis. A camada sedimentar basal, a partir de SE-2 apresenta-se com resistividades bastante baixas, muito provavelmente saturadas por água salgada. As camadas restantes apresentam-se mais resistivas, indicando a presença de camadas de areia saturadas de água doce. Como a SE-1 se encontra mais próximo das elevações topográficas existentes na área, a camada basal se encontra com elevados valores de resistividade decorrentes da presença de camadas saturadas com água doce que se infiltra a partir do escoamento subterrâneo das porções mais elevadas da

Tabela 2 - Valores de resistividade aparente encontrados na Praia do Una.

AB/2	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5
1.5	260	250	500	140	850
2	340	170	570	170	800
2.5	420	120	630	190	760
3	470	100	670	225	700
4	490	95	750	280	620
5	480	92	850	330	550
6	460	90	850	360	500
8	390	80	800	390	400
10	300	70	740	400	340
12.5	240	60	635	390	280
16	185	46	500	340	220
20	150	32	380	280	170
25	135	27	255	235	145
30	122	19	165	190	125
40	120	16	85	115	120
50	130	17	50	65	128
60	140	20	48	38	150
80	165	27	55	30	185
100	200	35	65	35	210

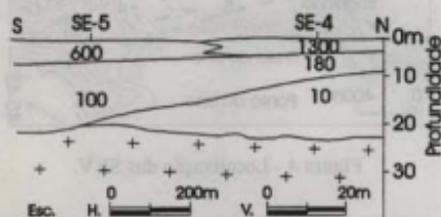


Figura 5 - Seção geolétrica III perpendicular à costa na Praia do Una.

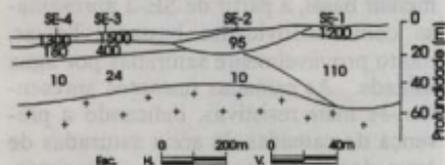


Figura 6 - Seção geolétrica IV paralela à costa na Praia do Una.

Serra do Mar saturadas de água doce.

Esta seção construída com base na interpretação das curvas de SE-4 e SE-5, portanto paralela à costa, confirma

indicação de que a profundidade do embasamento cristalino é ao redor de 40-50 metros.

No ponto SE-5 aparece uma camada basal de resistividade anormalmente elevada, considerando-se o fato de que nas proximidades da linha da praia normalmente devem ser encontrados os menores valores de resistividade da camada basal por influência da água do mar. Talvez a proximidade do Morro do Engenho contribua com uma repetição do quadro que ocorre junto à SE-1 nesta região, que porém não se repete junto à SE-4, apesar desta se encontrar ainda mais próxima de grandes elevações. Considerando-se o pequeno número de sondagens elétricas, fica difícil estabelecer-se a relação causa x efeito para este ponto de elevada resistividade.

Praia de Juqueí

Nesta localidade foram medidas 4 SEV, dispostas ao longo de 2 perfis transversais à linha da costa, conforme Figura 2.

A Tabela 3 constitui os dados de resistividade obtidos.

Com base na interpretação das curvas de SE-1 a SE-4 foram construídas as seções geolétricas V e VI (Figs. 8 e 9).

A seção geolétrica V, construída com dados da interpretação de SE-4 e SE-3 indica a presença de uma camada basal cujas resistividades variam entre 8 e 30 Ohm.m. Em SE-3 trata-se provavelmente de uma camada arenosa saturada de água salgada. Em SE-4, ao valor de 30 Ohm.m deve corresponder uma camada arenosa saturada de água doce.

A seção geolétrica VI indica um substrato mais raso com camadas basais com elevadas resistividades, caracterizando a presença de camadas arenosas contendo água doce. Chama a atenção a ausência de camadas condutivas.



Figura 7 - Localização das sondagens elétricas verticais na Praia de Juqueí.

Tabela 3 - Valores de resistividade aparente encontrados na Praia de Juqueí.

AB/2	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4
1.5	750	440	75	160
2	700	440	75	160
2.5	640	440	75	160
3	600	440	75	160
4	430	445	75	160
5	330	450	75	160
6	225	460	75	165
8	135	480	75	170
10	90	500	75	180
12.5	80	440	77	180
16	80	380	82	170
20	90	340	82	145
25	100	300	75	112
30	115	300	70	90
40	140	340	65	65
50	160	400	60	52
60	180	440	65	46
80	215	550	75	40
100	250	650	85	40

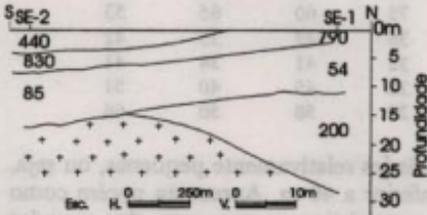


Figura 8 - Seção geoeletrica V perpendicular à costa na Praia de Juqueí.

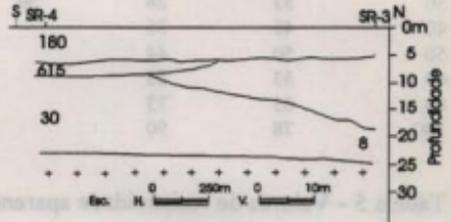


Figura 9 - Seção geoeletrica VI perpendicular à costa na Praia de Juqueí.

Barra do Sai

Nesta localidade foram medidas 3 SEV. Suas localizações se encontram representadas na Figura 7.

Com base na interpretação das curvas de sondagem elétrica vertical obtidas a partir dos dados da Tabela 4, foi construída a seção geoeletrica VII (Fig. 10), onde se verifica que o embasamento cristalino se encontra a profundidades entre 20 e 30 metros. Como camada sedimentar basal aparece um estrato com resistividade entre 8 e 11 Ohm.m correspondente à presença de água salgada saturando esta camada. Sobre esta se dispõe outras, com resistividades mais elevadas, representadas por areias saturadas de água doce. No ponto correspondente à SE-3 não foi possível determinar-se a profundidade do embasamento cristalino.

Tabela 4 - Dados de resistividade aparente encontrados na Barra do Sai.

AB/2	SE-1	SE-2	SE-3
1.5	310	380	500
2	400	330	550
2.5	480	280	600
3	550	260	680
4	630	245	750
5	670	245	750
6	660	230	700
8	620	185	650
10	530	150	500
12.5	390	108	360
16	245	75	250
20	100	46	150
25	70	32	80
30	53	28	50
40	46	36	
50	50	44	
60	53	55	
80	63	73	
100	78	90	

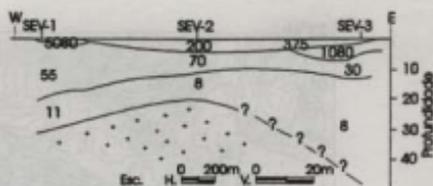


Figura 10 - Seção geolétrica VII paralela à costa na Barra do Sai.

Praia da Baleia

Nesta praia (Fig. 7), ao longo de duas linhas, uma paralela à linha da costa e outra perpendicular, foram medidas 9 sondagens elétricas verticais, obtendo-se os seguintes valores de resistividade aparente.

A Tabela 5, contendo os dados obtidos no campo, mostra uma grande variação nos valores de resistividade aparente encontrados.

Tabela 5 - Valores de resistividade aparente medidos na Praia da Baleia.

AB/2	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5	SE-6	SE-7	SE-8	SE-9
1.5	120	1000	85	180	300	2000	550	1100	1500
2	120	950	85	190	305	2000	650	1150	1500
2.5	120	850	87	200	320	2000	750	1200	1500
3	122	750	90	220	360	1900	800	1300	1550
4	120	570	100	270	400	1800	850	1300	1680
5	132	390	115	300	480	1600	850	1200	1850
6	130	280	125	330	550	1300	840	1050	1920
8	120	160	140	380	660	950	750	710	1850
10	105	110	150	410	670	750	660	650	1500
12.5	85	85	152	405	630	570	560	430	1000
16	75	80	145	380	560	410	440	310	500
20	71	85	130	330	440	280	300	220	100
25	76	93	110	260	320	160	220	150	
30	85	100	90	190	195	95	150	100	
40	105	130	65	120	75	60	65	53	
50	112	160	55	110	36	42	35	42	
60	142	185	60	112	32	41	34	41	
80	180	250	75	130	28	45	40	51	
100	210	300	93	155	27	58	50	66	

A partir da interpretação das curvas de SEV1 a SEV5, obtém-se a seção geolétrica VIII da Figura 11.

Nesta seção nota-se que o embasamento cristalino se encontra a profun-

didades relativamente pequenas, ou seja, inferior a 40 m. Apresenta porém como característica a presença de camadas com resistividade elevada, exceto SEV5 medida junto à praia. As camadas mais

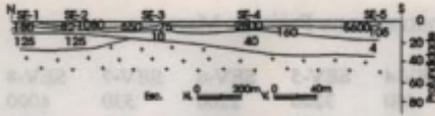


Figura 11 - Seção geolétrica VIII perpendicular à costa da Praia da Baleia.

superficiais, em alguns pontos (SEV1), apresentam uma grande variação nos valores de resistividade, qual seja reflexo da sua composição granulométrica e seu estado de saturação, muitas vezes areias soltas e secas.

A Figura 12 constituída com base na interpretação das SEV-7 a SEV-9 mostra que, no ponto SEV9 aparece um aprofundamento do substrato rochoso, não tendo sido detectada a profundidade através da sondagem elétrica vertical. Se observada a Figura 7, verifica-se que esta SEV foi medida nas proximidades de um alto topográfico. É de se supor portanto a presença de uma falha neste ponto, que desloca o embasamento cristalino para maiores profundidades. As camadas superficiais, até a profundidade de 20 metros apresentam resistividades mais elevadas, reflexo da granulometria grosseira e saturação por água doce.



Figura 12 - Seção geolétrica IX paralela à costa na Praia da Baleia.

Maresias

Foi medido um total de 8 SEV, sendo 4 paralelas à costa (SEV5 - SEV8) e 4 perpendiculares (SEV1 - SEV4), conforme Figura 13.

Com base nos dados obtidos pela interpretação das curvas de sondagem elétrica vertical é possível construir-se as seções geolétricas X (perpendicular

à costa, Fig. 14) e XI (paralela à costa, Fig. 15).

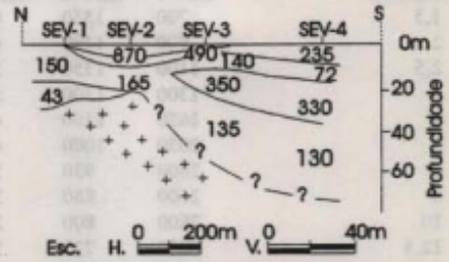


Figura 13 - Localização das sondagens elétricas na Praia de Maresias.

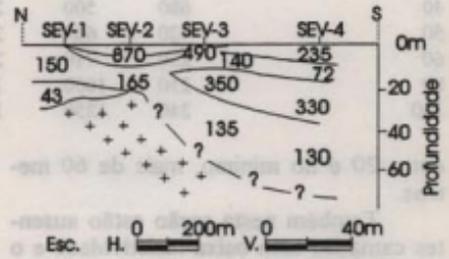


Figura 14 - Seção geolétrica perpendicular à costa na Praia de Maresias.

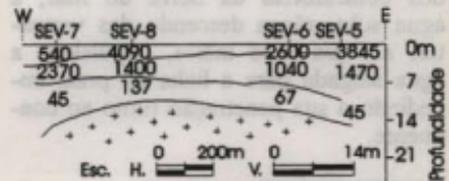


Figura 15 - Seção geolétrica XI paralela à costa da Praia de Maresias.

Os dados obtidos no campo encontram-se representados na Tabela 6.

Observa-se nesta seção a presença constante de camadas com resistividades elevadas, ou seja indicando a ausência de camadas arenosas saturadas com água salgada, mesmo em pontos mais próximos da praia. O embasamento cristalino se encontra a profundidades

Tabela 6 - Valores de resistividade aparente encontrados na Praia de Maresias.

AB/2m	SEV-1	SEV-2	SEV-3	SEV-4	SEV-5	SEV-6	SEV-7	SEV-8
1,5	700	1550	650	480	3200	2200	530	4000
2	900	1480	620	470	3250	2400	550	3800
2,5	1100	1350	580	440	3100	2300	560	3600
3	1300	1300	540	400	2800	2200	570	3400
4	1650	1100	460	340	2200	1800	600	2800
5	2050	1000	420	300	1700	1600	630	2500
6	2400	930	360	270	1600	1300	680	2000
8	2600	850	300	240	1400	1050	700	1400
10	2800	800	250	210	1300	850	740	1100
12,5	2850	720	200	185	1050	700	750	760
16	2550	740	180	165	825	550	700	580
20	2150	550	190	150	650	440	620	550
25	1600	500	210	145	500	390	480	650
30	1180	470	220	150	420	420	350	750
40	680	500	240	160	425	530	245	1000
50	420	600	240	170	460	700	230	1250
60	230	710	210	180	550	800	250	
80	210	1000	180	180	700	1100	400	
100	240	1250	150	180	900	1300	530	

entre 20 e no mínimo, mais de 60 metros.

Também nesta seção estão ausentes camadas com baixa resistividade e o embasamento se encontra a profundidades pequenas não ultrapassando os 30 metros. Considerando as proximidades dos contrafortes da Serra do Mar, a água subterrânea descendo das vertentes, ao que tudo indica, impulsiona a água salgada para a linha da praia impedindo a sua penetração rumo ao continente.

CONCLUSÕES

A identificação de estratos com diferentes resistividades, reflexo de sua constituição (argilas, areias, embasamento cristalino) e saturação (água doce ou salgada) bem como a definição de suas espessuras, possibilita o planejamento na construção de poços profundos para fins de abastecimento individual ou coletivo.

A identificação de camadas arenosas de espessuras apreciáveis revela o potencial de água subterrânea nestas

regiões, porém, mas também mostra o elevado grau de vulnerabilidade destes recursos por efluentes sanitários domésticos. Em muitos locais já foram identificadas elevados graus de contaminação por agentes fecais e nitratos.

Nota de destaque foi a presença de elevadas correntes telúricas, notadamente quando as linhas das sondagens elétricas eram dispostas paralelamente à linha da costa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENTZ, A. (1961) *Lehrbuch der Angewandten Geologie*. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1069p.
- ELLERT, N. (1968) Sobre a aplicação de eletroresistividade na Baixada Santista - São Paulo. *Boletim. Sociedade Brasileira de Geologia*, v. 17, n. 1, p. 77-83.
- ELLERT, N.; BENETTI MENDES, J.M. (1994) Métodos elétricos e eletromagnéticos aplicados em zonas costeiras- Prospecção de água subterrânea. In: Congresso Latinoamerica-

no de Hidrologia Subterrânea, 2.,
Santiago, 1994. **Textos de los tra-**
bajos. Santiago, ALHSUD.

FLATHE, H. (1955) Possibilities and
limitations in applying geoelectrical

methods to hydrological problems in
the coastal areas of the NW Ger-
many. **Geophysical Prospecting,**
vol. 3, n.2, p.95-110.

N.Ellert - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11.348,
CEP 05422-970, São Paulo, SP, Brasil.

Recebido 20/10/95
Aprovado 29/12/95