

## HIDROGEOLOGIA DA FAZENDA N. S. DE FÁTIMA - CURUÇÁ (PA)

<sup>1</sup> Paulo Pontes Araújo

<sup>2</sup> Antônio Carlos F. N. S. Tancredi

**RESUMO** - Estudos hidrogeológicos realizados na área de carcinicultura marinha, da Fazenda Nossa Senhora de Fátima localizada no Município de Curuçá, nordeste do Estado do Pará, delineou o sistema hidrogeológico da parte superior do terreno. Foram realizadas perfurações de três poços de monitoramento, *Slug Test*, e um reconhecimento hidrogeológico na Vila de Caratateua possibilitando a obtenção das características hidrodinâmicas do aquífero da parte superior e determinados o sentido de fluxo da água subterrânea. Esta área apresenta estratos arenosos, areno-argilosos na base das perfurações argilosos. A área situa-se muito próxima do mar com grande influência da maré e da água marinha.

**Palavras-chave:** água subterrânea rasa, sentido de fluxo, influência marinha

**ABSTRACT** - Groundwater studies carried out in the area of Fazenda Nossa Senhora de Fátima in Curuçá region northeast of Pará State outlined the hydrogeological conditions of its upper part. It was drilled three monitoring wells, slug test and a hydrogeologico survey in Caratateua small town, making possible the knowledge of hydrodynamic characteristics of the upper aquifer and flowpath of groundwater. This area presents sands, sandyclayey layers and in the bottom clay layers. The area is vey near the sea and within tidal and marine water powerful.

**Keywords:** shallow groundwater, flowpath, marine powerful

## 1 - INTRODUÇÃO

Estudos hidrogeológicos possibilitaram a caracterização hidrogeológica e de proteção dos recursos hídricos, na área de carcinicultura marinha, da Fazenda Nossa Senhora de Fátima, complementado de um reconhecimento hidrogeológico na Vila de Caratateua.

Foram perfurados três poços de monitoramento obtendo-se as condições hidrogeológicas de subsuperfície. A perfuração utilizou sonda mecânica motorizada (motor Honda de 1 HP), acoplada a um trado com diâmetro de 101,6 mm (4”).

Após a conclusão, os poços foram georeferenciados e tamponados com caixa de proteção de alvenaria e quando não utilizados fechados com cadeado para sua proteção.

A área de pesquisa apresenta o clima equatorial tipo Am2, na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27°C, precipitações que ultrapassam os 2.000 mm anuais, sendo o período mais chuvoso nos meses de dezembro a junho e o mais seco de julho a novembro.

A criação do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) é feita em quatro tanques impermeabilizados, a fim de evitar a infiltração da água dos tanques e preservar a qualidade da água subterrânea.

A Vila de Caratateua situa-se a 1,5 km da fazenda nas cotas topográficas de maior expressão em meio à paisagem rural litorânea, com 1.500 habitantes (IBGE, 2000) sendo desprovida de saneamento básico e utiliza a água subterrânea para consumo doméstico, captada por poços escavados e tubulares, às vezes situados próximo à margem do rio Simoa, com grande vulnerabilidade à infiltração da cunha salina.

A Fazenda Nossa Senhora de Fátima tem sido intensamente pesquisada por autores ligados às universidades e acompanhada por órgãos ambientais. SILVA (2010) realizou investigação geofísica com os métodos SLIGRAM e GPR para contaminação salina na Vila de Caratateua.

## 2 - LOCALIZAÇÃO

A área desta pesquisa, com 0,4 Km<sup>2</sup>, situa-se nas coordenadas geográficas 00° 40' 41,1” S e 48° 46' 44,9” W; está localizada na margem esquerda do rio Grande no Município de Curuçá (PA), próximo à Vila de Caratateua, na margem esquerda do rio Samoa na confluência com rio Grande, vizinho ao Oceano Atlântico e com grande influência da maré

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Dr. Freitas 3645, Marco, Belém, Pará; Fone: (091) 3182.1331; Email: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com); [paulo.araujo@cprm.gov.br](mailto:paulo.araujo@cprm.gov.br) <sup>2</sup> LUPA Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria, Rua Antônio Barreto 1013, Umarizal, Belém, Pará. Fone: (091) 3222.0983. Email: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)

e da salinização de sua água. O acesso a partir de Belém é pela BR-316 até a Cidade de Castanhal, distante 70 km, e de 60 km pela PA-138 e mais 6 km de vicinal, até a área de pesquisa.

A Figura 1 apresenta em mapa imagem à localização da região de Curuçá e a Figura 2 a localização detalhada.



Figura 1 – Localização da região de Curuçá.



Figura 2 – Localização detalhada da Fazenda Nossa Senhora de Fátima.

### 3 - GEOLOGIA

A geologia é formada por sedimentos do Quaternário e do Terciário sobrejacente ao embasamento cristalino. O Quaternário recente, de idade holocênica são constituídos por areias, siltes e argilas, transportadas e depositadas na planície aluvial dos igarapés e rios dessa área. Na parte estuarina são representados por mangues e terraços aluvionares. São compostos por areias, siltes e argilas intercaladas, de espessura variada. É comum encontrarem-se argilas orgânicas com restos vegetais, bioturbadas e intercaladas a siltes e areias finas, com espessuras milimétricas a centimétricas. Podem apresentar espessuras da ordem de, no máximo, 10 m (COSTA et al., 1991). No litoral há deposição de dunas e praias marinhas.

Os depósitos areno-argilosos de coloração amarelada, de idade Pleistocênica são referidos como Pós-Barreiras (SILVA & LOWENSTEIN, 1968). Os Sedimentos Pós-Barreiras tiveram sua origem a partir dos sedimentos do Grupo Barreiras, no início do Quaternário, quando a região apresentou condições úmidas (Pleistoceno Inferior) e com a emersão do pacote sedimentar, e movimentações tectônicas na fossa do Marajó. Esse processo favoreceu o início da laterização, com a percolação e precipitação de óxidos e hidróxidos de ferro.

O Grupo Barreiras é constituído por argilas, siltes, areias, cascalhos, arenitos, siltitos, conglomerados, níveis de concreções ferruginosas, arenito ferruginoso (grés do Pará). São de coloração amarelada, avermelhada, marrom, com argilas multicoloridas, variegadas, às vezes claras, caolínicas, às vezes cinza, com matéria orgânica. O Grupo Barreiras é apresenta duas unidades, separadas por uma inconformidade; a parte superior, regressiva, de fácies fluvial e feições de fluxos gravitacionais; a parte basal com a presença de fácies de planície de lama, de lama/areia, e de canais de maré, com zonas próximas e distantes da atual linha de costa (ARAÍ, et al, 1992). O Grupo Barreiras aflora na área, em profundidades varia de 10 até 60 m.

A Formação Pirabas, sotoposta discordantemente, não aflora na área, sendo constituída por calcários, areias, argilas, margas, arenitos, siltitos, argilitos, depositadas em ambiente marinho durante o Mioceno, sendo ricamente fossilífera.

A geomorfologia da parte central da área, apresenta a superfície de aplainamento, onde a erosão foi mais intensa e removeu parte dos estratos superiores, a litologia é constituída essencialmente por areias. A topografia, é mais irregular, com altitudes decrescentes até a planície aluvial do rio Grande, com altitude em torno de 5 m. Topograficamente, a área apresenta baixa altitude, sem acidentes topográficos expressivos. A cota altimétrica oscila entre 25 - 28 m na planície de inundação do rio Grande, localizada na área da carcinicultura.

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Dr. Freitas 3645, Marco, Belém, Pará; Fone: (091) 3182.1331; Email: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com); [paulo.araujo@cprm.gov.br](mailto:paulo.araujo@cprm.gov.br) <sup>2</sup> LUPA Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria, Rua Antônio Barreto 1013, Umarizal, Belém, Pará. Fone: (091) 3222.0983. Email: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)

#### 4 - GEOLOGIA LOCAL

A geologia na área da Fazenda Nossa Senhora de Fátima, apresenta uma cobertura sedimentar dos períodos Quaternário e Terciário. Os estratos de sedimentos e rochas que compõem essas unidades lito estratigráficas apresentam-se inconsolidados ou pouco consolidados. Na margem do Rio Grande há uma sedimentação de clásticos finos argilosos, de cor cinza, pertencentes ao Holoceno, onde estão estabelecidos manguezais.

A sequência litológica apresenta a partir da superfície do terreno uma camada de areia amarela, com espessura mínima de 4,0 m nas partes baixas, aumentando nas cotas mais elevadas. Esse estrato arenoso pertence ao Quaternário antigo (Pós Barreiras).

Subjacente há uma camada de laterita e um estrato argilo arenoso sotoposto, sendo o topo do Grupo Barreiras. Em profundidades maiores há uma sucessão de estratos arenosos e argilosos.

#### 5 - HIDOGEOLOGIA

O contexto hidrogeológico é constituído por aquíferos, do tipo livre, dos Sedimentos Recentes e do Grupo Barreiras. Os aquíferos dos Sedimentos Recentes localizam-se na planície aluvial do rio Grande e de seus tributários. São constituídos por areias aluviais, bem como por areia fina a média e material argilo-arenoso por vezes contendo níveis de concreções ferruginosas, com espessuras em torno de 10 m. No restante da área o aquífero é do Grupo Barreiras, com espessura entre 15-20 m, principal foco deste estudo.

A Figura 3 apresenta os perfis litológicos dos poços de monitoramento.

A determinação da condutividade hidráulica do aquífero estudado foi realizada por *Slug test*, nos quinze poços de monitoramento.

A zona não saturada apresenta estratos de areia, laterita, areia amarela e areia vermelha subjacente. A zona saturada em sua parte superior apresenta um estrato arenoso e um estrato areno-argiloso. A superfície potenciométrica do aquífero livre, o lençol freático, oscila durante o ano com a estação sazonal, estando durante estes trabalhos, situado de 16,80 a 18,36 m de profundidade. O estrato arenoso da parte superior constitui um aquífero, do tipo livre.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas geográficas e distâncias dos poços de monitoramento.

---

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Dr. Freitas 3645, Marco, Belém, Pará; Fone: (091) 3182.1331; Email: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com); [paulo.araujo@cprm.gov.br](mailto:paulo.araujo@cprm.gov.br) <sup>2</sup> LUPA Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria, Rua Antônio Barreto 1013, Umarizal, Belém, Pará. Fone: (091) 3222.0983. Email: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)

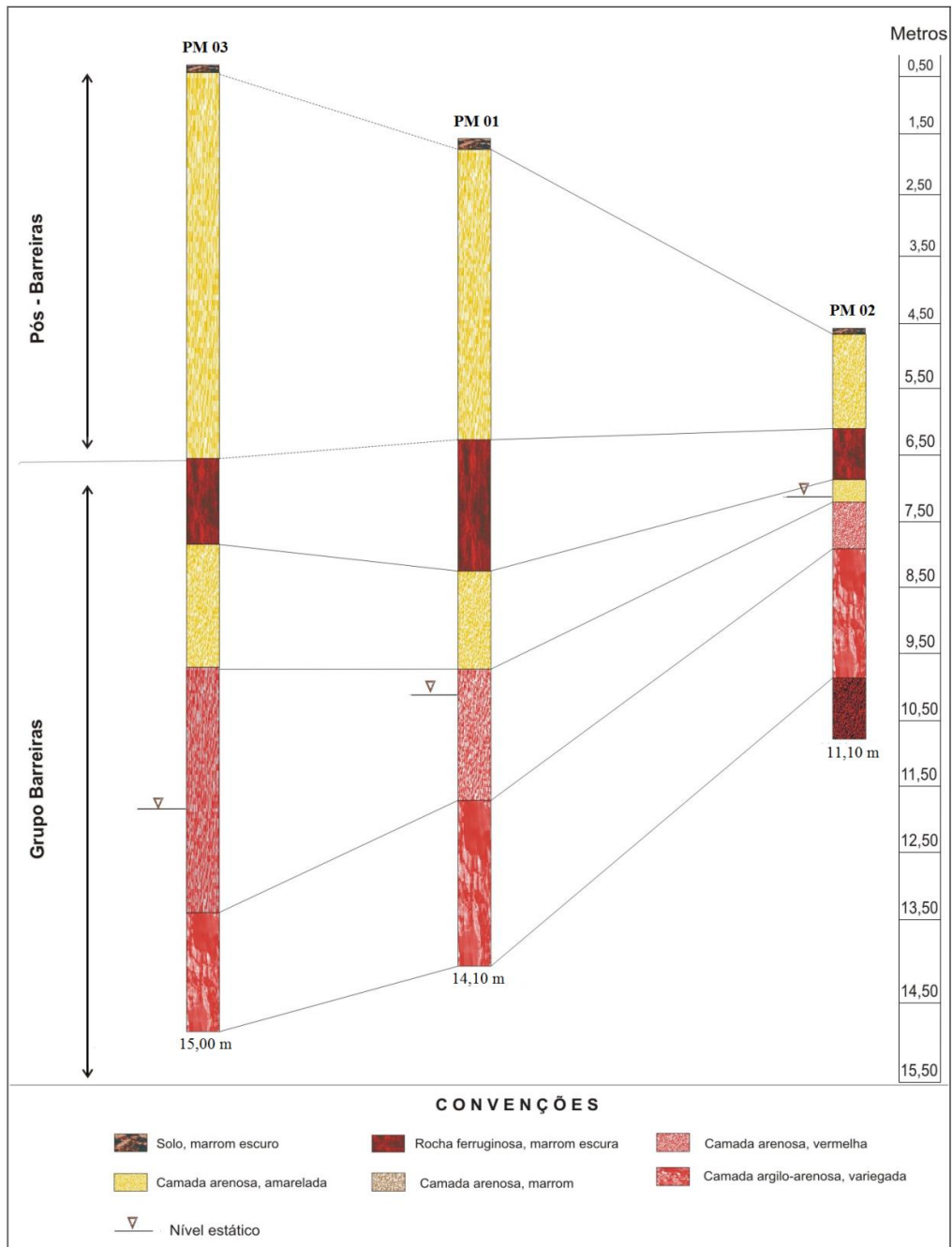


Figura 3 - Perfis litológico dos poços de monitoramento da Fazenda N. S. de Fátima, na área da carcinicultura.

Tabela 1 – Poços de monitoramento, coordenadas e distâncias.

Poço de Monitoramento	De	A	Distância (m)	Coordenadas Geográficas	
				Latitude	Longitude
PM 01	1	2	193,4	00 <sup>0</sup> 40' 24,8" S	47 <sup>0</sup> 46' 38,0 W
PM 02	2	3	280,0	00 <sup>0</sup> 40' 28,4" S	47 <sup>0</sup> 46' 33,1 W
PM 03	3	1	240,0	00 <sup>0</sup> 40' 31,4" S	47 <sup>0</sup> 46' 40,5 W

As amostras da litologia, obtida das perfurações possibilitaram se determinar em laboratório a granulometria e a porosidade. A porosidade efetiva foi obtida através da

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Dr. Freitas 3645, Marco, Belém, Pará; Fone: (091) 3182.1331; Email: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com); [paulo.araujo@cprm.gov.br](mailto:paulo.araujo@cprm.gov.br) <sup>2</sup> LUPA Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria, Rua Antônio Barreto 1013, Umarizal, Belém, Pará. Fone: (091) 3222.0983. Email: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)

pesagem de um volume conhecido da amostra indeformada saturada, da pesagem após o escoamento da água, ficando retida na amostra apenas a água da película de adesão superficial que envolve os grãos. Nos aquíferos livres o coeficiente de armazenamento corresponde à porosidade efetiva.

As características hidrodinâmicas da parte superior do sistema hidrogeológico foram determinadas por *slug test* nos poços de monitoramento. O *slug test* causa uma mudança instantânea no nível d'água no poço e às suas proximidades. A metodologia para determinação da condutividade hidráulica utiliza essa perturbação provocada pela introdução e retirada do *slug*. A interpretação do *slug test* baseou-se no método de Hvorslev (1951).

A Tabela 2 apresenta a condutividade hidráulica, o coeficiente de armazenamento, a porosidade total e o nível hidrostático (N.E.) dos poços de monitoramento. O nível hidrostático foi medido em dezembro de 2012.

A Figura 4 apresenta o mapa com a localização dos poços de monitoramento na área da Fazenda Nossa Senhora de Fátima e o sentido de fluxo da água subterrânea, elaborado através do Programa *Surfer for Windows 8.0*.

A determinação do sentido de fluxo e do gradiente hidráulico, teve como base as diferenças de cotas topográficas do terreno, nos locais dos piezômetros, que formam uma figura triangular e de seus respectivos níveis hidrostáticas, referidas a um mesmo datum. O sentido de fluxo determinado é 88° SE, e o gradiente hidráulico 0,0041 ou 4,1 m/km.

A partir da condutividade hidráulica, do gradiente hidráulico e das porosidades efetivas, obteve-se as velocidades do fluxo da água subterrânea, baseado na Lei Darcy. A velocidade de fluxo da água subterrânea na área dos tanques, considerados os valores médios obtidos nos poços de monitoramento apresenta o valor de 0,31 m/dia. A velocidade linear média apresentou o valor de 1,3 m/dia.

Tabela 2 – Características hidráulicas dos poços de monitoramento.

Piezômetro	N. E. (m)	Condutividade hidráulica	Porosidade total	Coeficiente de armazenamento
PM 01	10,22	128,7 m/dia	0,30	0,21
PM 02	6,93	29,5 m/dia	0,32	0,21
PM 03	12,24	68,2 m/dia	0,29	0,23

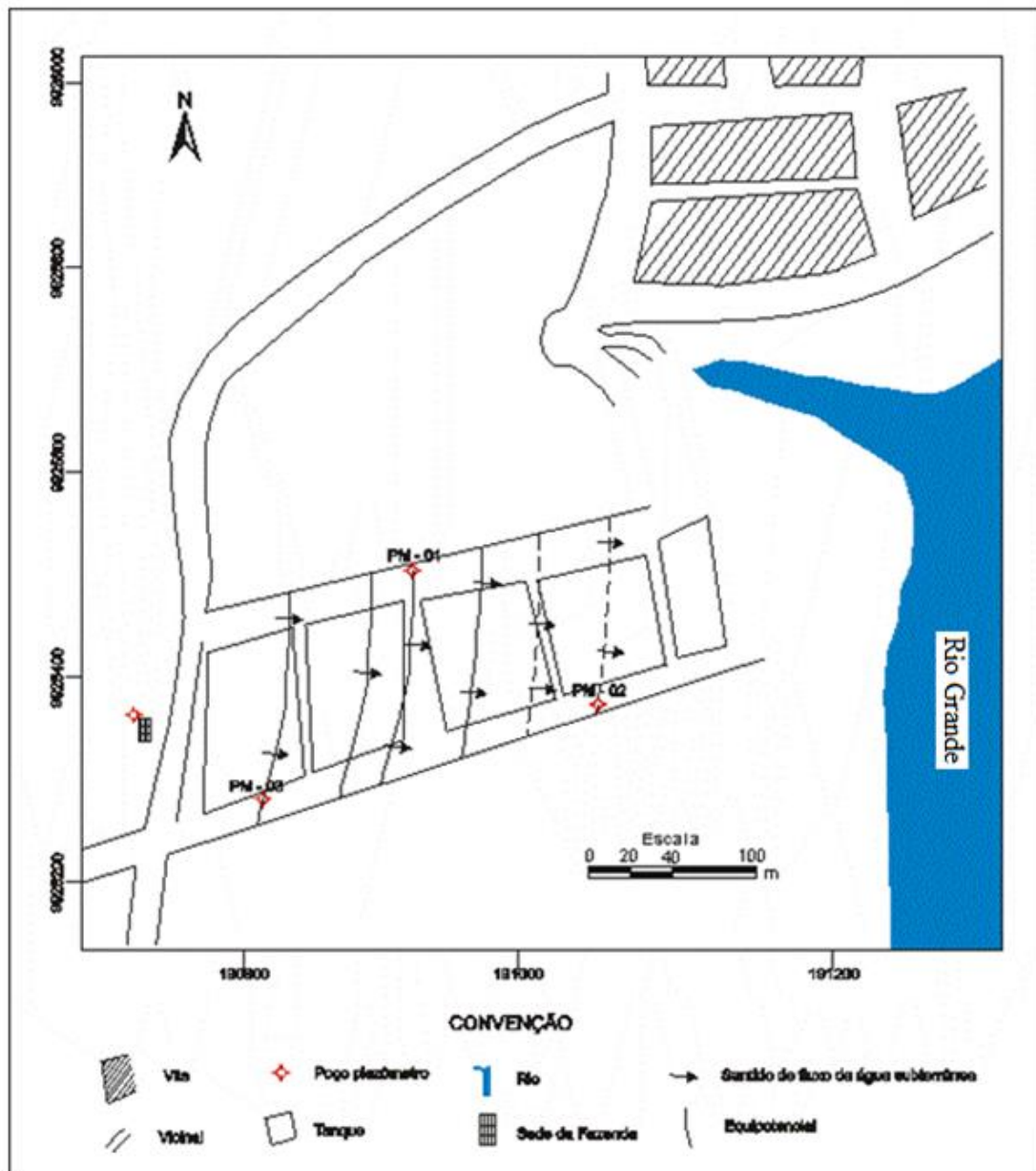


Figura 4 – Localização dos poços de monitoramento, do poço junto a casa e dos tanques, sendo mostrado o sentido de fluxo da água subterrânea.

As áreas próximas da Fazenda Nossa Senhora de Fátima apresentam condições hidrogeológicas semelhantes, constituídas predominantemente por terrenos de constituição arenosa, nos quais a água salina infiltra-se no subsolo e mergulha na direção do continente formando a cunha salina.

O estudo da forma, localização e variação temporal desta interface é de extrema importância para exploração das águas subterrâneas, sendo fundamental para a localização de poços de captação de água subterrânea.

<sup>1</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Av. Dr. Freitas 3645, Marco, Belém, Pará; Fone: (091) 3182.1331; Email: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com); [paulo.araujo@cprm.gov.br](mailto:paulo.araujo@cprm.gov.br) <sup>2</sup> LUPA Laboratório Unificado de Pesquisa e Assessoria, Rua Antônio Barreto 1013, Umarizal, Belém, Pará. Fone: (091) 3222.0983. Email: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÍ, M.; Truckenbrodt, W.; Nogueira, C., R.; Góes, A, M.; Rossetti, D., F.; 1992. *Novos Dados sobre a Estratigrafia e Ambiente Deposicional dos Sedimentos Barreira, NE do Pará.* Anais do IV Simp. de Geol. da Amazônia, SBG, Belém, 3 p.

COSTA, J. B. S.; Borges, M. da S.; Bemerguy, R. L.; Igreja A H. L. S. da; Pinheiro, R. V. L. 1991. *Aspectos da Tectônica Cenozóica na Região do Salgado, Litoral NE do Estado do Pará.* SBG, Anais, Belém, p. 156-165.

HVORSLEV, M. J. 1951. *Time lag and soil permeability in groundwater observations.* U. S. Army Corps Engrs. Waterways Exp. Sta. Bull. 36. Vicksburg. Miss.

IBGE. 2000. *Censo Demográfico 2000.* Rio de Janeiro.

SILVA, A. A. da. 2010. *Investigação Geofísica com os Métodos SLIGRAM e GPR de Contaminação Salina na Vila de Caratateua, Curuçá – Pará.* TCC, UFPA, IG, Belém, 56 p.

SILVA, O., F.; Lowenstein, P.; 1968. *Contribuição à Geologia da Folha de São Luiz (SA-23) no Estado do Pará.* MPEG, Bol. n. 13, Belém, p 1-17.