

ESTUDOS GEOELÉTRICOS/HIDROGEOLÓGICOS DA ZONA COSTEIRA DA BACIA DO RIO CAUÍPE, CAUCAIA, CEARÁ, BRASIL

José Márcio Lins Marinho¹ & Sônia Maria Silva Vasconcelos²

Resumo - Foram executadas 39 sondagens elétricas e 28 pontos de água foram investigados para condutividade elétrica e nível estático na região costeira da Bacia Hidrográfica do Rio Cauípe, Município de Caucaia, Ceará, compreendendo cerca de 103 km².

Os resultados da interpretação integrada dos dados geoeletricos e hidrogeológicos revelaram que ocorre na área um aquífero freático superficial, composto por diferentes formações, desde manto de intemperismo sobre o substrato gnáissico-migmatítico, até sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras e areia de dunas. As espessuras saturadas variam de quase zero ao sul da área até cerca de 35 m nas encostas do vale e na planície litorânea.

Um forte gradiente no mapa de condutividade, com valores variando de 400 a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sugere uma divisão das contribuições hidrogeológicas dos domínios sedimentar, do lado litorâneo, e cristalino, do lado interior.

O mapa potenciométrico revela que existe um paleovale e que a lagoa do Banana encontra-se em um alto potenciométrico.

Os solos da área estudada são arenosos, o que facilita a infiltração da água das precipitações. As possibilidades hidrogeológicas do domínio sedimentar na área são restritas. Sugere-se que as captações de água sejam feitas em locais onde se possa obter também a contribuição do aquífero fissural.

¹ Prof. do Dpto. de Geologia da UFC, Campus do Picí, Bloco 912, Fones: 85 288-98-67 e 85 288-98-75, Fax: 85 288-98-74, e-mail:marinho@ufc.br

² Profa. do Dpto. de Geologia da UFC, Campus do Picí, Bloco 912, Fones: 85 288-98-67 e 85 288-98-75, Fax: 85 288-98-74, e-mail:smaria@ufc.br

INTRODUÇÃO

A Comissão Mundial da Água, reunida em março de 1999, na cidade do Cairo, Egito, previu que até o ano 2005 será necessário aumentar em 20% o volume de água doce disponível no mundo, para atender às necessidades geradas pela expansão populacional e pelo crescimento das atividades industriais. Sabe-se que um programa de gestão dos recursos de água requer uma grande variedade de levantamentos, incluindo levantamentos hidrológico, geológico, hidrogeológico, hidroquímico e de poluição. No presente estudo, foram feitos estudos geofísicos por eletrorresistividade, e hidrogeológicos, através do levantamento de pontos d'água e medidas da condutividade elétrica para definir a geometria e a superfície potencial do aquífero livre da área de estudo, bem como estimar a qualidade química da água subterrânea.

A área de estudo consiste na parte costeira da Bacia Hidrográfica do rio Cauípe; situa-se na porção nordeste do estado do Ceará, limitando-se a norte pelo Oceano Atlântico (Figura 1). Está inserida na região metropolitana de Fortaleza e perfaz uma área de 103 km² do município de Caucaia.

Embora a maioria dos aquíferos extrapolem os divisores das águas superficiais, a escolha da área de estudo foi feita tendo como unidade de gestão a bacia hidrográfica, seguindo o que preconiza a atual legislação sobre recursos hídricos.

FISIOGRAFIA/GEOLOGIA/HIDROGEOLOGIA

A área de estudo, com suas estradas de acesso, com as localizações das estações das sondagens elétricas e dos pontos de água, é apresentada na Figura 2. A principal via de acesso é a rodovia estadual CE-085, denominada Estruturante ou Sol Poente, que cruza a área na direção E-W. A partir de Fortaleza, nessa via, o acesso à área dista cerca de 40 km. Uma estrada litorânea, não pavimentada, une a praia do Cumbuco ao porto do Pecém, passando pelo rio Cauípe. Outras estradas carroçáveis dão acesso a maior parte da área.

O relevo da região estudada é relativamente suave, com elevação média em torno de 40 m acima do nível do mar. A planície litorânea, com cotas abaixo de 10 m, é estreita, com largura normalmente inferior a 1 km. Segue-se o cordão de dunas móveis paralelo à linha de costa. Este cordão é a expressão topográfica de maior destaque, com cotas da ordem de 70 m; é interrompido no vale do rio Cauípe.

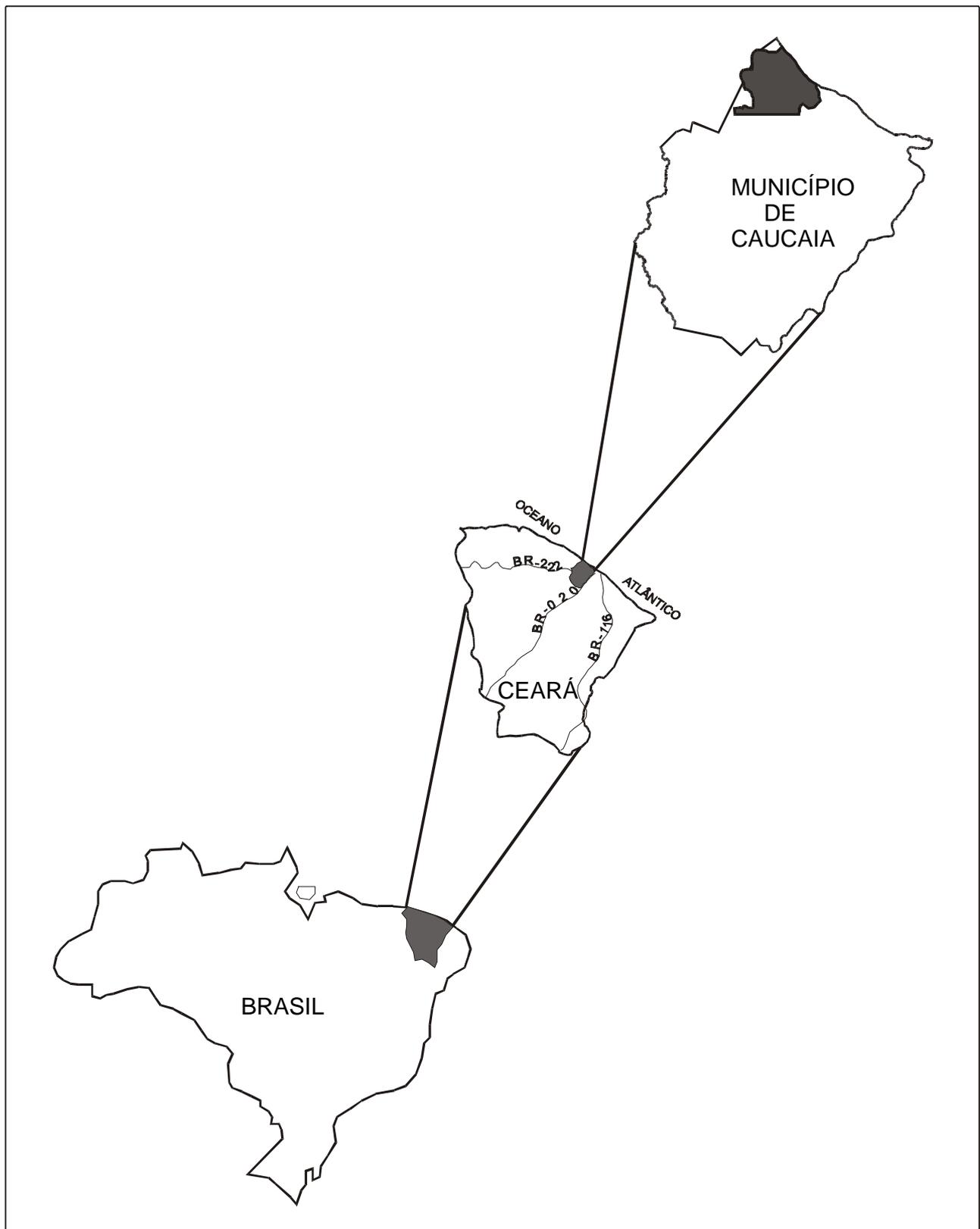


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Mais para o interior, as cotas variam na faixa entre 30 e 50 m, na maior parte da área. Apenas o serrote Japurá, alinhado SW-NE, situado na parte sul entre as referências

UTM 522000 e 528000 E-W, tem expressão topográfica, com cota máxima da ordem de 80 m.

A parte central da área é drenada pelo rio Cauípe, tendo como principais afluentes os riachos dos Matões e Coité. O rio Cauípe é barrado naturalmente, a 3 km da praia, pelas dunas, formando o Lagamar do Cauípe, área de proteção ambiental.

O lado sudeste da área é caracterizado pela presença de lagoas, destacando-se as lagoas do Banana, Tapacaú e do Damião. Três pequenos riachos tem seus cursos d'água direcionados para a lagoa do Banana. Esta, por sua vez, quando cheia, drena para o lagamar do Cauípe, através do riacho Pirapora.

Geologicamente, a área é caracterizada por um substrato cristalino com coberturas sedimentares cenozóicas (Brandão, 1994, 1995). O embasamento cristalino é formado fundamentalmente por rochas do complexo gnáissico-migmatítico. Já a cobertura inclui depósitos colúvio-eluviais, rochas da Formação Barreiras, dunas e aluviões.

O domínio hidrogeológico cristalino se relaciona às rochas pré-cambrianas, onde o armazenamento de água se dá em fendas e fraturas, constituindo o que se denomina de aquífero fissural. Com relação a um manto de intemperismo sobre os terrenos cristalinos, ocorre na área estudada, particularmente no vale do rio Cauípe e suas encostas, uma delgada camada com porosidade primária evidenciada. A Formação Barreiras é composta por sedimentos areno-argilosos e argiloso-arenosos, inconsolidados ou pouco consolidados, distribuídos como uma faixa, de largura variável, que acompanha a linha de costa; sua espessura também é variável, geralmente uma consequência do paleo-relevo do substrato cristalino, mas sua espessura é comumente inferior a 40 m na costa cearense. A faixa litorânea, na área estudada, é uma planície onde não afloram sedimentos da Formação Barreiras.

A parte superior da Formação Barreiras é comumente arenosa e sua exploração é alta, apesar de suas condições hidrogeológicas restritas, com vazões geralmente abaixo de 3 m³/h. Além de sua exploração direta, é importante também sua exploração em sistemas mistos, através de poços que atinjam a interface Barreiras/cristalino e dunas/Barreiras.

As dunas, aqui tratadas, incluem os sedimentos de praia, as dunas fixas, móveis e paleodunas. Sua forma de ocorrência é caracterizada por formarem cordões quase contínuos ao longo da costa e paralelos a ela. São depósitos inconsolidados de origem eólica, constituídos por areias finas e médias, bem classificadas.

O aquífero dunas é superficial, pouco espesso, recebendo recarga diretamente das chuvas. Por esta razão, este aquífero é intensamente explorado através de poços rasos.

Os depósitos aluvionares se restringem à calha do rio Cauípe e de seus afluentes. Constituem-se de sedimentos detríticos de deposição fluvial, com grande variação granulométrica, que vai de cascalho a areia e argila.

De modo geral, os aquíferos aluvionares da área representam fontes alternativas de abastecimento restrito de água, além de atuarem como zona de recarga para aquíferos fissurais e Barreiras.

Sessenta e um poços tubulares foram registrados na área investigada, onde os aquíferos foram preliminarmente classificados em fissural (48) e sedimentar (13), conforme CPRM (1999). A profundidade dos poços varia normalmente entre 15 e 60 m; as vazões informadas para dez dos poços ficou entre 600 e 3000 L/h.

Excepcionalmente, um poço em aquífero fissural apresentou vazão de 13200 L/h, com condutividade para a água de 728 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Em visita ao local, denominado Itapará, precisamente nas coordenadas UTM's 518806 / 9598891, verificamos que o substrato aflorante é quartzito.

Na área estudada, o índice pluviométrico médio anual situa-se no patamar de 1200 a 1400 mm e as temperaturas na faixa de 26 a 32°C. A alta precipitação anual, aliada a uma cobertura predominantemente arenosa, garantem uma boa recarga para os aquíferos.

AQUISIÇÃO DOS DADOS GEOELÉTRICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Trinta e nove sondagens elétricas verticais (SEV) Schlumberger foram executadas na área de estudo (Figura 2) com o espaçamento de eletrodos de corrente (AB/2) máximo variando normalmente de 100 a 300 m; a SEV 30 foi excepcionalmente executada com AB/2 máximo igual a 1 km. Um resistivímetro modelo PER-80, fabricado pela DPM Engenharia Ltda. (Desenvolvimento Projeto e Manutenção), com sede em Fortaleza, foi utilizado na aquisição dos dados. O transmissor de corrente direta tem uma potência máxima de 250 W; o receptor tem alta impedância de entrada (20 megaohms) e a medida é digital, com fundos de escala de 20 V, 2 V e 200 mV.

A resistividade aparente obtida do campo foi plotada contra a metade do espaçamento do eletrodo de corrente (AB/2) em uma escala gráfica logarítmica-logarítmica.

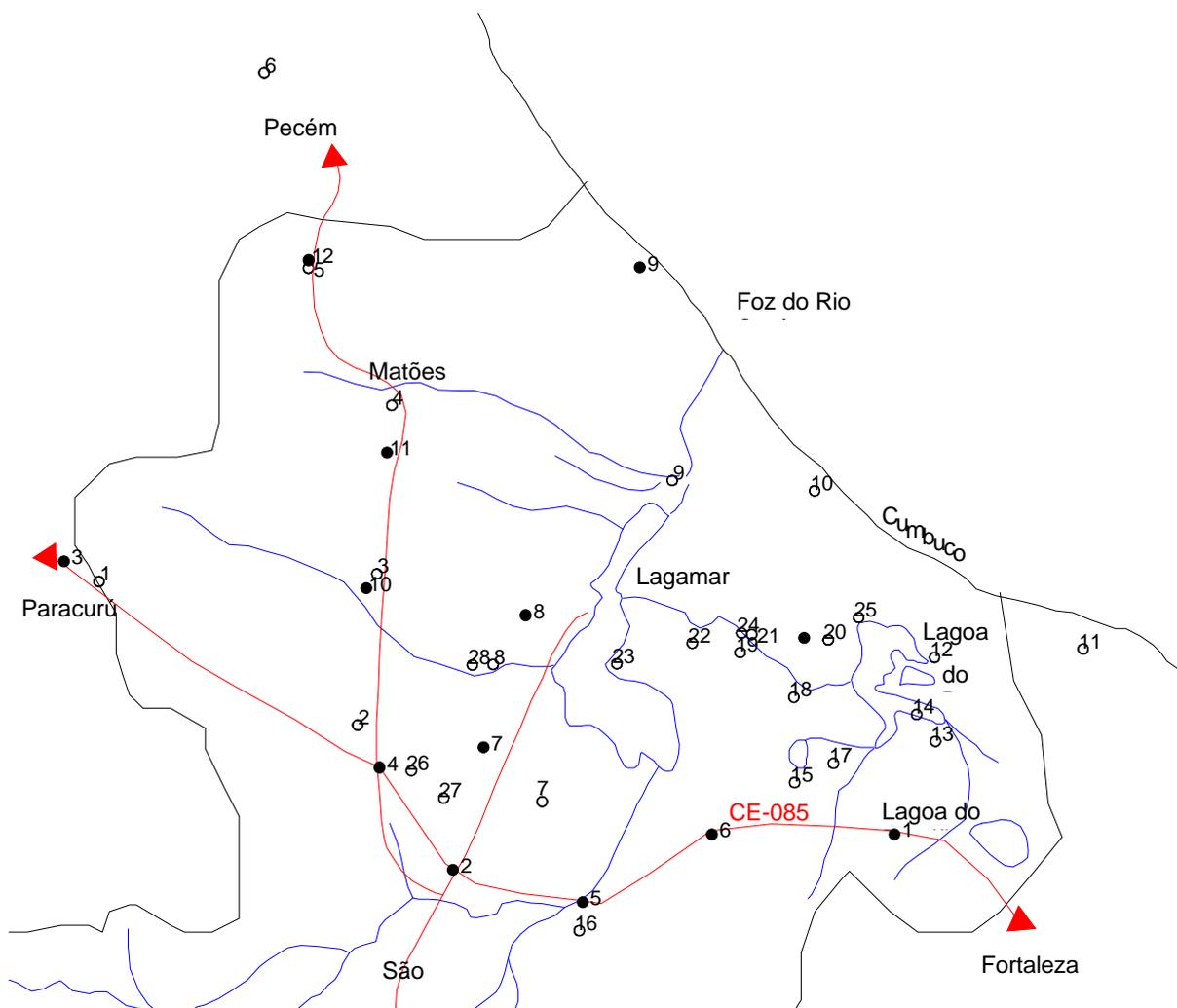


Figura 2 – Mapa da área de estudo mostrando vias de acesso (linhas vermelhas), drenagem (linhas azuis), e as localizações das estações de sondagem elétrica (círculos cheios) e dos pontos d’água (círculos vazios).

Com relação ao levantamento hidrogeológico, foram feitas 28 medidas de nível estático e de condutividade elétrica em cacimbas e poços (Tabela 1). O nível estático foi medido com um medidor convencional. As medidas de condutividade *in situ* foram feitas com o condutímetro modelo HI 9033, fabricado pela Hanna Instruments, com leituras digitais e fundos de escala 199,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 19,99 mS/cm e 199,9 mS/cm .

As localizações das SEVs e dos pontos d’água foram obtidas com o GPS (Global Positioning System) modelo Garmin 12 e suas cotas foram estimadas com base na carta da SUDENE (Folha Fortaleza) e nas referências de nível de levantamentos gravimétricos realizados pelo Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR/DEGEO/UFC).

INTERPRETAÇÃO DAS SONDAGENS ELÉTRICAS

Inicialmente, cada curva de campo Schlumberger, que é segmentada, foi processada e transformada em uma curva contínua, digitalizada com 6 pontos por década logarítmica, e, em seguida interpretada (Zohdy, 1989; Zohdy e Bisdorf, 1989). O resultado dessa interpretação é um modelo multicamada, onde o número de camadas é igual ao número de pontos da curva digitalizada.

A partir do modelo multicamada do Zohdy, fizemos uma redução do número de camadas que fosse compatível com a geologia disponível, obtendo-se assim estimativas iniciais das resistividades e das espessuras das várias camadas geoeletricas. Estas estimativas foram posteriormente usadas como modelos iniciais para uma interpretação final com o programa de computador Resel, o qual utiliza os dados originais de campo, incluindo as distâncias MNs (Marinho, 1997). Em tal programa tanto se realiza modelagem quanto ajuste automático; é utilizado o método dos mínimos absolutos, através de inversão linearizada de Marquardt-Levenberg (Marinho e Lima, 1995; Marinho 1997).

A classificação das SEVs está mostrada na Tabela 2. Desta, se conclui que 16 SEVs são do tipo QH, 8 do tipo KH, 6 do tipo H, 6 do tipo KQH e outras 3 são de tipos isolados. As curvas do tipo H são tipicamente sobre terrenos cristalinos, onde a rocha está muito rasa. Já as curvas dos tipos QH, KQH e KH são características de terrenos com cobertura sedimentar ou onde o manto de intemperismo cristalino é mais desenvolvido, imprimindo também um caráter poroso à cobertura.

A SEV 30 é do tipo KQH; o substrato cristalino foi interpretado como rocha alcalina. Esta interpretação foi resultado da correlação dessa curva com outras realizadas sobre pedreiras de rocha alcalina, sem expressão topográfica, localizadas no município de São Gonçalo, fora da área de estudo.

Os resultados completos de interpretação pelo Resel para as SEVs 2, 37, 33, 34 e 15 são apresentados nas Figuras 3 a 7. Próximo aos locais das SEVs 2 e 37 ocorre alteração de rochas do complexo gnáissico-migmatítico. Na SEV 2 o embasamento é bem raso; em ambas o caráter H da curva denota um aquífero superficial muito limitado.

A SEV 33 foi executada próximo à localidade de Cristalina, que dista 2 km da foz do rio Cauípe; o embasamento foi interpretado estar a uma profundidade da ordem de 22 m e o nível estático a 6,4 m. Trata-se provavelmente de uma cobertura composta de manto de intemperismo e de sedimentos recentes.

A SEV 34 foi executada na planície litorânea sobre areias de dunas. A interpretação dessa sondagem revelou uma camada geoeletrica a 5,8 m de profundidade com

resistividade de 143,5 ohm.m e espessura de 33,5 m; é a mais promissora como aquífero dunas de todas executadas na planície litorânea investigada.

A SEV 15 foi executada próximo à lagoa de Tanupaba. Apresenta uma cobertura, com espessura da ordem de 48 m. O nível estático foi interpretado estar a 5m de profundidade.

Tabela 1 – Dados do levantamento hidrogeológico

Nº	LocalizaçãoUTM		Localidade	Cota (m)	NE (m)	Potencial (m)	Cond. (µS/cm)	Tipo de captação
	E-W	N-S						
1	516253	9600030	Tabuba	36	5,01	30,99	148	cacimba
2	519850	9598016	Fazenda Vitória	34	5,49	28,51	217	cacimba
3	520118	9600137	Estrada dos Matões	30	10,37	19,63	820	cacimba
4	520324	9602500	Estrada dos Matões	30	4,41	25,59	163	cacimba
5	519165	9604425	Baixo das Carnaubas	40	5,01	34,99	150	cacimba
6	518550	9607163	Pousada dos Ventos	32	9,50	22,50	275	cacimba
7	522415	9596942	Pitombeira	12	10,52	1,48	395	cacimba
8	521735	9598866	Lagamar	25	3,23	21,77	900	cacimba
9	524226	9601446	Cristalina	20	0,50	19,50	389	cacimba
10	526205	9601300	Praia	2	2,00	0,00	525	cacimba
11	529940	9599083	Pous. Dunas do Cumbuco	12	3,80	8,20	189	poço
12	527873	9598965	Lagoa do Banana	51	4,50	46,50	320	poço
13	527886	9597788	Lagoa do Banana	41	3,60	37,40	154	cacimba
14	527623	9598165	Lagoa do Banana	44	3,44	40,56	129	cacimba
15	525927	9597210	Lagoa do Tanupaba	35	4,89	30,11	185	cacimba
16	522932	9595134	Fazenda Durango	14	5,00	9,00	18400	poço
17	526467	9597479	Tapuio	35	4,30	30,70	263	cacimba
18	525916	9598407	Lot. Porto Seguro	28	1,03	26,97	129	cacimba
19	525169	9599033	Igreja pentecostal	20	4,10	15,90	206	cacimba
20	526395	9599212	Caraúbas	29	2,05	26,95	360	cacimba
21	525330	9599288	Caraúbas	20	7,03	12,97	98	cacimba
22	524504	9599164	Pirapora	20	6,38	13,62	94	cacimba
23	523454	9598876	Lagamar-Ponta da Ilha	21	5,91	15,09	193	cacimba
24	525188	9599308	Caraúbas	24	7,10	16,90		cacimba
25	526818	9599525	Lagoa do Banana	30	0,47	29,53	444	cacimba
26	520596	9597376	Caipirão	30	6,77	23,23	150	cacimba
27	521047	9596992	Abençoado	22	2,9	19,10	728	cacimba
28	521447	9598854	Alto na Est. das Pedras	25	7,56	17,44	418	cacimba

Tabela 2 – Dados das SEVs e resultados de suas interpretações

SEV	Classificação	Localização UTM		Cota (m)	Cota do topo do emb. crist. (m)	Esp.sat. (m)
		E-W	N-S			
1	QH	527313	9596485	30	30,0	20,0
2	H	521177	9595988	14	14,0	3,2
3	QH	515765	9600307	31	31,0	22,3
4	QH	520153	9597421	36	36,0	21,4
5	H	522977	9595531	10	10,0	6,6
6	QH	524773	9596485	16	16,0	11,9
7	H	521601	9597703	22	22,0	3,5
8	KQH	522185	9599556	29	29,0	15,4
9	KH	523772	9604434	6		
10	QH	519969	9599932	34	34,0	39,1
11	QH	520257	9601837	32		
12	KQH	519164	9604534	40	40,0	46,2
13	KH	526058	9599235	26	26,0	15,6
14	KQH	518325	9604805	34	34,0	35,7
15	KH	526173	9597242	37	37,0	43,4
16	KQH	528042	9597667	40	40,0	21,8
17	QH	528718	9599692	6	6,0	29,0
18	KQH	525920	9598996	27	27,0	21,0
19	KH	524832	9599097	20	20,0	16,0
20	H	523745	9599198	19	19,0	21,6
21	QH	520290	9602042	31	31,0	26,1
22	QH	518870	9603415	35	35,0	18,0
23	KQH	520012	9600704	35	35,0	18,5
24	QH	520855	9597847	29	29,0	28,7
25	QH	531001	9598418	9	9,0	21,4
26	QH	519439	9606930	25	25,0	33,9
27	H	520350	9596210	16	16,0	1,0
28	QHA	517063	9599818	42	42,0	39,5
29	QH	525805	9601272	5		
30	QHK	523608	9604604	7	7,0	40,0
31	KH	520907	9597259	25	25,0	17,9
32	QH	525458	9601618	5	5,0	24,8
33	QH	524060	9601640	21	21,0	15,2
34	QH	524020	9603578	15	15,0	33,5
35	KH	523161	9601325	32	32,0	26,7
36	HKH	522420	9596906	14	14,0	6,4
37	H	521937	9598831	26	26,0	13,9
38	KH	522464	9597411	16	16,0	5,5
39	KH	522120	9600006	33	33,0	17,8

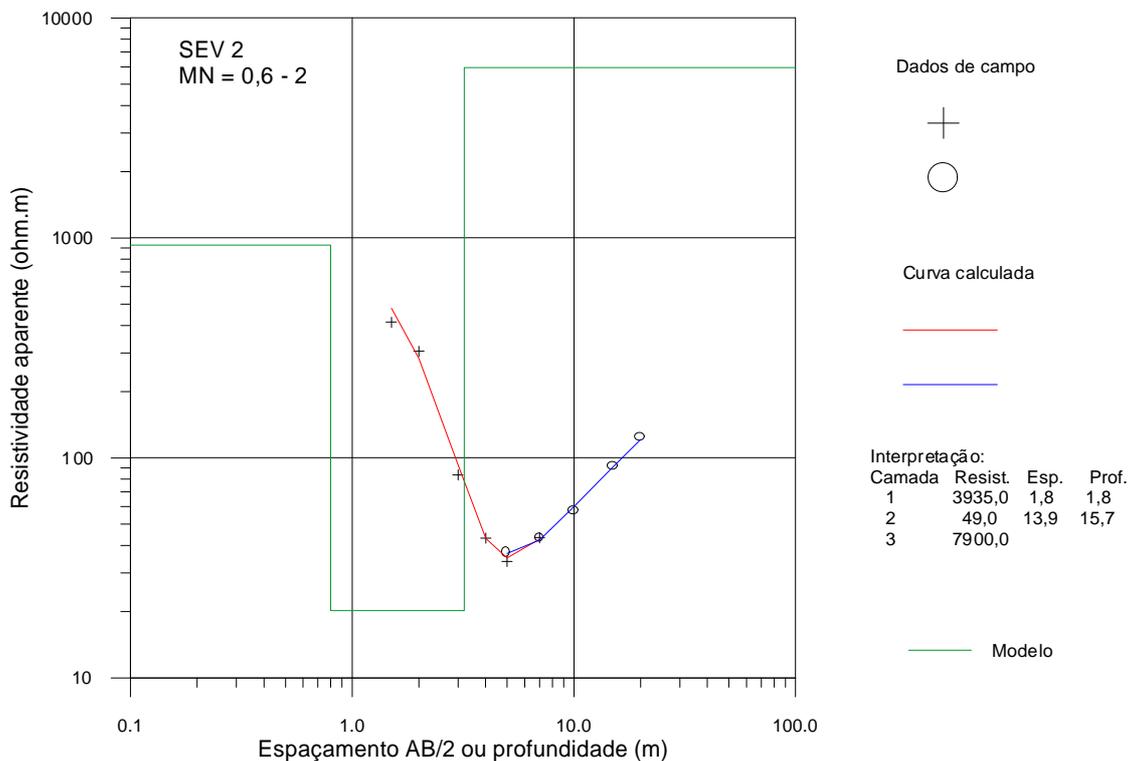


Figura 3 – Interpretação de uma SEV sobre terreno cristalino raso. A camada 2 corresponde ao manto de intemperismo saturado.

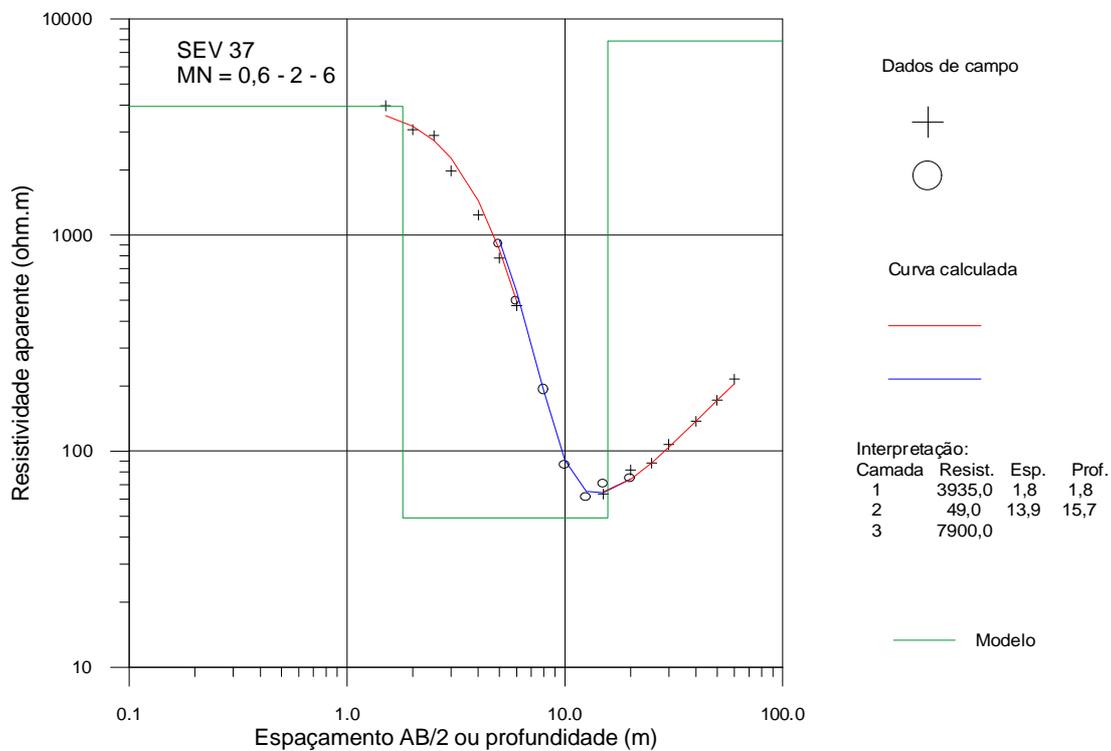


Figura 4 – Interpretação de sondagem sobre terreno cristalino, onde a rocha sã está a cerca de 15,7 m de profundidade. A segunda camada é o aquífero, composto provavelmente por aluviões e material de alteração do substrato gnáissico.

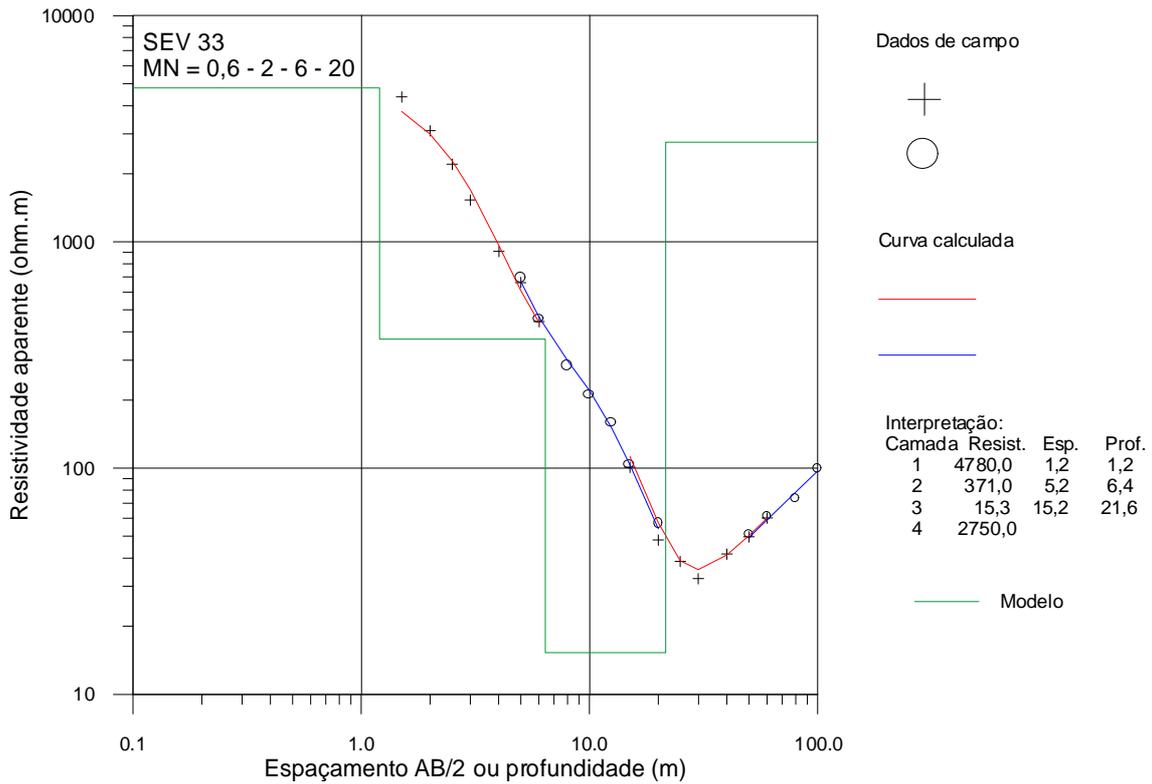


Figura 5 – Interpretação de SEV situada na planície litorânea, onde a cobertura de sedimentos recentes repousa sobre o substrato cristalino. A profundidade do nível estático foi estimada em 6,4 m.

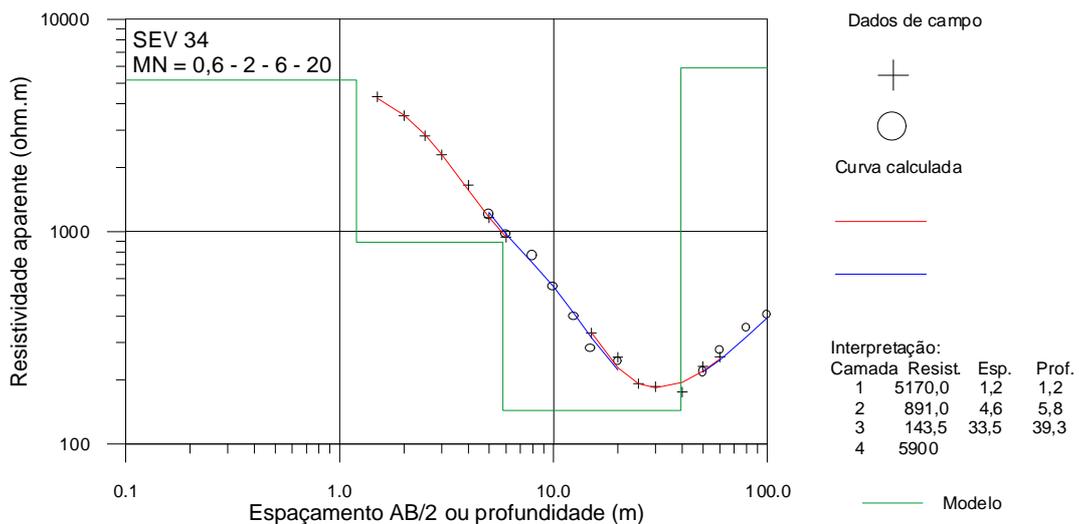


Figura 6 – Interpretação de SEV sobre areia de dunas da planície costeira. O intervalo de 5,8 a 39 m de profundidade foi interpretado como aquífero dunas sobre o embasamento cristalino resistivo.

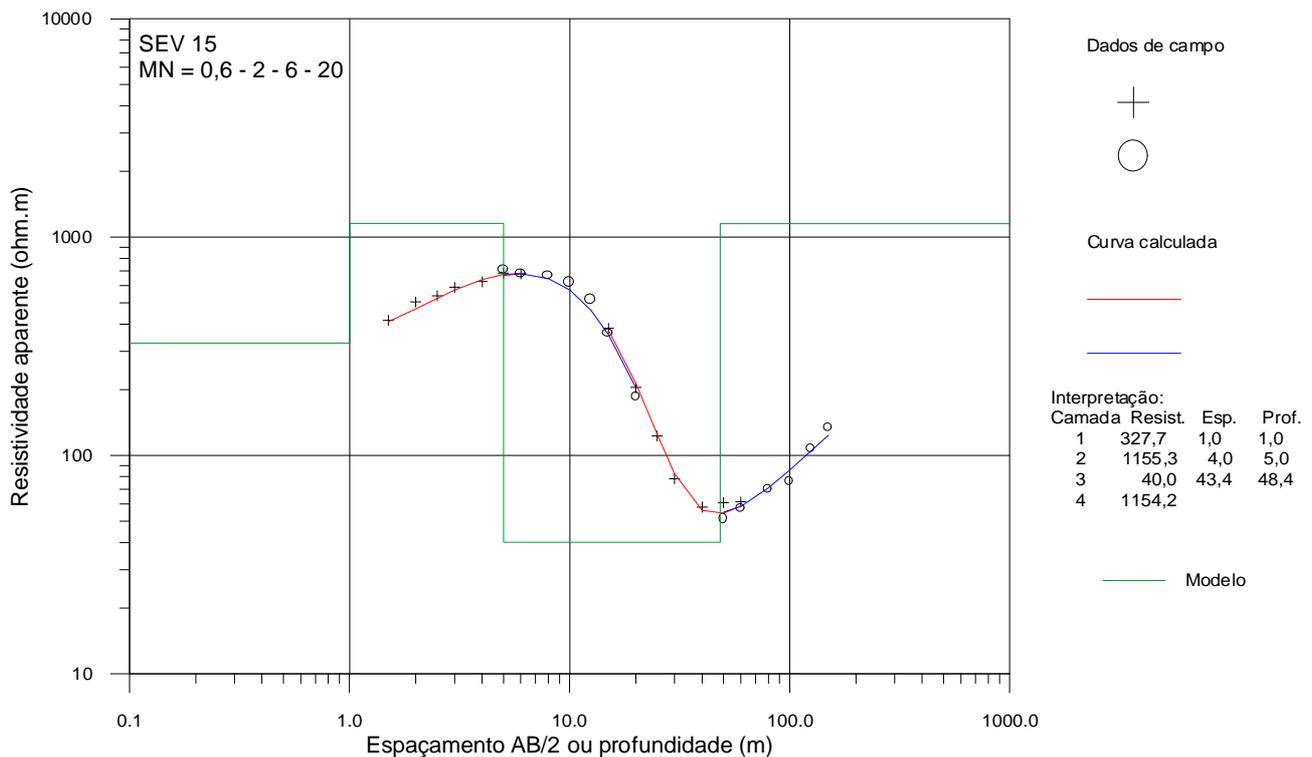


Figura 7 – Interpretação de SEV sobre sedimento da Formação Barreiras e manto de decomposição do cristalino. O nível estático foi estimado estar a 5 m.

RESULTADOS

Com base na interpretação das SEVs, obtivemos, em cada local de sondagem, a cota, referenciada ao nível do mar, do topo do cristalino são, e a espessura da zona saturada. Estes resultados constam da Tabela 2; as sondagens 9, 11 e 29 são de qualidade duvidosa e não foram consideradas.

O mapa de contorno da morfologia do cristalino é apresentado na Figura 8. As cotas variam de 10 m ao sul até -35 m no litoral. A morfologia do cristalino exhibe a calha drenada pelo rio Cauípe. Um pequeno baixo morfológico é observado a oeste da área, em torno da sondagem 28. O mapa evidencia um modelado suave do substrato cristalino.

Para a elaboração do mapa de isópacas da zona saturada (Figura 9) são necessários, em cada ponto de SEV, a profundidade do nível freático e a profundidade do topo do embasamento resistivo; as profundidades do nível freático foram estimadas da interpretação das SEVs. O mapa de isópacas tem um formato semelhante ao do topo do embasamento, confirmando que as espessuras dependem do relevo do substrato. A espessura máxima é da ordem de 40 m.

Com base em 27 medidas de condutividade elétrica da Tabela 1 e em dezenas de medidas do censo da CPRM (1999), foi elaborado o mapa de condutividade elétrica (Figura 10). Os valores decrescem de 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ao sul da área, de domínio hidrogeológico tipicamente cristalino, até 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em diversos locais da cobertura sedimentar evidente. Um forte gradiente com variação entre 400 e 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sugere uma separação entre os domínios hidrogeológicos cristalino e sedimentar. Uma anomalia de condutividade, com direção SE-NW, indo da parte norte da lagoa do Banana até a praia do Cumbuco, foi evidenciada nesse levantamento e merece detalhamento.

Com base em 28 medidas de nível estático (Tabela 1) e em duas medidas do censo da CPRM (1999), foi elaborado o mapa potenciométrico, onde estão indicadas as linhas do fluxo subterrâneo (Figura 11). Os níveis estáticos sobre o manto de intemperismo do terreno cristalino e sobre terrenos sedimentares (Formação Barreiras, aluviões e dunas) são bem correlacionáveis, de modo que o mapa potenciométrico reflete, no geral, os contornos esperados para o vale. As cotas potenciométricas variam de 30-40 m nas encostas até 5 m em pontos da planície litorânea; as de 15 m delimitam bem a calha do vale. Note-se que, da parte central do área até o litoral, o leito do rio Cauípe está deslocado para oeste em relação à calha potenciométrica. Duas outras situações chamam a atenção nesse mapa. A primeira diz respeito ao alto potenciométrico centrado na lagoa do Banana. A segunda, de menor relevância, é referente a um pequeno baixo potenciométrico em torno da localidade de Pitombeira (ponto d'água 7, Figura 2).

Os contornos dos mapas aqui apresentados foram feitos no Surfer, produzido pela Golden Software, utilizando a técnica da *krigagem* na interpolação dos dados.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os estudos geofísicos e hidrogeológicos aqui realizados conduziram a uma precisa delimitação da zona aquífera, de seu fluxo subterrâneo e da qualidade química das águas subterrâneas da área ao nível da escala de estudo.

O aquífero livre varia em espessura dependendo da morfologia do substrato cristalino são, que foi identificada como suave. As espessuras saturadas variam de quase nula ao sul da área, por exemplo, ao longo de trechos da rodovia CE-085, até cerca de 40 m, nas encostas do vale, por exemplo, nos locais das SEVs 15 e 28; na planície litorânea essas espessuras estão em média entre 20 e 30 m. As profundidades a este aquífero variam de 0,5 a 10,5 m.

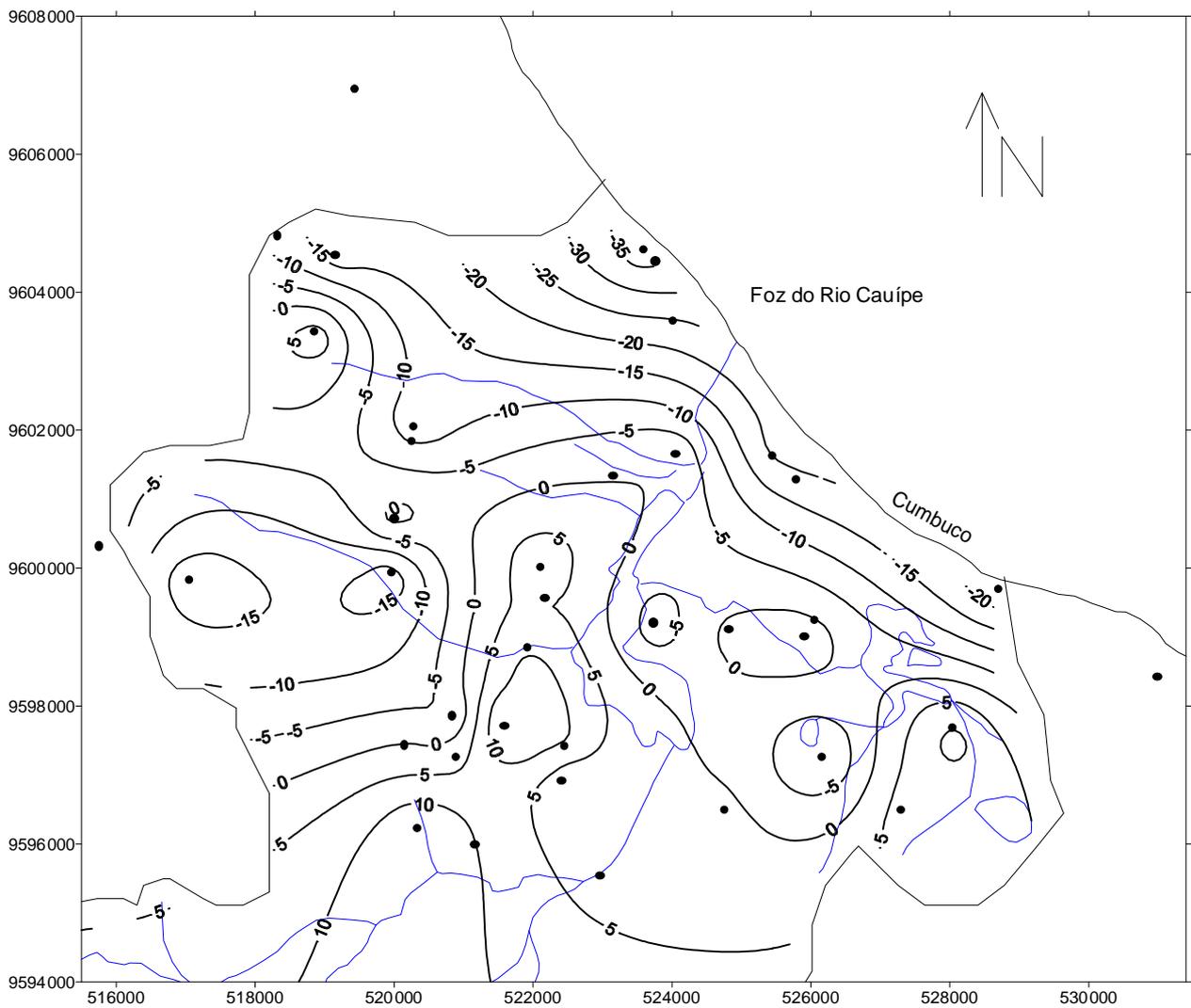


Figura 8 – Mapa da morfologia do topo do substrato cristalino, referenciada ao nível do mar. Intervalo de contorno de 5m. Note a perfeita indicação do vale do rio.

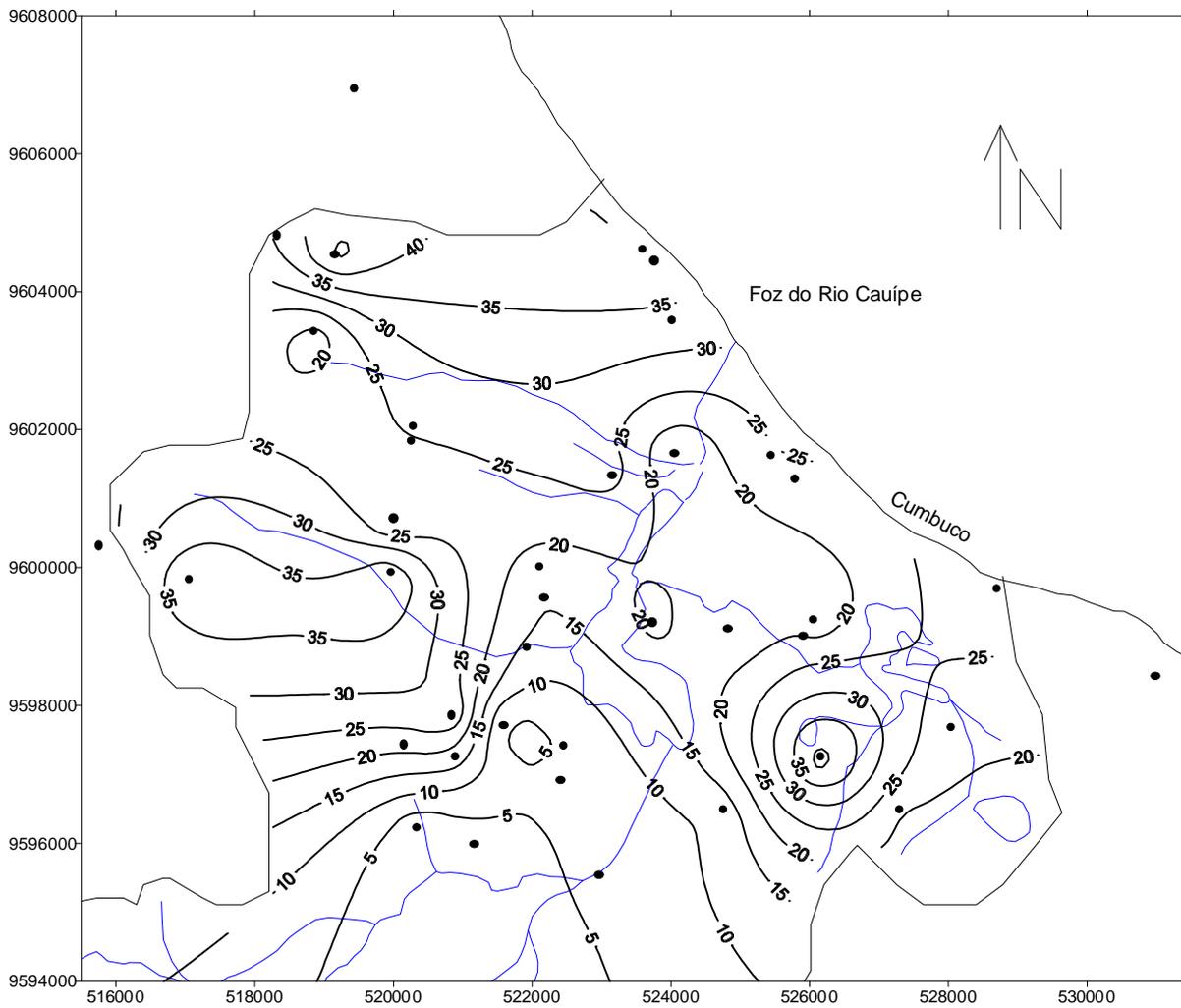


Figura 9 – Mapa de isópacas da zona saturada. Intervalo de contorno de 5m.

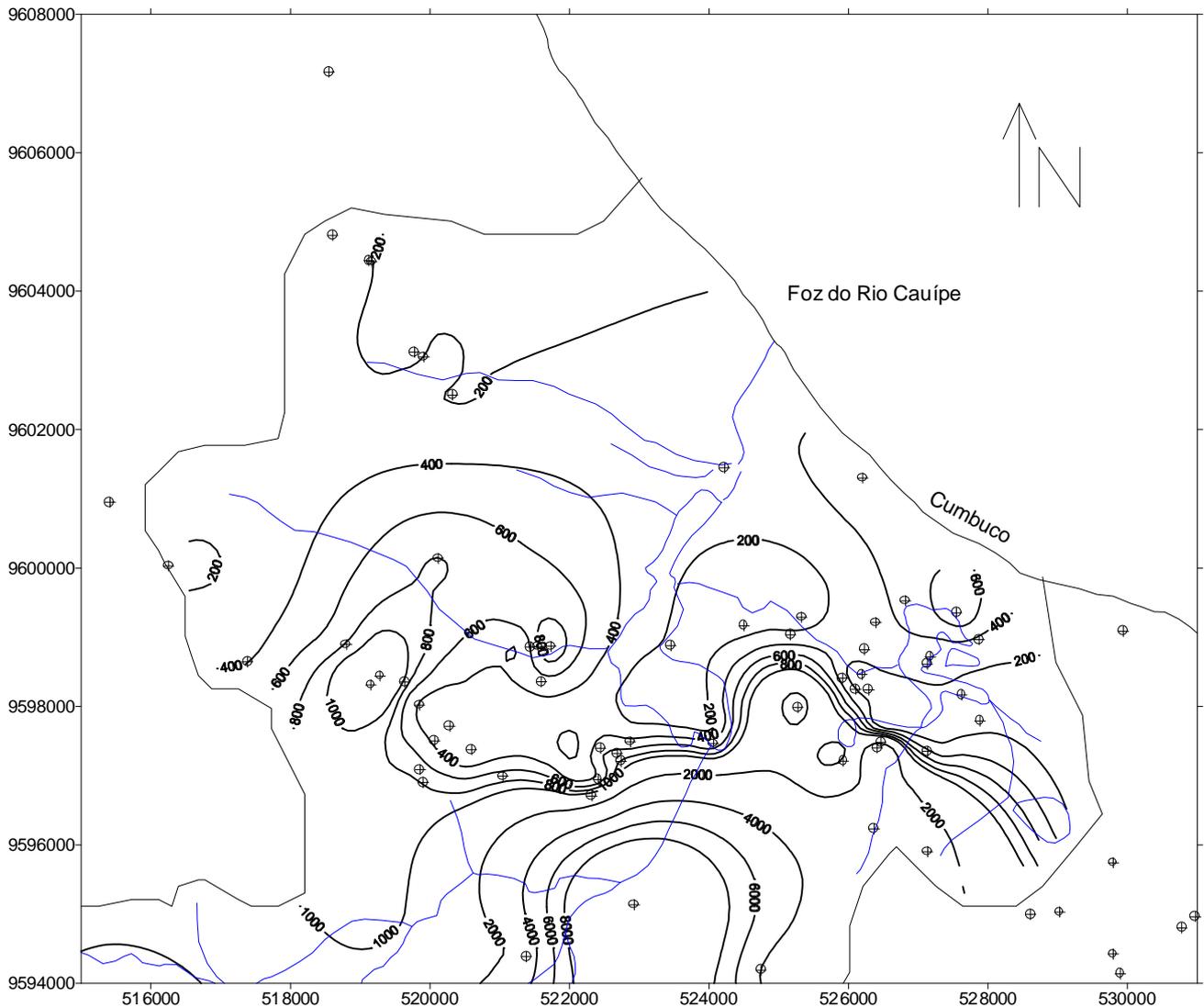


Figura 10 – Mapa de condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}$). Foram utilizados dois intervalos de contorno. Note o forte gradiente que indica a separação entre os domínios hidrogeológicos sedimentar e cristalino.

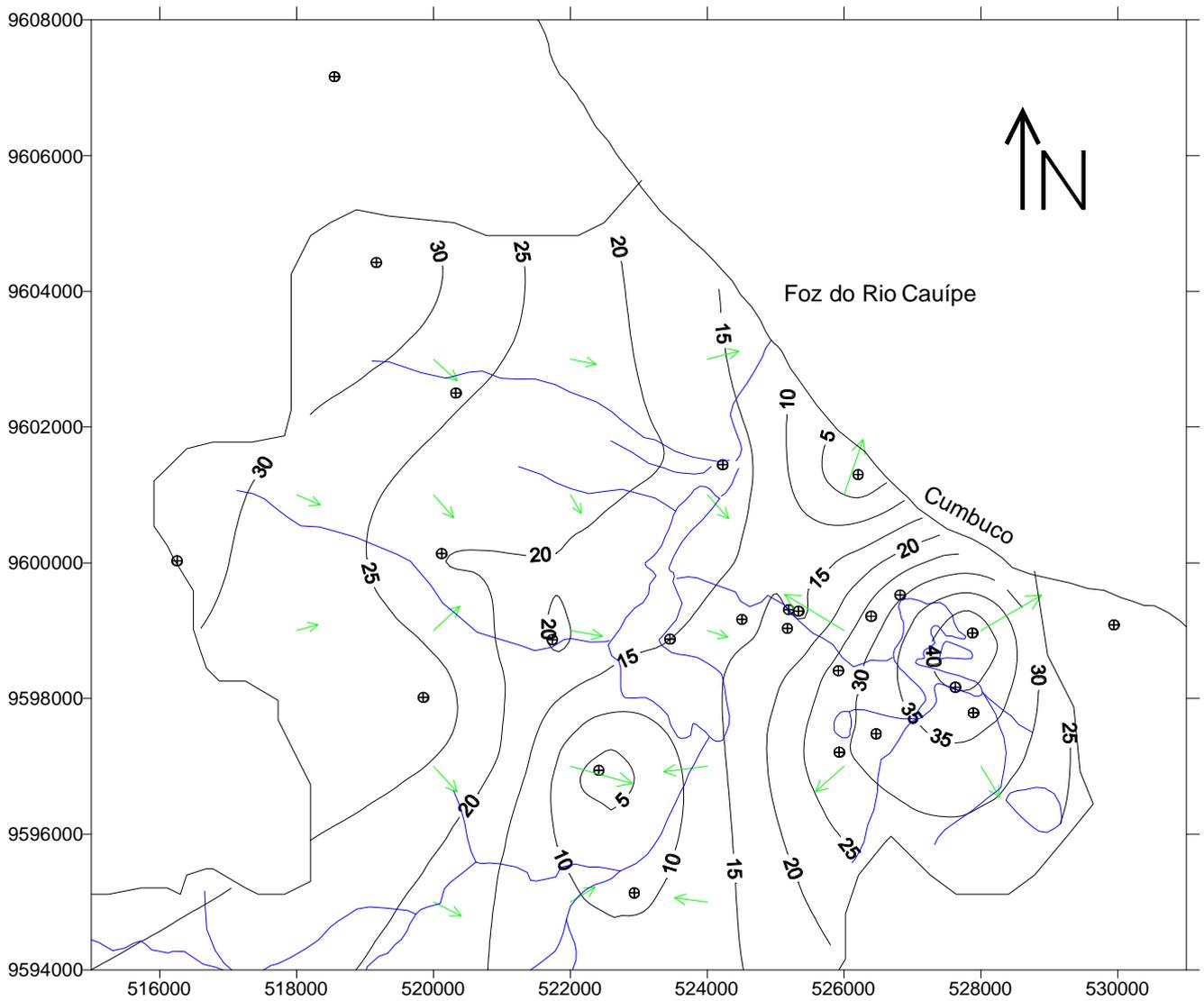


Figura 11 – Mapa potenciométrico e linhas de fluxo das águas subterrâneas (setas verdes). Contornos em metros. Observe a indicação de um paleovale na parte central da área entre as linhas de 15 m.

Assumindo-se que abaixo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (equivalente a 660 ppm de sólidos totais dissolvidos) as águas tem qualidade química para uso humano, evidenciamos que as águas da cobertura sedimentar porosa estão, no geral, nessa faixa. Acima desse limite predominam as águas do aquífero fissural; o ponto d'água 16 (Tabela 1), na Fazenda Durango, atingiu, excepcionalmente, o valor de 18400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

O ponto d'água 10 (Tabela 1), no lado oeste da Praia do Cumbuco, apresentou a condutividade de 525 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que é um valor relativamente alto considerando-se o fato de que é uma região praticamente desabitada. Valores acima desse foram observados em pontos ao norte da lagoa do Banana; neste caso, esses valores podem estar influenciados pela contribuição do aquífero fissural.

O sistema aquífero freático da área pode ser classificado como único; o mapa potenciométrico e o fluxo atestam isso. O aquífero dunas é o mais distinguido e é também o mais importante na área de estudo quanto à potencialidade hidrogeológica.

O manto de intemperismo, de possibilidades hidrogeológicas muito restritas, é identificado no vale do rio Cauípe, por exemplo, nas SEVs 5 e 37, respectivamente, na CE-085 e na fazenda Coité. Nas encostas do vale, o manto de intemperismo é detectado no Loteamento Planalto Cauípe através das SEVs 7, 24, 31 e observado em material de várias cacimbas.

Com relação à Formação Barreiras, esta é pouco caracterizada e comumente confundida com o manto de intemperismo sobre o embasamento resistivo. Nos locais das SEVs 15 e 28, pelas espessuras obtidas e pelo formato das curvas, o aquífero Barreiras deve ter presença expressiva.

O mapa potenciométrico revela dois fatos importantes: a) a existência de um paleovale do rio Cauípe na parte central da área, o qual está deslocado para leste; os mapas do topo do substrato cristalino e das isópacas da zona saturada corroboram esta afirmativa; b) A lagoa do Banana está no divisor de águas das bacias do Cauípe e Juá.

Nos locais das SEVs 9 e 30, o substrato cristalino foi interpretado como sendo constituído por rochas vulcânicas, cuja potencialidade hidrogeológica merece ser investigada.

Com relação às potencialidades hidrogeológicas da área concluímos que:

- a) As possibilidades de exploração de água subterrânea são limitadas, sendo o aquífero dunas o mais promissor.

- b) A identificação de zonas fraturadas onde ocorre a cobertura sedimentar pode conduzir à exploração mista dos aquíferos sedimentar e fissural, com aumento de vazão, mas podendo ocorrer um acréscimo de salinidade pela contribuição do aquífero fissural.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa, através do Convênio CNPq-FUNCAP-FCPC, pelo apoio financeiro a esta pesquisa. Também somos agradecidos ao Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR) do DEGEO/UFC pelo apoio logístico a várias atividades desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandão, R.de L., 1994, Mapa geológico da região metropolitana de Fortaleza. Escala 1:100000. Texto Explicativo, CPRM/REFO, Fortaleza, 27p.
- Brandão, R.de L., 1995, Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza, Série Ord. Territ., v.1, CPRM, Fortaleza, 87 p.
- CPRM/REFO, 1999, Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará, CD-ROM.
- Marinho, J.M.L., 1997, Inversões de sondagens de eletrorresistividade com aplicação ao estudo de aquíferos clásticos na região Itarema-Acaraú, Ceará, Tese de Doutorado, Salvador, 170p.
- Marinho, J.M.L. e Lima, O.A.L., 1997, Características hidráulicas de aquíferos na região de Acaraú-Itarema, Ceará, usando sondagens de eletrorresistividade, In: 5^o Cong. Internacional da SBGf., São Paulo, Exp. Abst.
- Zohdy, A., A., R., 1989, A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner sounding curves: Geophysics, 54, 245-253.
- Zohdy, A.A.R., Bisdorf, R.J., 1989, Programs for the automatic processing and interpretation of Schlumberger sounding curves in QuickBasic 4.0., USGS, Open-File Report, 89-137.