



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

Boris Chaves Freimann, Bacharel em Geofísica/UFPA, freimann.boris@gmail.com

José Geraldo das Virgens Alves, Mestre em Geofísica/UFPA, jgvalves@gmail.com

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

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.

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.

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 localizados. 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.

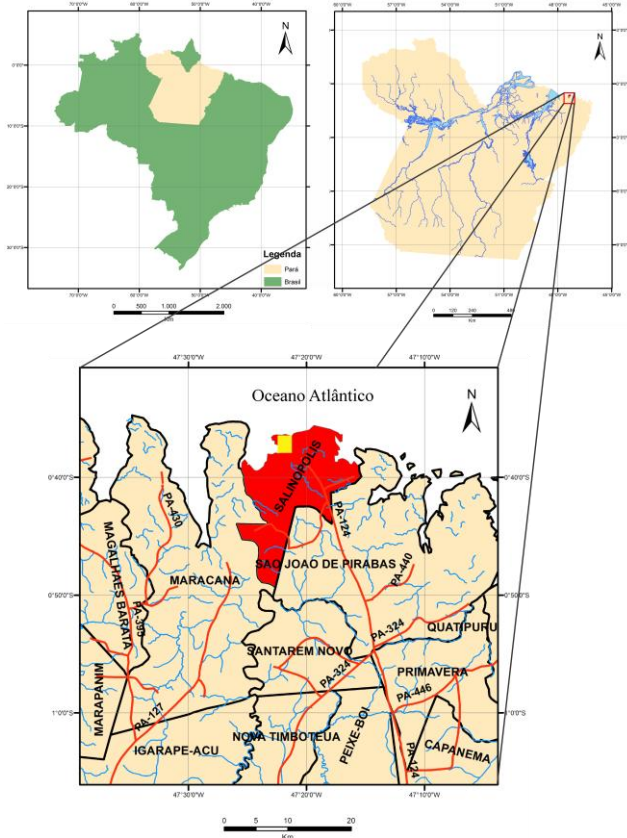


Figura 1: Localização do município de Salinópolis. O retângulo amarelo representa a área do estudo.

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.

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.

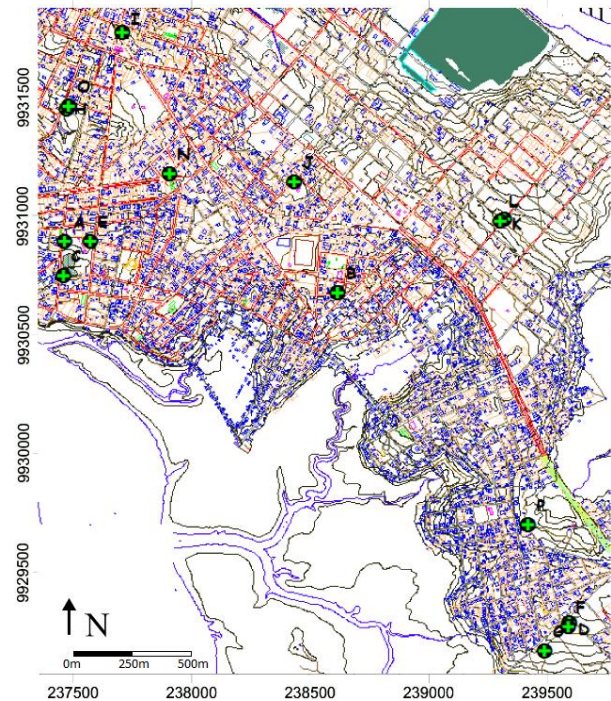


Figura 2: Área do estudo realizado. Poços G,D,F: Captação COSANPA Barreiro. Poço P: Captação Guaxini. Poços A,C,E: Captação COSANPA Sete de Setembro. Poços L,K: Captação COSANPA Jardim Atalaia. Poço N: Captação COSANPA Escritório. Poços O,H: Captação COSANPA Açai. Poço J: Captação COSANPA Bairro Amapá.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

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).

Metodologia

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.

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: (a) Raios Gama (RG) (b) Resistência elétrica (RE) (c) Potencial Espontâneo (SP).

Por serem perfis 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.

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 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 dos poços selecionados.

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.

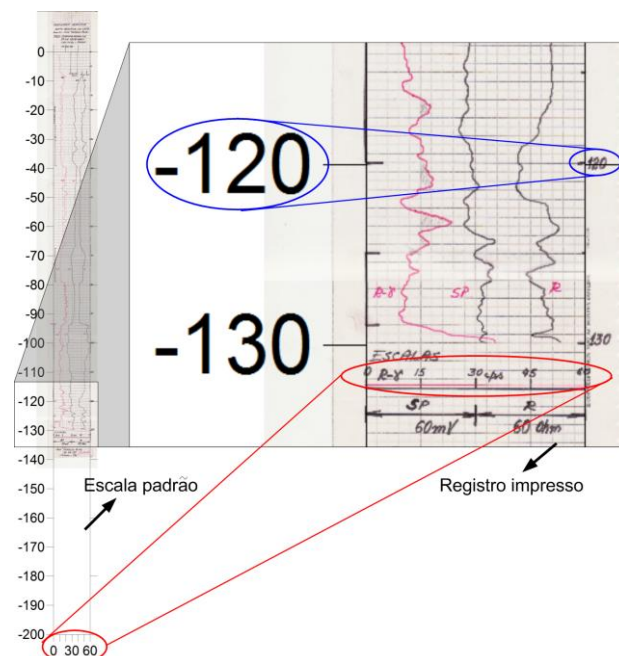


Figura 3: Exemplificação do método de digitalização dos perfis geofísicos

Correlação Geofísica Poço a Poço

Com os perfis geofísicos devidamente digitalizados com escalas uniformes e os perfis litológicos encaixados para referência, foi possível dar início à interpretação e correlação dos mesmos. A disposição habitual na *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.

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 4). Esse padrão serviu de guia para a correlação.

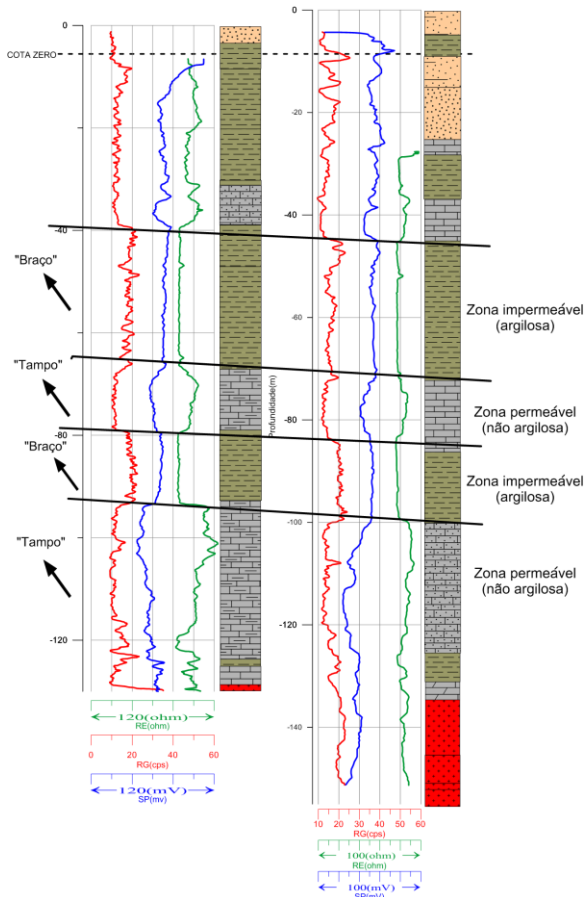


Figura 4: Representação do Padrão "Violão"

Seções Litológicas Propostas

A partir da correlação geofísica poço a poço e a descrição litológica, foram propostas 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 5). Neste trabalho são apresentadas duas destas seções.

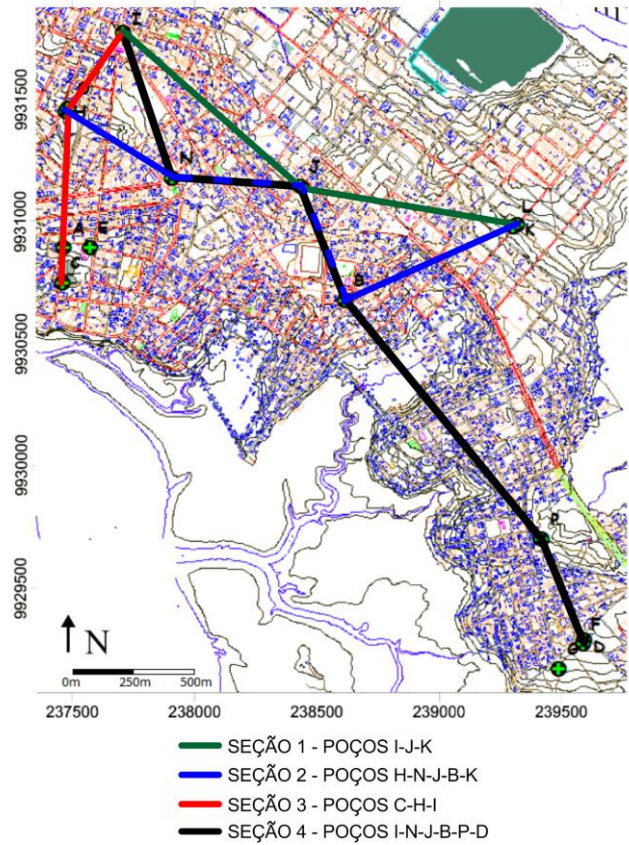


Figura 5: Os quatro conjuntos de poços definidos para a proposição das Seções litológicas



Figura 6: Legenda utilizada nas seções litológicas

Seção 2

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 7). 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.

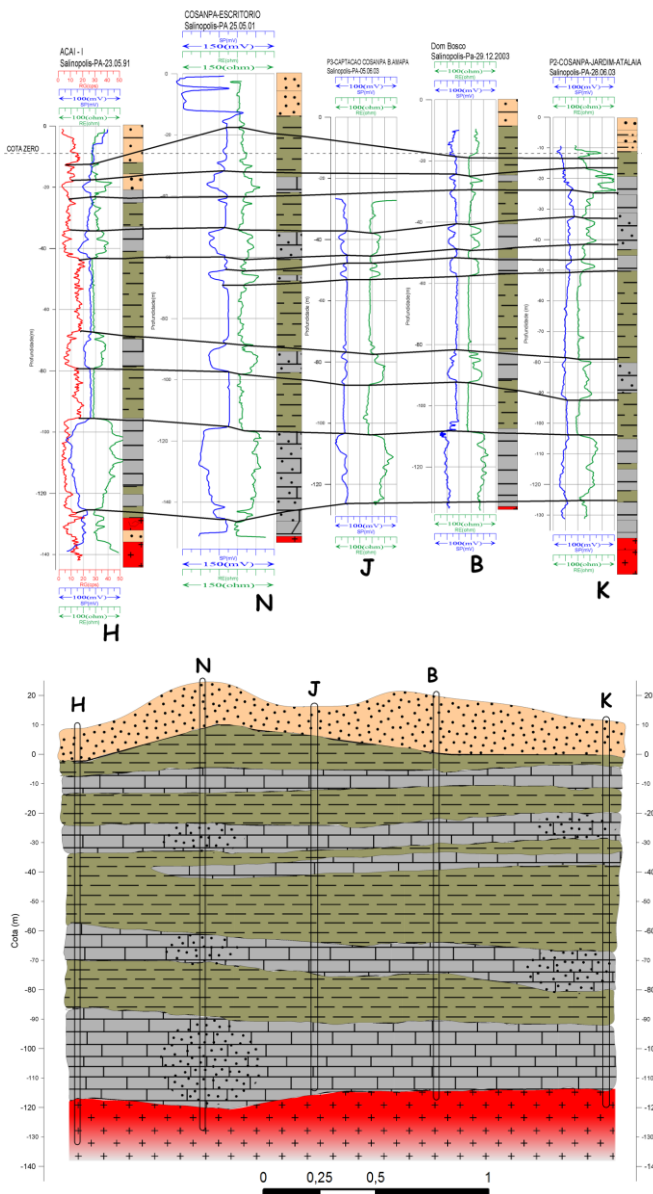


Figura 7: Seção Litológica 2 – Poços H-N-J-B-K

Seção 4

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 8). 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.

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.

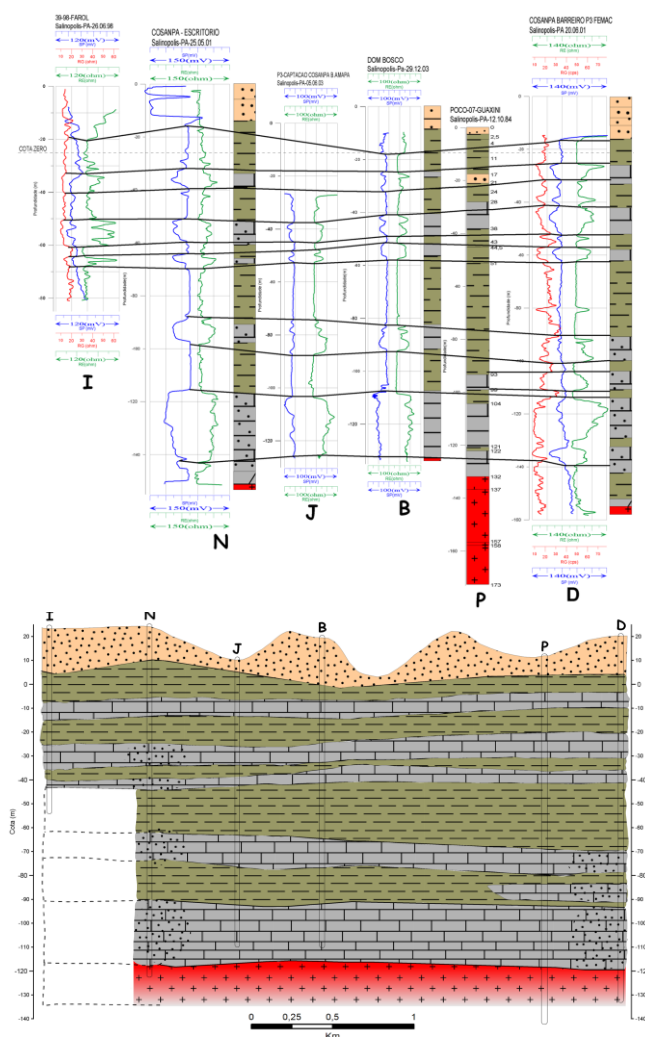


Figura 8: Seção Litológica 4 – Poços I-N-J-B-P-D

Os dois aquíferos mais profundos apresentam boa espessura em todas as seções, possuem baixa argiliosidade 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 localização 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.

Referencias

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.

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 Emílio 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.