



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOFÍSICA**

BORIS CHAVES FREIMANN

**CORRELAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS DE POÇOS – SEDE DO MUNICÍPIO DE
SALINÓPOLIS-PA**

**BELÉM-PA
2012**

BORIS CHAVES FREIMANN

**CORRELAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS DE POÇOS - SEDE DO MUNICÍPIO DE
SALINÓPOLIS-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para a obtenção de grau de bacharel em Geofísica.

Orientador: Prof. MSc. José Geraldo das Virgens Alves.

**BELÉM-PA
2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

-
- F865c Freimann, Boris Chaves
Correlação de perfis geofísicos de poços – sede do município de Salinópolis-PA / Boris Chaves Freimann; Orientador: José Geraldo das Virgens Alves – 2012
64 f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geofísica) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geofísica, Belém, 2012.
1. Geofísica aplicada. 2. Água subterrânea. 3. Correlação geofísica. 4. Geofísica de poço. 5. Perfilagem geofísica. 6. Potencial espontâneo. 7. Resistência elétrica. 8. Raios gama. 9. Salinópolis-PA. I. Alves, José Geraldo das Virgens, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.
CDD 20^a ed.: 551.098115
-

BORIS CHAVES FREIMANN

**CORRELAÇÃO DE PERFIS GEOFÍSICOS DE POÇOS NO MUNICÍPIO DE
SALINÓPOLIS-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para a obtenção de grau de bacharel em Geofísica.

Orientador: Prof. MSc. José Geraldo das Virgens Alves.

Data de aprovação: 17/01/2012

Conceito: EXCELENTE.

Banca Examinadora:

Prof. José Geraldo das Virgens Alves – Orientador
Mestre em Geofísica
Universidade Federal do Pará

Prof. Cristiano Mendel Martins - Membro
Doutor em Geofísica
Universidade Federal do Pará

Prof. Cícero Roberto Régis – Membro
Doutor em Geofísica
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho à minha família: Werner, Elizabeth, Yuri e Fritz, pelo companheirismo de todo dia.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador Prof. MSc. José Geraldo das Virgens Alves pela paciência e perseverança durante toda a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Pará e à Faculdade de Geofísica que ofereceram todo o suporte para a minha formação acadêmica.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (SUREG-BE), por toda infra-estrutura e apoio dado ao meu trabalho ao decorrer deste ano.

À Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) pelos dados cedidos e todo apoio logístico.

Aos geólogos Adib Leal, Ariolino Souza e Homero Melo, com quem convivi e aprendi bastante ao longo deste ano.

Ao Dr. Manfredo Ximenes, pelos conselhos e suporte dados para a realização de meu trabalho e para minha formação profissional.

Ao geólogo Manoel Imbiriba Junior pelo conhecimento repassado, pelas oportunidades concedidas e por toda ajuda dada em prol da realização deste trabalho.

A todos os professores que tive oportunidade de obter conhecimento ao longo de minha formação acadêmica.

Aos meus amigos da turma de 2007 que sempre estiveram presentes nos últimos cinco anos de minha vida.

E, finalmente, porém não menos importante, aos meus pais que sempre batalharam para o meu bem estar.

“Nenhum cientista pensa com fórmulas.”
Albert Einstein

RESUMO

Foi realizada uma correlação de perfis geofísicos de poços das áreas de captação da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) perfurados no município de Salinópolis para o abastecimento local. O estudo foi realizado em várias áreas de captação, abrangendo 15 poços. Os parâmetros utilizados na correlação foram Potencial Espontâneo (SP), Resistência Elétrica (RE) e Raios Gama (RG). Também, para efeito de controle, utilizaram-se os perfis litológicos dos poços, obtidos através de amostras de calha. Essa correlação teve por objetivo avaliar a continuidade lateral das camadas permeáveis e impermeáveis, a fim de se elaborar seções da sub-superfície com alta precisão. Constatou-se a provável existência de dois grandes aquíferos que se encontram abaixo do horizonte 60 metros em relação ao nível do mar e que apresentam continuidade lateral por toda extensão da área estudada. Constatou-se, também, que o topo do embasamento na região estudada oscila em torno de 120 metros abaixo do nível do mar. Tais conclusões são de extrema importância para uma melhor avaliação construtiva e locação de futuros projetos de abastecimento na sede do município de Salinópolis-Pa.

Palavras-chave: Geofísica aplicada. Água subterrânea. Correlação geofísica. Geofísica de poço. Perfilagem geofísica. Potencial espontâneo. Resistência elétrica. Raios gama. Salinópolis-PA.

ABSTRACT

It was realized a correlation of geophysical well logs from the Sanitation Company of Pará (COSANPA) drilled in the city of Salinópolis for the local supply. The study was conducted in many areas of impound, covering 15 wells. The parameters used in the correlation were Self Potential (SP), Electrical Resistivity (ER) and Gamma Ray (GR). Also, for control purposes, was used the lithological log of the wells obtained from samples of drill cutting. This correlation was conducted to evaluate the lateral continuity of permeable and impermeable layers, in order to develop sections of the subsurface with high accuracy. It was found the probable existence of two major aquifers that lie 60 meters below sea level and have lateral continuity along the full extent of the studied area. It was also found that the top of the basement in the studied area is around 120 meters below sea level. These findings are extremely important for a better location and constructive evaluation for supply wells in the future projects in the city of Salinópolis-Pa.

Keywords: Applied geophysics. Underground water. Geophysical correlation. Geophysics of wells. Geophysical well logging. Self-potential. Electrical resistivity. Gamma ray. Salinópolis-Pa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização do município de Salinópolis. O retângulo amarelo representa a área do estudo.	14
Figura 2- Área do estudo realizado. Poços G,D,F: Captação COSANPA Barreiro. Poço P: Captação Guaxini. Poços A,C,E: Captação COSANPA Sete de Setembro. Poços L,K: Captação COSANPA Jardim Atalaia. Poço N: Captação COSANPA Escritório. Poços O,H: Captação COSANPA Açai. Poço J: Captação COSANPA Bairro Amapá. Poço I: Captação COSANPA Farol. Poço B: Captação COSANPA Dom Bosco	15
Figura 3- Linhas de contorno representando as cotas no terreno em relação ao nível do mar na área de realização do estudo.	16
Figura 4- Cotas do terreno representadas por cores (vista superior 3D).....	17
Figura 5- Cotas de terreno representadas por cores e linhas de contorno (Perspectiva 3D) .	17
Figura 6- Vista aérea em perspectiva com os poços estudados devidamente georeferenciados.....	18
Figura 7- Mapa do percurso Belém-Pa (A) até Salinópolis-Pa (B).....	19
Figura 8- Operador durante uma perfilagem	23
Figura 9- Carretel de tração em operação.....	23
Figura 10- Instrumentação de um Perfilador moderno	23
Figura 11- Esquema de funcionamento da medição de Raios Gama.....	25
Figura 12- Esquema de funcionamento da medição de Resistência Elétrica	27
Figura 13- Representação esquemática do comportamento do Perfil de Potencial Espontâneo (SP).....	28
Figura 14- Exemplificação do método de digitalização dos perfis geofísicos.....	32
Figura 15- Distribuição de todos os Perfis (Geofísicos e Litológicos) disponíveis para o presente trabalho na direção Noroeste - Sudeste	34
Figura 16- Representação do Padrão "Violão".....	35
Figura 17- Os 4 conjuntos de poços definidos para a proposição das Seções litológicas.....	36
Figura 18- SEÇÃO 1 – POÇOS I-J-K.....	38
Figura 19- SEÇÃO 2 – POÇOS H-N-J-B-K	40
Figura 20- SEÇÃO 3 – POÇOS C-H-I.....	42
Figura 21- SEÇÃO 4 – POÇOS I-N-J-B-P-D	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	LOCALIZAÇÃO	13
2.1	ÁREA DE ESTUDO	13
2.2	RELEVO DA ÁREA ESTUDADA	16
2.3	ACESSO	18
3	GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA	20
3.1	GEOLOGIA REGIONAL	20
3.1.1	Sedimentos do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras	20
3.2.1	Formação Pirabas	20
3.2	HIDROGEOLOGIA LOCAL	21
4	PERFILAGEM GEOFÍSICA DE POÇOS	22
4.1	PERFIS ESTUDADOS	24
4.1.1	Perfil de Raios Gama (natural)	24
4.1.2	Perfil de Resistência Elétrica	26
4.1.2	Perfil de Potencial Espontâneo	27
5	CORRELAÇÃO DOS PERFIS GEOFÍSICOS	29
5.1	CATALOGAÇÃO DE POÇOS TUBULARES	29
5.2	TABELA DOS POÇOS SELECIONADOS	30
5.3	DIGITALIZAÇÃO DOS PERFIS GEOFÍSICOS	32
5.4	CORRELAÇÃO GEOFÍSICA POÇO A POÇO	33
5.5	SEÇÕES LITOLÓGICAS PROPOSTAS	36
5.5.1	Seção 1 – Poços I-J-K	37
5.5.2	Seção 2 – Poços H-N-J-B-K	39
5.5.3	Seção 3 – Poços C-H-I	41
5.5.3	Seção 4 – Poços I-N-J-B-P-D	43
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	45
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXO A - EXEMPLO DE UM REGISTRO ANALÓGICO IMPRESSO	49
	ANEXO B - EXEMPLO DE UMA DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	50
	ANEXO C - PERFIS GEOFÍSICOS DIGITALIZADOS	51

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a preocupação com o abastecimento de água para o consumo humano vem tomando destaque mundial, por conta do estabelecimento de uma conscientização para com o meio ambiente. O crescimento populacional e industrial acaba intensificando a demanda por mais reservatórios de água potável. Também, certos aquíferos em uso vêm se exaurindo ou sendo degradados, seja por interferência humana (ex.: poluição de rios e do solo), seja por fatores naturais (ex.: Intrusão salina em aquíferos costeiros).

No município de Salinópolis, o abastecimento de água para a população local é feito pela COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará), através de diversos poços nas áreas de captação na cidade. O quadro hidrogeológico da região é definido por unidades litológicas datadas do paleozóico que englobam diversas rochas sedimentares pertencentes à formação Pirabas e ao grupo Barreiras e Pós Barreiras (Araújo, 1998). A profundidade dos poços de abastecimento da COSANPA varia de 80 a 160 metros, sempre captando água subterrânea da Formação Pirabas.

Este trabalho teve por objetivo catalogar poços tubulares de abastecimento, perfurados no município de Salinópolis pela COSANPA e avaliar, através da correlação dos perfis geofísicos corridos nesses poços, a continuidade lateral das diversas camadas litológicas encontradas, determinando com precisão métrica as suas profundidades e espessuras.

Foram catalogados 15 poços distribuídos dentre as várias captações da COSANPA. Sendo 10 com perfis geofísicos e litológicos, 4 apenas com perfis geofísicos e 1 apenas com perfil litológico. Todos os perfis geofísicos encontravam-se de forma analógica e foram digitalizados.

Todos os poços possuem coordenadas geográficas, dados construtivos e cota em relação a nível do mar.

De acordo com as características da Formação Pirabas, o ambiente sedimentar dos poços em Salinópolis apresenta camadas permeáveis (areias, arenitos, calcarenitos) que são os aquíferos em potencial. Portanto, a principal

importância da avaliação de continuidade lateral de camadas em sub-superfície está em identificar as extensões laterais, espessuras e posição desses aquíferos no pacote sedimentar, fornecendo, assim, valiosas informações para futuras perfurações de poços de abastecimento e estudo mais detalhado do potencial hídrico local.

2 LOCALIZAÇÃO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O área do estudo realizado situa-se na costa nordeste do Estado do Pará, mais especificamente, na sede do município de Salinópolis (latitude 00°36'49"S, longitude 47°21'22" W), estando a uma distância aproximada de 220 km da capital do estado, Belém. Popularmente, conhecido por Salinas, o município chama atenção pela beleza de suas praias e sustenta sua economia na pesca e no turismo, sendo um dos principais balneários da população belenense. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), Salinópolis está na Mesorregião "Nordeste Paraense" e na Microrregião "Salgado".

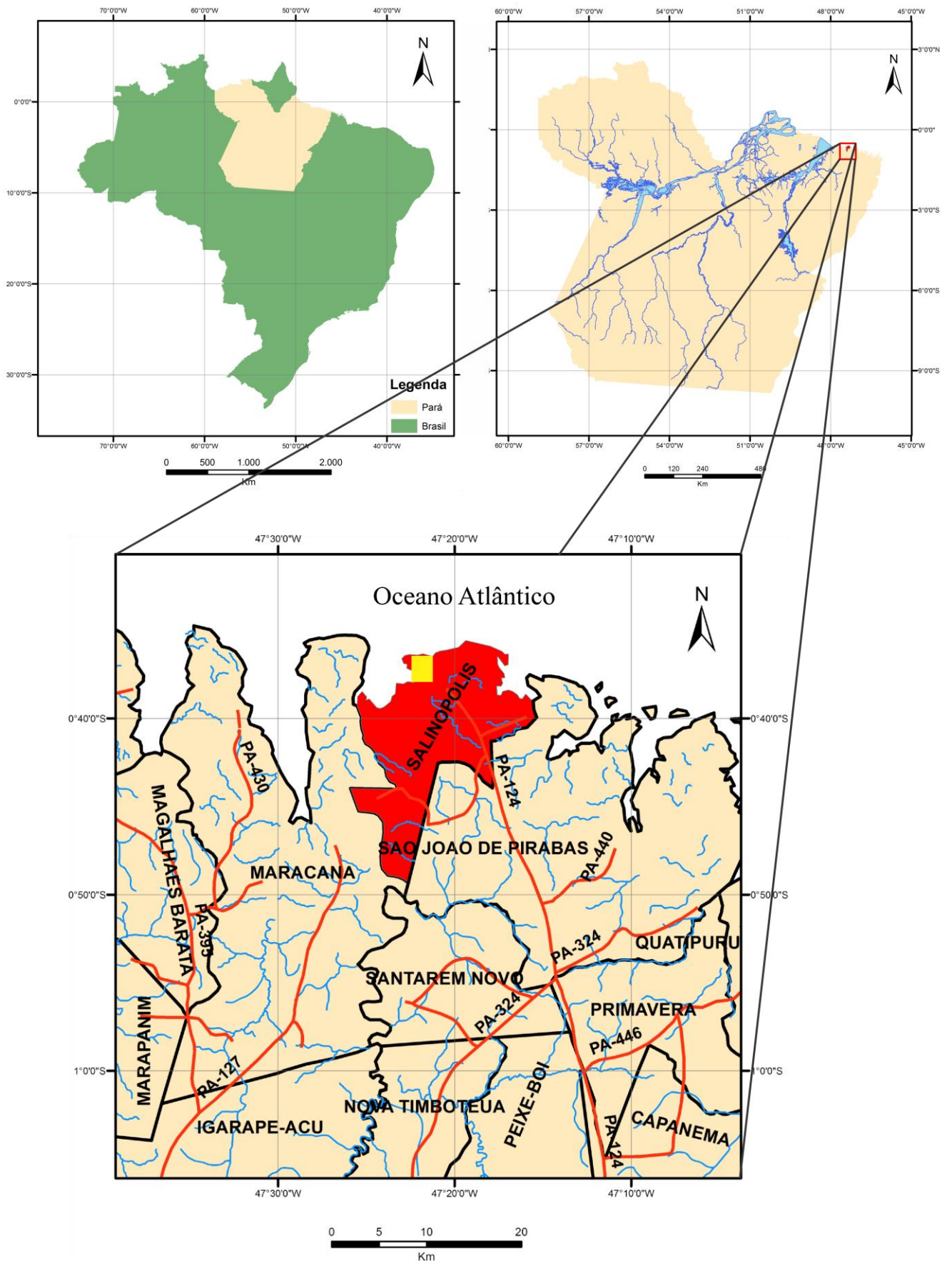
A vegetação da área se enquadra na definição de florestas secundárias, caracterizando-se por campos herbáceos e arbustivos sobre a Planície costeira, extensas capoeiras sobre o Planalto costeiro e por vegetação de mangue.

O clima, no nordeste paraense em geral, caracteriza-se por ser tropical quente e úmido como um período chuvoso mais acentuado entre dezembro e maio e menos chuvosa no restante do ano (MARTORANO et al., 1993).

Os 15 poços selecionados para este trabalho dentro do município de Salinópolis abrangem uma área retangular de aproximadamente 8km² que engloba diversas captações da COSANPA onde os poços estudados (devidamente georeferenciados) estão locados. As captações são: Barreiro, Guaxini, Açai, Escritório, Jardim Atalaia, Dom Bosco, Sete de Setembro, Amapá e Farol.

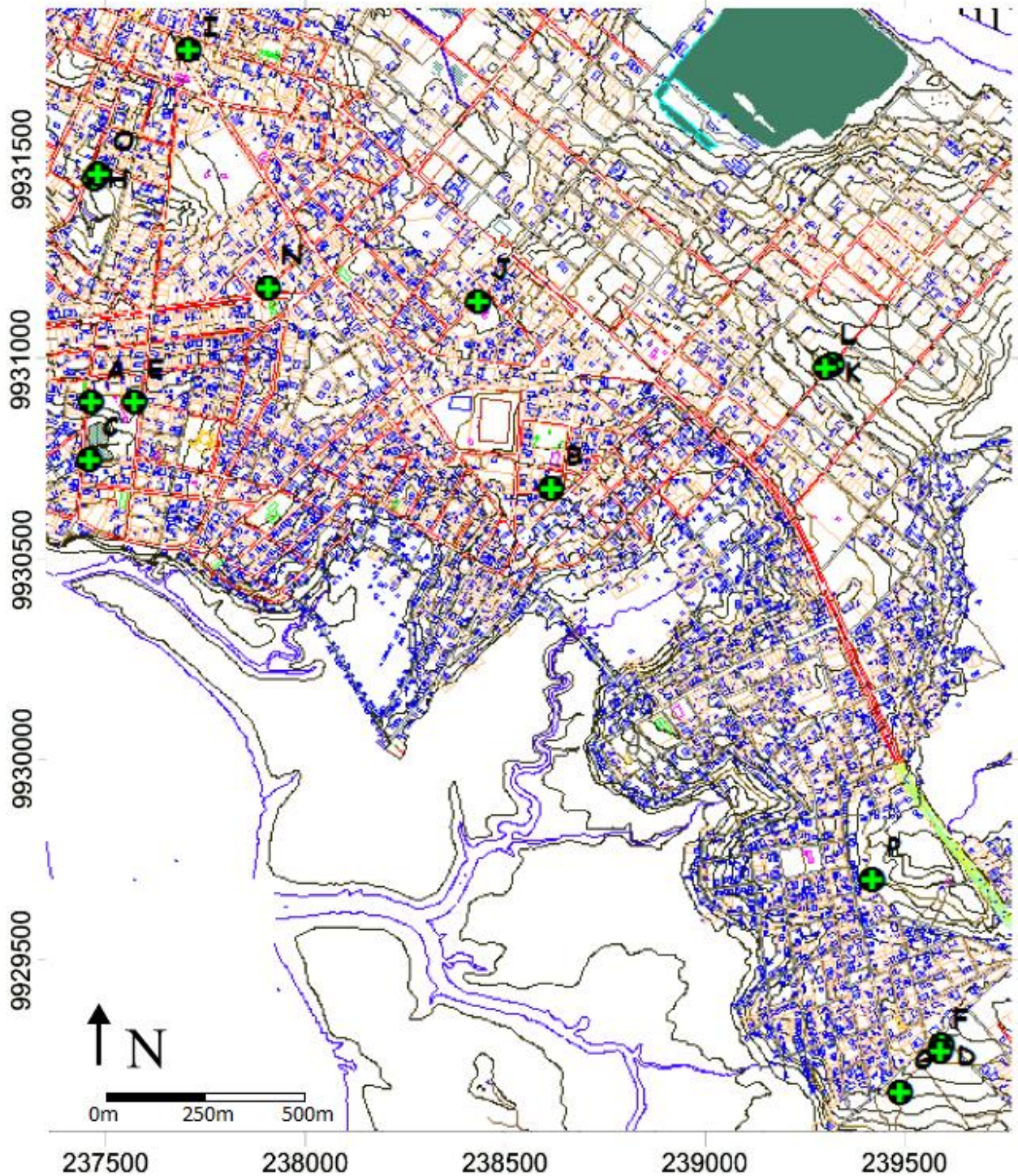
A base cartográfica original foi cedida pela COHAB no formato do *software* AutoCad sem georeferenciamento. Posteriormente, os *shapes* de interesse para este trabalho foram modificados via ArcGis e georeferenciados com coordenadas UTM e no *datum* WGS-84 para posicionamento dos dados e mapas. O relevo foi trabalhado no *software* Surfer para apresentação 2D e 3D da topografia da área de estudo.

Figura 1: Localização do município de Salinópolis. O retângulo amarelo representa a área do estudo.



Fonte: Do autor

Figura 2: Área do estudo realizado. Poços G,D,F: Captação COSANPA Barreiro. Poço P: Captação Guaxini. Poços A,C,E: Captação COSANPA Sete de Setembro. Poços L,K: Captação COSANPA Jardim Atalaia. Poço N: Captação COSANPA Escritório. Poços O,H: Captação COSANPA Açai. Poço J: Captação COSANPA Bairro Amapá. Poço I: Captação COSANPA Farol. Poço B: Captação COSANPA Dom Bosco. (Fonte da base cartográfica: COHAB)

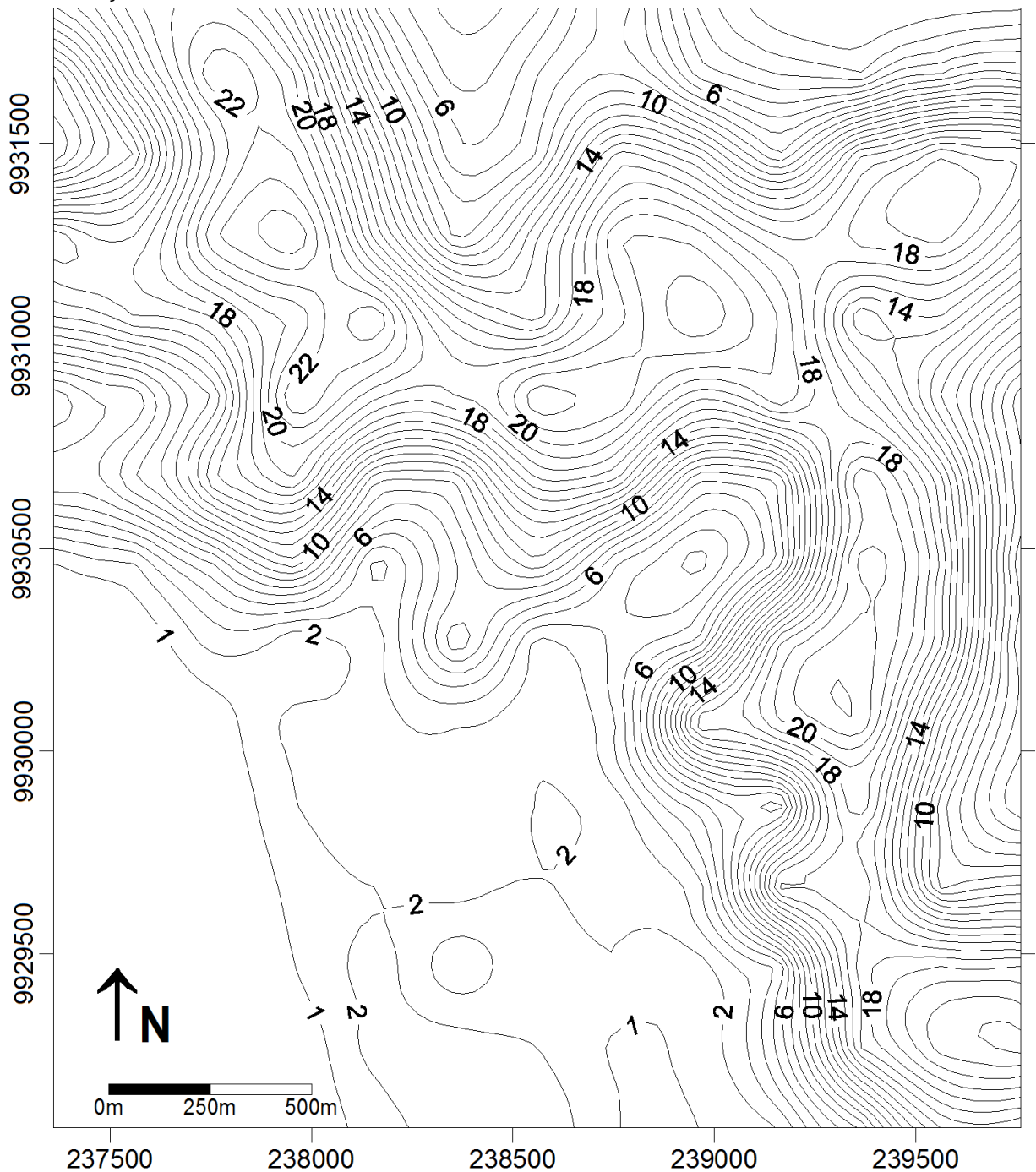


Fonte: Do autor

2.2 RELEVO DA ÁREA ESTUDADA

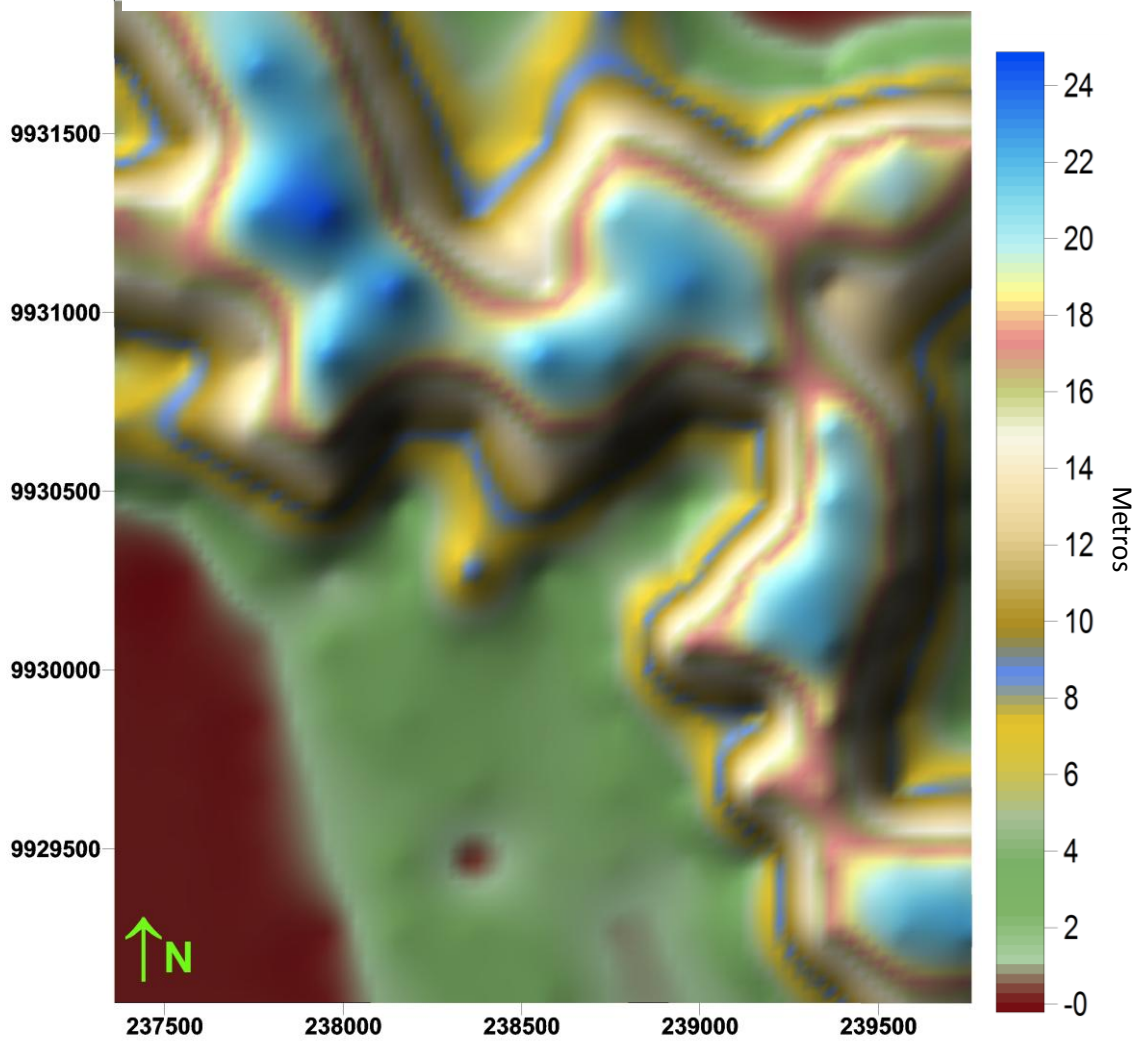
A cidade de Salinópolis apresenta um relevo bastante acidentado, porém, com altitudes muito próximas ao nível do mar, tendo seus pontos mais altos na cota de 25 metros. Foram obtidos dados brutos de cota em relação ao nível do mar e a partir desses dados foram elaborados mapas de contorno e blocos diagrama em 3D para a representação do relevo da área selecionada para o trabalho.

Figura 3: Linhas de contorno representando as cotas no terreno em relação ao nível do mar na área de realização do estudo.



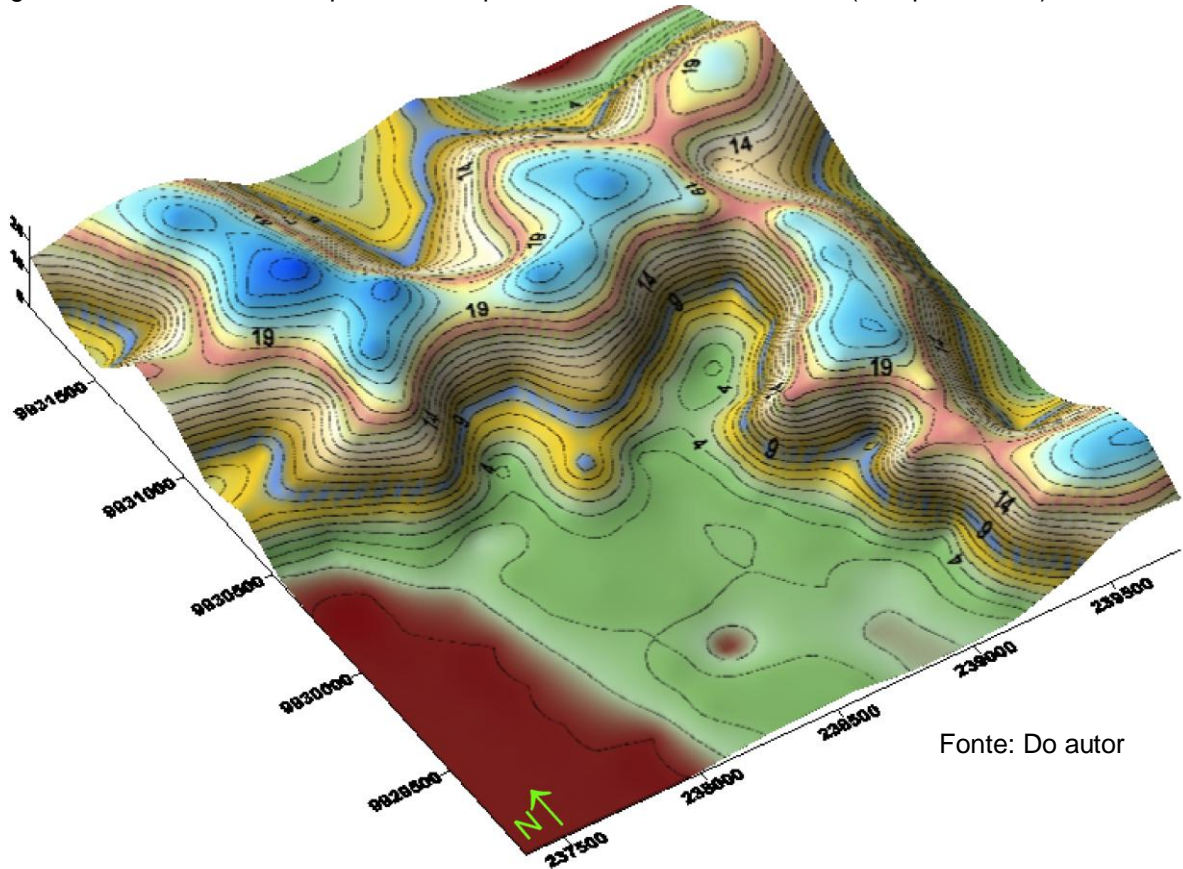
Fonte: Do autor

Figura 4: Cotas do terreno representadas por cores (vista superior 3D)



Fonte: Do autor

Figura 5: Cotas de terreno representadas por cores e linhas de contorno (Perspectiva 3D)



Fonte: Do autor

Figura 6: Vista aérea em perspectiva com os poços estudados devidamente georeferenciados



2.3 ACESSO

O acesso ao município de Salinópolis, a partir da capital Belém, é feito por terra através BR-316 até o município de Santa Maria do Pará, continuando na PA-324 e, finalmente, após a localidade de Santa Luzia, no município de São João de Pirabas, pela PA-124 até a Cidade de Salinópolis.

3 GEOLOGIA DA ÁREA ESTUDADA

3.1 GEOLOGIA REGIONAL

O conjunto geológico regional é definido por unidades litológicas de idade paleozóica que englobam rochas provenientes de sedimentação marinha da Formação Pirabas e rochas de sedimentação continental do Grupo Barreiras e Pós Barreiras. Formações estas, que ocorrem por toda a zona litorânea do nordeste paraense (ARAÚJO, 1998).

Segundo ROSSETTI (1989), a região nordeste do Estado do Pará onde se localiza o município de Salinópolis é definida como Região Bragantina, por conter depósitos do Cenozóico contidos nos sedimentos do Grupo Barreiras e Pós Barreiras e na formação Pirabas.

3.1.1 Sedimentos do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras

A denominação “Barreiras” foi primeiramente usada para designar sedimentos Cenozóicos terrígenos, que em alguns trechos de litoral formam falésias e se estendem do litoral sudeste ao norte do Brasil (ALHEIROS et al. 1988). Os sedimentos Barreiras são divididos em três litofáceis: Conglomerática, arenosa e argilo-arenosa (GOES & TRUKENBRODT, 1980).

3.2.1 Formação Pirabas

A formação Pirabas tem sua ocorrência sobre toda a Plataforma Continental Norte Brasileira, abrangendo todo o litoral do Estado do Pará. Estendendo-se também ao longo da Plataforma Maranhão, Piauí e Amapá (FERREIRA 1982). Porém é na região costeira do nordeste paraense que a Formação Pirabas apresenta suas melhores ocorrências em superfície.

A Formação Pirabas tem sua litologia basicamente definida por intercalações de calcários e folhelhos cinza esverdeados a negros. Já foram identificados “Beach Rocks” (Arenitos Calcíferos) nesta formação. Esta formação encontra-se sobreposta ao embasamento (rocha cristalina) e abaixo do Grupo Barreiras (FERREIRA, 1982).

3.2 HIDROGEOLOGIA LOCAL

Salinópolis em si tem sua litologia mais rasa constituída basicamente pela predominância de sedimentos argilosos de cores variadas, caracterizando o Grupo Barreiras e que de modo geral é pouco permeável. Porém devido à alternância entre camadas argilosas e arenosas pode-se afirmar que exista certo confinamento nos aquíferos encontrados, o que acaba por aumentar as chances de captação de água para abastecimento nesse sistema. O fator que define a potencialidade do aquífero seria a espessura da camada arenosa. Contudo, o Grupo barreiras em Salinópolis oscila em torno de 15m de espessura, não apresentando, portanto, muita importância para o abastecimento do município (ARAÚJO, 1998).

Sotoposta ao Grupo Barreiras, a Formação Pirabas se configura por uma seqüência de calcário e arenito calcífero apresentando intercalações periódicas de argila. A formação apresenta boa permeabilidade nos níveis em que a rocha se fragmenta com maior facilidade. O calcário geralmente é duro e fraturado, o que representa um bom potencial para o confinamento de água subterrânea. A espessura da Formação Pirabas oscila em torno de 110m e apresenta grande potencialidade para o abastecimento de Salinópolis (ARAÚJO, 1998).

4 PERFILAGEM GEOFÍSICA DE POÇOS

A perfilagem geofísica consiste, basicamente, na aquisição e interpretação de certos parâmetros físicos das rochas e formações, em relação à profundidade, atravessadas por uma perfuração. Os dados fornecidos por uma perfilagem geofísica apresentam controle preciso da profundidade investigada, possibilitando, assim, a obtenção de informações confiáveis sobre a posição das mudanças litológicas encontradas, além da avaliação de porosidade, permeabilidade e salinidade das mesmas. É essencial que se faça a correlação dos dados da perfilagem com os dados de amostras de calha do furo, pois desse modo pode-se aferir com maior credibilidade não somente a profundidade, mas também a constituição litológica de uma determinada formação. Portanto, pode-se afirmar que a perfilagem geofísica é de extrema importância para a prospecção de água subterrânea, visto que a locação de filtros nas camadas mais porosas e permeáveis de um furo e a avaliação de salinidade do aquífero são fatores imprescindíveis para o projeto de terminação de um poço visando a produção ótima.

A perfilagem geofísica é feita, na maioria das vezes, com o furo recém aberto e sem revestimento. O procedimento consiste basicamente na descida de uma sonda, que contém todos os instrumentos de medição necessários, através do furo. O recomendado é que as medições sejam feitas durando o trajeto de subida da sonda, pois dessa maneira, o cabo de tração fica sempre tensionado evitando, assim, erros a respeito da profundidade investigada. Perfiladores mais antigos geravam perfis analógicos. Nos equipamentos mais modernos, a sonda está conectada a um computador na superfície e os dados são mostrados em tempo real ao operador em forma de um registro digital contínuo das propriedades mensuradas em relação à profundidade.

Pode-se citar também o LWD “Logging while drilling” (Perfilando durante a perfuração), uma técnica mais recente, em que a sonda de perfilagem coleta os dados concomitantemente com o avanço da perfuração, porém, esse método é apenas utilizado na indústria do petróleo não tendo, portanto, importância para este trabalho.

Figura 10: Instrumentação de um Perfilador moderno



Fonte: Do autor

Figura 9: Carretel de tração em operação



Fonte: Do autor

Figura 8: Operador durante uma perfilagem



Fonte: Do autor

4.1 PERFIS ESTUDADOS

Diversos são os parâmetros que podem ser avaliados durante uma perfilagem geofísica. As propriedades físicas mais importantes e comumente mensuradas são as elétricas (potencial espontâneo, resistência e resistividade), radioativas (natural ou induzida) e acústicas (velocidade sísmica).

Neste trabalho, os perfis geofísicos analisados encontravam-se em forma analógica e apresentavam pelo menos dois dos parâmetros seguintes:

- Raios Gama (RG)
- Resistência elétrica (RE)
- Potencial Espontâneo (SP)

Por serem perfilagens voltadas para o estudo de água subterrânea, as propriedades acústicas não são de primordial interesse, sendo, portanto, estes três parâmetros citados, suficientes para uma boa avaliação em nosso contexto.

4.1.1 Perfil de Raios Gama (natural)

O perfil de Raios Gama tratado neste trabalho é o registro da radiação natural decorrentes da desintegração dos isótopos radioativos presentes em algumas formações litológicas acompanhada por emissão de partículas α , β e γ além da geração de calor.

Os Raios Gama podem ser definidos como ondas de caráter eletromagnético que transportam uma quantidade considerável de energia (0,1 a 10 MeV) e são provenientes de elementos naturais radioativos como o ^{232}U , ^{40}K e ^{238}Th . Elementos estes, que são responsáveis por quase toda radiação gama natural do planeta Terra.

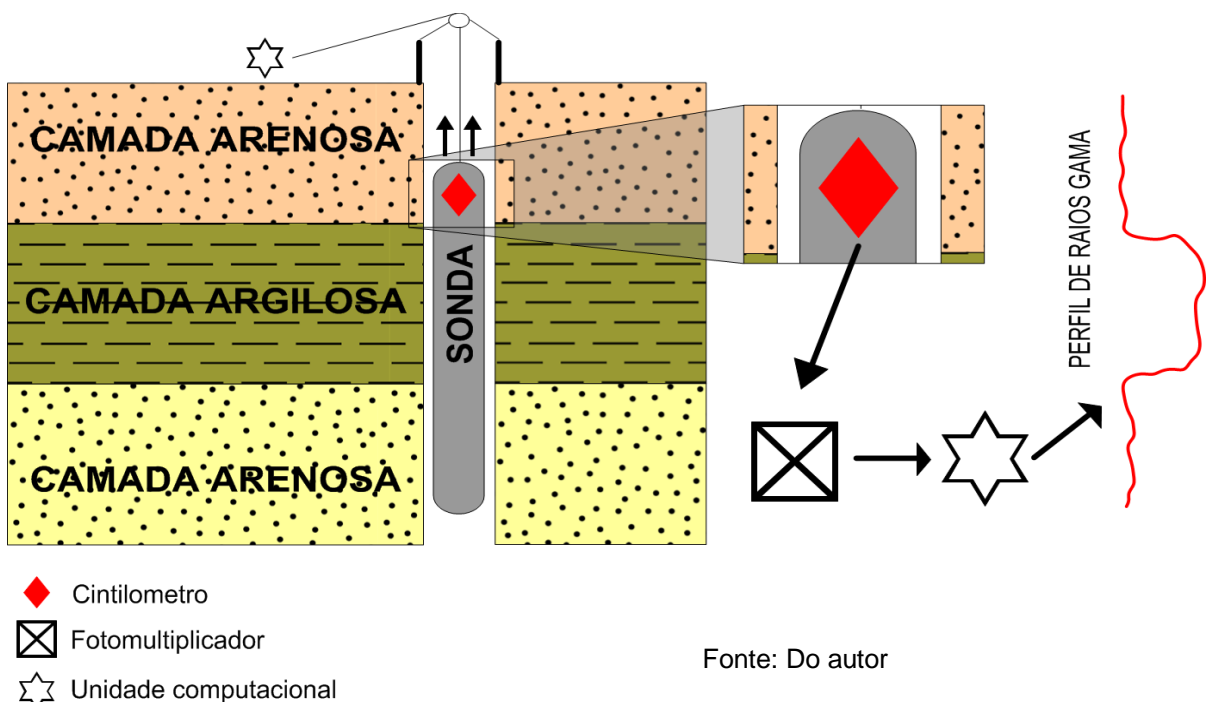
O equipamento de medição acoplado na sonda de perfilagem consiste em um cintilômetro que, basicamente, é um cristal que emite um fóton ao ser atravessado pelo raio gama. Este fóton passa por um fotomultiplicador, produzindo pulsos

elétricos que são contados numa determinada janela de tempo e registrados em valores que irão gerar o perfil. A medição de Raios Gama é apresentada em Contagem total por segundo (CPS) em função da profundidade.

Em ambientes sedimentares, como no caso de Salinópolis, os Raios Gama são provenientes, essencialmente, do isótopo radioativo do potássio (^{40}K) podendo, também, sofrer influencia minoritária dos outros dois isótopos radioativos naturais (^{232}U e ^{238}Th). Nesses ambientes, o ^{40}K está diretamente ligado à presença de material argiloso. Portanto, altos valores de Raios Gama são produzidos, normalmente, por camadas de argilas e de folhelhos, enquanto que baixos valores estão ligados à presença de areias, arenitos ou qualquer outro material sedimentar com baixa concentração de argila. No âmbito do estudo de água subterrânea, baixos valores no perfil de Raios Gama representam uma maior probabilidade da litologia investigada se tratar de um aquífero. Obviamente, outros tipos de material podem, também, produzir valores equivalentes no perfil aos produzidos por materiais argilosos ou não argilosos. Portanto, é de suma importância que haja conhecimento prévio das prováveis litologias atravessadas pelo furo, de preferência por amostras de calha da própria perfuração.

Deste modo, é possível afirmar que, a partir de perfis de Raios Gama, podemos aferir informações como espessura de camadas, identificação litológica e estimativa de argilosidade.

Figura 11: Esquema de funcionamento da medição de Raios Gama



Fonte: Do autor

4.1.2 Perfil de Resistência Elétrica

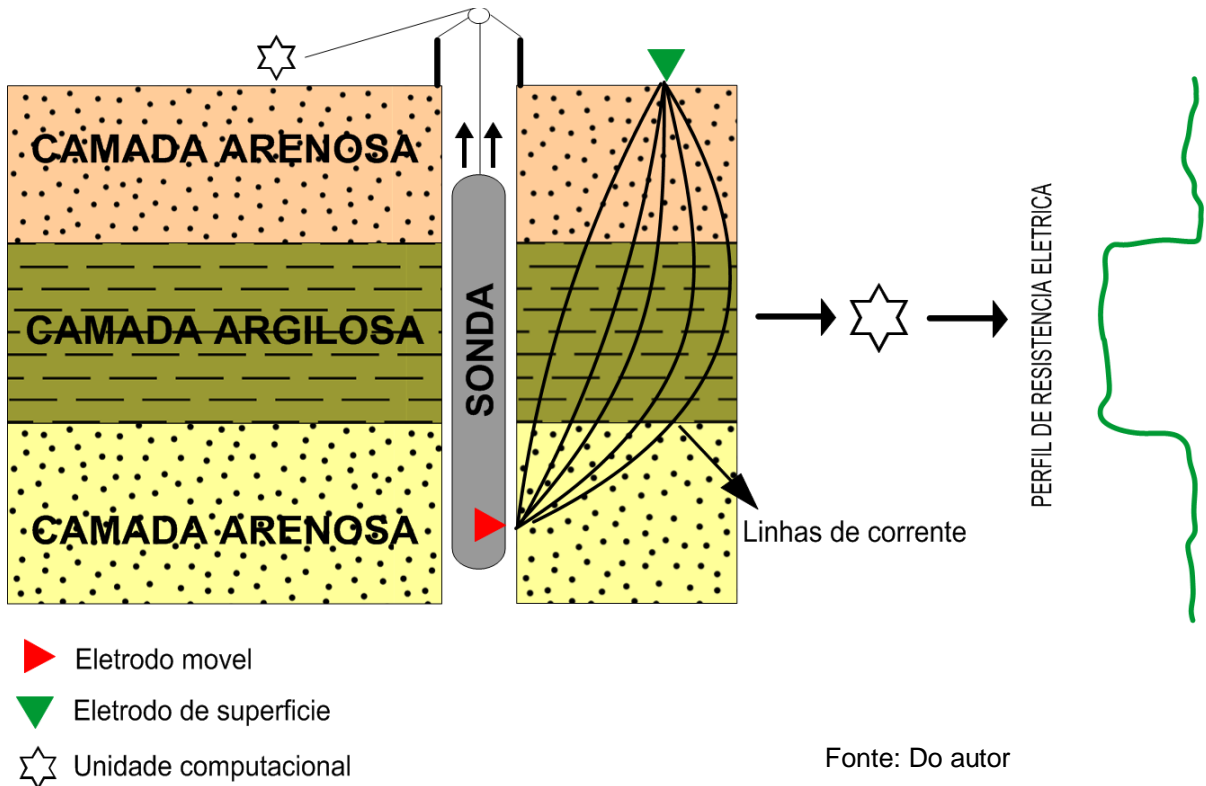
Existem diversos métodos e ferramentas para a medição de resistência elétrica durante uma perfilagem. Os perfis analisados neste trabalho utilizaram-se do método Elétrico Convencional que consiste, basicamente, na determinação de valores de diferença de potencial entre dois eletrodos: um acoplado na sonda de perfilagem e o outro em superfície. Essa diferença varia de acordo com a formação que esta sendo atravessada pela corrente.

Este sistema necessita que a lama de perfuração seja condutiva e os valores de resistência obtidos não são absolutos. Isso significa que o máximo que se afirmar é se uma camada é mais ou menos resistiva que suas camadas vizinhas, configurando, assim, um método qualitativo. O registro é feito de modo contínuo com valores em ohm contra profundidade.

No contexto do estudo de águas subterrâneas em ambientes sedimentares, como no caso deste trabalho, valores baixos no Perfil de Resistência Elétrica normalmente estão relacionados com a presença de material argiloso, enquanto que altos valores normalmente estão associados a materiais arenosos. Portanto, zonas onde o perfil apresenta altos valores são de interesse para a prospecção de água, pois comumente os reservatórios estão em formações arenosas por serem bastante porosas e permeáveis. Perturbações em valores correspondentes a materiais arenosos podem ser interpretados como presença de argila disseminada no meio ou até mesmo variação de salinidade da água contida na formação.

A partir do Perfil de Resistência Elétrica pode-se obter informações como espessura das litologias, limites entre camadas, avaliação de salinidade do aquífero e argilosidade.

Figura 12: Esquema de funcionamento da medição de Resistência Elétrica



4.1.2 Perfil de Potencial Espontâneo

O potencial espontâneo (SP) é uma diferença de potencial gerada dentro do poço a partir do fluxo iônico entre fluidos de diferentes salinidades. No caso, trata-se da diferença de salinidade entre o filtrado da lama de perfuração e a água da formação investigada.

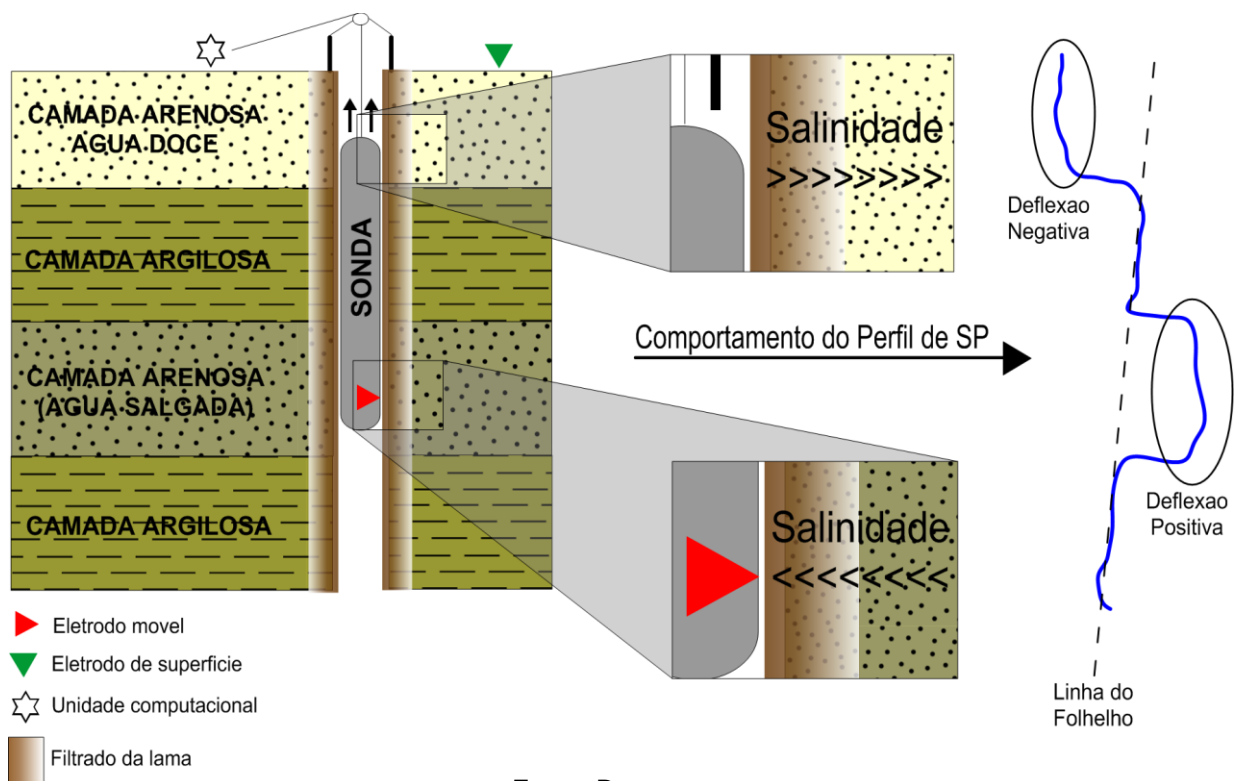
O registro é feito a partir de dois eletrodos, um acoplado à sonda de perfuração e o outro fixo na superfície. As medidas do potencial espontâneo são dadas em milivolts (mV) e o perfil gerado é contínuo em relação à profundidade em metros.

No contexto de perfis voltadas para o estudo de água subterrânea, as argilas, folhelhos e litologias impermeáveis tendem a apresentar valores bastante

constantes. Estes valores geram um comportamento retilíneo denominado de “Linha do Folhelho”. Em frente a litologias permeáveis, esta linha irá apresentar deflexões, podendo ser tanto para a direita (deflexão positiva) ou para esquerda (deflexão negativa). Estas deflexões irão depender da salinidade relativa da lama de perfuração para a água contida nas zonas permeáveis investigadas. Quando a deflexão é negativa, subte-se que o filtrado da lama possui uma salinidade maior que a água do aquífero. Quando a deflexão é positiva, a água da formação tem salinidade maior que o filtrado da lama. Portanto, em termos práticos, deflexões negativas representam água de melhor qualidade para consumo humano (no contexto deste trabalho).

O perfil de SP pode nos fornecer informações das espessuras das camadas, identificação de zonas permeáveis, identificação de salinidade do aquífero e correlação estratigráfica.

Figura 13: Representação esquemática do comportamento do Perfil de Potencial Espontâneo (SP)



Fonte: Do autor

5 CORRELAÇÃO DOS PERFIS GEOFÍSICOS

Este trabalho consistiu no agrupamento de dados de poços tubulares perfurados na sede no município de Salinópolis. Estes dados foram catalogados e uma tabela para referência foi gerada. O quesito principal para a seleção dos poços foi a existência de perfis geofísicos, sendo a única exceção, o poço da Captação COSANPA Guaxini, que possuía apenas perfil litológico. Os perfis geofísicos encontravam-se em forma de registro analógico (Anexo A) e foram digitalizados para serem correlacionados. O produto final da correlação de determinados poços foi a geração de seções litológicas da sub-superfície, levando como referência para a descrição das litologias, as informações contidas nas descrições litológicas (Anexo B) dos poços selecionados.

5.1 CATALOGAÇÃO DE POÇOS TUBULARES

Nesta etapa foram reunidos dados de perfilagens geofísicas de poços tubulares de abastecimento do município de Salinópolis, de posse do Laboratório de Prospecção Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, que realizou as perfilagens geofísicas às empresas de perfuração. Um total de 14 poços foi disponibilizado para este trabalho.

Posteriormente, por intermédio da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), obteve-se acesso aos relatórios construtivos de 10 poços dentro dos 14 já selecionados. Estes relatórios são pertencentes à COSANPA, que detém a concessão do abastecimento de água em Salinópolis.

Na Captação COSANPA Guaxini, não há poço com perfilagem geofísica disponível. Porém, por se tratar de uma das principais fontes de abastecimento de água para a população de Salinópolis, utilizou-se o perfil litológico de um poço do local para servir de referência na correlação dos perfis geofísicos selecionados. Portanto, os dados dessa Captação configuram uma exceção perante os demais.

5.2 TABELA DOS POÇOS SELECIONADOS

Para facilitar o manejo das informações obtidas, foi atribuída uma letra do alfabeto a cada poço e gerou-se uma tabela contendo os seguintes dados:

- Nome do poço (referência)
- Local (nome da captação)
- Profundidade (perfuração em metros)
- Perfis (tipo dos parâmetros físicos mensurados)
- Data (referente à perfilagem geofísica)
- Operador (referente à perfilagem geofísica)
- Construtora (referente à empresa de perfuração)
- Perfilador (modelo do equipamento usado na perfilagem geofísica)
- Latitude / Longitude (coordenadas em graus decimais dos poços)
- UTM-E / UTM-N (coordenadas métricas dos poços)
- Altitude (cota em metros, dos poços, em relação ao nível do mar)
- Perfil litológico (existência ou não do perfil litológico)
- Perfil geofísico (existência ou não do perfil geofísico)

Os nomes dos poços usados para referência são os mesmos encontrados no registro analógico das perfilagens geofísicas. As coordenadas foram obtidas em loco com um aparelho GPS de mão. Dados como “Data” e “Operador” também foram retirados do registro analógico das perfilagens. As cotas de altitudes foram obtidas a partir da base cartográfica cedida pela COHAB. Não foi possível definir o nome da empresa construtora de todos os poços, portanto, campos em branco nesta coluna significam a incerteza ou desconhecimento, contudo esta informação não é de grande relevância para a realização do presente trabalho. Os perfis litológicos encontrados são oriundos dos relatórios da COSANPA.

TABELA DOS POÇOS SELECIONADOS

Poços	Nome	Local	Profundidade	Perfis	Data	Operador
A	Cosanpa Femac PT-03	Captação COSANPA Sete de Setembro	135m	RG/SP/RE	05/07/1997	Geraldo
B	Cosanpa P-2	Captação COSANPA Dom Bosco	133m	SP/RE	29/12/2003	Geraldo
C	Cosanpa Femac 02	Captação COSANPA Sete de Setembro	130m	RG/SP/RE	11/06/1997	Geraldo
D	Cosanpa Barreiros P3 Femac	Captação COSANPA Barreiro	158m	RG/SP/RE	20/06/2001	Geraldo
E	Poço Sete de Setembro 4	Captação COSANPA Sete de Setembro	150m	RG/SP/RE	25/05/1996	Geraldo
F	Barreiro (Cosanpa-Pa) P2	Captação COSANPA Barreiro	158m	RG/SP/RE	29/10/1988	Gouvêa
G	Femac/Cosanpa/Barreiros 2	Captação COSANPA Barreiro	150m	RG/SP/RE	31/10/1991	Gouvêa
H	Salinópolis Açai-I	Captação COSANPA Açai	140m	RG/SP/RE	23/05/1991	Gouvêa
I	39-98	Captação COSANPA Farol	80m	RG/SP/RE	26/06/1998	Verma
J	P-3	Captação COSANPA Bairro Amapá	125m	SP/RE	05/06/2003	Verma
K	P-2	Captação COSANPA Jardim Atalaia	149m	SP/RE	28/06/2003	Verma
L	30-98	Captação COSANPA Jardim Atalaia	108m	RG/SP/RE	26/06/1998	Verma
N	Cosanpa-Escritório	Captação COSANPA Escritório	150m	SP/RE	25/05/2001	Gouvêa
O	Açai-Femac-P3	Captação COSANPA Açai	130m	SP/RE	12/07/2004	Gouvêa
P	Guaxini P7	Captação COSANPA Guaxini	157m		12/10/1984	

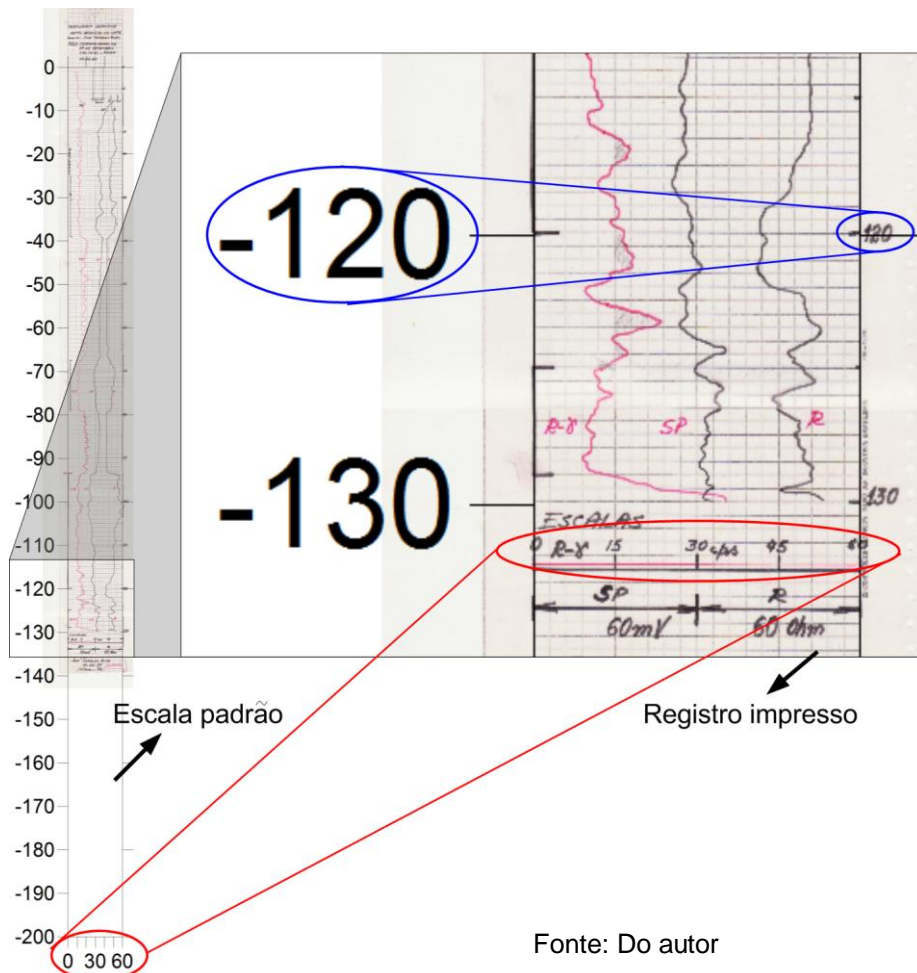
Poços	Construtora	Perfilador	Latitude	Longitude	UTM-E	UTM-N	Altitude (m)	Perfil Litológico	Perfil Geofísico
A	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,62434	-47,35879	237465	9930932	9	Sim	Sim
B	FEMAC-GEOSOLO	Widco 1200	-0,62642	-47,34806	238660	9930702	19	Sim	Sim
C	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,62572	-47,35886	237457	9930779	4	Sim	Sim
D	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,63966	-47,33894	239676	9929238	21	Sim	Sim
E	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,62434	-47,3578	237575	9930932	9	Sim	Sim
F	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,63984	-47,33901	239670	9929218	21	Não	Sim
G	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,64082	-47,33991	239568	9929110	21	Sim	Sim
H		Mount Sopris	-0,61906	-47,35873	237472	9931516	9	Sim	Sim
I		Mount Sopris	-0,61597	-47,35653	237716	9931858	24	Não	Sim
J		Mount Sopris	-0,62195	-47,34975	238472	9931197	11	Não	Sim
K	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,62345	-47,34152	239388	9931031	12	Sim	Sim
L		Mount Sopris	-0,62355	-47,34166	239373	9931020	12	Não	Sim
N	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,62166	-47,35468	237923	9931229	25,5	Sim	Sim
O	FEMAC-GEOSOLO	Mount Sopris	-0,61892	-47,35864	237481	9931531	10	Sim	Sim
P	FEMAC-GEOSOLO		-0,63575	-47,34056	239496	9929671	10	Sim	Não

5.3 DIGITALIZAÇÃO DOS PERFIS GEOFÍSICOS

Os perfis geofísicos selecionados foram adquiridos no Laboratório de Prospecção Geofísica e estavam em forma de registro analógico impresso. De cada perfil obteve-se uma imagem (*scan*) que foi encaixada em uma escala padrão gerada no software Surfer para a digitalização. Desse modo, as escalas dos dados de amplitude nos registros RG(cps), SP(mV), RE(ohm) e profundidade(metro), ficaram uniformizadas. Os dados numéricos advindos da digitalização foram plotados com o software Grapher. Os perfis litológicos foram encaixados na mesma escala de profundidade dos perfis geofísicos digitalizados, sendo, portanto, possível a determinação das litologias para a criação de seções litológicas da sub-superfície.

Após a imagem proveniente do *scan* do registro impresso ser encaixada na escala padrão, valores de X(RG (cps), SP (mV) ou RE (ohm) e Y(profundidade) foram gerados pelo Surfer, a partir de cliques sobre as linhas impressas do perfil.

Figura 14: Exemplificação do método de digitalização dos perfis geofísicos



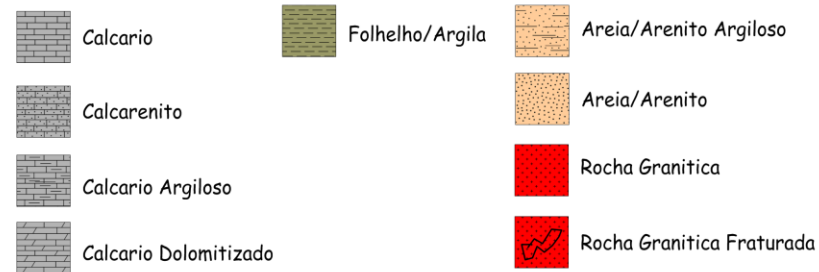
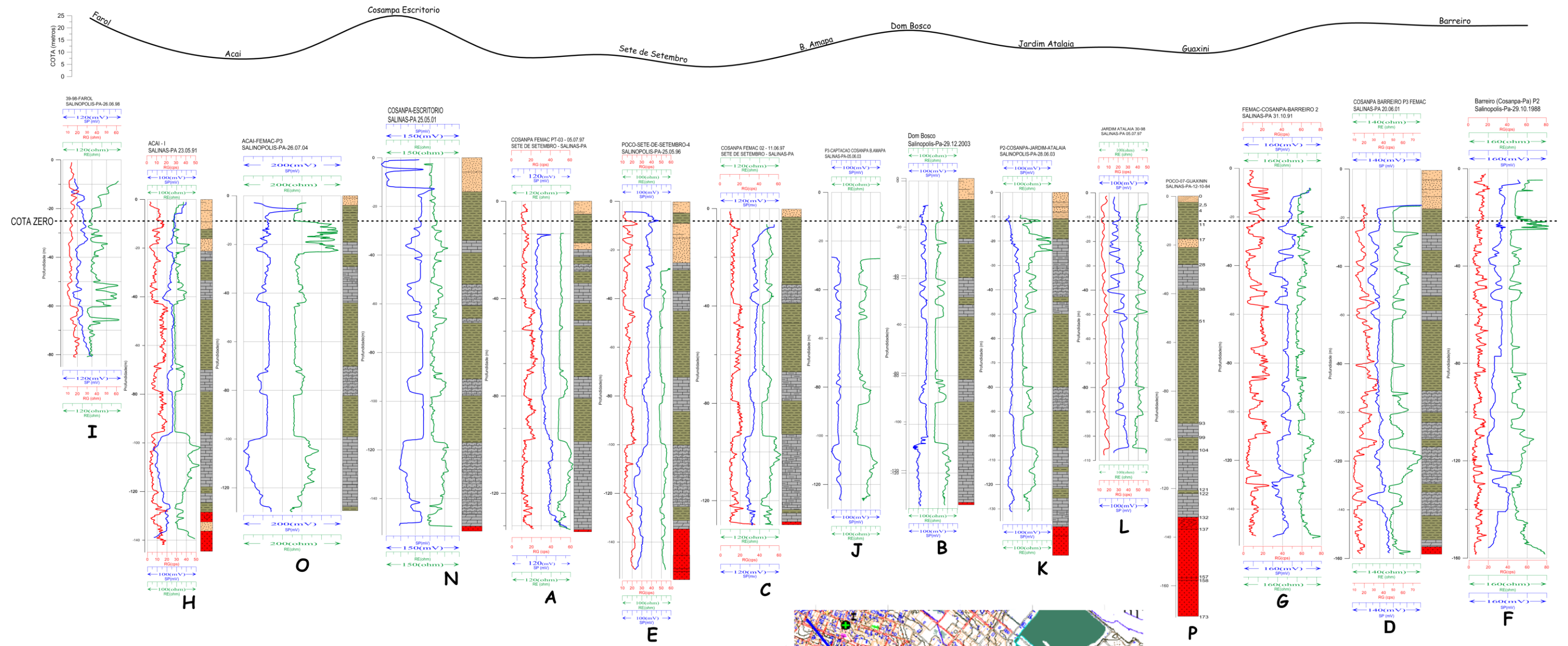
5.4 CORRELAÇÃO GEOFÍSICA POÇO A POÇO

Com os perfis geofísicos devidamente digitalizados (Anexo C) com escalas uniformes e os perfis litológicos encaixados para referência, foi possível dar início à interpretação e correlação dos mesmos. A disposição habitual no *grid* da perfilagem apresenta da esquerda para a direita, Raios Gama, Potencial Espontâneo e Resistência Elétrica respectivamente. Para uma melhor identificação, esses registros foram codificados em cores, sendo vermelho (RG), azul (SP) e verde (RE).

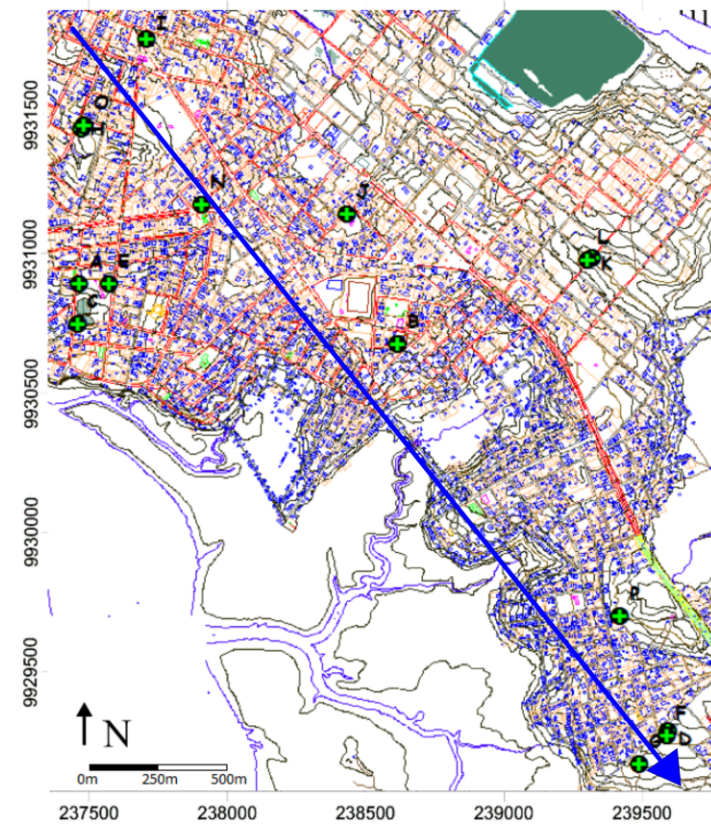
O primeiro passo para realizar a correlação foi posicionar cada “boca de poço” na sua respectiva cota topográfica para referência geral de profundidade. Na Figura 15, todos os perfis dos poços estão distribuídos segundo a direção Noroeste - Sudeste, a fim de se ter uma visão geral.

Como descrito anteriormente, os perfis geofísicos apresentam comportamentos característicos de acordo com a zona investigada. Nos registros apresentados pode-se observar que em zonas argilosas, impermeáveis, o comportamento é uniforme sem muitas variações na amplitude, seguindo quase que paralelos. Já ambientes permeáveis, não argilosos, os perfis apresentam fortes deflexões em relação à linha que seguem no ambiente impermeável. Os valores de Raios Gama (RG) apresentam menor amplitude devido à baixa argilosidade. O mesmo comportamento é seguido pelo registro de Potencial Espontâneo (SP). E, no registro de Resistência Elétrica (RE) ocorre uma deflexão positiva (para a direita) indicando um aumento na resistividade da formação. De um modo geral, as maiores deflexões tanto para a esquerda (RG e SP) quanto para a direita (RE) indicam as zonas mais limpas (sem argila), o que corresponde a um aquífero de boa qualidade para consumo.

Nesse comportamento, as alternâncias de camadas permeáveis (arenosas) e impermeáveis (argilosas), mostram um padrão semelhante a um “violão”, principalmente formado pelos registros elétricos (SP e RE). Onde camadas argilosas representariam o “braço” e zonas arenosas o “tampo” (Figura 16). Esse padrão serviu de guia para a correlação.

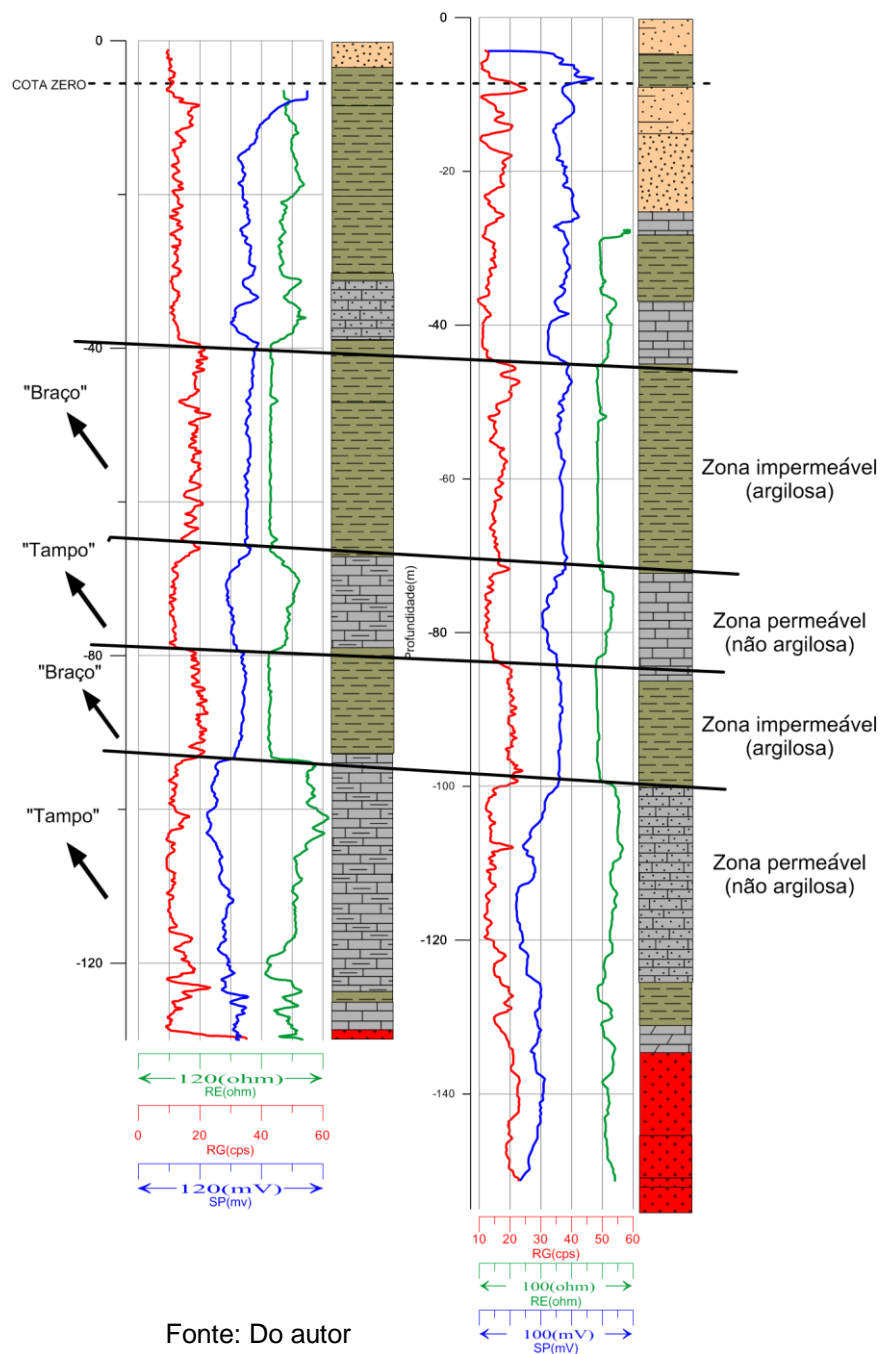


Fonte: Do autor



Considerando a distribuição desses poços no mapa base, determinou-se quatro conjuntos de pelo menos três poços para o trabalho de correlação e posteriormente a proposição de seções litológicas correspondentes. Os perfis geofísicos dos poços abrangidos por cada conjunto de correlação foram postos lado a lado, obedecendo a suas cotas de altitude, procurando-se observar as continuidades laterais de comportamentos semelhantes das curvas. Limites de referência foram traçados entre os perfis para a posterior geração das seções litológicas com a ajuda da descrição dos perfis litológicos de cada poço.

Figura 16: Representação do Padrão "Violão"

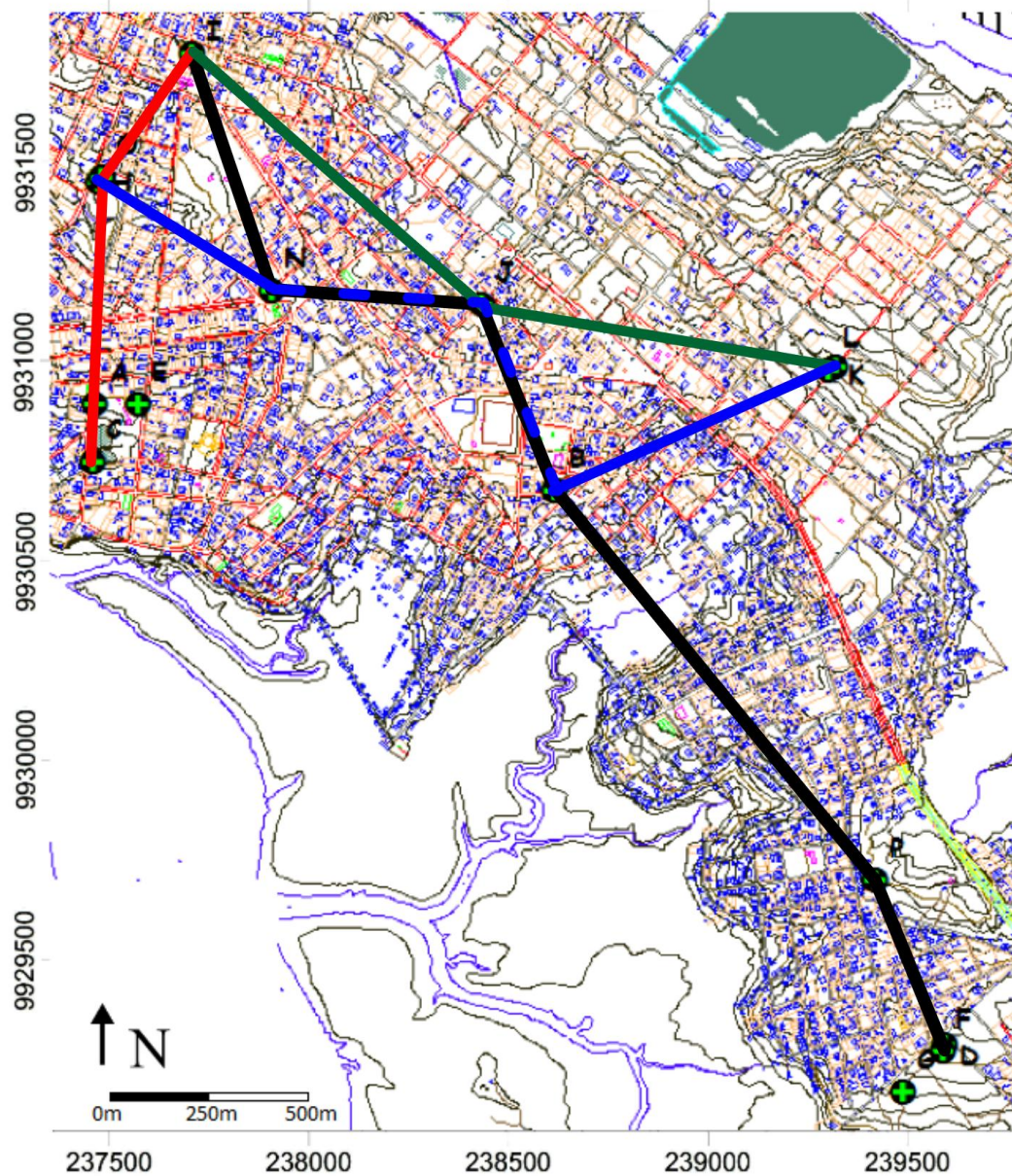


Fonte: Do autor

5.5 SEÇÕES LITOLÓGICAS PROPOSTAS

A partir da correlação geofísica poço a poço e a descrição litológica, propõe-se as seguintes seções litológicas, obedecendo o relevo e a relação espacial de distância entre os poços em cada um dos quatro conjuntos de poços definidos no mapa base.

Figura 17: Os quatro conjuntos de poços definidos para a proposição das Seções litológicas



- SEÇÃO 1 - POÇOS I-J-K
- SEÇÃO 2 - POÇOS H-N-J-B-K
- SEÇÃO 3 - POÇOS C-H-I
- SEÇÃO 4 - POÇOS I-N-J-B-P-D

Fonte: Do autor

5.5.1 Seção 1 – Poços I-J-K

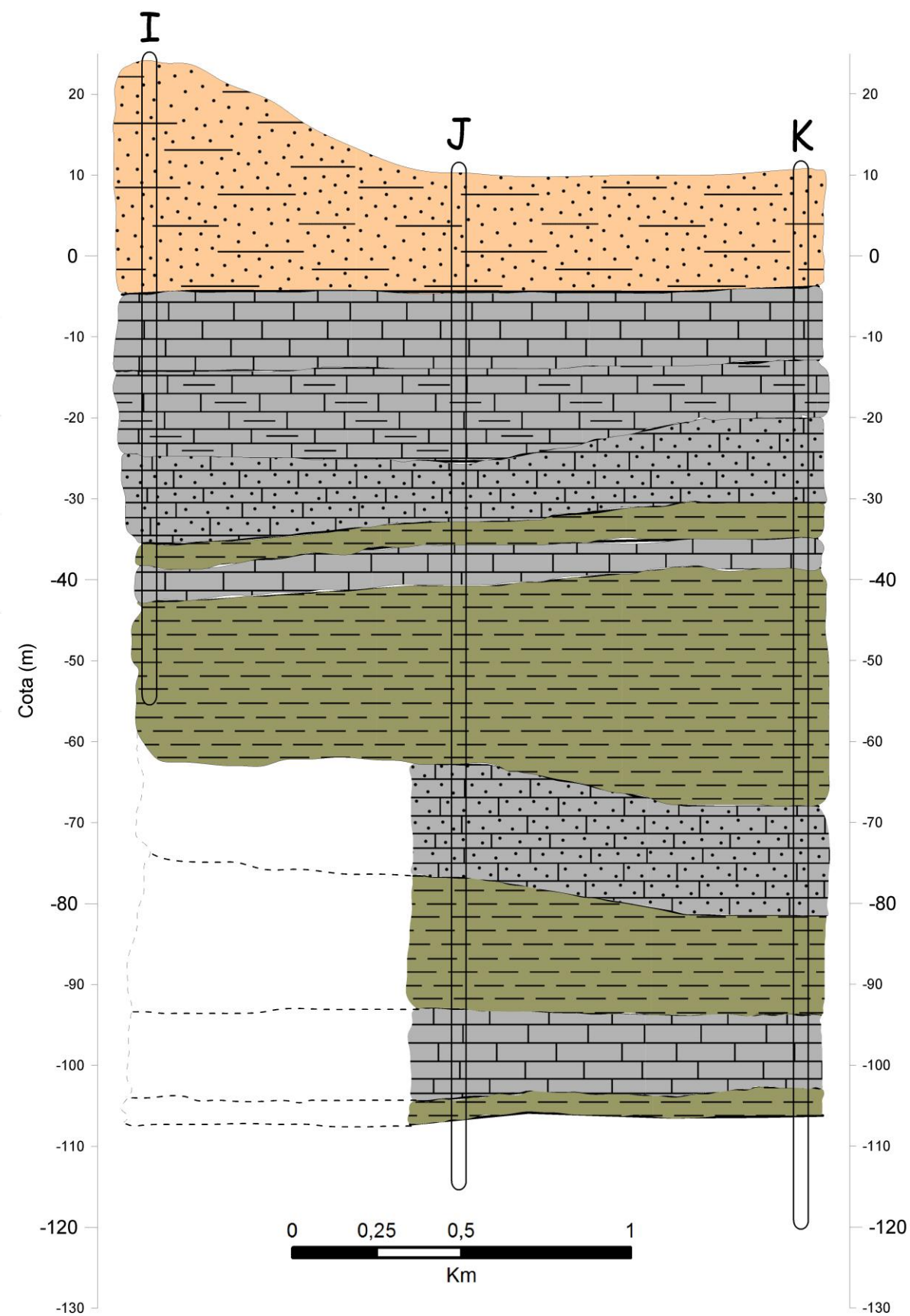
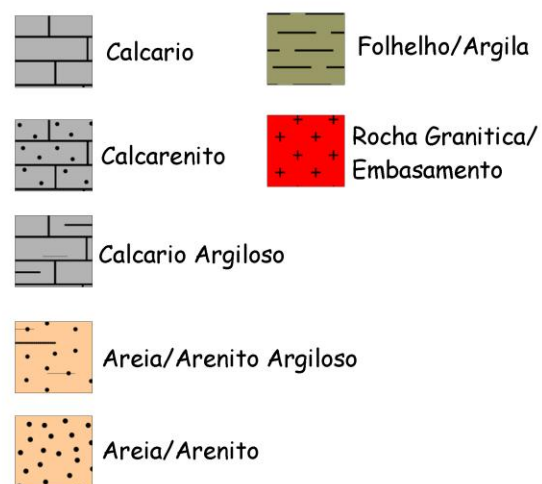
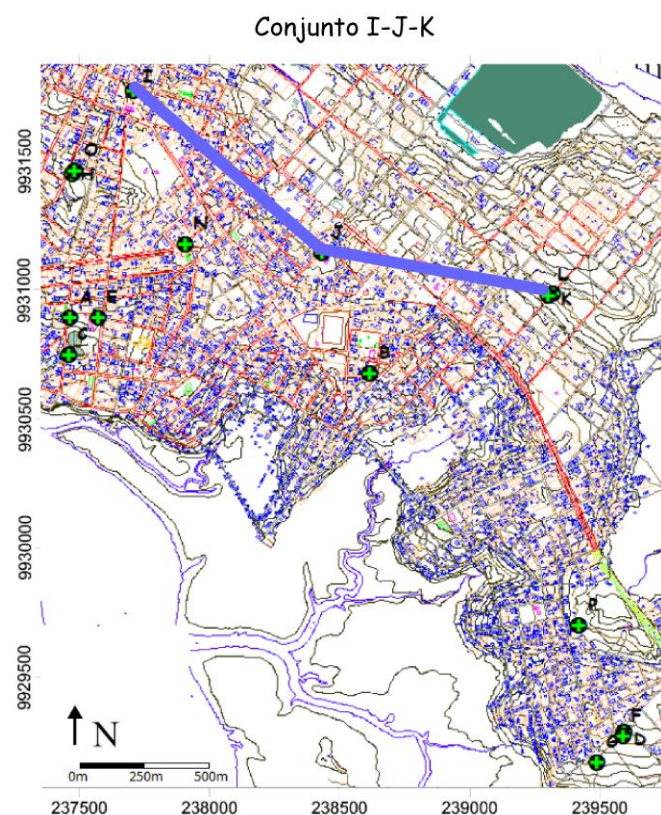
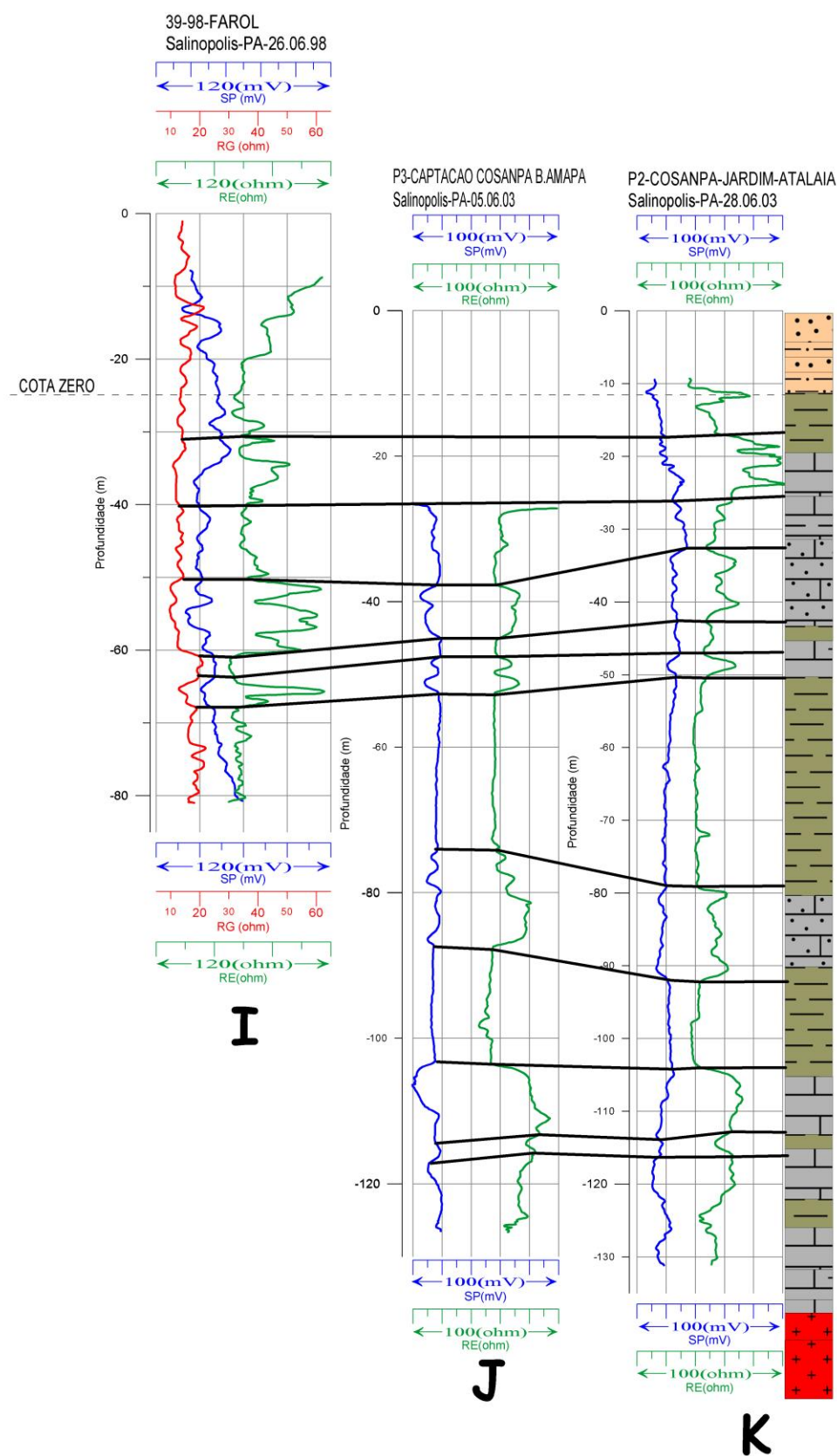
Esta Seção foi composta com as informações dos poços “I” (Captação COSANPA Farol), “J” (Captação COSANPA Amapá) e “K” (Captação COSANPA Jardim Atalaia). Na Captação COSANPA Jardim Atalaia, existem dois poços com dados geofísicos, “K” e “L”, porém o poço “K” foi escolhido (para todas as seções) por possuir maior profundidade e perfil litológico.

A correlação dos perfis geofísicos I-J-K mostra a presença das intercalações de camadas permeáveis e impermeáveis (Figura 18), apontando para a existência de quatro prováveis aquíferos nesse pacote sedimentar. As camadas permeáveis são constituídas de areias, arenitos, calcários e calcarenitos, conforme as descrições litológicas de amostra de calha contida no perfil litológico. Estes quatro aquíferos aparecem em torno dos horizontes de cota -15, -35, -75 e -100 metros. O primeiro aquífero, o mais raso dos quatro, apesar da boa espessura, possui, no entanto, uma elevada argilosidade na porção mediana, além de ser o mais propenso à contaminação externa, pois seu topo ocorre em torno da cota -5 metros, o que deve corresponder aos afloramentos de calcário que ocorrem em alguns pontos em Salinópolis. O segundo mais raso é também o menos espesso e possui apenas uma delgada camada argilosa que o separa do aquífero superior, podendo, inclusive, ser interpretado como parte do primeiro. O terceiro e o quarto são os dois mais profundos, possuem menor argilosidade, possuindo espessas camadas de material argiloso no topo e na base dos mesmos, podendo ser interpretados como os mais confinados.

Nesta seção, o topo do embasamento não foi alcançado pelas perfilagens geofísicas, e, portanto não incluído na seção proposta, ainda que a perfuração do poço “K” tenha alcançado o embasamento conforme seu perfil litológico.

Apesar de o poço “I” não alcançar, em profundidade, os dois aquíferos mais profundos, pôde-se inferir a presença desses aquíferos através dos dados dos poços “J” e “K”.

Figura 18: SEÇÃO 1 – POÇOS I-J-K



Fonte: Do autor

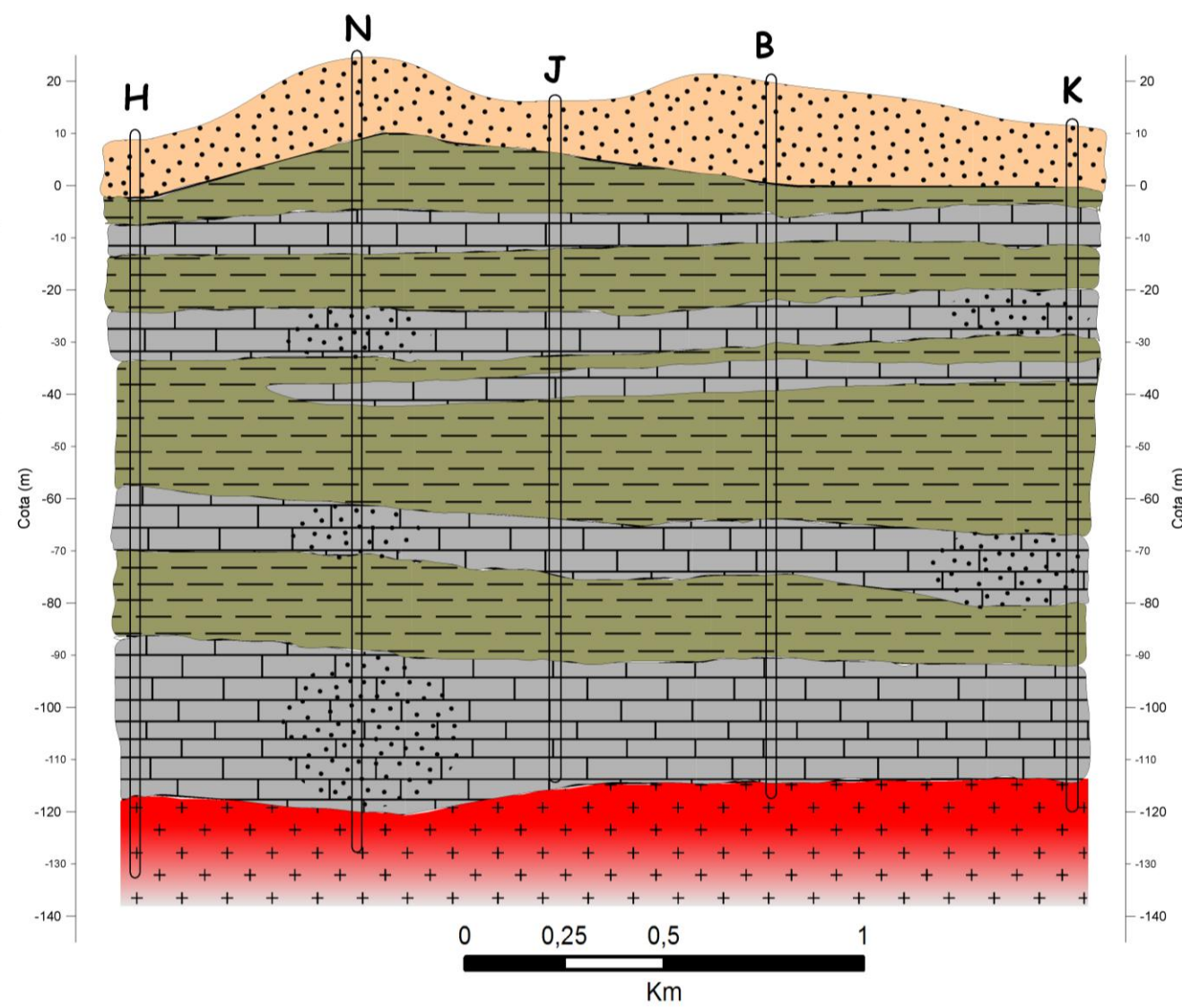
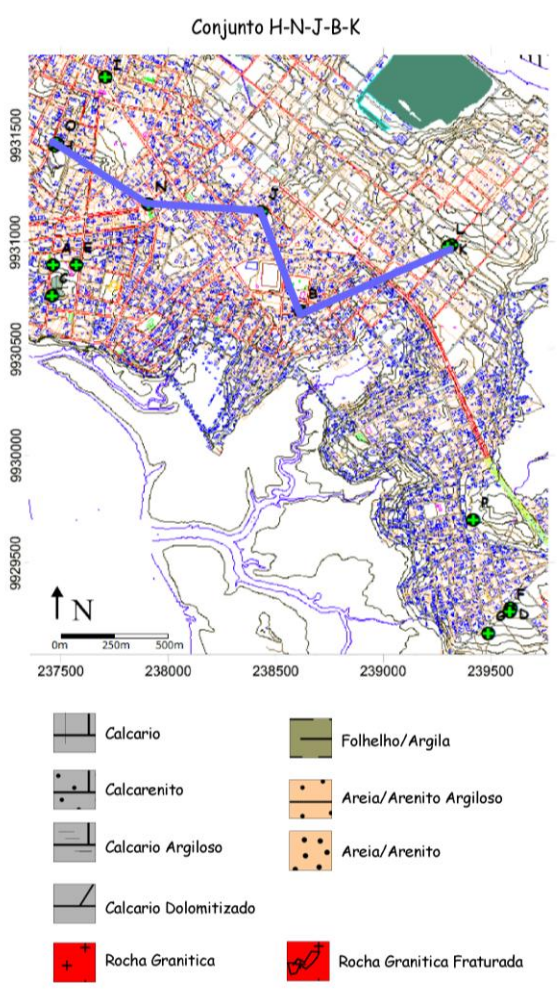
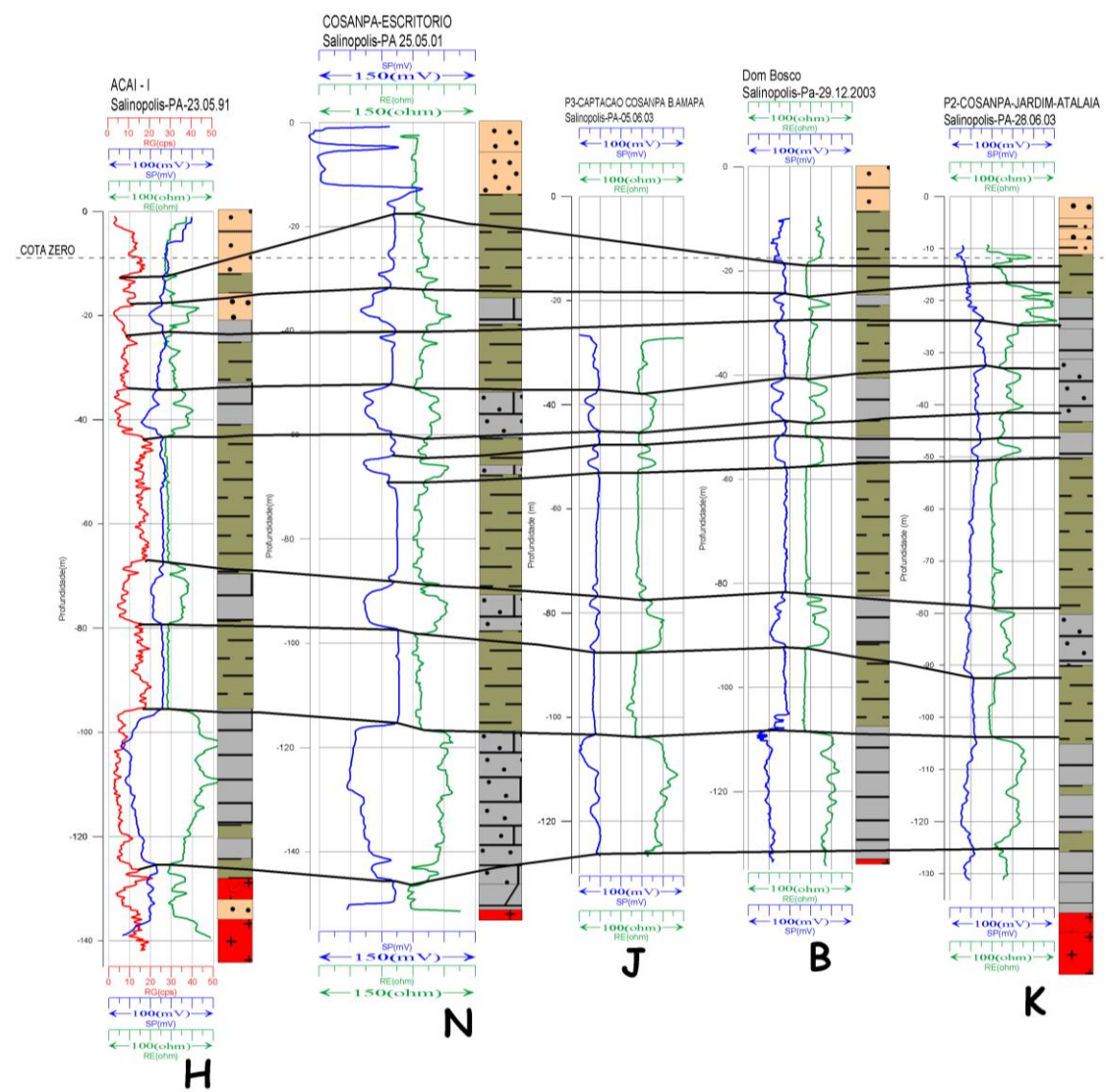
5.5.2 Seção 2 – Poços H-N-J-B-K

Esta seção foi composta com as informações dos poços “H” (Captação COSANPA Açai), “N” (Captação COSANPA Escritório), “J” (Captação COSANPA Amapá), “B” (Captação COSANPA Dom Bosco) e “K” (Captação COSANPA Jardim Atalaia). Na Captação COSANPA Açai existem dados geofísicos e litológicos em dois poços, “O” e “H”, porém o “H” foi escolhido por ter os três registros e maior profundidade.

Novamente, ficam evidentes as intercalações entre zonas permeáveis e impermeáveis neste pacote sedimentar (Figura 19). Nesta seção podem-se distinguir cinco prováveis aquíferos (zonas permeáveis) nos horizontes medianos de cota -10, -30, -35, -70, e -100 metros, que conforme a descrição litológica são constituídos de calcários e calcarenitos. Os três aquíferos mais rasos são pouco espessos e apresentam camadas argilosas de isolamento entre si bastante delgadas, o que não descarta a possibilidade de se comunicarem em algum ponto além desta seção. O terceiro mais raso, em particular, não foi registrado nem na perfilagem geofísica e nem no registro litológico do poço “H”, indicando que possivelmente não exista mais nesse ponto ou que foi incorporado ao segundo mais raso. Igualmente à seção 1, os dois aquíferos mais profundos se apresentam bem isolados com espessas camadas argilosas que ocorrem acima e abaixo do quarto, sendo o mais profundo sobreposto ao embasamento (rocha cristalina). Além disso, nesta Seção 2, o quarto e quinto aquíferos são os mais espessos, confinados e com continuidade lateral mais bem definida, configurando assim, excelentes fontes de extração de água subterrânea.

O topo do embasamento se apresentou no horizonte mediano de cota -120 metros, sendo constituído basicamente, segundo a descrição litológica, por rocha granítica.

Figura 19: SEÇÃO 2 – POÇOS H-N-J-B-K



Fonte: Do autor

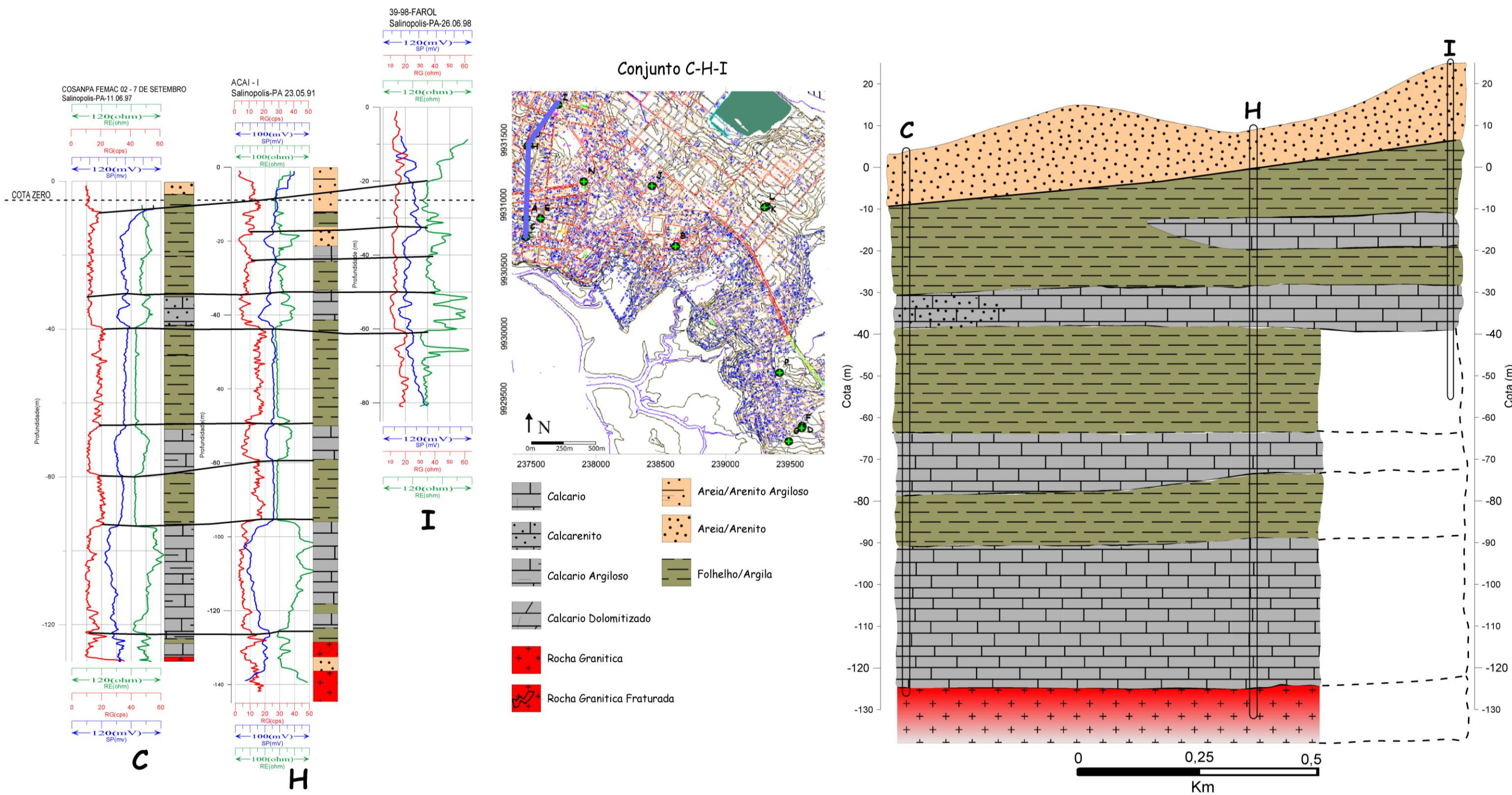
5.5.3 Seção 3 – Poços C-H-I

Esta seção foi composta com os dados dos poços “C” (Captação COSANPA 7 de Setembro), “H” (Captação COSANPA Açaí) e “I” (Captação COSANPA Farol). A Captação 7 de Setembro possui três poços com dados geofísicos (“A”, “C”, “E”), contudo o poço escolhido para a proposição da seção foi o “C” por possuir dados mais coerentes.

Como nas outras duas seções já descritas, as intercalações entre materiais permeáveis e impermeáveis se mostra de forma clara no pacote sedimentar (Figura 20). Podem-se distinguir quatro prováveis aquíferos (zonas permeáveis) nos horizontes medianos de cota -15, -35, -70 e -105 metros. O primeiro aquífero, o mais raso, ocorre somente nos dados geofísicos e litológicos dos poços “I” e “H”, o que sugere que ele não exista mais no poço “C” ou que esteja aflorante, visto que o poço “C” encontra-se mais próximo da orla. Neste caso, esse primeiro aquífero estaria propenso à contaminações externas. O segundo aquífero apresenta boa continuidade lateral na seção e razoável confinamento, apesar de sua pouca espessura. O terceiro aquífero apresenta um estado de confinamento melhor que o segundo, porém espessura semelhante. O quarto aquífero, o mais profundo, é bastante espesso, encontra-se sobre o cristalino (embasamento) e abaixo de uma espessa camada argilosa, apresentando boa continuidade lateral e bom confinamento. Nota-se que pela descrição litológica do poço “C”, o terceiro e quarto aquíferos apresentam argilosidade, porém, os registros geofísicos não apresentam comportamentos que evidenciem tal fato, inclusive os registros de “C” e “H” para esses dois aquíferos são similares em forma e amplitude. Portanto, essa informação foi desconsiderada na seção proposta, que apresenta o terceiro e o quarto aquíferos sem argilosidade. O topo do embasamento se apresentou no horizonte mediano de cota -125 metros, sendo constituído basicamente, segundo a descrição litológica, por rocha granítica.

Assim como na Seção 1, o poço “I” não alcançou, em profundidade, os dois aquíferos mais profundos, porém, pôde-se inferir a presença desses aquíferos através dos dados dos poços “C” e “H”.

Figura 20: SEÇÃO 3 – POÇOS C-H-I



Fonte: Do autor

5.5.3 Seção 4 – Poços I-N-J-B-P-D

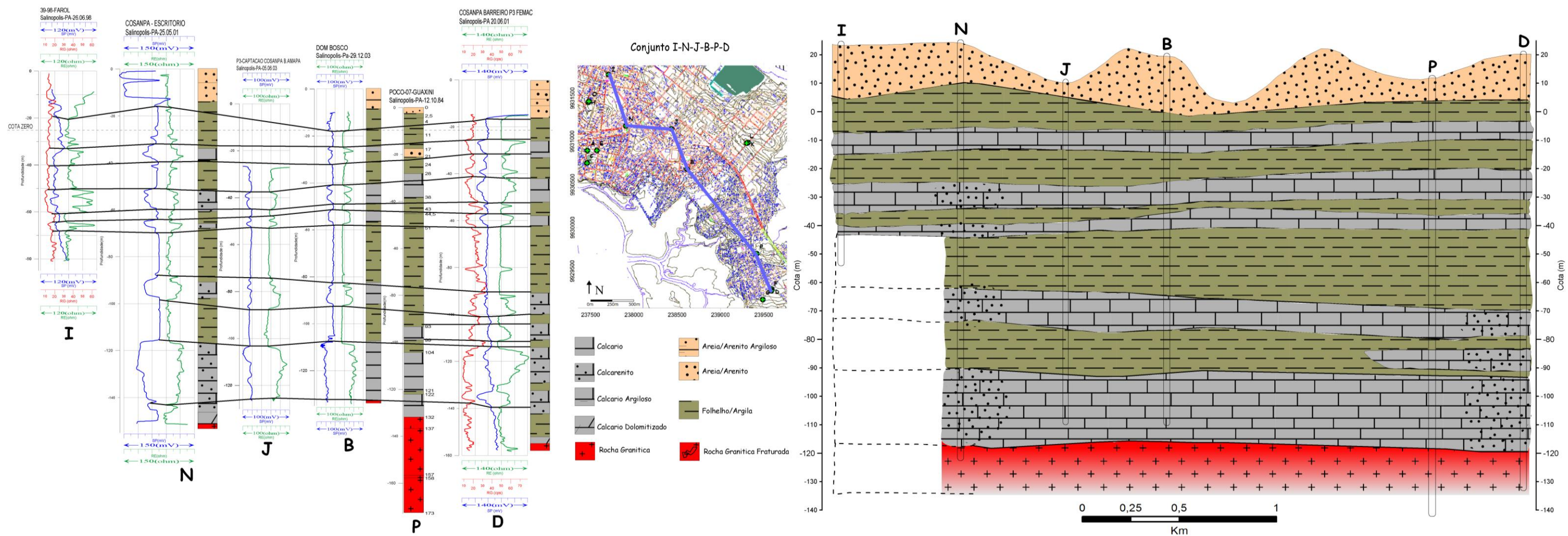
Esta seção foi composta com os dados dos poços “I” (Captação COSANPA Farol), “N” (Captação COSANPA Escritório), “J” (Captação COSANPA Amapá), “B” (Captação COSANPA Dom Bosco), “P” (Captação COSANPA Guaxini) e “D” (Captação COSANPA Barreiro). A Captação COSANPA Barreiro possui três poços com dados geofísicos (“G”, “D” e “F”), porém o poço escolhido para a proposição da seção foi o “D”, devido possuir descrição litológica das amostras de calha.

O mesmo comportamento de intercalação entre litologias permeáveis e impermeáveis observados nos perfis anteriores, também se apresenta neste pacote sedimentar (Figura 21). Esta é a seção de maior extensão lateral e apresenta seis prováveis aquíferos (zonas permeáveis) nos horizontes médios de cota -10, -30, -40, -70, -85 e -105 metros. O primeiro aquífero, o mais raso, apresenta continuidade lateral bem definida e baixa argilosidade, porém é pouco espesso. O segundo e terceiro aquíferos apresentaram baixa argilosidade, pouca espessura e apenas uma delgada camada argilosa que os separam, portanto, pode-se interpretar que em algum ponto, fora desta seção, ou até mesmo, entre “B” e “P” esses aquíferos venham a apresentar comunicação entre si, representando assim, uma única feição. O quarto e sexto (mais profundo) aquíferos apresentam continuidades laterais bem definidas, baixa argilosidade e são os mais espessos. Ambos encontram-se confinados entre o cristalino (embasamento) e espessas camadas argilosas. O quinto aquífero aparece somente nos poços “P” e “D”. É bastante delgado e apresenta apenas finas camadas argilosas que o separam do quarto e sexto aquíferos. Portanto, pode-se interpretar que se trata apenas de uma feição local ou que faça parte de um dos aquíferos adjacentes.

O topo do embasamento se apresentou no horizonte mediano de cota -120 metros, sendo constituído basicamente, segundo a descrição litológica, por rocha granítica.

Assim como na Seção 1 e 3, o poço “I” não alcançou, em profundidade, os aquíferos mais profundos, porém, pôde-se inferir a presença desses aquíferos através dos dados dos outros poços desta seção.

Figura 21: SEÇÃO 4 – POÇOS I-N-J-B-P-D



Fonte: Do autor

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode-se concluir que os aquíferos subterrâneos na área de Salinópolis situam-se em um pacote carbonático que deve iniciar na cota aproximada de -5m. Através das seções litológicas propostas pode-se afirmar a existência de quatro aquíferos potencialmente viáveis para a exploração de água subterrânea para abastecimento local.

Os dois aquíferos mais rasos tendem a ser menos espessos e apresentam argilosidade em alguns pontos, sendo o mais superficial mais propenso à contaminação externa, visto que o mesmo deve aflorar nos baixos topográficos, fatores que diminuem a qualidade do aquífero.

Os dois aquíferos mais profundos apresentam boa espessura em todas as seções, possuem baixa argilosidade e continuidade lateral muito bem definida, representando, assim, os aquíferos de maior potencialidade exploratória de água subterrânea no município de Salinópolis.

É importante observar a existência de uma espessa camada argilosa entre os horizontes de cota -40 e -70 metros. Em todas as perfilagens geofísicas e perfis litológicos essa camada se faz presente, em consequência disso, nas quatro seções propostas é marcante a presença dessa camada com continuidade lateral bem definida e espessura média de 30 metros, que isola os aquíferos rasos dos profundos, separando esses dois pacotes hídricos.

O topo do embasamento, alcançado por vários dos poços estudados. Observa-se uma horizontalidade no horizonte de cota em torno de -125 metros. Ou seja, o pacote sedimentar da sub-superfície de Salinópolis deve alcançar no máximo 145 metros de espessura.

De um modo geral, o pacote sedimentar presente na sub-superfície de Salinas apresenta um excelente potencial hídrico. As quatro seções propostas e a horizontalidade das camadas indicam que este deve ser o padrão na sub-superfície de Salinópolis. Conseqüentemente, a solução para o abastecimento local só depende da locação adequada de poços em que a perfuração alcance o

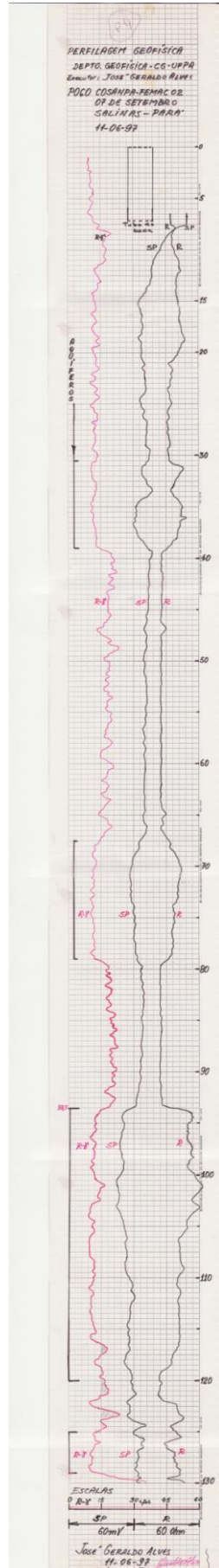
embasamento (em torno de 125 metros) e que se faça a exploração dos dois aquíferos mais profundos, pois conforme testes de vazão, os poços que exploram água desses aquíferos profundos oferecem vazão de até 160 m³/h, como no caso do poço Açai Femac-P3 da Captação COSANPA Açai (Anexo B).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. J. N.; SILVA, C. B. **Geofísica de poço**. Universidade Federal do Pará, 2009. (Apostila).
- ALHEIROS, M.M., LIMA FILHO, M.F., MONTEIRO, F.A.J., OLIVEIRA FILHO, J.S. Sistemas deposicionais da Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém., 1988. **Anais...** Belém, SBG, 1988. v. 2 p. 753-760.
- ARAÚJO, Paulo Pontes. **Aspectos gerais da hidrogeologia das regiões costeiras cidade de Salinópolis**. 1998. 11f. Monografia (Especialização em Geociências aplicadas ao meio ambiente) - UFPA/CG, Belém, 1998.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Senso de 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em outubro de 2011.
- FEITOSA, Fernando A. C. (Coord.); MANOEL FILHO, João (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. Fortaleza: CPRM; LABHID-UFPE, 2000. 391 p.
- FERREIRA, C.S. Notas estratigráficas sobre o Cenozóico marinho do Estado do Pará. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1., 1982, Belém. **Anais**. Belém: SBG, 1982. p. 84-88.
- GIRÃO NERY, G. **Perfilagem geofísica**. Salvador: Hydrolog serviços de perfilagem Ltda., 2004. (Apostila).
- GÓES, A.M. ; TRUNCKENBRODT, W. Caracterização faciológica e Interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras na região Bragantina, Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú, 1980. **Anais**. Belém, SBG, v. 2 p. 766-771.
- IGREJA, M.L.S. **Estudo geológico da sequência camiranga. Nordeste do Estado do Pará**. 1985. Tese (Mestrado em Geologia) – UFPA, Centro de Geociências, Curso Pós Graduação em Geologia, 1985.
- MARTORANO, L. G.; PERREIRA, L. C.; CÉZAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWHITE, MATHER)**. Belém: SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, 1993. 53p
- ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GOÉS, A. M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região Bragantina, Nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Serie Ciências da Terra, v.1, n.1, p.25-74, jul. 1989.
- SOUZA, C.W.M.F. **Correlação de perfis geofísicos de poços da área de Belém. Universidade Federal do Pará**. 1993. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Curso de Graduação em Geologia, Centro de Geociências, UFPA, 1993.

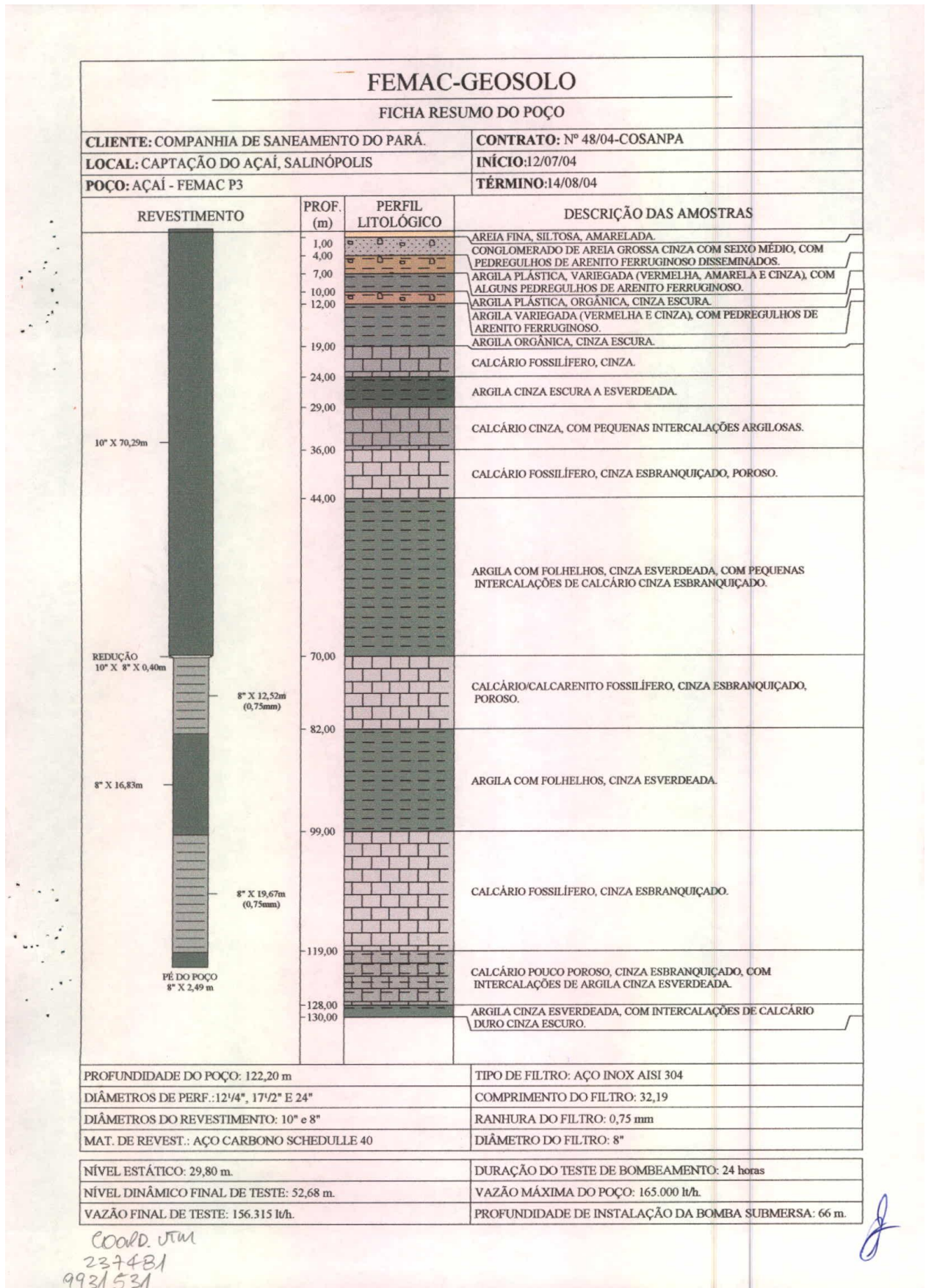
ANEXOS

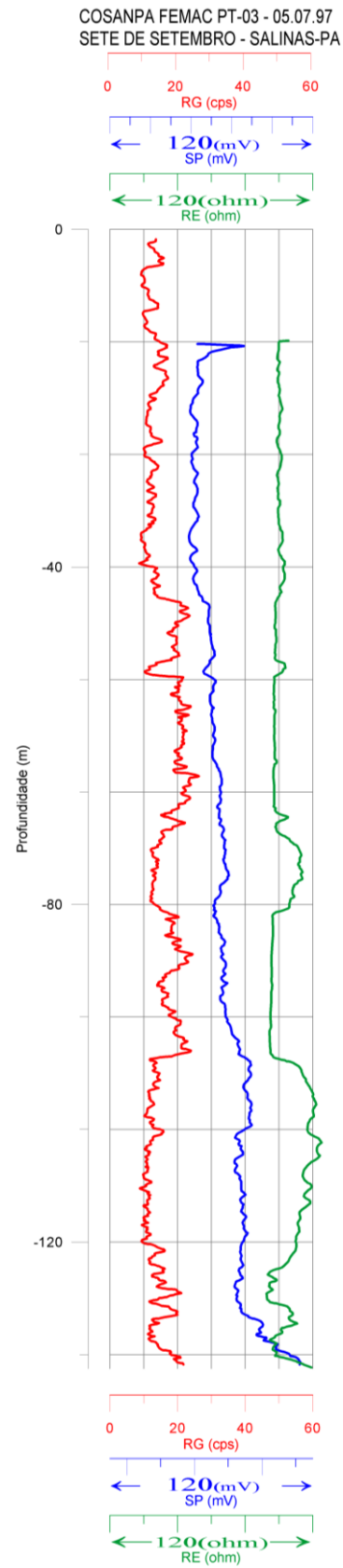
ANEXO A - EXEMPLO DE UM REGISTRO ANALÓGICO IMPRESSO.



Fonte: Laboratório de Prospecção Geofísica - UFPA

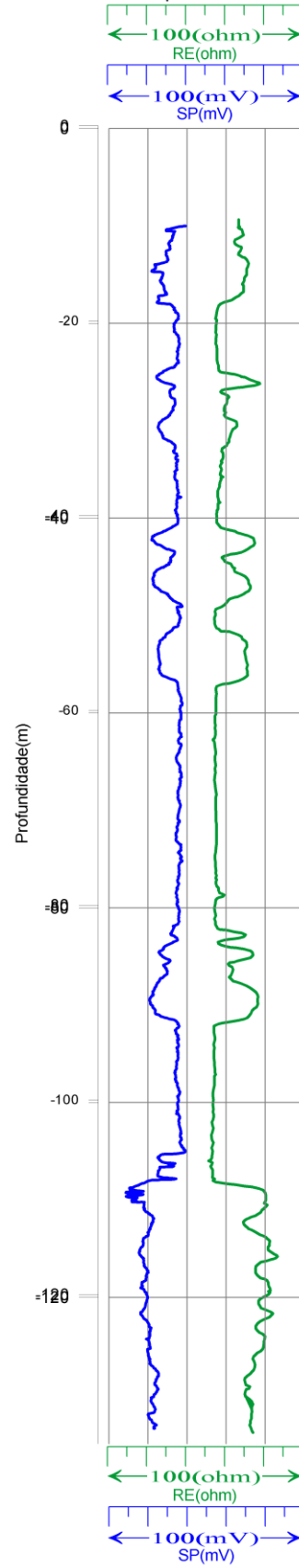
ANEXO B: EXEMPLO DE UMA DESCRIÇÃO LITOLÓGICA.



ANEXO C: PERFIS GEOFÍSICOS DIGITALIZADOS.**A**

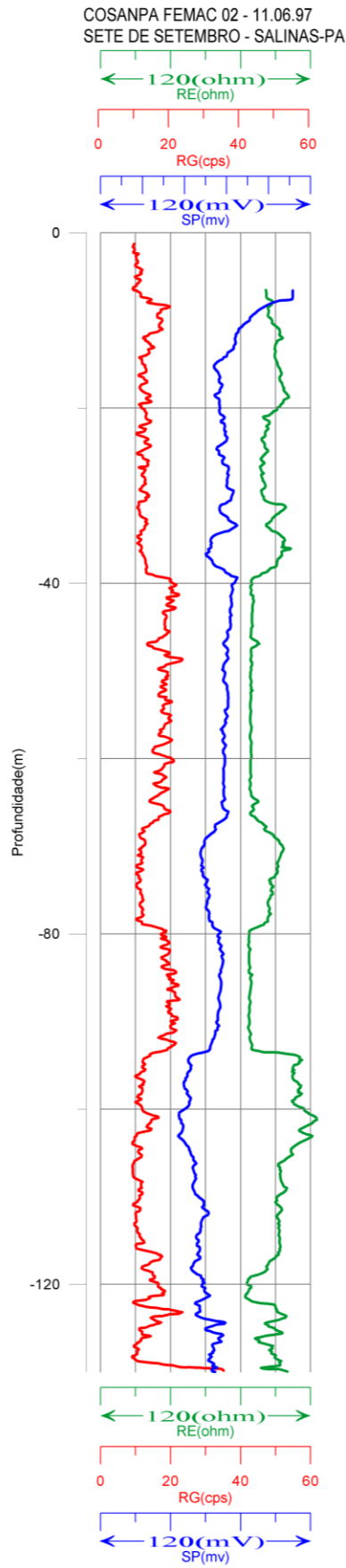
Fonte: Do autor

Dom Bosco
Salinópolis-Pa-29.12.2003



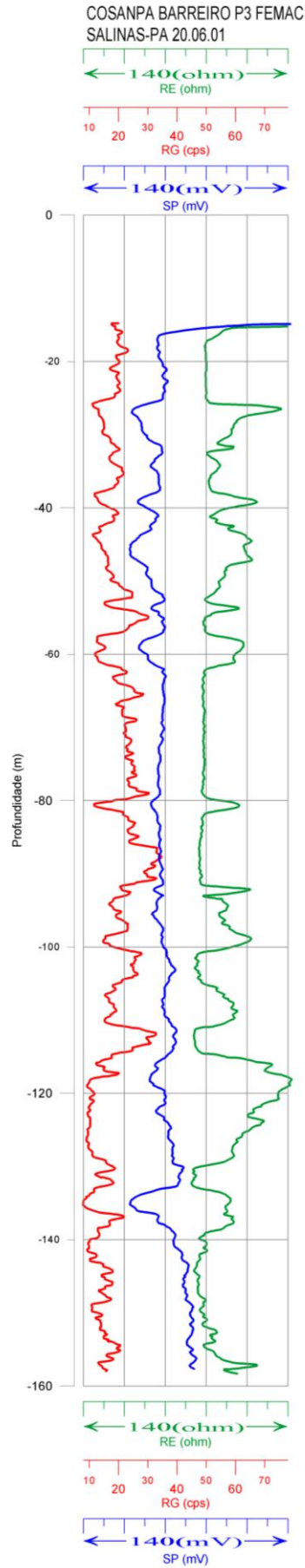
B

Fonte: Do autor



C

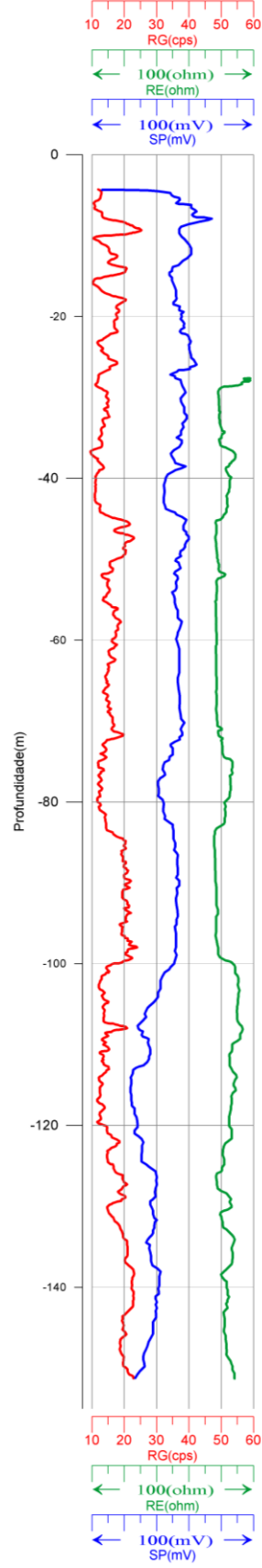
Fonte: Do autor



D

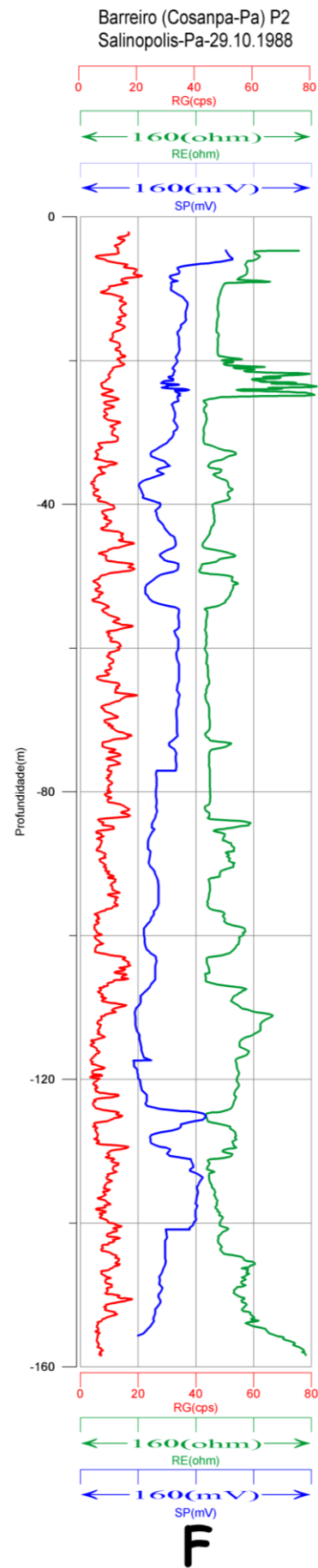
Fonte: Do autor

POCO-SETE-DE-SETEMBRO-4
SALINOPOLIS-PA-25.05.96

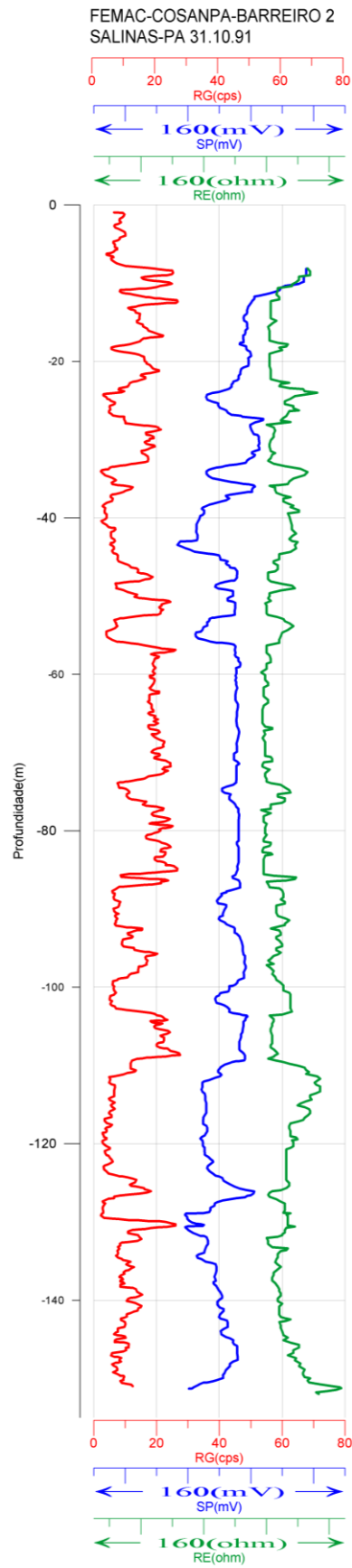


E

Fonte: Do autor

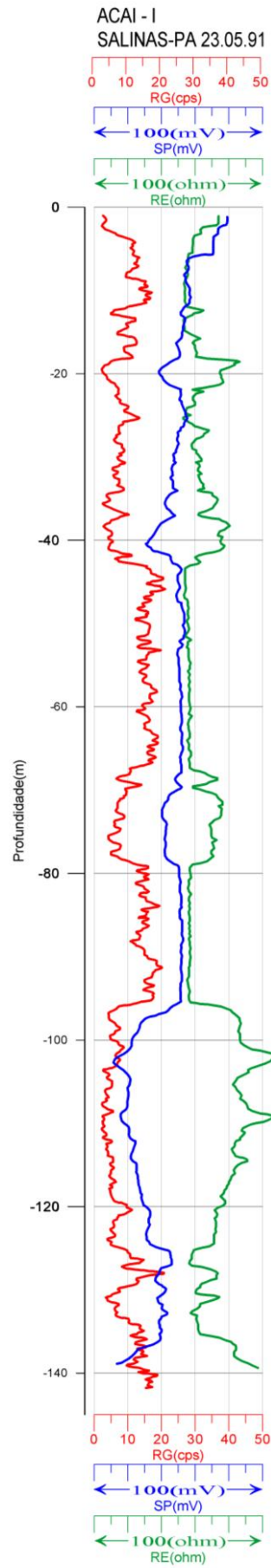


Fonte: Do autor



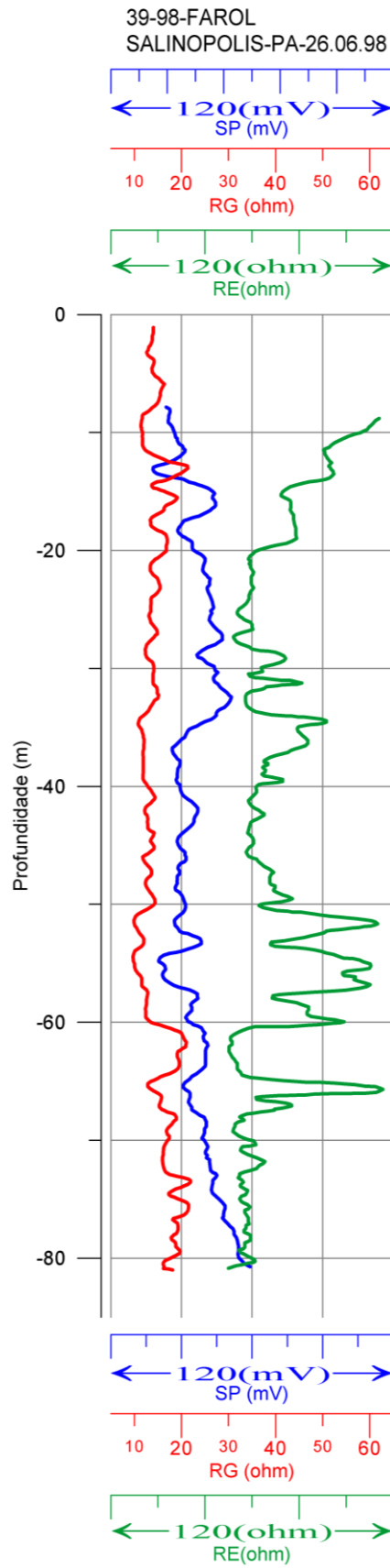
G

Fonte: Do autor



H

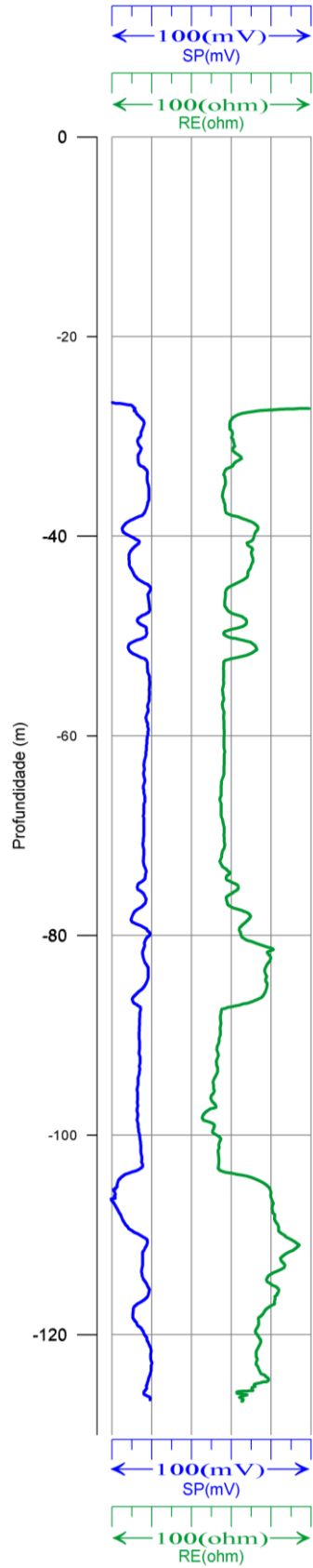
Fonte: Do autor



I

Fonte: Do autor

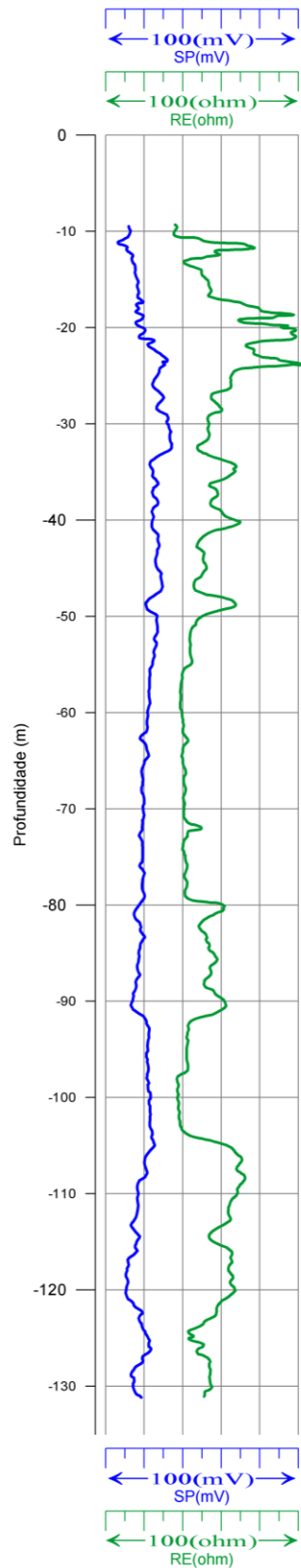
P3-CAPTACAO COSANPA B.AMAPA
SALINAS-PA-05.06.03



J

Fonte: Do autor

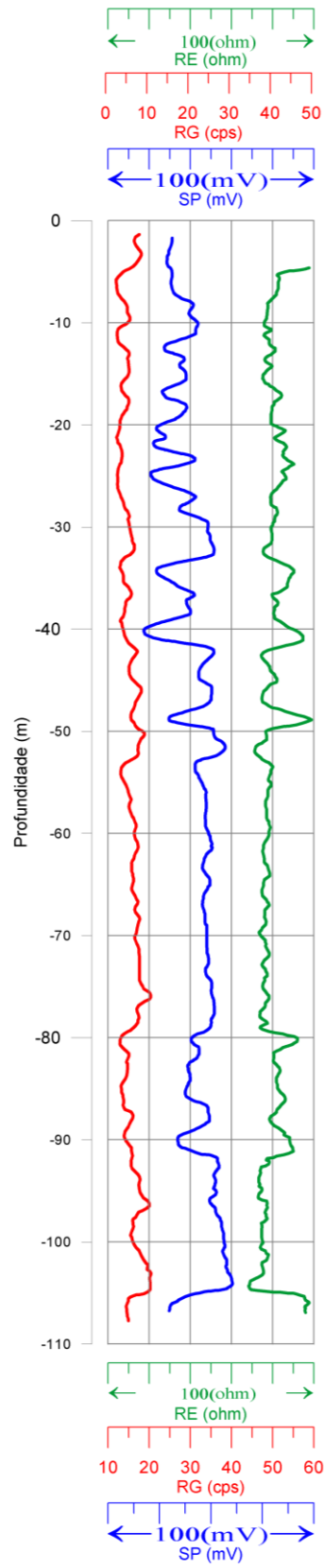
P2-COSANPA-JARDIM-ATALAIA
SALINOPOLIS-PA-28.06.03



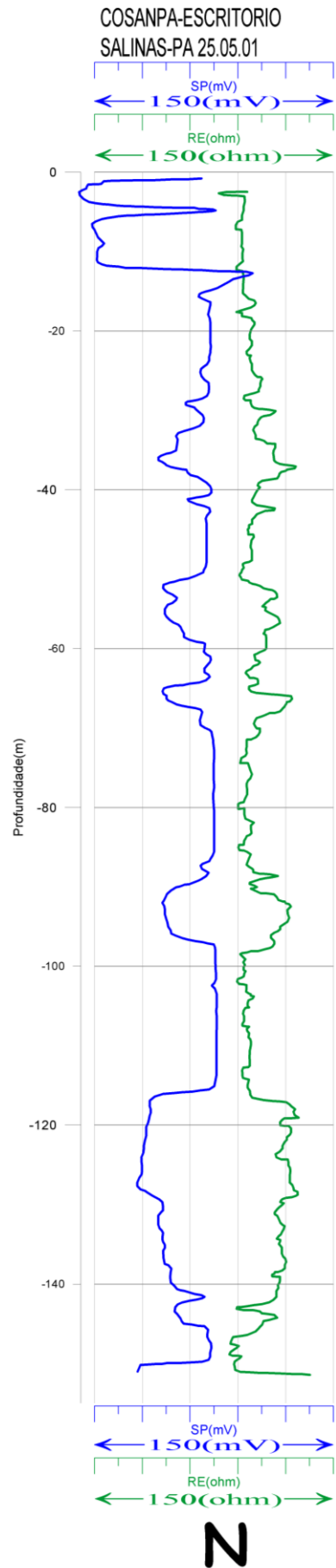
K

Fonte: Do autor

JARDIM ATALAIA 30-98
SALINAS-PA 05.07.97

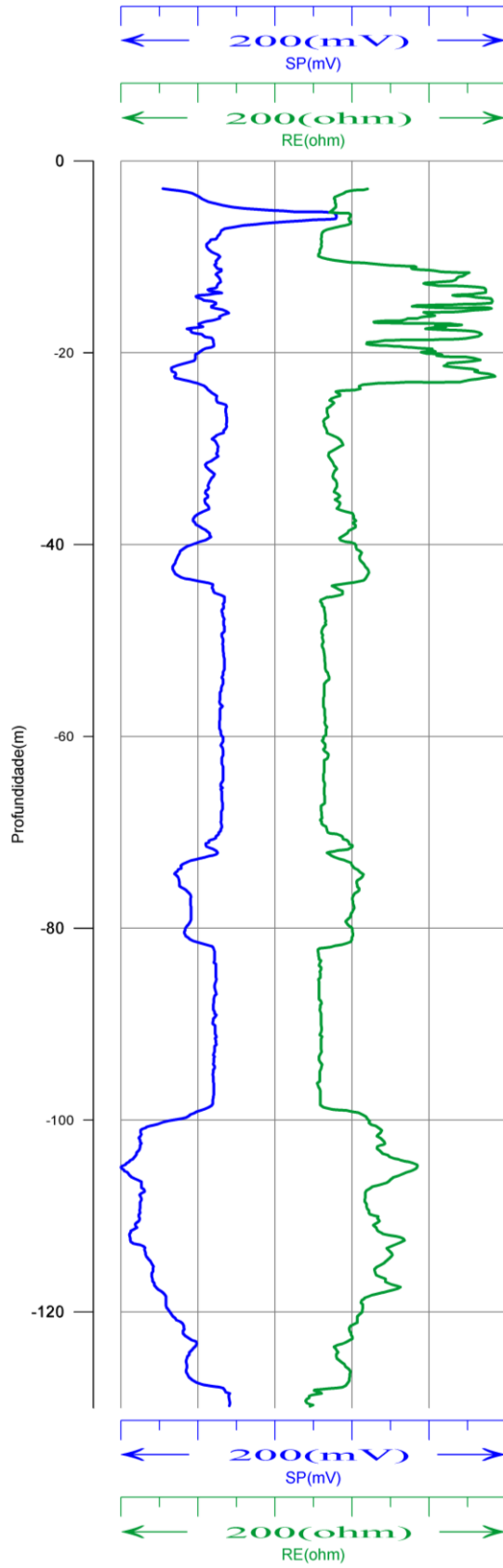


Fonte: Do autor



Fonte: Do autor

ACAI-FEMAC-P3
SALINOPOLIS-PA-26.07.04



Fonte: Do autor