

NOVA DELY - PROJETO E OBRAS LTDA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DA
ADUTORA DE ITAIÇABA
PALHANO

ESTUDOS DE CONCEPÇÃO BÁSICA
VOLUME I RELATÓRIO DA GEOLOGIA
OUTUBRO DE 1995

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DE RECURSOS
HÍDRICOS - S.R.H.

PROJETO EXECUTIVO DA
ADUTORA DE ITAIÇABA
PALHANO

ESTUDOS DE CONCEPÇÃO BÁSICA

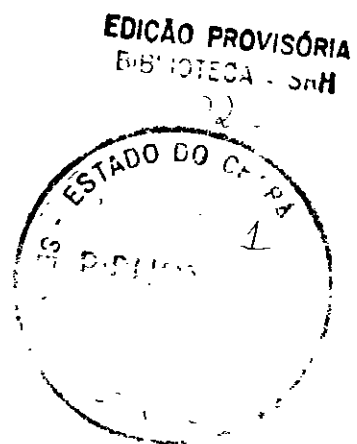
RELATÓRIO DA GEOLOGIA

AGOSTO/95

VOLUME II

Lote 00920 - Prep Scan () Index ()
Projeto Nº 0089/02/A
Volume _____
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

INDICE



000000

INDICE

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. ESTUDOS DESENVOLVIDOS.....	4
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS.....	7
4. GEOLOGIA LOCAL.....	10
4.1 ESTRATIGRAFIA E LITOLOGIAS.....	10
4.2 ESTRUTURAS GEOLÓGICAS.....	13
4.3 GEOMORFOLOGIA.....	14
4.4 HIDROGEOLOGIA.....	18
4.5 SISMICIDADE NATURAL.....	20
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	21
6. DESENHO.....	23

APRESENTAÇÃO

000005

1. INTRODUÇÃO

O presente documento objetiva apresentar os estudos geológico-geotécnicos desenvolvidos na área do projeto executivo da adutora Itaiçaba/Palhano, verificando as características geomorfológicas e hidrogeológicas com o intuito de apresentar a alternativa de captação de água para consumo humano na cidade de Palhano.

Em anexo apresentamos o desenho correspondendo ao mapa geológico da adutora, em escala 1:25.000 (planta PAL-10-01).

2. ESTUDOS DESENVOLVIDOS

Para o desenvolvimento dos estudos geológicos-geotécnicos utilizou-se dos seguintes elementos cartográficos:

- plantas de restituição aerofotogramétrica em escala 1:100.000, com curvas de nível espaçadas de 40m, elaboradas pela DSG-ME a partir de aerofotos obtidas em 1968; folha (Aracati-SB-24-X-A-VI).

- plantas de restituição aerofotogramétrica em escala 1:250.000 do Departamento Nacional da Produção Mineral - projeto Fortaleza folha SB-24-X-A- Aracati.

Os estudos geológico-geotécnicos realizados no âmbito do projeto, cujos resultados foram utilizados no presente relatório, constaram basicamente de:

- coleta, análise dos elementos básicos disponíveis;
- fotointerpretação geotecnológica;
- programação de investigações geológico-geotécnicas de campo, abrangendo os locais onde serão implantadas as obras civis e o eixo da adutora.
- reconhecimento de campo e mapeamento geológico;
- execução de investigações geológico-geotécnicas de campo e de laboratório;
- interpretação conjunta das informações obtidas.

Na coleta de dados foram obtidos os elementos geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos, etc., de âmbito regional e local, resultante dos trabalhos anteriormente executados, os quais foram analisados, interpretados e sistematizados para subsidiar os estudos

do projeto.

Foi então estabelecida uma programação de investigações geológico-geotécnicas de campo, objetivando complementar as informações disponíveis, especialmente na margem direita do rio Palhano, onde será construída a adutora de Itaiçaba/Palhano.

Estas investigações consistiram basicamente da execução de poços de inspeção a pá-picareta, ao longo do eixo da referida adutora, e do mapeamento geológico.

Na fase de reconhecimento de campo fez-se um ajuste da supracitada programação de investigações, procurando-se adaptá-la, localmente, às condições efetivamente encontradas. Foram vistoriados também os pontos que se apresentaram como potencialmente críticos, identificados na fotointerpretação.

A execução das investigações geológico-geotécnicas foi supervisionada por geólogo do projeto, que providenciou, no campo, os ajustes necessários à programação, em função dos resultados que foram sendo obtidos no campo.

000008

Os resultados individuais das investigações geológico-geotécnicas de campo estão apresentados nos Estudos de Concepção Básica - Relatório de Geotecnia Volume III.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

Na Área do projeto da adutora Itaiçaba/Palhano basicamente ocorrem três unidades litoestratigráficas, representadas pelo Complexo Cristalino, pelo Grupo Barreiras e pelos aluviões fluviais, estes restritos aos vales dos rios Palhanos e Jaguaribe, conforme pode-se observar na planta PAL-10-01

São abordadas a seguir as principais características das três unidades suprarreferidas de interesse para os estudos do projeto.

. Complexo Cristalino

Aflora nos setores noroeste e sudoeste da Área do projeto, envolvendo quase toda a bacia do rio Palhano, estando coberta nas demais partes pelo Grupo Barreiras e, próximo aos rios Jaguaribe e Palhano, pelos aluvi-

ões quartenários.

Esta unidade, constituída por rochas cristalinas de idade pré-cambriana, encontra-se mapeada nos trabalhos regionais, ora como Complexo Caicó, ora como Complexo Nordestino e possui larga distribuição na região.

Litologicamente é definido como uma sequência de gnaisses variados, incluindo lentes de metarcósios, anfibolitos, quartzitos e calcários cristalinos subordinados, além de migmatitos com estruturas diversas, desde as mais foliadas, próprias dos gnaisses, até as mais homogêneas, como a dos anatexitos. As fácies gnáissicas mais comuns são biotita-gnaisse e hornblenda-biotita-gnaisse, com variações a paragneisses bandados e gnaisses facoidais. Na área do projeto não foram identificados calcários cristalinos, que ocorrem em outros locais da região formando lentes descontínuas de dimensões variáveis, geralmente de reduzidas espessuras.

. Grupo Barreiras

Está representado na região pela Formação Facei-

00010

ra, que ocorre na margem esquerda do rio Jaguaribe e na margem direita do rio Palhano, numa faixa alongada de direção geral SW-NE, com largura máxima da ordem de 15km e com espessura variável, crescente no sentido sudeste.

É constituída por sedimentos continentais, fluviais, inconsolidados, afossilíferos, avermelhados, que repousam discordantemente sobre o Complexo Cristalino. A base desta formação é assinalada por nível conglomerático com espessura da ordem de 1m. Sobrejacente ocorrem sedimentos areníticos de cores alaranjada a amarelada, de estratificação indistinta, com níveis conglomeráticos erráticos, tendo matriz areno-argilosa caulínica e cimento argilo-ferruginoso. Os detritos arenosos e pedregulhosos são constituídos predominantemente de quartzo, e são subarredondados a subangulosos. No topo da sequência ocorre uma cobertura arenosa homogênea, de granulação fina a média, pouco espessa, de composição areno-silto-ferruginosa.

. Aluviões Quaternários

Ocorrem na forma de importantes depósitos fluviais, de canais e de planícies de inundação, ao longo

do rio Jaguaribe e dos principais afluentes, incluindo o rio Palhano. Atingem dezenas de metros de espessura no leito do rio Jaguaribe como resultado da grande sedimentação que se seguiu à transgressão Flandriana (6.000 anos atrás), após intenso período de erosão e abaixamento dos leitos, ocorrido no último período glacial, quando o nível do mar atingiu cerca de 120m abaixo do nível atual, há cerca de 20.000 anos atrás.

Os aluviões dos leitos dos rios são representados predominantemente por areias de granulometrias variadas, frequentemente com pedregulhos e com pequena quantidade de finos. Nas planícies de inundação predominam areias argilosas e argilas siltosas, localmente orgânicas.

4. GEOLOGIA LOCAL

4.1 ESTRATIGRAFIA E LITOLOGIAS

O eixo da adutora de Itaiçaba/Palhano comporta as unidades litoestratigráficas do Complexo Cristalino (PE), do Grupo Barreiras (Tb1/Tb3) e dos Aluviões

Fluviais (Qha), conforme pode-se observar no desenho onde está apresentado o mapa geológico da referida área. O complexo Cristalino ocorre ora na forma de extensos afloramentos rochosos, nivelados com a superfície do terreno, ora em afloramentos de menores extensões, com alturas de até 3m. Mostram-se geralmente pouco alterados (A2/A1), muito pouco fraturados, com espaçamento entre fraturas superior a 2m. As fraturas mostram-se, normalmente, fechadas, descontínuas e de pequenas persistências (continuidades).

Litologicamente, o Complexo Cristalino é caracterizado por migmatito heterogêneo com estrutura variando desde gnáissica a granítica, distribuída em faixas de direção bem definida, sendo que na maioria dos afloramentos mapeados predomina a estrutura granítica, recortada por veios estreitos de pegmatitos. A rocha apresenta geralmente textura fanerítica média e coloração cinza clara.

O grupo barreiras aparece na margem direita do rio Palhano no sentido SW-NE.

De maneira geral, a sequência sedimentar, na área do projeto, é constituída, a partir da superfície, pe-

las seguintes camadas:

- uma camada superficial homogênea, constituída de areia branca quartzosa pouco siltosa, fofa, de espessura variável, atingindo, localmente, até 2,5m; sua permeabilidade é de média a alta ($K > 5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$);

- uma camada de areia compacta, de estratificação indistinta, com níveis pedregulhos eráticos, de matriz areno-argilosa, caulínica e cimento ferruginoso;

- uma camada basal de pedregulhos (seixos subarredondados) finos a grossos, de matriz fechada areno-argilosa a areno-siltosa, incluindo, localmente, níveis de areia silto-argilosa, também muito compacta, de permeabilidade média a baixa ($K < 2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$).

Os aluviões ocupam os leitos do rio Palhano, Jaguaribe e seus afluentes. São formados por areia grossa a fina, fofa, incluindo alguns pedregulhos, e mais raramente por argila siltosa mole.

4.2 ESTRUTURAS GEOLÓGICAS

A área de implantação da adutora teve sua estruturação tectônica iniciada no pré-cambriano, com passagens interrompidas nos períodos paleozóico e mesozóico, apresentando uma acentuada calma desde o terciário até os tempos atuais.

As unidades pré-cambrianas, representadas na área de interesse pelo Complexo Cristalino, estão relacionadas aos dobramentos do Ciclo Basiliano, de idade proterozóica. Suas rochas apresentam foliações na direção predominante NNE-SSW, com estruturas desenvolvidas sob condições de alto grau de metamorfismo, no fácies anfibolito, daí terem como características dobramentos complexos que sugerem vários períodos de redobramentos. Observam-se, comumente, dobramentos em estruturas sinformes e antiformes, abertas ou apertadas, de geometrias simétricas ou assimétricas, harmônicas, desarmônicas e recumbentes, com inúmeras terminações periclinais.

As principais falhas da região apresentam direção predominante NE-SW, e são transcorrentes. Na Área do

Projeto merece destaque a falha de Jaguaribe, com extensão superior a 250km, estando em grande parte coberta por sedimentos cenozóicos, representados pelo Grupo Barreiras e por aluviões fluviais.

As diaclases apresentam-se em famílias de atitudes variáveis, destacando-se as de direção NE-SW com mergulhos subverticais.

Os sedimentos terciários do grupo Barreiras e os aluviões quaternários apresentam-se em estratos horizontalizados.

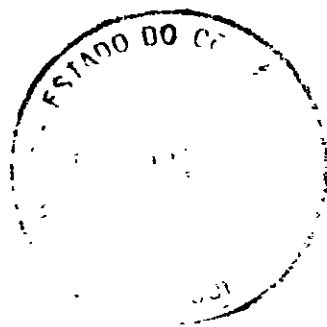
4.3 GEOMORFOLOGIA

A adutora de Itaiçaba/Palhano situa-se na feição morfológica denominada de "terrenos cenozóicos de cobertura", que ocupa uma faixa de largura variável, entre 5 e 50 Km ao longo da costa, formando uma ampla superfície aplainada, suavemente inclinada para o mar. Tais coberturas aplainadas correspondem aos sedimentos do Grupo Barreiras e constituem depósitos correlativos resultantes da degradação quase ao mesmo plano, das áreas pré-cambrianas do interior, exumando os vestígios de antigas superfícies. O pediplano de

rochas pré-cambrianas, que dá continuidade aos tabuleiros para o interior, consiste de um conjunto profundamente arrasado, com forma de relevo suavemente ondulado, localmente interrompido por morros e serrotes residuais, formados por migmatitos granitóides ou por cristas de quartzito, mais resistentes.

Cabe ressaltar, que na área de interesse do projeto, as rochas do Complexo Cristalino são representadas por migmatitos, granitos, gnaisses e mais raramente por xistos, não tendo sido identificados calcários cristalinos, que ocorrem nesta unidade em outros locais da região, formando lentes descontínuas de dimensões variáveis, geralmente de reduzidas espessuras. Desta forma, não existem condições de formações de relevo Kárstico na área do projeto.

As zonas de baixios, compostas por aluviões e terraços fluviais, representam a feição morfológica mais recente, formadas por variações do nível de base regional comandadas pelo rio Jaguaribe. Os aluviões ocorrem na forma de importantes depósitos de canais e de planícies de inundação, apenas ao longo dos rios Jaguaribe e afluentes principais. Atingem dezenas de metros de espessura, como resultado da grande sedimen-



000017

tação que se seguiu à transgressão Flandriana, conforme referido anteriormente.

A rede hidrográfica atual reflete as condições climáticas regionais, com rios e riachos intermitentes, fluindo somente nas épocas chuvosas, com regime torrencial.

Os solos da bacia são enquadrados, predominantemente, na classe Podzólico-Vermelho-Amarelo Distrófico, sob relevo plano e suave ondulado, com horizonte B textural, tendo significativa diferença de textura entre os horizontes A e Bt. A dominância de argilas do grupo 1:1 e de sesquióxidos na fração coloidal atribuem-lhe o caráter de argila de atividade baixa, evidenciada pelos valores inferiores a 24 mE/100g de argila para a capacidade de troca de cations. Têm percentagem de saturação de base inferior a 50, atribuindo-lhe a característica de baixa fertilidade natural. São, em geral, solos ácidos. Apresentam horizonte A com os tipos fraco, moderado e proeminente, tendo textura com as classes arenosas e média. São solos potencialmente utilizáveis em agropecuária, havendo necessidade de adubação e de correção da acidez trocável. Associadas a estes solos, ocorrem, de forma subordina-

da, as classes Areias Quartzosas Distróficas e Regossolos Eutróficos.

A cobertura vegetal na área da bacia hidrográfica do rio Palhano é característica da unidade Estepe, sendo representada principalmente pela formação Caatinga Arbórea Sem Palmeira, composta de árvores e arvoretas de alturas variáveis, geralmente da ordem de 2m, esparsamente distribuídas, entremeadas de plantas suculentas em forma de candelabro, sobre um estrato herbáceo estacional. Têm como características dominantes as folhas pequenas, muitas vezes providas de espinhos, e umas poucas plantas com órgãos de reserva subterrâneos. As árvores mais altas apresentam alturas entre 8 e 10m.

Em áreas inundáveis, geralmente acompanhado os cursos d'água intermitentes, os chamados brejos ou baixios, a vegetação predominantemente é o carnaubal.

Partes restritas da bacia são ocupadas por culturas de milho, feijão, mandioca e, principalmente caju, a única que tem caráter permanente e não é afetada pelas secas. Ocorrem também áreas desmatadas ocupadas por pastagens ou em fase de regeneração.

4.4 HIDROGEOLOGIA

Na Área do Projeto ocorrem três unidades hidrogeológicas, diretamente relacionadas com as unidades litoestratigráficas Complexo Cristalino, Grupo Barreiras e Aluviões Fluviais, descritas anteriormente.

As rochas do Complexo Cristalino são praticamente desprovidas de vazios intergranulares, exceto na camada intemperizada que constitui o solo. Em sequência, a água subterrânea fica limitada aos vazios proporcionais pelas estruturas geológicas rúpteis, basicamente as falhas e as fraturas, não se estabelecendo lençol freático contínuo. As condições de recarga nessas rochas dependem fundamentalmente do relevo, da espessura e da permeabilidade da camada do solo sobrejacente, além da disponibilidade das águas das chuvas. As condições de circulação, armazenamento e captação das águas subterrâneas vão depender, então, das características hidrogeológicas das falhas e fraturas, notadamente de suas aberturas, preenchimentos, permeabilidades e continuidades.

EDIÇÃO PROVISÓRIA
BIBLIOTECA - C. H.



000020

Os poços tubulares executados na região indicam que a unidade Complexo Cristalino apresenta uma vocação fraca, com baixas vazões de produção, entre 50 e 2030 l/h, com valor médio de 780 l/h, correspondendo a vazões específicas entre 0,90 e 58l/h/m, com valor médio de 27 l/h/m.

Os sedimentos do Grupo Barreiras e os aluviões quaternários, ao contrário da unidade anterior, apresentam vazios intergranulares e propiciam o estabelecimento da bacia aquífera, com nível freático contínuo, desenvolvido a partir dos leitos dos rios principais para as encostas, com declividade bastante suave. As condições de recarga, circulação, armazenamento e captação da água subterrânea são determinadas fundamentalmente pelos vazios intergranulares. No cadastramento dos poços tubulares existentes na Área do Projeto, verificou-se que a espessura dos sedimentos Barreiras varia entre 1 e 66m. Devido à sua heterogeneidade litológica, suas características hidrogeológicas variam de local a local, sendo o potencial considerado médio a baixo. Os poços tubulares que exploram água subterrânea a partir desta unidade apresentam baixas vazões de produção, sendo ligeiramente mais elevadas que as dos poços que exploram exclusiva-

mente o aquífero cristalino.

Estudo cadastral de poços rasos (cacimbas), realizado nas proximidades da área do projeto, indicaram que o lençol freático estabelecido nos sedimentos Barreiras sofre forte oscilação sazonal, apresentando-se praticamente à superfície, nos invernos rigorosos, e desaparecendo nos períodos secos, onde fica restrito às fraturas do maciço rochoso.

Os aluviões fluviais apresentam importância hidrogeológica apenas nas planícies dos rios principais, como o Jaguaribe e o Banabuiu, onde a grande espessura deste sedimentos e a predominância de fácies arenosas propiciam a formação de aquíferos com alto potencial.

Os poços de água subterrâneas existentes na Área do Projeto produzem geralmente águas salobras, não utilizáveis para consumo humano.

4.6 SISMICIDADE NATURAL

A Área do Projeto está situada na região Sismotectônica do Nordeste, com atividades sísmicas moderadas, estas concentradas principalmente na porção norte

do estado do Ceará, na porção nordeste do Rio Grande do Norte e ao longo do Lineamento de Pernambuco.

Os sismos mais significativos desta região, registrados pelas estações sismográficas, apresentaram magnitudes entre 4,3 e 5,2 e intensidades epicentrais entre VI e VII na Escala Mercalli Modificada.

O sismo mais significativo na área para os estudos em questão ocorreu na localidade de Palhano, em 23/03/89, com magnitude 4,5 e intensidade epicentral VI.

5. CONCLUSÕES

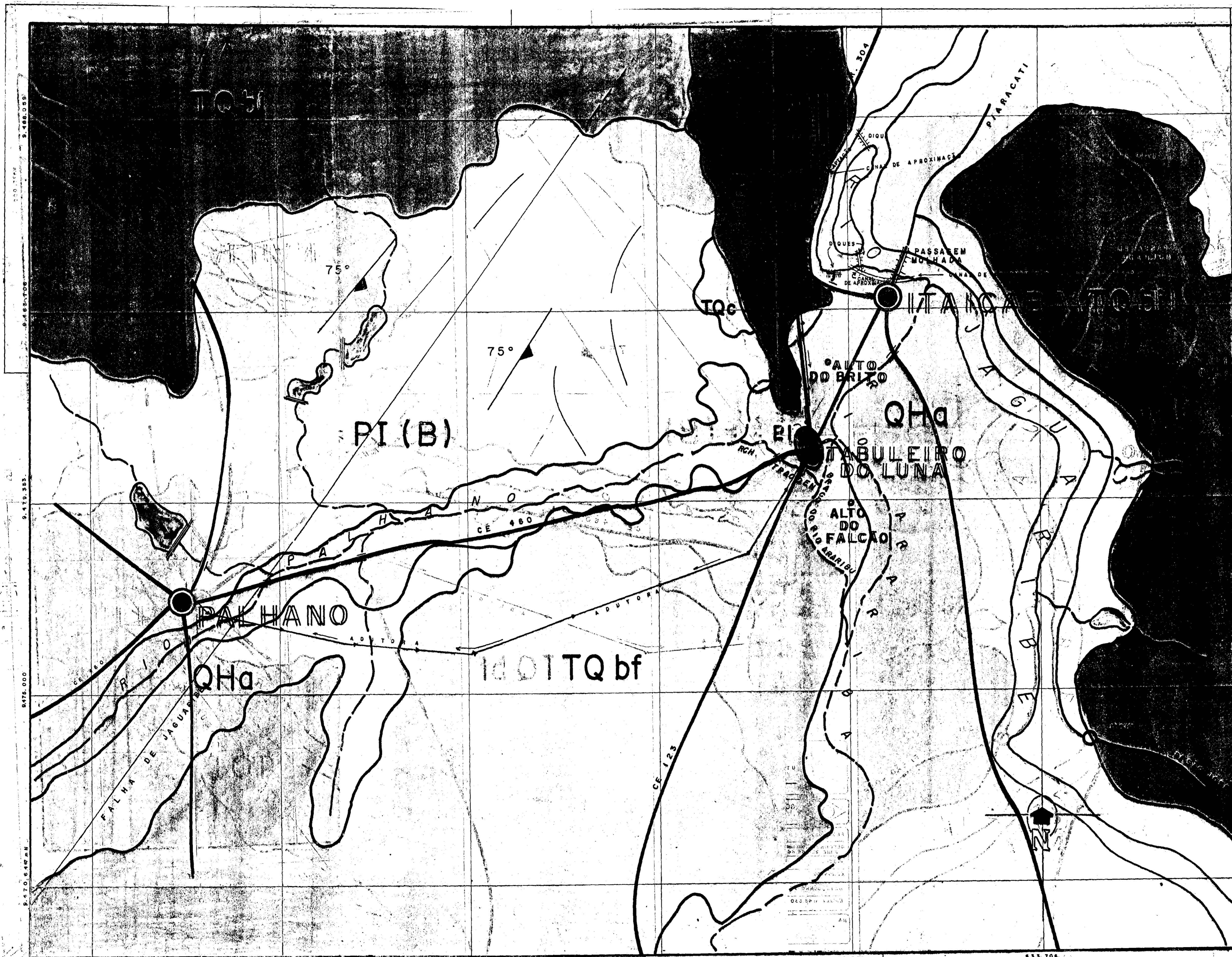
Os estudos realizados, discutidos nos itens anteriores, informam que as condições geológico-geotécnicas ocorrentes na área do Projeto mostram condições desfavoráveis a captação por poços tubulares, uma vez que as unidades litoestratigráficas encontradas na região, apresentam fraca vocação hidrogeológica ou geralmente produzem águas salobras, impróprias para consumo humano. Tendo necessidade de um manancial com vazão suficiente para abastecer a cidade de Palhano e

000023

demais localidades, durante o ano inteiro, mesmo nos períodos críticos de estiagem prolongada, onde o lençol freático desaparece, ficando restrito as fraturas do maciço rochoso, é que tomamos como fonte para captação o rio Jaguaribe na altura do canal de aproximação da EBP do Canal do Trabalhador.

DESENHOS

000025

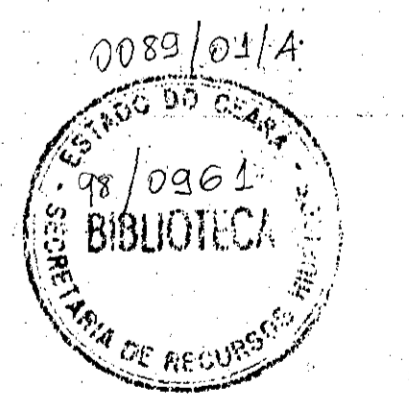


CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

QUATERNÁRIO	TQc	SEDIMENTO ARGILO-ARENOSOS E ARENO-ARGILOSOS DE TONS ALARANJADOS, AVERMELHADOS, E AMARELADOS, LOCALMENTE, CASCALHOSOS E LATERALIZADOS NA BASE. O CIMENTO É ARGILOSO E FERRUGINOSO / FLUVIAL / GUSO.
QUATERNÁRIO	QHa	ARGILAS, AREIAS ARGILOSAS, AREIAS QUÁRTZICAS, ARGILAS ORGÂNICAS, AREIA QUARTZO-FELDSPÁTICAS OU NÃO E CASCALHOS / FLUVIAL COM INFLUÊNCIA MARINHA LOCAL / DIATOMITOS, GUSO.
TERCIÁRIO	TQb	CONGLOMERADOS BASAIS AVERMELHADOS, COM SEIXOS E CALHAS DE ROCHAS CRISTALINAS DIVERSAS; ARENITOS POUCO LITIFICADOS E AVERMELHADOS E SILTITOS COM NÍVEIS DE ARGILAS E CASCALHOS. NÍVEL LATÊNICO NA BASE / FLUVIAL / ÁGUA SUBERRÂNEA.
TERCIÁRIO	TQbf	ARENITOS ARGILOSOS DE COLORAÇÃO VARIEGADA (TONS AVERMELHADOS, AMARELADO E ESVERDEADOS). MATRIZ ARGILO-CALCÍNICA, COM CIMENTO ARGILOSO, FERRUGINOSO E, ÀS VEZES SILTICOSO; GRANULAÇÃO FINA À MÉDIA, COM LEITOS CONGLOMERÁTICOS, NÓDULOS LATÊNICOS NA BASE. PODENDO-SE ENCONTRAR, NO TOPO, AREIAS SILTICAS BEM CLASSIFICADAS; ESTRUTURAS; ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E DISCRETA ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA / FLUVIAL COM ESPORÁDICAS CORRIDAS DE LAMA / ÁGUA SUBERRÂNEA.
PROTEROZOICO	PI	FILITOS (SIL) MICANISTOS, PREFERENCIALMENTE DE GRAU BAIXO DE METAMORFISMO (SERICITA - CLORITA, MOSCOVITA, BIOTITA, MOSOVITA - BIOTITA, MOSCOVITA - BIOTITA GRANADA) E, SECUNDARIAMENTE, DE GRAU MÉDIO (GRANADA - CIANITA, GRANADA - BIOTITA - SILICINITA, ANDALUSITA - CORDIERITA E BIOTITA - ESTAUROLINA - GRANADAITE); METACALCÁRIOS, DOLOMITICOS OU NÃO (EM PARTE EXIBINDO MASSAS DE MASCHERITA ASSOCIADA A TALCO QUARTZITOS, ÀS VEZES COM LEITOS DE METACÓSEOS E COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA, SUBORDINADAMENTE ROCHAS CALCISSILICÁTICAS, ANFIBOLITOS, METASITOS E XISTOS MAGNESIANOS E BIOTITA - GNAISSOS FINOS (PI). METACALCÁRIOS, MAGNESITA, GROSSO, NÍQUEL, ÁGUAS SUBERRÂNEAS - (C ONDE DELIMITADOS).
PROTEROZOICO	PI(B)	GNAISSOS E MASCHERITAS DIVERSOS, ENCERRANDO JAZIMENTOS, SUBORDINADOS DE METACALCÁRIOS, QUARTZITOS, ROCHAS CALCISSILICÁTICAS, ANFIBOLITOS, METASITOS E METALIBANOS, ALÉM DE ROCHAS SABRO-DIORÍTICAS.

75° 75° A TITULADA DE FOLIAÇÃO COM INCLINAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO MERIDIANO

FALHA
LIMITE DA MANCHA DE SOLO



UTM E 40 36° W. G. 000026

ADUTORA ▲ ELEVATÓRIA - CAGECE

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO: ADUTORA ITAICABA / PALHANO

DESENHO: []

VISTO: []

APROVADO: []

DATA: JUNHO 99

ESCALA: 1:43.530

MAPA GEOLÓGICO

NOVA DELY PROJETOS E OBRAS

PAL-10-01