



ESTADO DO PARÁ
PREFEITURA MUNICIPAL DE IGARAPÉ-AÇU
PODER EXECUTIVO

LAUDO HIDROGEOLÓGICO PARA CONSTRUÇÃO DE POÇO TUBULAR

ABRIL
2019

PREFEITURA MUNICIPAL DE IGARAPÉ-AÇU – Laudo Hidrogeológico referente ao convênio nº 802765/2014 - Execução de Sistema de Abastecimento de Água no município de Igarapé-açu/PA, na Vila Santo Antônio do Prata.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA
SUBTERRÂNEA

⚡ Responsável Técnico
Arthur Iven Tavares Fonseca
Geólogo
CREA/RNP: 151855007-0 PA

Igarapé-Açu - PA
2019



1. INTRODUÇÃO

O maior potencial de água subterrânea do Brasil, tanto em termos de reserva quanto de recarga, situa-se nas bacias sedimentares, constituindo uma reserva hídrica importante para o abastecimento humano (Rebouças, 2000). A utilização de água subterrânea teve um aumento exponencial, principalmente para o abastecimento público, industrial e para irrigação (Feitosa & Manoel Filho, 2000).

Na região Amazônica, os recursos hídricos encontram-se em grandes volumes devido às características geológicas, morfológicas, climáticas, hidrológicas e de vegetação e solos, constituindo fatores que determinam a ocorrência de água subterrânea na região, tais características também proporcionam uma maior proteção contra os agentes poluidores, na grande maioria de origem antrópica (Mente, 2000; Souza, 2003).

Os aquíferos dos depósitos arenosos do Cenozoico (Solimões e Alter-do-Chão), apresentam carência de informações hidrológicas, no entanto, possuem bons identificadores de produtividade dos aquífero. De maneira geral, a captação é realizada por poços tubulares, com profundidades variando 60 a 250 m, com vazões variáveis, com valores de 30 a 300 m³/h. Em relação aos outros sistemas aquíferos (Aluviões, Moa, Tapajós e Urupadi), na literatura existem apenas informações esporádicas quanto ao seu comportamento hidrogeológico, referentes aos baixos teores de sais na água. Entretanto, muitas dessas águas requerem correções devido à acidez e aos altos teores de ferro presentes, antes de serem utilizadas nos sistemas de abastecimento d'água (Mente, 2000).

A limitação de fontes potáveis para o consumo humano pode restringir gravemente a capacidade de desenvolvimento socioeconômico de uma determinada população, contribuindo efetivamente na baixa qualidade de vida em alguns municípios do Pará (Souza, 2003). Dentro deste contexto, os recursos hídricos subterrâneos vêm se mostrando uma excelente alternativa para o abastecimento humano com qualidade, no qual sua utilização mostra relativa economia financeira quando comparado com outros sistemas de captação.

2. OBJETIVO

O presente Laudo Hidrogeológico tem por objetivo realizar as especificações da obra de Construção de um Sistema de Abastecimento de Água na Vila Santo Antônio do Prata no município de Igarapé-Açu/PA, em referência ao **Convênio N.º. 802765/2014 (Plataforma +Brasil)**, atendendo a NBR 12.212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea e NBR 12.244 - Construção de poço para captação de água subterrânea.

3. LOCALIZAÇÃO

O município de Igarapé-Açu está situado aproximadamente a 105 km distante de Belém, pertence à mesorregião Nordeste Paraense e à microrregião Bragantina (IBGE, 2010), sob CNPJ: 05.149.117/0001-55. A sede municipal tem às seguintes coordenadas geográficas $01^{\circ} 07' 37''\text{S } 47^{\circ} 37' 04''\text{W}$ (Fig. 1), fazendo limites territoriais com os seguintes municípios:

A Norte: Maracanã e Marapanim;

A Leste: Nova Timboteua e Santa Maria do Pará;

Ao Sul: Santa Maria do Pará;

A Oeste: Castanhal e São Francisco do Pará.

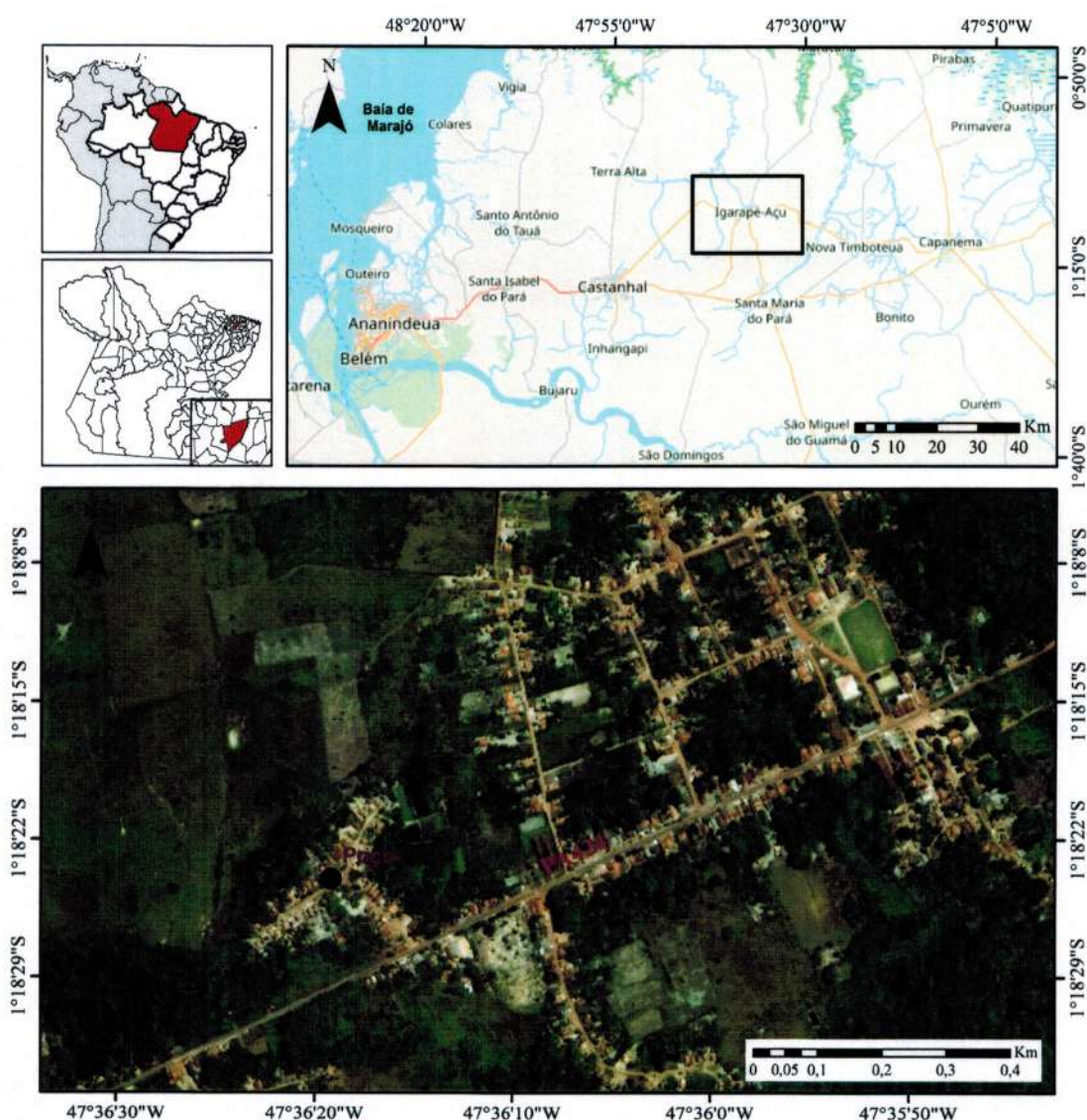


Figura 1 - Mapa de localização e acesso do município de Igarapé-Açu. Localização prevista para Construção do Sistema de Abastecimento Portelinha assinalado com símbolo (ponto) em coloração preta.

4. FISIOGRAFIA

4.1. CLIMA

O clima do município de Igarapé-Açu é caracterizado como quente e úmido, sendo classificado nos tipos climáticos A_{mi} e $B_{2rAa'}$, da classificação de Köppen e Thornthwaite respectivamente (Bastos & Pachêco, 1999; Pachêco & Bastos, 2003), com temperatura média em torno de 25°C e a umidade relativa do ar próximo dos 85% (Fig. 2).

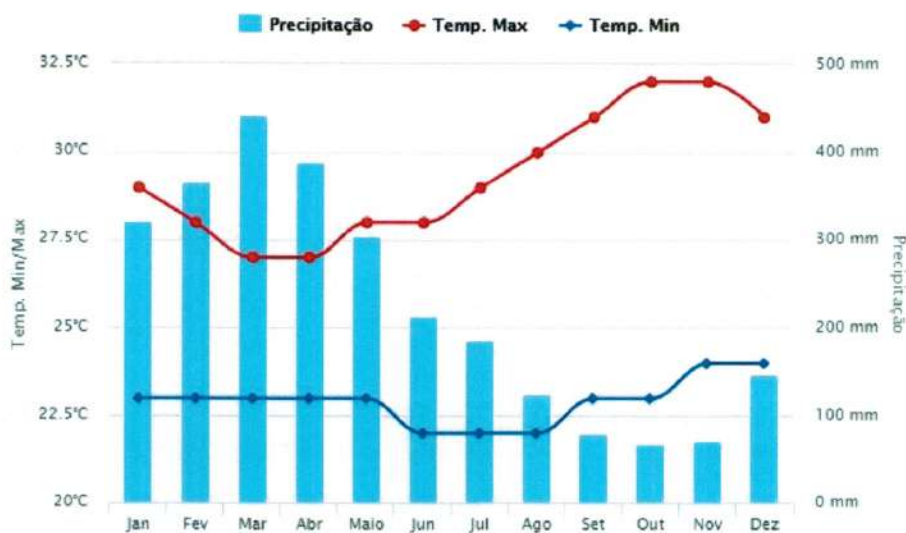


Figura 2 - Médias mensais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar. Fonte: Clima Tempo, 2019.

A precipitação pluviométrica anual é elevada e atinge 2.600 mm, com intensa concentração nos meses de janeiro a maio, com maior índice de pluviosidade (INMET, 2017). No balanço hídrico obtido pela análise das condições climáticas (Thornthwaite & Mather, 1965), observa-se que às diferenças mais expressivas na precipitação pluviométrica ocorrem nos meses de fevereiro a abril, podendo ocorrer diferença em torno de 100 mm.

4.2. VEGETAÇÃO

Inicialmente a cobertura vegetal do município de Igarapé-Açu era formada pelas Florestas Perenifólia e Hidrófila (IBGE, 2012). As Florestas Perenifólias ou Floresta Estacional Sempre-Verde tem ocorrências registradas principalmente nas regiões da Amazônia e do Mato Grosso, são caracterizadas por apresentar ausência ou baixa decidualidade durante os períodos de estiagem (Oliveira-Filho & Ratter, 1995). As Florestas Hidrófilas é um tipo de vegetação fortemente adaptado à presença da água, sendo compostas, preferencialmente, por espécies higrófitas decíduais (IBGE, 2012).

10

A vegetação nativa aos poucos foi sendo substituída pela Floresta Secundária, em função do desenvolvimento demográfico, da agricultura e da agropecuária no município. A vegetação secundária, ou conhecida popularmente como “capoeira”, tem papel importante como vegetação de pousio na manutenção da produtividade do sistema tradicional de plantio chamado de corte e queima, muito praticado na Amazônia (Melo Júnior et al., 2003). A vegetação do município é formada pela monocultura de dendê (*Elaeis guineensis*), explorado por empresas de beneficiamento de óleo vegetal, e outra porção abriga pastos. A vegetação de Igarapé-Açu (Fig. 3) se distribui da seguinte forma: 5,3% de floresta primária; 17,8% secundária em estágio avançado; 21,5% pasto; 23,9% secundária no estágio inicial; e 31,5% secundária no estágio intermediário (Watrin et al., 1998).

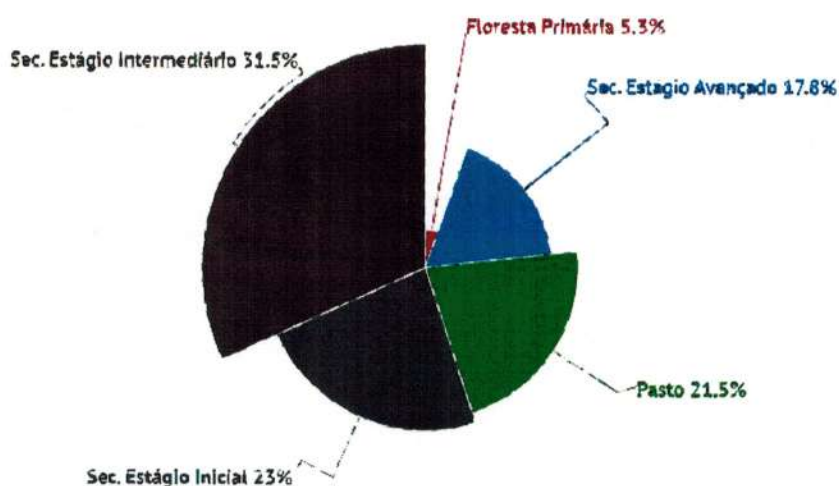


Figura 3 - Composição florística de Igarapé-Açu.

4.3. TOPOGRAFIA

Igarapé-Açu apresenta níveis baixos em relação à sua altimetria com variações de aproximadamente 5 a 46 metros nas áreas mais elevadas (Santos, 2018). A topografia local é composta por aproximadamente 85% de área plana, 10% ondulado e 5% em região de planície de inundação (várzea). O relevo do município está inserido na unidade morfoestrutural denominada de Planalto Rebaixado da Amazônia.

4.4. SOLO

Os solos predominantes no município são o latossolo amarelo de textura média e solos concrecionários lateríticos nas terras firmes, bem como por solos hidromórficos indiscriminados e solos aluviais nas áreas de várzeas.

4.5. HIDROGRAFIA

O rio Maracanã é um curso de água que divide politicamente os municípios de Santa Maria e Nova Timboteua. Esse corpo d'água é o receptor de grande parte dos igarapés que fazem parte da rede hidrográfica de Igarapé-Açu, são eles: Igarapé das Painelas do Prata, Noventa e Seis, São João, Limão, Cumaru, Tembua, Sericueira, Timboteua, Tapiau, Samuama, Tucumandua e Tintateua.

O rio Caripi tem sua nascente no interior do município com sentido do fluxo em direção ao norte, sendo formado pelos igarapés Raposo e Pupuca.

O rio Jambú-Açu que serve de limite territorial com o município de São Francisco, apresenta afluentes, apenas na margem direita, pertencentes a Igarapé-Açu, que são: igarapé Cajueiro, Pratinha, Abacate e Pajurá. Na sede municipal nasce o Igarapé Açu (que originou o nome do município) afluente direito do rio Marapanim, sendo alimentado pelas águas dos igarapés: Santa Rita, Pau Cheiroso e do Colono.

5. GEOLOGIA

5.1. GEOLOGIA REGIONAL

O município de Igarapé-Açu é geologicamente representado pela sucessão de estratos oligomiocênicos, que abrange as unidades litoestratigráficas conhecidas como Formação Pirabas e Formação Barreiras, e também pelos sedimentos em coluviões inconsolidados (Fig. 4). Essas unidades depositaram-se sobre condições de forte controle tectônico, com o desenvolvimento de vales incisos que se encaixam ao longo de zonas de falhas (Rossetti & Góes, 2004). As formações Barreiras e Pirabas foram depositadas cogeneticamente em ambientes litorâneos dominados por correntes de maré e marinho transicional a plataformal, respectivamente (Rossetti & Santos Jr., 2004; Góes et al., 1990).



Figura 4 - Contexto geológico e estratigráfico de Igarapé-Açu.

A Formação Pirabas, ocorre de forma descontínua nos estados do Pará, Maranhão e Piauí (Ferreira Penna, 1876), sendo composta pela sucessão carbonática fossilífera contendo intercalações de folhelhos negros a esverdeados e níveis areníticos (Rossetti & Santos Jr., 2004).



De acordo com Rossetti & Góes (2004), as rochas carbonáticas da Formação Pirabas são provenientes de depósitos de plataformas offshore (grainstone e bloco consolidado, pedra estratigráfica wackestone-packstone e lama laminada), fácies litorâneas (shoreface/foreshore), lagoas marginais e plataforma restrita (arenito cinza e arenito conglomerático) e lagoas estuarinas de mangue (arenito escuro, maciço ou laminado).

A partir das assembleias fossilífera (foraminíferos e gastrópodes do gênero *Orthaulax pugna*) descritas nesta unidade, foi possível definir a idade deposicional da Formação Pirabas na transição Oligoceno/Mioceno (Ferreira et al., 1984; Ferreira, 1982).

A Formação Barreiras está distribuída ao longo de uma estreita faixa na zona litorânea, desde o Estado do Amapá até o Estado do Rio de Janeiro, e formada por espessos depósitos siliciclásticos depositados sob forte influência marinha (Rossetti et al., 1990). Estratigraficamente, os litotipos da Formação Barreiras estão sobrepostos e/ou interdigitados aos depósitos da Formação Pirabas (Góes et al., 1990). Por muito tempo, a idade deposicional da Formação Barreiras foi atribuída ao Plioceno/Pleistoceno (Mussa, 1958; Amador, 1982), mas a partir de dados palinológicos possibilitaram atribuir a deposição desta unidade durante o Mioceno Médio (Arai et al., 1988; Arai, 1997).

Os depósitos coluvionares são atribuídos ao Holoceno, os quais estão distribuídos de modo agradacional depositados em planície fluvial nas porções mais baixas. Estes depósitos são representados por pelitos, arenitos e conglomerados polimíticos grano e/ou matriz suportados.

6. HIDROGEOLOGIA

O aquífero predominante no município de Igarapé-Açu é caracterizado como poroso. De modo geral, os poços posicionados no aquífero confinado apresentam vazões satisfatórias, em resposta à condutividade hidráulica dos litotipos. A alternância de arenitos com espessas camadas de carbonatos, muitas vezes superior a 30 metros, é um fator limitador da condutividade hidráulica e que deve ser evitada.

Esquemáticamente, o aquífero confinado pode ser dividido na porção superior e inferior que, mesmo com características similares, apresentam particularidades importantes para a exploração dos recursos hídricos voltados para o abastecimento humano.

Neste sistema, a porção superior encontra-se entre as profundidades de 80 a 220 metros. São espessas as camadas de calcários acinzentados e argilas carbonáticas de tonalidade alaranjada intercaladas com arenitos calcíferos e arenitos finos. As camadas siliciclásticas, aparentemente, atribuem características hidrogeológicas positivas ao aquífero com vazões de





até 200 m³/h, no entanto, requer o correto posicionamento dos filtros e pré-filtros, além de conter teores de Ferro Total em divergência com a legislação vigente (Port. 2.914/MS-2011).

A porção inferior está localizada entre as profundidades de 220 a 280 metros. É constituída por camadas espessas, até 10 metros, de arenitos finos a conglomeráticos em tons cinza-esbranquiçado intercalado com níveis de argila. Poços nesta porção do aquífero podem conter vazões próximas dos 300 m³/h, essas características imprimem um alto potencial hidrogeológico próprio para o abastecimento público e outros fins.

As porções com profundidade de até 80 metros constituem sistemas semi-confinados e livres. São constituídos por argilitos intercalados com camadas delgadas de arenitos, níveis lateríticos e níveis argilosos alterados (caulinizados). As vazões nesses aquíferos são inferiores a 80 m³/h, com potencial hidrogeológico moderado além de poderem apresentar teores de Ferro Total em desacordo com o preconizado pela atual legislação (Port. 2.914/MS-2011).

7. PROJETO CONSTRUTIVO DO POÇO

A área relacionada ao projeto apresenta uma litologia sedimentar com estimativa de profundidade na região de 60 a 70 metros e a vazão em torno de 3,33 m³/h, o nível dinâmico estimado é da ordem de 20 metros.

O poço tubular será revestido com tubo de PVC Geomecânico de 6" de diâmetro, os filtros serão em Aço Inox ou PVC Geomecânico STD de 6" de diâmetro, com ranhuras dimensionadas de acordo com a análise granulométrica e sua colocação está condicionada a posição dos aquíferos.

A perfuração deverá ser feita pelo método rotativo, com circulação direta de fluido de perfuração, a base de bentonita, a mesma deve ter diâmetro de perfuração do furo piloto de 8½" com alargamento para um diâmetro maior ou igual a 1,5 vezes o diâmetro do revestimento mais 2 polegadas ($1,5 \times 6 + 2 = 14 \frac{1}{4}$ "), com amostragem de calha a cada metro para análise e anotações técnicas do topo e base das camadas, dando prosseguimento deverá ser executado o alargamento para o diâmetro final do poço.

Após o procedimento de alargamento, será instalada a coluna de revestimento e os filtros, com cap de fundo, devidamente centralizados, com auxílio de centralizadores produzidos em material não metálico. Posteriormente, será executado o encascalhamento do pré-filtro que deve ficar do fundo até cobrir a coluna de filtro menos profunda.

Observado a estabilização do pré-filtro, é realizada a cimentação do espaço anular do poço, espaço entre a parede de perfuração e a coluna de revestimento, desde a superfície até a

10



camada confinante do aquífero. Como última etapa de construção do poço temos a execução da laje de proteção sanitária em concreto com dimensões de 2 x 2 x 0,50 m.

Segue-se a limpeza com hexametáfosfato de sódio que deve ser colocado por um período de 12 horas para fazer a solubilização do fluido de perfuração existente nos filtros e camada filtrante, desinfecção com hipoclorito de sódio e o desenvolvimento através de bombeamento para remoção do material solubilizado, além da execução do ensaio de bombeamento para definição dos níveis estático e dinâmico do poço.

8. DEMANDA DE ÁGUA

O poço a ser perfurado tem por finalidade a captação de água em quantidade suficiente para atender de forma racional e econômica o abastecimento da população da localidade da Portelinha no município de Igarapé-Açu/PA. Para atender a demanda desta população, no presente projeto será captado um volume de 133,14 m³/dia.

Arthur Iven Tavares Fonseca
Geólogo

ARTHUR IVEN TAVARES FONSECA

Geólogo

CREA/RNP 151855007-0 PA



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 2.914, Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
- AMADOR, E.S. Depósitos relacionados à unidade inferior do Grupo Barreiras no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, 1982. Anais...Salvador, 1982, v. 4, p. 1451-1461, 1982.
- ARAI, M. Dinoflagelados (Dinophyceae) miocênicos do Grupo Barreiras do nordeste do Estado do Pará (Brasil). Revista Universidade de Guarulhos, 2, p. 98-106, 1997.
- ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais...Belém, 1988, v. 2, p. 738-752, 1988
- COSTA, J. B. S., M. S. BORGES, R. L. BERMEGUY, J. M. G. FERNANDES & P. S. COSTA JR., 1993. A evolução cenozóica da região de Salinópolis, nordeste do estado do Pará. **Geociências** 12(2): 373-396.
- FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia – Conceitos e Aplicações. 2ª ed, 391p. CPRM: LABHID. Rio de Janeiro, 2000.
- FERREIRA PENNA, D. S., 1876. Breve notícia sobre os sambaquis do Pará. Archivos do Museu Nacional 1: 85-89.
- FERREIRA, C. S. Notas estratigráficas sobre o Cenozoico marinho do estado do Pará. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, v. 1, p. 84-88, 1982.
- FERREIRA, C. S.; VICALVI, M. A.; MACEDO, A. C. M. Os limites meridionais da Bacia de Pirabas, estado do Pará. In: Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, v.1, p. 356-329, 1984.
- GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F.; NOGUEIRA, A. C. R.; TOLEDO, P. M. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 2, p. 3-15, 1990.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estatística Municipal. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. ed. 2, Rio de Janeiro, 271p., 2012.
- KÖPPEN. G. Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM. 1964.
- MELO JUNIOR, H. R.; WICKEL, A. J.; & SÁ, T. D. A. Caracterização hidrogeológica e mapeamento da vulnerabilidade natural do aquífero livre na bacia hidrográfica do Igarapé Cumaru, Igarapé-Açu, PA. In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16p. 2003.
- MUSSA, D. Dicotiledôneo fóssil da Formação Barreiras, Estado do Sergipe, Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, v. 181, p. 1-23, 1958.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. Edinburg Journal of Botany, Edinburgh: Royal Botanic Garden Edinburgh, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.





- ROSSETTI, D. F. & SANTOS JR., A. E. S. Facies architecture in a tectonically influenced stuarine incised valley fill of Miocene age, northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 17, p. 267-284, 2004.
- ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. A Influência Marinha nos sedimentos Barreiras. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeld*, 1990.
- SANTOS, C. S. Dinâmicas da Paisagem do alto curso da Bacia Hidrográfica do Igarapé-Açu, PA: Subsídios ao planejamento ambiental. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPA. 130p. 2018.
- SOUZA, E. L. Comentários sobre "Avaliação dos Impactos Antropogênicos no Ciclo da Água na Amazônia" com ênfase nas águas subterrâneas. *In: Luis E. Aragón, Miguel Clusener-Godt. (Org.). Problemática do uso local e global da água na Amazônia*. 1 ed. Brasília: UNESCO-NAEA, v. 1, p. 107-114, 2003.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology. *Climatology*, v. 8, n.1, 104p., 1955.
- WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, M. N. Análise Multitemporal do Uso da Terra e suas Interrelações com a Cobertura Vegetal em Comunidades Rurais do Nordeste Paraense. *In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Santos, Brasil. p. 1573-1583, 1998.