
ESTALEIRO NORDESTE - ENOR

Levantamento Hidrogeológico para Identificação de Olhos D'Água na Área Diretamente Afetada – ADA pela Implantação do Estaleiro Nordeste



ACQUAPLAN
Tecnologia e Consultoria Ambiental



Dezembro de 2013

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABELAS	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. MÉTODOS	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
3.1. Análise Temporal.....	16
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sondagem por trado manual – campanha de setembro/2012.	7
Figura 2. Mapa de localização das sondagens e instalação dos poços temporários.	9
Figura 3. Perfil esquemático da seção A-A'.....	11
Figura 4. Mapa potenciométrico da ADA	15
Figura 5. Imagens de satélite do Google disponíveis para o levantamento das áreas alagadas identificadas pela data correspondente. As imagens que apresentam as data em vermelho foram as selecionadas para a avaliação das áreas úmidas.	17
Figura 6. Gráfico da precipitação média mensal para os anos de 2000 a 2013..	18
Figura 7. Vistoria de campo – setembro de 2012 (Período de Seca).....	21
Figura 8. Vistoria de campo identificação de área úmida – setembro de 2012 (Período de Seca).	21
Figura 9. Mapa das áreas alagadas/úmidas no período de cheia para a região do Estaleiro EISA em Coruripe/Alagoas.	22
Figura 10. Mapa das áreas alagadas/úmidas no período de seca para a região do empreendimento em Coruripe/Alagoas.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das sondagens e poços temporários.	8
Tabela 2. Carga hidráulica dos poços temporários durante um ciclo diário de maré.....	12
Tabela 3. Precipitação total máxima e mínima no período de 2000 a 2013.....	19
Tabela 4. Precipitações totais maiores que 500 mm no período de 2000 a 2013 utilizadas para determinação da imagem a ser utilizadas nas análises. A precipitação acumulada representa a soma dos 4 meses incluindo o mês relativo ao dado.	19

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de compreensão da hidrogeologia nas áreas de influência do Estaleiro Nordeste – ENOR foi realizado um estudo complementar ao capítulo de hidrogeologia já apresentado no Estudo de Impacto Ambiental. Tal estudo complementar busca atender a recomendação do IBAMA (Parecer 30196/2013) quanto a classificação das áreas úmidas em áreas de preservação permanente (APP) na ADA.

A área de estudo, considerando as áreas de influência direta do Estaleiro Nordeste – ENOR, neste novo sítio locacional, está inserida no domínio dos Sedimentos de Praia e Aluviões.

No Município de Coruripe predomina o Grupo Barreiras ou Formação Barreiras (CPRM, 2005). Na linha de praia identificam-se os depósitos litorâneos e nas margens do rio Coruripe os depósitos de pântanos e mangues, ou aluviões. Tais informações são melhor abordadas no capítulo da geologia e geomorfologia local, apresentadas no EIA.

A área da Formação Barreiras está localizada na zona costeira do Brasil, indo desde o Estado do Pará até o Rio de Janeiro, formada durante o Terciário, e teve origem na deposição de sistemas aluviais ou costeiros transicionais como estuários e planícies de marés. É constituída por sedimentos areno-argilosos não consolidados. Dadas às características texturais e mineralógicas dos depósitos associados às fácies aluvial e de leque aluvial, a Formação Barreiras encerra possibilidades de apresentar camadas aquíferas. O relevo de grande parte da área de estudo, elaborado à custa dos sedimentos da Formação Barreiras, está constituído por tabuleiros cuja altitude varia de 40 a 50m próximo à planície costeira até mais de 160m. Tabuleiros são relevos de topo plano, entrecortados por vales estreitos e profundos.

Já as áreas de encostas são caracterizadas pela erosão da Formação Barreiras e o encontro com a área de aluvião. Na área de estudo, junto ao sítio onde se prevê a instalação do empreendimento, a encosta está marcada pela construção

de uma estrada vicinal que delimitou o encontro do depósito marinho praial de idade Holocênica com a Formação Barreiras.

A área de deposição é datada do Quaternário e é caracterizada por sedimentos retrabalhados pela erosão marinha. Os sedimentos quaternários, intimamente relacionados com os aquíferos freáticos, ocorrem em toda a área prevista para a instalação do empreendimento. É constituída litologicamente por areia média a fina, esbranquiçada, bem selecionada e com matéria orgânica em sua parte superior.

Estudos realizados na área da Formação Barreiras indicam que o aquífero desta formação é localizado e camadas mais profundas (CGEE, 2003 e MONTEIRO *et al.*, 2009), enquanto que a área de aluvião presente na área de interesse apresenta lençol freático raso, podendo aflorar em alguns pontos durante o período de chuvas. Contudo, é importante destacar que a profundidade do lençol freático varia sazonalmente, tendo níveis mais rasos em períodos de chuva, e pode variar diariamente, conforme a ação das marés. No caso deste último é importante que se conheça a área de influência da maré na ADA e AID. No caso de Alagoas, as marés incidentes em sua costa são classificadas como "semidiurnas". As amplitudes de médias de maré em sizígia são da ordem de 2,4m e em quadratura da ordem de 0,9m. As baixamares podem chegar a -0,3m. O período médio é da ordem de 12h40min. As marés que ocorrem na costa alagoana são quase exclusivamente de origem astronômica, mas eventualmente, durante o período de inverno, pode ocorrer sinergismo entre uma maré astronômica e fenômenos meteorológicos.

A área onde se planeja instalar o empreendimento é constituída por uma faixa de praia e em grande parte por áreas agropecuárias, direcionadas ao cultivo de coco e criação de cabras. Devido a essas características de uso e o manejo da drenagem superficial, feito pelos proprietários das áreas através da instalação de canais de escoamento superficial, podem influenciar a hidrogeologia local. Destaca-se ainda o fato de que o cultivo do coco desempenha importante papel no processo de drenagem do lençol freático e com isso, altera as características naturais do terreno.

Neste contexto, o capítulo a seguir apresentará as características hidrogeológicas do terreno, avaliando a possibilidade de influência da maré em tais características, assim como detalhar a presença de áreas alagadas ou úmidas durante a variação sazonal em momentos de precipitação.

2. MÉTODOS

De forma a compreender mais especificamente a hidrogeologia da Área Diretamente Afetada – ADA e a Área de Influência Direta – AID foi realizada nos dias 25 e 26 de setembro de 2012 uma campanha de coleta de dados primários. A campanha baseou-se em 12 sondagens de reconhecimento (ST) realizadas através de trado manual e instalação de 10 piezômetros (PZ) de PVC para medição e acompanhamento do nível freático (NA) durante um ciclo diário de maré. As investigações visam auxiliar no conhecimento da dinâmica do lençol freático e a influência da maré sobre o mesmo. Na Figura 1 é possível visualizar o processo de instalação de PZ's nas áreas de interesse através de sondagem.

As sondagens ficaram restritas às áreas de baixa altitude onde o aquífero está localizado mais próximo à superfície.



Figura 1. Sondagem por trado manual – campanha de setembro/2012.

As medições do nível freático (NA) ocorreram no período de 27 horas entre os dias 26 e 27 de setembro de 2012. Nestes dias a tábua de maré em Maceió acusou marés de 0,3 a 2m, sendo que a média foi de 1,13m. Os horários e valores medidos no Porto de Maceió estão descritos abaixo:

LOCAL: PORTO DE MACEIÓ (ESTADO DE ALAGOAS)

Latitude: 09°41,0'S Longitude: 035°43,5'W

Fuso: +03.0

Instituição: DHN 21 Componentes

Carta: 00901

QUA/26/2012		QUI 27/09/2012	
Horário	Cota (m)	Horário	Cota (m)
00:47	1,9	01:32	2
07:15	0,4	07:58	0,3
13:24	1,8	14:04	1,9
19:28	0,4	20:08	0,3

A localização das sondagens de reconhecimento (ST), dos piezômetros (PZ) e da linha de seção A-A' são apresentados na Figura 2, sendo que a descrição das sondagens conduzidas durante as duas campanhas aparece na Tabela 1.

A condutividade hidráulica foi mensurada em dois piezômetros PZ-08 e PZ-02. Assim como o gradiente hidráulico e a velocidade de fluxo do lençol freático foram estimados para a área de interesse.

Tabela 1. Características das sondagens e poços temporários.

Sondagem	Poço Temporário	Prof. (m)	Objeto de Investigação	Data	N.A. durante sondagem (m)	UTM	
						Leste	Norte
ST-01	PZ-01	2,50	Avaliação do Aquífero Raso	25/09/2012	1,80	808244,8	8871590,1
ST-02	PZ-02	4,50	Avaliação do Aquífero Raso	25/09/2012	1,70	808582,3	8871983,4
ST-03	PZ-03	2,00	Avaliação do Aquífero Raso	25/09/2012	0,58	808431,2	8872125,7
ST-04	PZ-04	4,50	Avaliação do Aquífero Raso	25/09/2012	2,80	807678,3	8871945,6
ST-05	PZ-05	2,00	Avaliação do Aquífero Raso	25/09/2012	0,80	807441,9	8872107,2
ST-06	PZ-06	3,50	Avaliação do Aquífero Raso	26/09/2012	1,30	808363,6	8873115,6
ST-07	PZ-07	3,50	Avaliação do Aquífero Raso	26/09/2012	1,00	808602,7	8872984,2
ST-08	-	5,00	Avaliação complementar	26/09/2012	1,10	808490,8	8872879,3
ST-09	-	5,00	Avaliação complementar	26/09/2012	1,20	808381,9	8872959,7
ST-10	PZ-08	4,00	Avaliação do Aquífero Raso	26/09/2012	0,80	808132,7	8872898,0
ST-11	PZ-09	3,00	Avaliação do Aquífero Raso	26/09/2012	0,85	808782,8	8873461,9
ST-12	PZ-10	4,00	Avaliação do Aquífero Raso	26/09/2012	2,50	808975,0	8872904,2

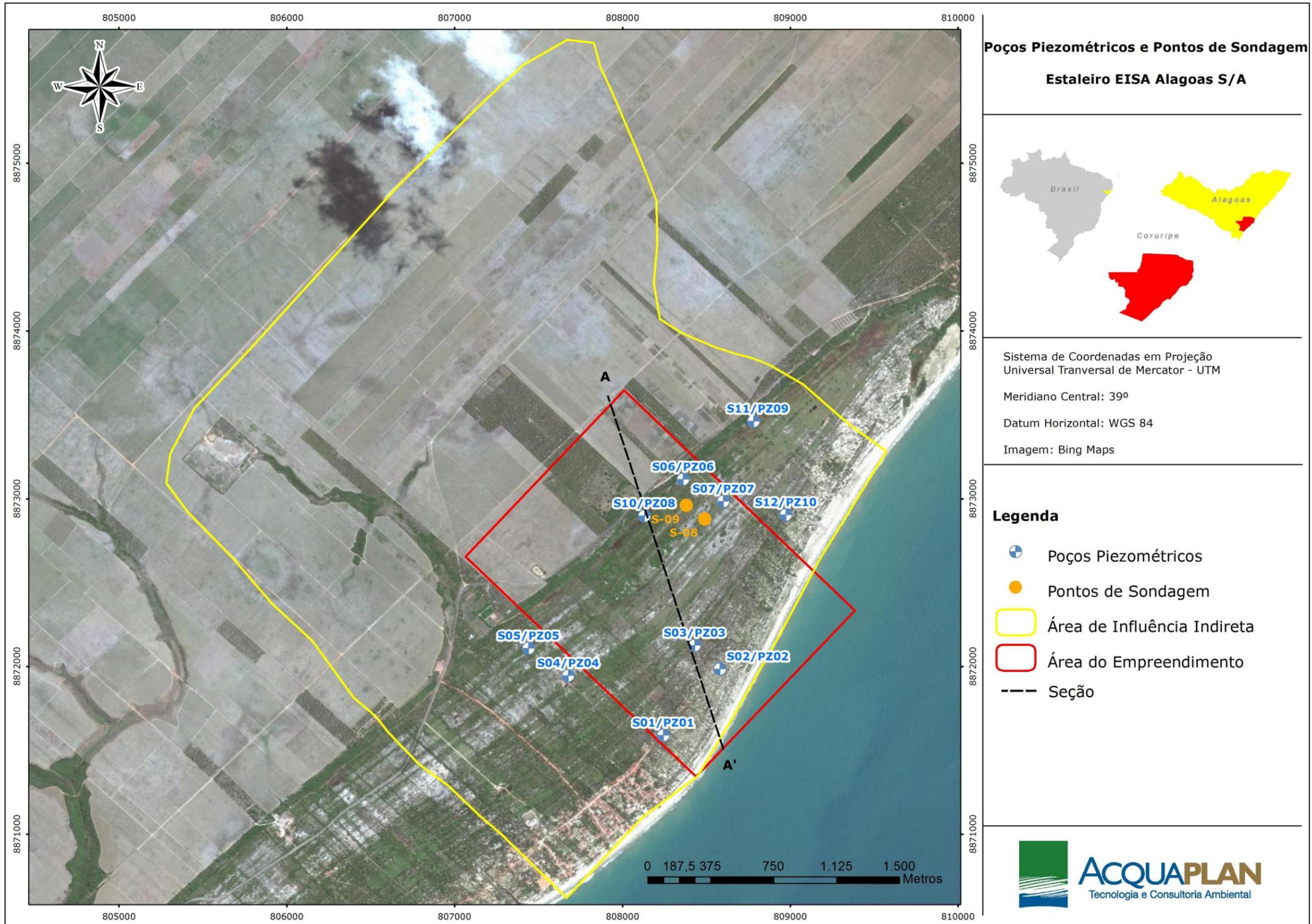


Figura 2. Mapa de localização das sondagens e instalação dos poços temporários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solos

A área avaliada está inserida em terreno caracterizado por três feições geológico-geomorfológicas: Depósito Marinho Praial; Formação Barreiras do Terciário; e as Encostas. Através das sondagens de reconhecimento foi possível determinar os tipos de solos presentes nas camadas sub-superficiais das áreas de interesse. A presença de um solo silto-arenoso esteve restrita às proximidades das encostas da Formação Barreiras e não foi encontrado em profundidades superiores a 1 metro. Este solo é composto por material silto-arenoso de coloração amarela escura proveniente da mistura entre os solos dos depósitos marinhos e lagunares e dos solos erodidos do Grupo Barreiras associados à matéria orgânica vegetal decomposta. Nos demais locais e profundidades sondados foi identificada apenas a presença de solos arenosos. Este solo é originado dos depósitos marinho praias. Tal informação corrobora com o mapa geológico e a seção esquemática apresentada no capítulo da geologia local. A Figura 3 apresenta uma seção esquemática (A-A') dos solos encontrados durante as sondagens e da profundidade do lençol freático raso.

Aquífero raso

Para identificação do aquífero raso foi monitorado o nível do lençol freático (NA) nos 10 piezômetros (PZ's) instalados na área. Os dados foram mensurados a cada 3 horas durante um ciclo diário de maré. A localização dos pontos de instalação dos PZ's e medição dos NA's aparecem na Figura 2. A Tabela 2 apresenta os valores de NA corrigidos para carga hidráulica através das medições topográficas do terreno.

Avaliando as cargas hidráulicas é possível verificar que não ocorre influência da maré no nível da água nas áreas de interesse. Cabe ressaltar que a avaliação hidrogeológica foi realizada durante o período de seca, época com maior potencialidade de influência das marés no comportamento hidrológico. Assim, é possível afirmar, que apesar da proximidade da área com a linha de costa é provável que a influência da maré esteja restrita ao ambiente de praia, situado anteriormente ao cordão de dunas tanto em época de seca quanto de cheia.

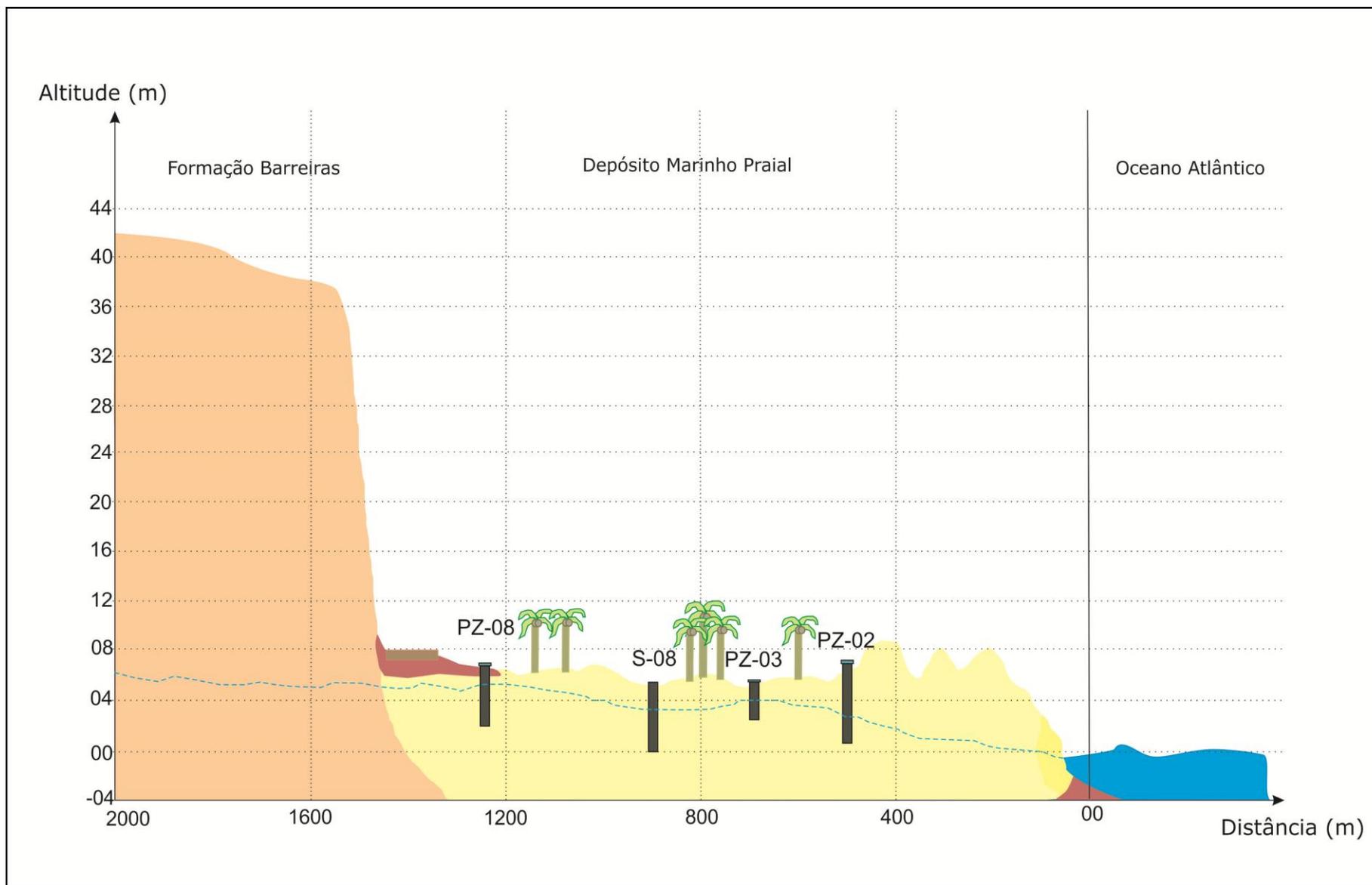


Figura 3. Perfil esquemático da seção A-A'.

Tabela 2. Carga hidráulica dos poços temporários durante um ciclo diário de maré.

PZ/hora amostrada	12 h	15 h	18 h	21 h	24 h	3 h	9 h	12 h	15 h
S-01_PZ-01	98,13	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12	98,12
S-02_PZ-02	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7
S-03_PZ-03	98,67	98,68	98,67	98,67	98,67	98,67	98,67	98,67	98,67
S-04_PZ-04	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,4	98,2
S-05_PZ-05	98,18	98,18	98,18	98,18	98,18	98,17	98,18	98,18	98,18
S-06_PZ-06	100,12	100,12	100,11	100,12	100,12	100,12	100,12	100,12	100,12
S-07_PZ-07	98,07	98,07	98,07	98,07	98,07	98,07	98,07	98,07	98,07
S-10_PZ-08	102,18	102,18	102,17	102,18	102,18	102,18	102,18	102,18	102,18
S-11_PZ-09	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96
S-12_PZ-10	95,7	95,6	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7	95,7

O mapa potenciométrico da área (Figura 4) indica que o fluxo preferencial é no sentido leste-sudeste influenciado pelo declive da Formação Barreiras, e em direção ao oceano Atlântico. Na área de interesse é possível verificar a presença de drenagens construídas para rebaixar o nível d'água e auxiliar no cultivo de coco. Tais drenagens criam uma área de estabilidade do lençol freático entre os piezômetros: PZ-05, PZ-04, PZ-03 e PZ-01, alterando consideravelmente o fluxo natural das águas.

A condutividade hidráulica (K) foi calculada através do método de recarga (*slug test*) pelo software *Aquifertest*[®] para os PZ-08 e PZ-02 indicando valores de $1,8 \times 10^{-2}$ cm/s e $0,4 \times 10^{-2}$ cm/s, respectivamente. Os valores de condutividade hidráulica foram relativamente similares, e estão de acordo com os valores esperados para solos arenosos que variam entre 10^2 a 10^{-2} (FREEZE, 1979; COLLISCHONN, 2011). O gradiente hidráulico da área de interesse foi de 0,005 e a porosidade da areia é de aproximadamente 35%.

A velocidade de migração foi calculada através dos resultados obtidos nos ensaios de permeabilidade e dos parâmetros hidrogeológicos da literatura (FETTER, 1994), de acordo com a Lei de Darcy através da equação:

$$V = \frac{K \cdot i}{n_e}$$

onde:

V = Velocidade das águas subterrâneas (L/T)

K = Condutividade hidráulica (L/T)

i = Gradiente hidráulico (L/L)

n_e = Porosidade efetiva (L³/L³)

A velocidade estimada para a área de interesse é de 65,9 m/ano. A transmissividade não pode ser calculada porque a espessura saturada do aquífero não é conhecida.

Aquífero Profundo e a Relação com o Aquífero Raso

No Brasil existem 10 províncias hidrogeológicas que resultam da combinação das estruturas geológicas com fatores geomorfológicos e climáticos, cada província apresentam sistemas aquíferos com condições semelhantes de armazenamento, circulação e qualidade de água (CGEE, 2003). Essas províncias podem estar divididas em subprovíncias.

A área de interesse está associada à Província Costeira. Esta província abrange praticamente toda zona costeira do Brasil, exceto o litoral dos estados do Paraná, São Paulo, sul do Rio de Janeiro, norte do Pará, Ilha de Marajó e sudeste do Amapá (CGEE, 2003). Entretanto, essa província é bastante diversificada, devido as diferentes bacias sedimentares costeiras na qual ela está inserida.

A ADA e AID do estudo estão localizadas na Região Hidrográfica Costeira Nordeste Oriental no Sistema Aquífero Barreiras, que é do tipo poroso com profundidades estimadas de 43 metros e uma vazão média de 5 m³/h (CGEE, 2003). Na área de estudo a Formação Barreiras apresenta altitudes estimadas de 35 a 40 metros, provavelmente por não apresentar solos para confinamento e devido ao tipo de solo poroso o aquífero acumula-se próxima ao nível do mar. Na

área de depósito marinho praial a altitude diminui drasticamente, e o aquífero fica mais próximo da superfície sendo caracterizado como raso, entretanto, estas águas apresentam conectividade com o lençol freático presente na Formação Barreiras. O maior contato do aquífero com a superfície torna o aquífero mais sensível a potenciais fontes de contaminações e deve ter o uso das águas monitorado.

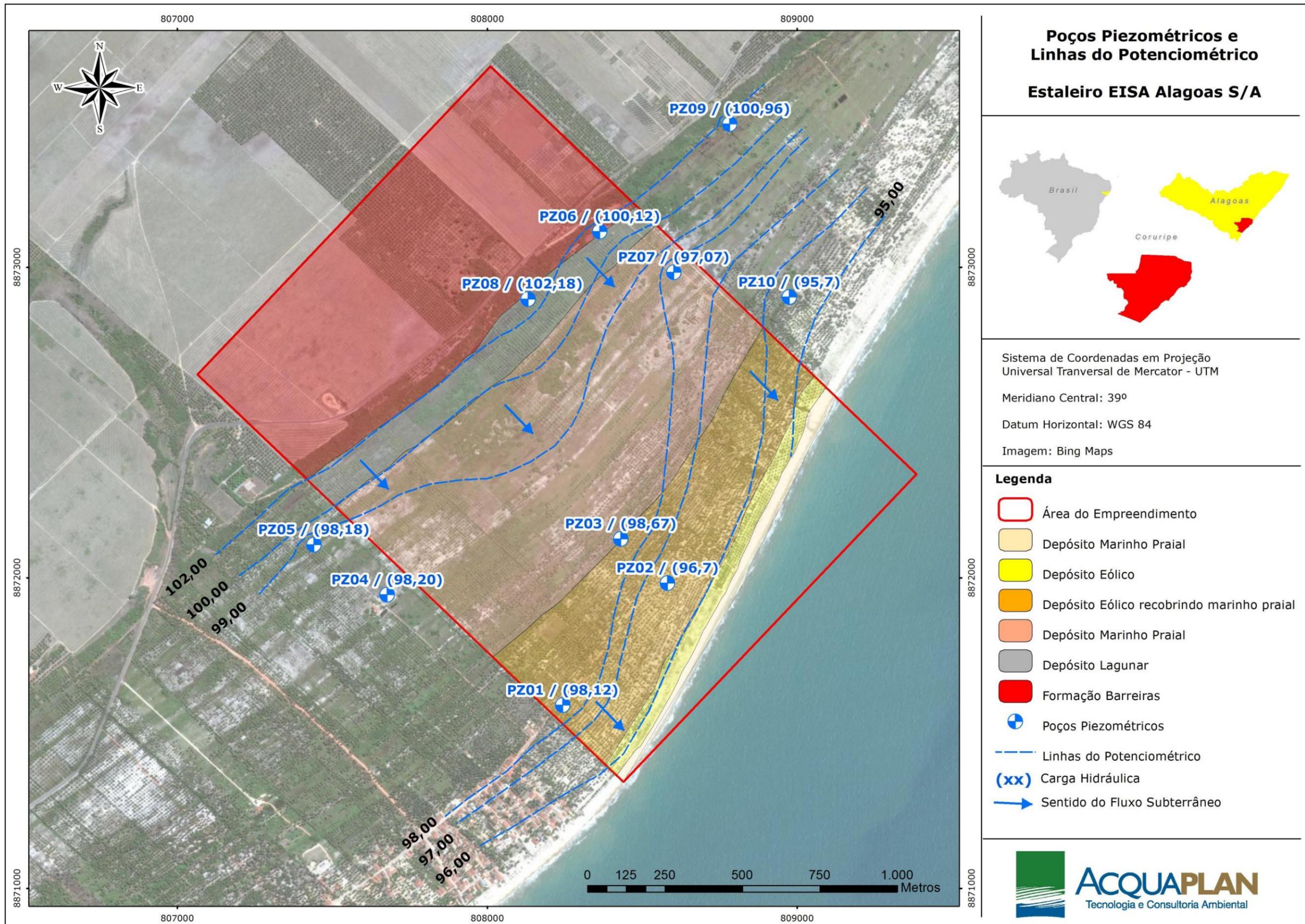


Figura 4. Mapa potenciométrico da ADA

3.1. Análise Temporal

a) Imagens

Com o objetivo de definir as áreas alagadas/úmidas da área de interesse foram avaliadas imagens do tipo Landsat e do Google. As imagens Landsat apresentam pixels representativos de áreas muito grandes (30 m). Isso torna inviável a classificação do uso do solo através do processamento de imagens Landsat para o tipo de detalhamento que se quer nesta análise das áreas alagadas/úmidas. Portanto, como nas imagens do Google a análise pode ser visual, optou-se por utilizar este tipo de imagem, sendo elas as mais adequadas para esta análise.

Dentre as imagens disponíveis, oito foram consideradas e avaliadas quanto a possibilidade de serem usadas na classificação das áreas alagadas/úmidas. Abaixo na Figura 5 elas são apresentadas.

A análise das imagens buscou identificar a presença de maior e menor concentração de áreas alagadas/úmidas. A classificação foi feita manualmente através de padrão de coloração do solo. De forma a complementar e comprovar a adequação do uso das imagens e da classificação de áreas alagadas para a representação de épocas de cheia e seca, foram utilizados os dados de precipitação total.



Figura 5. Imagens de satélite do Google disponíveis para o levantamento das áreas alagadas identificadas pela data correspondente. As imagens que apresentam as data em vermelho foram as selecionadas para a avaliação das áreas úmidas.

b) Dados de precipitação

Os dados de precipitação foram adquiridos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa constituído de séries históricas da rede de estação do INMET. A estação mais próxima da área de estudo foi escolhida, sendo esta representativa da precipitação total da região. Esta estação é identificada com o nome de Maceió (82994) e localiza-se nas coordenadas de 9,66°S e 35,7°W com uma altitude de 64,5 m. O período selecionado para a série foi de 01/01/2000 a 30/09/2013.

Os dados foram analisados e as médias mensais foram calculadas, as quais são apresentadas na série histórica do gráfico da Figura 6. Através do gráfico foram definidos os meses de máxima e mínima precipitação. Sendo assim, o mês de junho, como pode ser observado na Figura 6, é o mês com a maior média dos totais de precipitação, enquanto que o mês de dezembro é o que apresenta a mínima.

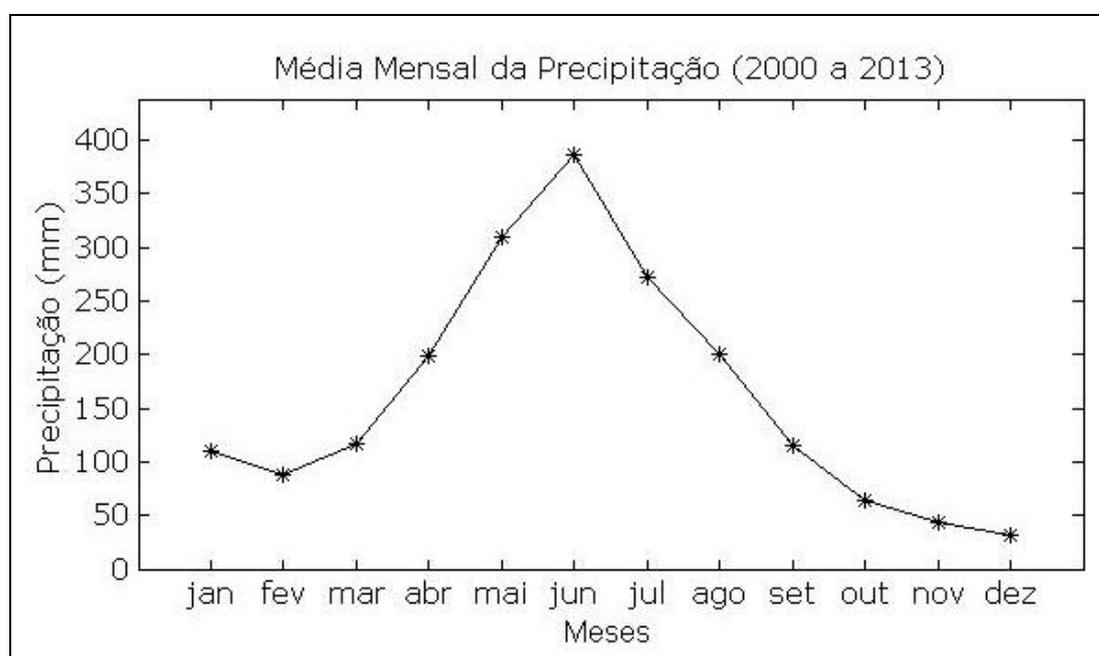


Figura 6. Gráfico da precipitação média mensal para os anos de 2000 a 2013.

Encontradas as precipitações totais máxima e mínima e a correspondente ao período de coleta dos dados dos poços (setembro de 2012) (Tabela 3), pode-se

definir índices comparativos de cheia e seca. Assim, buscou-se os dados de precipitação superiores a 500 mm e inferiores a 25 mm.

Dentre os dados com precipitação superior a 500 mm (Tabela 4) foi escolhida a data que correspondesse a imagem de melhor representação das áreas alagadas na época de cheia. Para os maiores valores não tiveram imagens de época correspondente, sendo que os totais de precipitação que poderiam ser utilizados foram os de 713 mm, 590,1 mm e 595,4 mm. O valor de 713 mm foi descartado pois não há imagem disponível para este mês (junho), apenas para o mês anterior (maio) do mesmo ano. Dentre as duas possibilidades restantes foram observados os comportamentos da precipitação nos três meses anteriores utilizando-se a soma das precipitações. Dessa forma, a imagem de maio de 2006 foi selecionada pois a soma dos quatro meses resultou em um total de 1.292,9 mm contra 877,7 mm da imagem de abril de 2011.

Tabela 3. Precipitação total máxima e mínima no período de 2000 a 2013.

	PRECIPITAÇÃO NA SÉRIE (mm)	DATA
máxima	788,5	mai/09
mínima	0	jan/07
durante coleta	27	set/12

Tabela 4. Precipitações totais maiores que 500 mm no período de 2000 a 2013 utilizadas para determinação da imagem a ser utilizadas nas análises. A precipitação acumulada representa a soma dos 4 meses incluindo o mês relativo ao dado.

MÊS	ANO	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm) (4 MESES)
jun	2004	716,4	-
mai	2006	590,1	1.292,9
mai	2009	788,5	-
jun	2010	713	-
abr	2011	595,4	877,7

Para a escolha da imagem representativa do mínimo de precipitação, 23 meses foram separados com chuva inferior a 25 mm. Dentre estas, através de uma análise comparativa foi selecionado o mês que correspondesse a alguma das imagens disponíveis. Assim, a imagem de dezembro de 2008, cujo mês apresentou 20,7 mm de precipitação total, foi escolhida para representar a situação das áreas alagadas em época de seca. Os meses anteriores a esta data

foram conferidos e comprovados seus baixos índices, indicando que este período seria uma boa representação de uma época de seca.

c) Classificação de corpos hídricos nas imagens

A partir das duas imagens do *Google Earth* que foram selecionadas foram gerados polígonos desenhados na própria imagem, que representassem as áreas alagadas. A partir desses polígonos foram gerados arquivos de extensão kmz e importados para formato *shapefile* para serem trabalhados no ArcGIS. O modelo de elevação digital foi gerado a partir das curvas de nível seditas pela contratante.

Os mapas resultantes são apresentados na Figura 9 e Figura 10 indicando as áreas alagadas nas condições de cheia e seca, respectivamente. Na cheia (Figura 9) essas áreas concentram-se principalmente na porção central da área do empreendimento e englobam três dos poços de monitoramento que foram contemplados em campo. Observa a presença de alguns canais de escoamento retilíneos ao redor da área alagada/úmida que aparentam ter sido construídos para facilitar a drenagem para o litoral. Na seca (Figura 10) se observa a menor incidência de áreas alagadas/úmidas, pois representam uma situação extrema de baixa precipitação. Durante o campo de setembro de 2012 (período de seca) as áreas úmidas foram vistoriadas e conforme as fotos da Figura 7 e Figura 8, é possível verificar que estas áreas estão restritas em baixios e não apresentam lâmina de água visível, apenas umidade do solo.



Figura 7. Vistoria de campo – setembro de 2012 (Período de Seca).



Figura 8. Vistoria de campo identificação de área úmida – setembro de 2012 (Período de Seca).

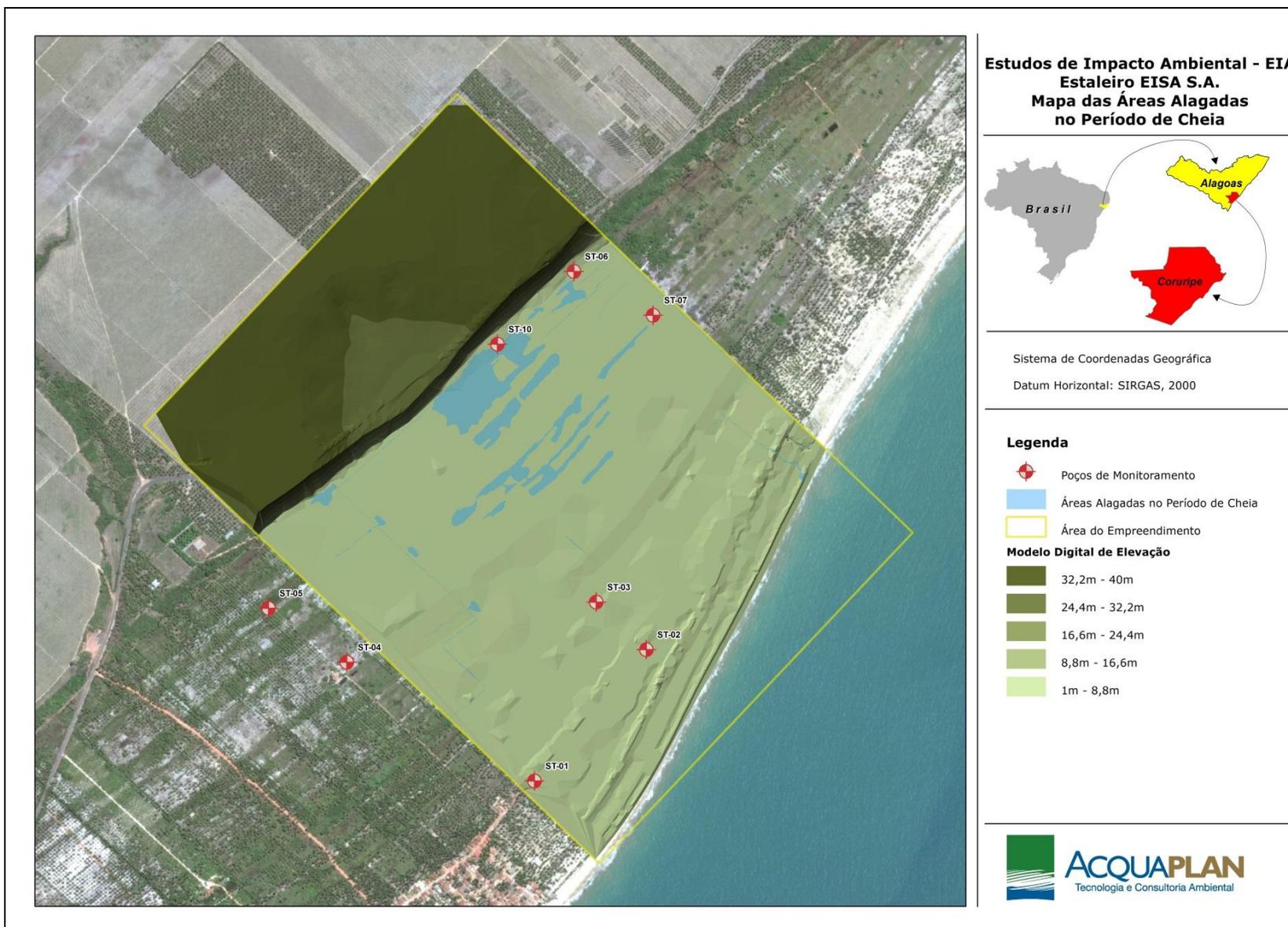


Figura 9. Mapa das áreas alagadas/úmidas no período de cheia para a região do Estaleiro EISA em Coruripe/Alagoas.

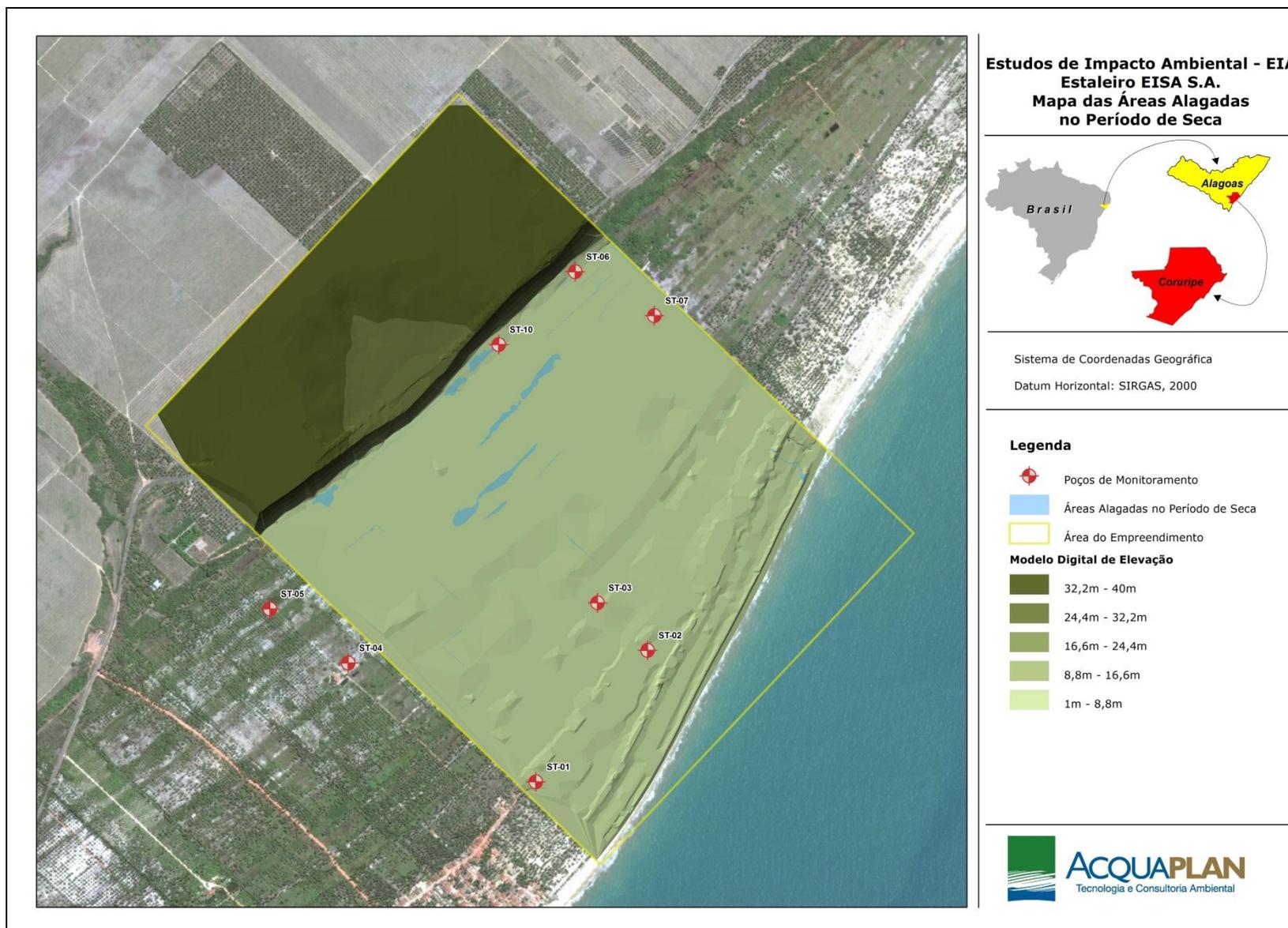


Figura 10. Mapa das áreas alagadas/úmidas no período de seca para a região do empreendimento em Coruripe/Alagoas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados avaliados é possível verificar que o aquífero raso e o aquífero profundo se comunicam na área de interesse, devido às características morfológicas da área. Também é possível afirmar que a variação do nível do aquífero é diretamente afetada pela precipitação e pelo uso do solo. Nesta área as variações de precipitação são intensas e o uso do solo modificou a hidrogeologia natural. Durante a coleta de dados hidrogeológicos de setembro de 2012, período de seca, foi possível identificar que o escoamento subterrâneo tem sentido leste-sudeste influenciado pelo declive da Formação Barreiras em direção ao oceano Atlântico e que não sofre influência da maré mesmo durante a época de seca. E que, excetuando às áreas de drenagem superficial, não foram identificadas áreas alagadas, apenas áreas úmidas. Entretanto, conforme análise temporal, é possível verificar um aumento das áreas alagadas/úmidas na área de interesse durante o período de chuvas, demonstrando a característica intermitente destes sistemas.

Com base nas informações levantadas e discutidas neste capítulo foi possível identificar e quantificar a existência de áreas alagadas/úmidas permanentes e intermitentes. Estas áreas alternam em tamanho conforme a variação da pluviosidade e em distribuição conforme a influência dos usos antrópicos da região. Por apresentarem áreas permanentemente alagadas/úmidas, estas áreas configuram áreas de proteção permanente (APP) e serão discutidas em capítulo específico sobre APPs.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPRM, 2005. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Alagoas. Diagnóstico do município de Coruripe.** 22p.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2003. **Qualidade da Água Subterrânea. Prospecção tecnológica – Recursos Hídricos.**

FETTER, C. W. 1994 - **Applied Hydrogeology, 3ª ed.**, New Jersey, Prentice Hall. 691 p.

Freeze, R. A. & Cherry, 1979. **Groundwater.** Englewood Cliffs, Prentice Hall. 604p.

MONTEIRO, Adson. 2009. **Vulnerabilidade do Aquífero Barreiras nos Bairros de Ibura e Jordão – Recife – Pernambuco.** XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas

COLLISCHONN, Walter e TASSI, Rutnéia. 2011. **Introduzindo Hidrologia.** IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.