

Domingos Cordeiro

[domcordeiros@yahoo.com.br](mailto:domcordeiros@yahoo.com.br)

Docente e investigador de la Universidad Agustino Neto de Angola.

---

### Cómo citar este texto:

Cordeiro D. (2020). Estudio da subsuperfície com sondagem electrica vertical (SEV) no apoio à hidrogeologia, nas localidades de Barraca/Catete E Funda/Cacuaco – província de Luanda. REEA. No. 6, Vol II. Agosto 2020. Pp. 291-304. Centro Latinoamericano de Estudios en Epistemología Pedagógica. URL disponible en: <http://www.eumed.net/rev/reea>

Recibido: 28 de marzo 2020.

Aceptado: 14 de julio de 2020.

Publicado: agosto de 2020.

---

Indexada y catalogado por:



EconPapers



**Título: Estudo da subsuperfície com sondagem eléctrica vertical (SEV) no apoio à hidrogeologia, nas localidades de Barraca/Catete E Funda/Cacuaco – província de Luanda.**

**Resumo:** O défice de conhecimento de geofísica em apoio a hidrogeologia em certas localidades de Luanda e principalmente em zonas limítrofes da província tem contribuído para a franca exploração das águas subterrâneas em zonas rurais de Luanda. Aonde a água subterrânea pode ser alternativa para resolver ou mitigar as necessidades das populações. Nesta temática há muito por estudar, por isso a geofísica e em particular a técnica de sondagem eléctrica vertical (SEV) baseada na análise e interpretação de um parâmetro físico é bastante eficiente na caracterização da litofácies através da resistividade. No campo o arranjo Schlumberger é muito prático, em que se deslocam apenas os dois eléctrodos conhecidos como A e B, mantendo relativamente fixos os eléctrodos M e N. Com o estudo da resistividade eléctrica foi possível interpretar e diferenciar as litologias, espessuras e suas profundidades dos três (3) pontos investigados com sondagens eléctricas verticais e permite realizar a inversão dos dados medidos facilitando a interpretação, diferenciar as zonas ou camadas saturadas com água subterrânea e mapear a zona pontual das áreas estudadas.

**Palavras chave:** *Resistividade, sondagem eléctrica vertical e água subterrânea.*

**Title: I study of the sub surface with electric vertical prospection (SEV) in the support to the hidrogeology, at Barraca Catete's localities And You Fuse Cacuaco – Luanda's province.**

**Summary:** The lack of knowledge of geophysics in support of hidrogeology in certain locations in Luanda and especially in areas bordering the province, has contributed to the frank exploitation of groundwater in rural areas of Luanda. Where groundwater can be an alternative to solve or mitigate the needs of populations. In this theme there is a lot to be studied, so geophysics and in particular the technique of vertical electrical sounding (SEV) based on the analysis and interpretation of a physical parameter is quite efficient in the characterization of lithofacies through resistivity. In the field the Schlumberger arrangement is very practical, in which only the two electrodes known as A and B are moved, keeping electrodes M and N. relatively fixed. With the study of electrical resistivity it was possible to interpret and differentiate the lithologies, thicknesses and their depths of the three (3) points investigated with vertical electrical surveys and allows the inversion of the measured data facilitating the interpretation, differentiating the zones or layers saturated with groundwater and mapping the aquifer zone of the studied areas

**Key words:** *Resistivity, electric vertical prospection and subterranean water.*

**Título: Estudio de la sub superficie con prospección eléctrica vertical (SEV) en el apoyo a la hidrogeología, en las localidades de Barraca/Catete Y Funda/Cacuaco – província de Luanda.**

**Resumen:** El déficit de conocimiento de geofísica en apoyo a hidrogeología en ciertas localidades de Luanda y principalmente en zonas limítrofes de la provincia, ha aportado para la franca exploración de las aguas subterráneas en zonas rurales de Luanda, donde el agua subterránea puede ser alternativa para resolver o mitigar las necesidades de las poblaciones. En esta temática hay mucho por estudiar, por eso la geofísica y en particular la técnica de prospección eléctrica vertical (SEV) basada en el análisis e interpretación de un parámetro físico es bastante eficiente en la caracterización de la litofacies a través de la resistividad. En el campo lo arregla Schlumberger es mucho práctico, en que se desplaza apenas los dos electrodos conocidos como La e B, manteniendo relativamente fijos los electrodos M y N. Con el estudio de la resistividad eléctrica fue posible interpretar y diferenciar las litologías, espesores y sus honduras de los tres (3) puntos investigados con prospecciones eléctricas verticales y permite realizar la inversión de los datos medidos facilitando la interpretación, diferenciar las zonas o capas saturadas con agua subterránea y mapear la zona puntual de las áreas estudiadas.

**Palabras clave:** *Resistividad, prospección eléctrica vertical y agua subterránea.*

## Introdução.

Com o objectivo final de investigar a subsuperfície utilizando medidas indirectas que auxiliem no mapeamento e identificação pontual do nível do aquífero através dos contrastes da resistividade aparente mensurada no campo e com a insuficiência do conhecimento hidrogeológico da localidade de Barraca, surge este estudo para dar resposta a grande problemática de geofísica/hidrogeologia nesta localidade.

Visando encontrar pontos com potencialidade de água subterrânea foram executadas duas (2) sondagens eléctricas verticais (SEVs) em Barraca-Catete e uma (1) na Funda-Cacuaco na mitigação da carência deste precioso líquido, com vista a satisfação das necessidades das populações residentes nestas localidades da província de Luanda.

## Localização e acesso da área de estudo.

As áreas de estudo situam-se nas localidades da Funda-Cacuaco e Barraca-Calomboloca, na parte norte da Província de Luanda. A província de Luanda possui uma (1) linha ferroviária e três (3) linhas rodoviárias principais que fazem a ligação com as outras províncias do país. Concretamente a linha Luanda – Catete, vai ligar a zona de estudo da barraca no sentido Maria Teresa, num pequeno troço de 300 metros de picada a esquerda da linha principal. Enquanto, o troço da via terraplanada 5M, vai ligar a zona de estudo da Funda, partindo da via Expressa Fidel de Castro Ruz.

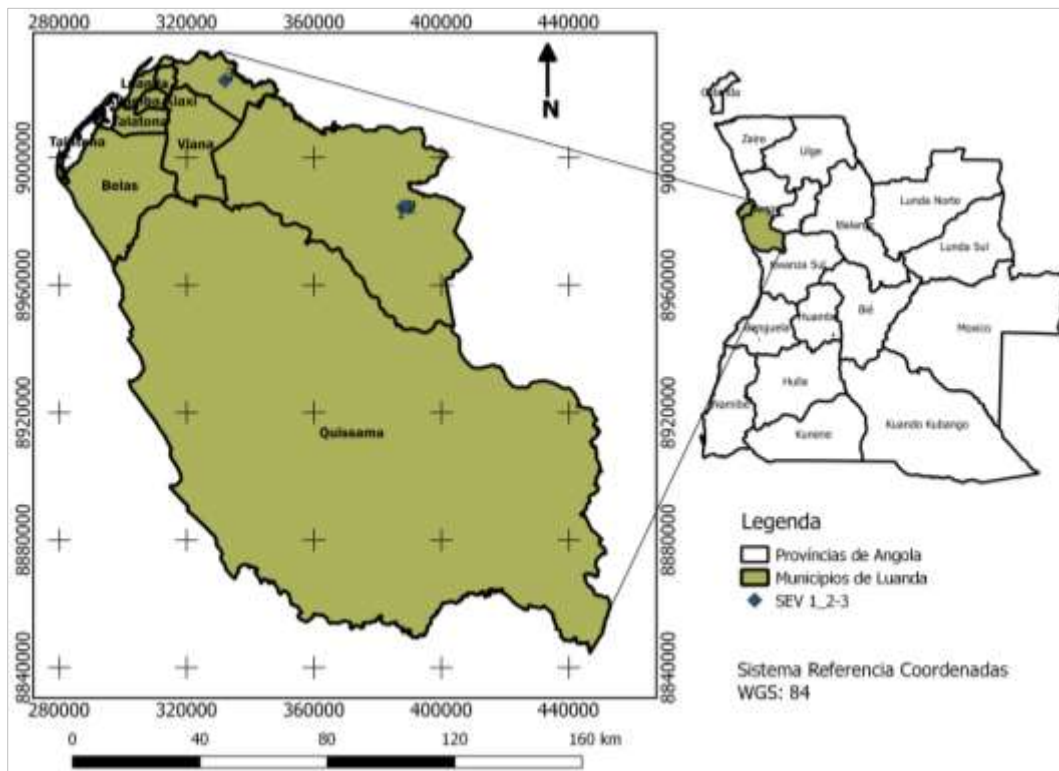


Figura 1. Mapa de localização da província de Luanda.

## **Geologia.**

Geologicamente o território da província de Luanda é caracterizada grandemente pelas rochas dos sistemas que vão desde Paleogénico, neogénico e quaternário da bacia do Kwanza segundo (Sgross & M.L, 2000).

- a) OLIGOCENICO-MIOCENICO: A formação Quifangondo está largamente desenvolvido é constituído por rochas essencialmente areno-argiloso, sedimentos calcários e gipsíferos e intercalações de margas e calcários, dolomites e conglomerados cuja espessura pode atingir 3013m (sondagem Calomboloca 1, Sector norte da zona (Araujo, 1981) e assenta na formação Cunga que é caracterizada por margas e calcários. A formação Bom Jesus está presente na depressão perioceânica da bacia do Kwanza é de desenvolvimento local preenche as depressões mesozóicos na área dos rios Cuvo e Kwanza e, é constituída por margas, argilas e raramente com calcários e grés, sua espessura é cerca de 120 metros, assenta em discordância estratigráfica sobre a formação Quifangondo. Segundo (Buta, 2000) a Formação Cacuaco é constituída por calcarenitos bioclásticos, formando corpos lenticulares essencialmente maciços calcários pouco cimentados e avermelhados, o ambiente de deposição destes calcários é de mar baixo com água agitada, bem oxigenada e rica em substâncias nutritivas, existe algumas manifestações de fosseis. Formação Luanda apresenta litologia difusa argilosa denominada “argilas de Luanda”, com as seguintes litofáceis: Argilas cinzentas e esverdeadas, sedimentos argilosos com grau de bioturbação é elevado e, diminui com enriquecimento em sedimentos arenosos; alternância milimétrica e centimétrica de silto e de areia fina esbranquiçada e amarelada. Com espessura variável; a formação Luanda apresenta granulometria com tamanho variado.
- b) PLIOCENICO-QUARTERNARIO: Estes depósitos pliocénico-quaternários estão representados pela formação Quelo na bacia de Kwanza aflorando localmente a sul de Luanda. Os seus constituem superfícies em declive suave dos interflúvios da planície litoral, contendo argilas, e áreas vermelhas na base do corte aparecem níveis lateríticos (0,5-1,0), verificam-se nos seus depósitos fosseis de água doces de idade cenozóico, cuja espessura oscila entre várias dezenas de metros e 150-200 m. Assenta em discordância sobre os depósitos marinhos miocénicos das formações Cacuaco e Luanda, encobertos por vezes de terraços marinhos e outros depósitos quaternários (Duarte Morais. M.L, 2000).

Segundo (Araujo, 1981). Os depósitos de Paleogénicos na depressão do Cuanza estão representados por outras formações paleocénica Rio Dande representada pelas margas e argilas com grés e conglomerados e fosfatados e, na zona oeste ocorrem depósitos calcário-argilosos, assenta sobre a formação Teba em discordância estratigráfica, formações eocénicas gradidão e Cunga e formações paleocénico eocénicas Rio

Dande, Gratidão é constituída por margas, calcários, grés e argilas e assenta sobre a formação Rio Dande enquanto a formação Cunga é constituída principalmente por margas e argilas e assenta sobre a formação gratidão, existe o registo da ocorrência na zona peroceânicas das formações Inkisi, intombe Ngolome e Cabo Lebo como ilustra o mapa geológico correspondente a nova divisão de Luanda.

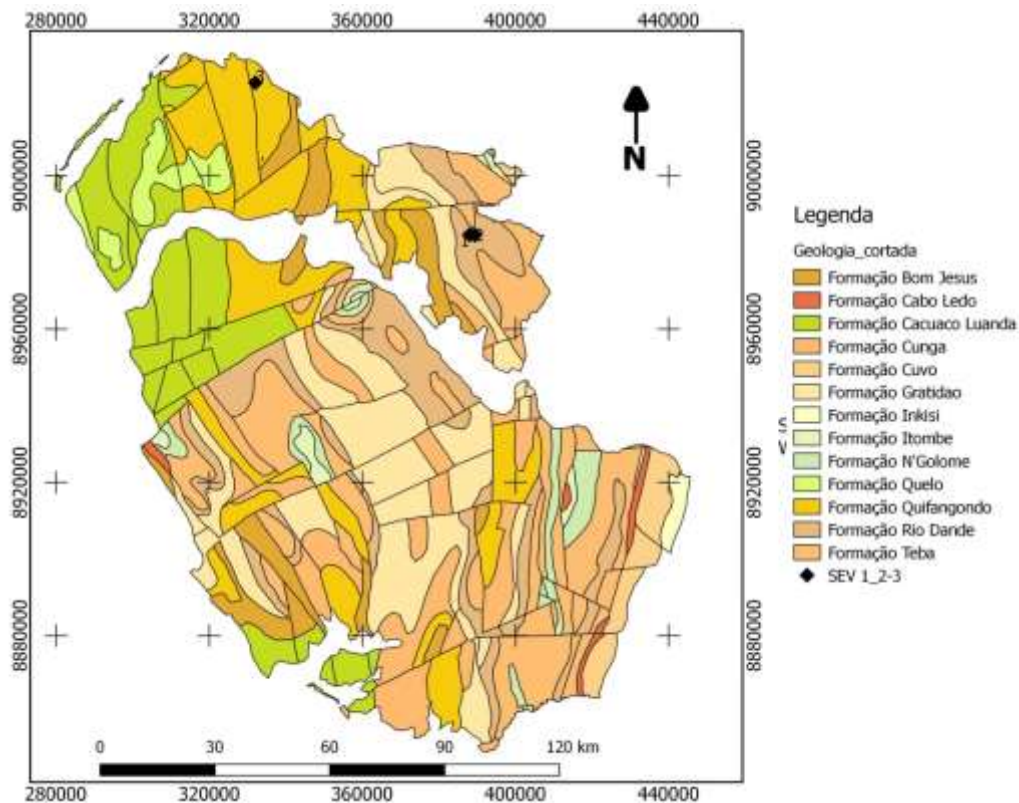


Figura 2. Mapa geológico de Luanda à escala 1.000.000.

### Sistema hidrogeológico de Luanda.

Segundo estudos (Miguel, 2006) o sistema aquífero de Luanda denomina-se Quelo-Luanda, é constituído pelas formações Quelo, Luanda e Cacuaco. A grande extensão da formação Quelo e a considerável magnitude em espessura da formação Cacuaco, são os factores pelos quais atribui-se ao sistema aquífero investigado o nome de Quelo Luanda. Todas as formações de Luanda como Quelo, Luanda, Cacuaco, Bom Jesus assentam sobre o topo da formação Quifangondo. A formação Cacuaco está representada por calcarenitos bioclásticos, constituindo corpos lenticulares essencialmente maciços, embora estejam presentes também níveis descontínuos de calcários.

O sistema aquífero Quelo-Luanda é limitado em profundidade pela formação Quifangondo, constituída litologicamente por argilas e margas, intercaladas por níveis centímetros de calcários, pelo menos na sua parte superior. Os valores de permeabilidade obtidos em ensaios de laboratórios variam entre 0,0008 a 0,002

m/d. Demonstrando claramente que o Quifangondo constitui o nível de base de baixíssima permeabilidade em rela (Miguel G. L., 2006) às águas subterrâneas, que ficariam armazenadas e em circulação no seio das formações superiores. A espessura de o sistema aquífero variar entre 0-500 metros e o intervalo de idade atribuída ao sistema é de Miocénico inferior ao Pleistocénico.

### Metodologia das resistividades da sondagem electrica vertical.

Basicamente a técnica de sondagem eléctrica vertical (SEV) consistir na análise e interpretação de um parâmetro físico, que é obtido a partir de medidas efectuadas na superfície do terreno investigado de maneira pontual e sua variação em profundidade.

No campo o arranjo Schlumberger é muito prático, em que se deslocam apenas os dois eléctrodos conhecidos como A e B, as leituras nos equipamentos são menos sujeitas às interferências produzidas por sinais indesejáveis (ruídos), tais como potências, (Figura 3), durante o levantamento de campo os eléctrodos de corrente A e B apresentam uma separação crescente, em relação ao centro do arranjo, os eléctrodos de potências M e N permanecem fixos durante a execução do levantamento. O princípio básico deste arranjo é fazer com que a distância que separa os eléctrodos M e N, tenda a zero em relação à distância crescente entre A e B. o erro produzido por esse tipo de arranjo, que se reflecte nos dados de campo (em função dos arranjos necessários nas equações gerais básicas) pode ser considerado insignificante.

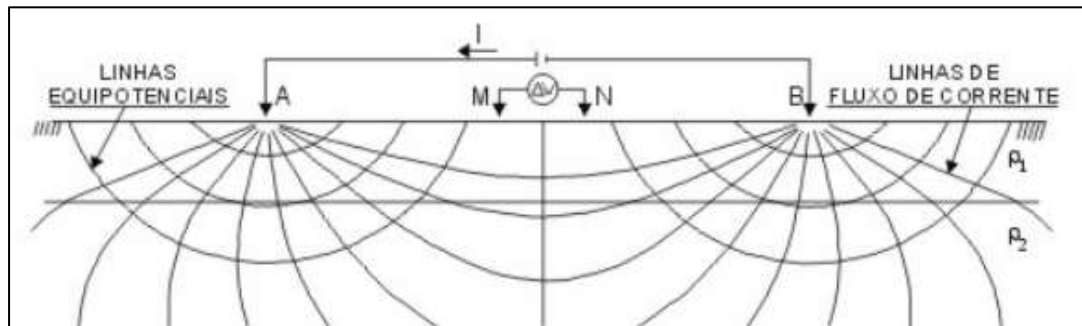


Figura 3. Ilustração do arranjo Schlumberger (Geldart, 1990).

O valor da resistividade aparente (ohm. m) é calculado a partir da equação 1 e onde, simplificado a equação geral do coeficiente geométrico K, tem-se (equação 2):

$$\rho_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad \text{e} \quad K = \pi \cdot \frac{(AM \cdot AN)}{MN}$$

Quando se aumenta a distância entre os eléctrodos de corrente A e B, o volume total da subsuperfície incluída também aumenta, permitindo alcançar camadas cada vez mais profundas. Os resultados sucessivos

estão, portanto, ligados com as variações das resistividades aparentes e/ou cargabilidade aparente com a profundidade.

A profundidade de investigação de uma SEV é governada, principalmente pelo espaçamento entre os eléctrodos de corrente AB, podendo ser tomada como  $AB/5$ . Esta profundidade é definida como profundidade teórica investigada, pois dependendo do contraste entre, por exemplo, as actividades das camadas geoelectricas, na prática, esta relação pode ser alterada.

### **Procedimento do levantamento geofísico.**

Para o trabalho de aquisição dos dados de campo foram necessários duas (2) sondagens eléctricas verticais (SEVs) em Barraca-Catete e uma (1) uma na Funda-Cacuaco utilizando o equipamento SuperSting R1 IP de 100W de potência de saída e 800 Vp-p (SuperSting, 2012), por meio dos eléctrodos externos A e B é introduzida no terreno uma corrente contínua fornecida por uma bateria de 12 V e 65 amperes conectada a um energizador e/ou elevador de tensão interno do resistímetro. São colocados dois eléctrodos centrais M e N a fim de medir a diferença de potencial gerada no subsolo pela passagem da corrente entre A e B (Figura nº3). As medidas de diferença de potencial ( $D_p$ ) e de intensidade de corrente ( $I$ ) são efetuadas com um instrumento de precisão dotado de anulador automático dos potenciais espontâneos existentes no terreno.

No intuito de obter-se um resultado mais apurado e correspondente a geologia local realizou-se a segunda aquisição denominado de SEV2 num ponto de aproximadamente 30 metros da primeira e, que propositadamente fez-se coincidir por cima do poço perfurado (80cm).

Dessas medidas são extraídos os valores de resistividades aparentes ( $R$ ) do terreno segundo a equação1, onde  $K$  indica a constante geométrica do arranjo dos eléctrodos (equação2). Para estender as medidas de resistividade às camadas mais profundas aumenta-se a distância entre os eléctrodos AB e MN, de tal modo que as linhas de corrente atravessem porções mais profundas da subsuperfície.

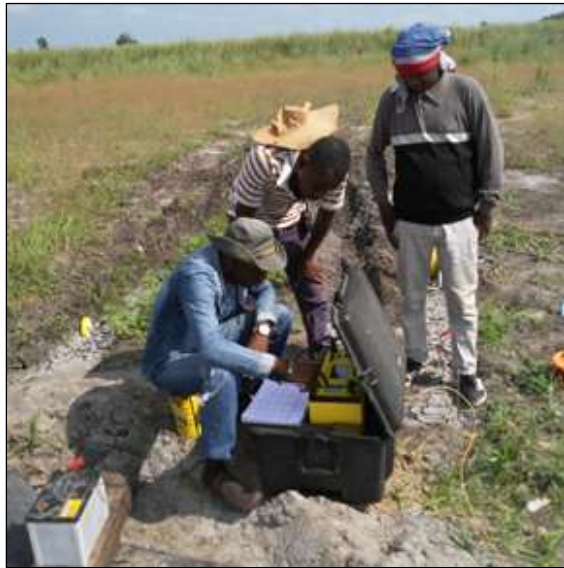


Figura 4. Ilustra momento operacional no campo.

Os valores de resistividade aparente são colocados num diagrama bilogarítmica são construídas as curvas de resistividade aparente em que os valores de  $AB/2$  (sobre as abcissas) são expressos em metros, enquanto os valores de resistividade aparente (sobre as ordenadas) em  $\text{Ohm}\cdot\text{m}$ . A partir dessas curvas são possíveis calcular os valores de resistividade e espessura reais das camadas que formam a subsuperfície. Conforme indica as figuras 5 e 6 abaixo representadas.

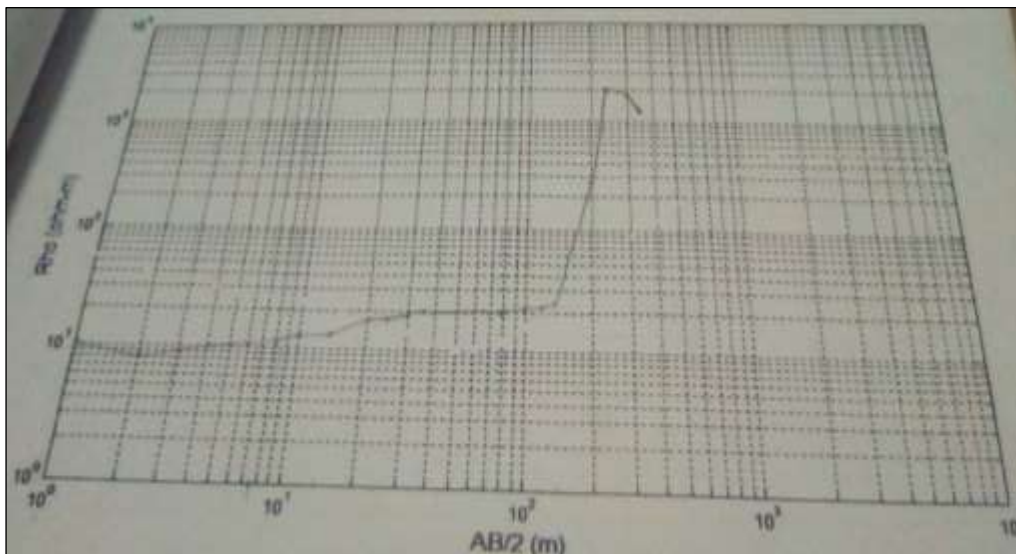


Figura 5. Dados do campo plotados na tabela bilogarítmica da SEV nº 1.



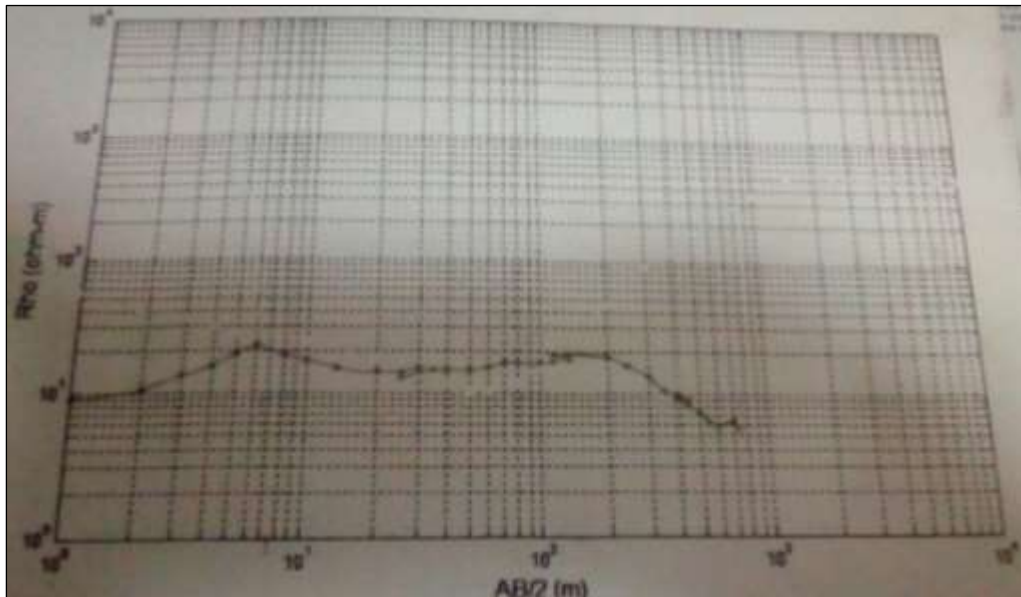


Figura 6. Dados do campo plotados na tabela bilogárítmica da SEV nº 2.

### Resultados e interpretação.

Para o controlo de qualidade e processamento de dados das SEVs recorreu-se ao EarthImager 1D da Advanced Geoscience Inc. (AGI) é um software de modelagem por inversão usado para interpretar dados da resistividade eléctrica unidimensional e revelar um modelo em camada de geologia de subsuperfície, apropriado para processamento de dados da SEV e outros, no nosso caso, coletados com o arranjo Schlumberger e ajuda na interpretação em 1D da sondagem eléctrica vertical e gera um modelo das resistividades das camadas no lado esquerdo, que revela a subsuperfície geológica local de maneira pontual e a sua linha branca demonstra os valores do algoritmo da resistividade de todas as camadas.

Através da utilização das funções matemáticas o EarthImager 1D da Advanced Geoscience Inc. (AGI), sobre a equivalência das soluções interpretativas, foi elaborado o modelo físico da subsuperfície investigada para as SEVs, assim sendo as curvas interpretadas (vermelhos) e aquelas medidas (pretas) são colocadas em um único gráfico, tornando a possibilidade de observar simultaneamente a sua correspondência ou equivalência.

Segundo (Orellana, 1972), no modelo geoelectrico final obtido a partir de investigação realizada na superfície da área de estudo, pode estar sujeita a certas imprecisões e causar um erro até 10% no modelo final. Procedeu-se também a redução dos números das camadas das curvas de campo, aplicando desta feita o princípio de superposição para as secções geoelectricas (koefoed, 1979<sup>a</sup>).

## Resultados e interpretação da SEV1.

Na SEV1, foram interpretados quatro (4) camadas de a cordo com o gráfico de valores medidos e modelados e ao modelo de resistividade em camadas de topo a base tem a seguinte ordem:  $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$  (figura nº 7) a que a descrição se segue:

A primeira camada com valor de resistividade na ordem de 10.4 ohm.m, possui uma espessura que varia entre o zero (0) a cinco (5) metros de profundidade, representam o topo do solo vegetal com argila arenosa preta cinzenta.

A segunda camada com valor de resistividade na ordem de 25.3 ohm.m, de 16 metros de espessura, cuja profundidade vária de 4.89 a 21.60 de profundidade, representa as argilas consolidadas de cor amarela esbranquiçada.

A terceira camada com valor de resistividade 13, 7 ohm.m, possuindo uma espessura de 43.55 metros, cujo topo encontra-se aos 65,15 metros de profundidade, representa amargas cinzenta escura, isto é calcário argiloso húmido.

Enquanto a quarta camada apresenta um valor de resistividade muito alto quando comparada com as camadas superiores, com resistividade na ordem dos 4867,3 ohm.m, que provavelmente indica a rocha calcária, em que se assenta as camadas interpretadas acima como indica o modelo de resistividade em camada da figura nº 7. da sondagem eléctrica vertical (SEV1).

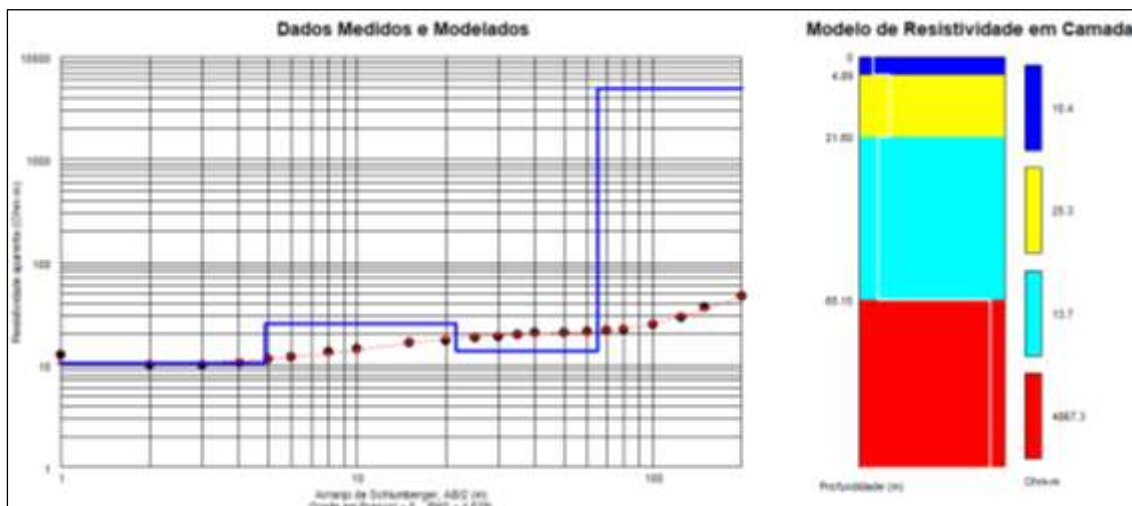


Figura 7. Dados da sondagem eléctrica vertical invertidos (SEV1).

## Resultado e interpretação da SEV2.

Na SEV2, começando de cima para baixo foram interpretados seis (6) camadas de a cordo com o gráfico de valores medidos e modelados e ao modelo de resistividade em camadas com a seguinte ordem:  $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 > \rho_4 > \rho_5 < \rho_6$  (figura nº 8) conforme a se segue a descrição:

A primeira camada com valor de resistividade na ordem de 19.8 ohm.m, possui uma espessura que varia entre os zeros (0) a cinco (5) metros de profundidade, representam a camada do solo consolidado.

A segunda camada com valor de resistividade na ordem de 13.7 ohm.m, de 32,94 metros de espessura, cujo topo situa-se aos 5 metros de profundidade e a base aos 37. 94 metros de profundidade, representa as argilas compactadas de cor amarela esbranquiçada.

A terceira camada com valor de resistividade 31.5 ohm.m, possuindo uma espessura de 68.24 metros, representa calcarenito alterado, isto é areia calcária não consolidada.

A quarta camada com valor de resistividade na ordem de 20.3 ohm.m, de 33.66 metros de espessura, situa-se entre 106,18 a 139.84 metros de profundidade, representa as argilas compactadas.

A quinta camada apresenta um valor de resistividade mais baixo quando comparada com as camadas superiores e inferior, com valor de resistividade 3.4 ohm.m, possuindo uma espessura de 37.68 metros, cujo topo encontra-se aos 140 metros de profundidade aproximadamente, representa a camada de silto argilosa.

Enquanto a sexta camada, com resistividade na ordem de 3.5 que provavelmente indica também material fino, isto é, silto argilosa relativamente mais húmida do que camada anterior é muito profunda em que a sua camada começa aos 177,52 metros e prologa-se muito mais. Apesar de ser a última camada investigada da sondagem eléctrica vertical não constitui o embasamento pontual.

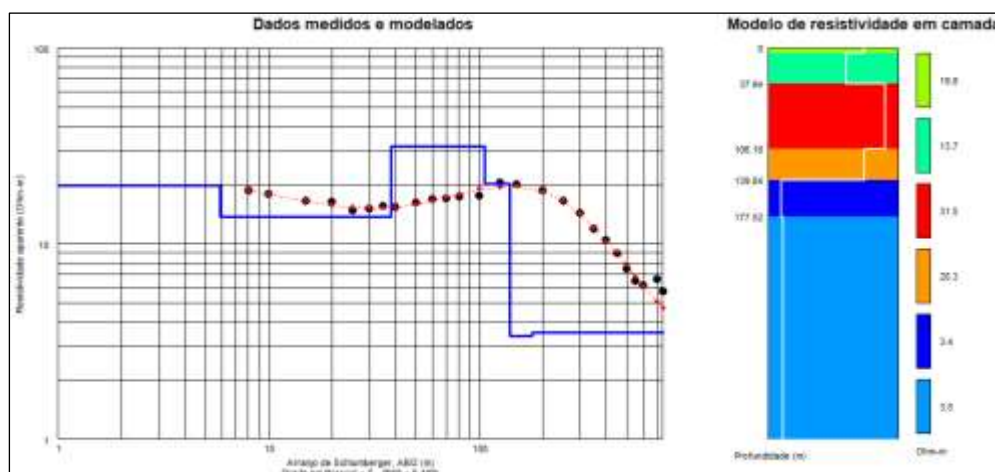


Figura 8. Dados da sondagem eléctrica vertical invertidos (SEV2).

## Resultado e interpretação da SEV3.

Para a interpretação da SEV3 seguiu-se o mesmo princípio de posicionamento das camadas, isto é, de cima para baixo e foram considerados e interpretados quatro (4) camadas de acordo com o gráfico de valores medidos e modelados e ao modelo de resistividade em camadas com a seguinte ordem:  $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$  (figura nº 9) conforme a descrição seguinte:

A primeira camada com valor de resistividade na ordem de 4.0 ohm.m, possui uma espessura que varia entre os zeros (0) a oito (8) metros de profundidade aproximadamente, representam a camada do solo consolidado.

A segunda camada com valor de resistividade na ordem de 11.9 ohm.m, de 12.6 metros de espessura, cujo topo situa-se aos 8.58 metros de profundidade e a base aos 21.18 metros de profundidade, representa as argilas escuras e é mais compactada comparativamente que a camada superior.

A terceira camada com valor de resistividade 0.4 ohm.m, possuindo uma espessura de 17.77 metros é uma camada silto argiloso muito impregnada com água salobra.

Por fim a última camada interpretada de 2.0 ohm.m, tem o seu topo aos 38.95 metros, enquanto a base está a mais de 100 metros de profundidade aproximadamente, representa argila muito húmida, isto é também saturada com água salobra.

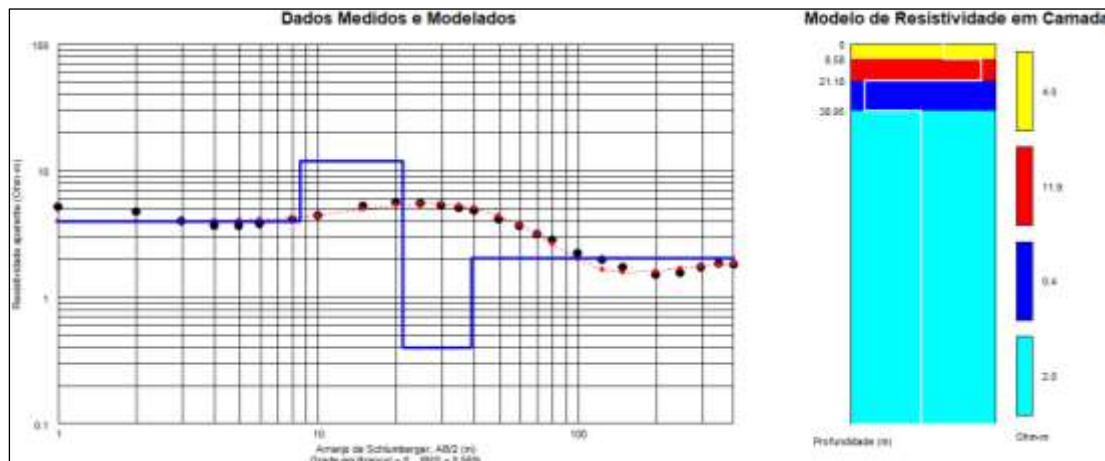


Figura 9. Dados da sondagem eléctrica verticais invertidos (SEV3).

## Conclusão.

O método da electrorresistividade aplicada na área de estudo da Barraca-Calomboloca, através das duas (2) sondagens eléctricas verticais realizadas, permitiram-nos obter conhecimento da espessura do solo que é

a camada da cobertura, estimar a profundidades das camadas e /ou unidades geológicas da área investigado. Contribui sobre o aumento dos níveis de conhecimento geológico da subsuperfície da zona, em que se pode observar que a profundidade alcançada nesta investigação não atingiu o embasamento que se encontra num nível mais profundo e quanto ao aspecto hidrogeológico tomou-se as seguintes conclusões:

Dada a geologia local e os valores da resistividade medidas indicam-nos a existência de forma geral de argilas, margas, calcários, dolomites e sedimentos muito argilosos, todas estas rochas não possui porosidade suficiente e conectividade entre si (poros), dificultando a penetração e circulação das águas subterrâneas por falta da permeabilidade. Logo, descarta-se a possibilidade de existência ou mapear os níveis de aquíferos na área de estudo e, impossibilitando a indicação dos pontos com potencialidade de perfuração de poços e exploração de água subterrânea.

A litologia interpretada é correlacionável a formação Quifangondo constituída por argilas, margas e calcários que possui a permeabilidade variável entre 0,0008 a 0,002 m/d (Miguel, 2006) demonstrando que a formação possui baixíssima permeabilidade em relação às águas subterrâneas, que ficam armazenadas nas formações superiores. A SEV3 por estar localizada numa depressão na zona da Funda-Cacuaco e correspondentemente a zona depósito de sedimentos vindos dos pontos com valores altos topográficos apresenta valores muito baixo da resistividade. Indicando a existência de aquífero de água salobra.

### **Recomendação.**

Está cada vez mais evidente a importância do estudo da electrorresistividade através da aplicação do arranjo Schlumberger e outros, para conhecer a subsuperfície e a ocorrência de água subterrânea, por isso deve-se intensificar o estudo da geoelectrica, acompanhado sempre com poços de perfuração para obter testemunho da litofácies, assim como, encontrar água subterrânea e as suas análise requeridas.

### **Bibliografia.**

- Araujo, C. (1981). *Noticia explicativa da carta geológica de Angola à escala de 1:1000.000*. Luanda - Angola.
- Buta, A. (2000). *Carta Geologica de Luanda à escala 1:25.000*. Luanda.
- Duarte Morais. M.L, C. G. (2000). *Noticia explicativa da geologia de Luanda - Bacia do Kwanza - Angola*. Luanda. G, C., & L, D. d. (s.d.).
- Geldart, T. (1990). *Geofísica Aplicada*. Cambridge University Press.

- Koefoed. (1979<sup>a</sup>). *Geosounding principles, 1 Resistivity sounding measurements*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. Amsterdam.
- Miguel. (2006). *episódio de Recarga no Sistemna Aquifero Quelo - Luanda*.
- Miguel, G. L. (2006). *Perímetro de Proteção no sistema Aquífero Quelo - Luanda*. Luanda - Angola.
- Orellana. (1972). *Prospeccion geoelectrica por campos variable*. Madrid, Ed. Paraninfo. Madrid.
- Sgross, I., & M.L, M. (2000). *Stratigraphic and sedimentologic characters of the Luanda Formation, in the succession cropping out in the surrounding of Luanda - Kwanza basin - Angola*. Luanda - Angola.
- SuperSting. (2012). *Resistividade à terra de memoria de canal único e medidor de IP*. <https://reddoggeo.com/www/agi/r1/supersting.htm>. SuperSting R1 IP – resistividade à terra de memoria de canal único e medidor de IP.