

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS BÁSICO DA BARRAGEM CHORÓ EM BEBERIBE

VOLUME II - RELATÓRIO ESTUDOS BÁSICOS

TOMO II - Estudos Geológicos e Geotécnicos

TSA
PROJETO DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
Março de 1999

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM CHORÓ, EM BEBERIBE-CE

VOLUME 2 - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS
TOMO II A - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS
TEXTO

Lote 00694 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº 0075/02/02/pt A
Volume 1
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

 TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA
NOVEMBRO/99

0075/02/02/pt.A
ex.1

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM CHORÓ, EM BEBERIBE-CE

VOLUME 2 - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS
TOMO II A - ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS
TEXTO



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A **TSA** - Projetos de Engenharia Ltda, em cumprimento ao Contrato nº 01/99 firmado entre a referida empresa e a SRH – Secretaria de Recursos Hídricos, apresenta o relatório dos Estudos Geológicos e Geotécnicos do Projeto Básico da Barragem Choró

O projeto básico é composto pelos seguintes documentos:

VOLUME I - Relatório dos Estudos Preliminares

VOLUME II - Relatório dos Estudos Básicos

TOMO I Estudos Topográficos

TOMO II - Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO III - Estudos Hidrológicos

VOLUME III - Relatório Geral

TOMO I - Descrição Geral do Projeto

TOMO II - Memorial de Cálculo

TOMO III Especificações Técnicas e Orçamento

TOMO IV - Desenhos

TOMO V - Relatório Síntese

O TOMO II – Estudos Geológicos e Geotécnicos está dividido em duas partes Tomo II A – Estudos Geológicos e Geotécnicos – Texto e Tomo II B – Estudos Geológicos e Geotécnicos – Anexo

O presente relatório refere-se ao **VOLUME II - Relatório dos Estudos Básicos – TOMO II A – Estudos Geológicos e Geotécnicos – Texto**

SUMÁRIO

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 2 |
| 1 – INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS | 10 |
| 2 1 - Geologia Regional | 11 |
| 2 1 1 - Complexo Nordestino (p _{en}) | 11 |
| 2 1 2 - Grupo Barreiras (TQb) | 13 |
| 2 1 3 - Dunas Móveis (Qd) | 14 |
| 2 1 4 - Aluviões (Qa) | 15 |
| 2 2 - Geologia Local | 17 |
| 3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS | 20 |
| 3 1 - Sondagens e Ensaio no Sítio Barrável | 21 |
| 3 1 1 - Sondagens a Pá e Picareta | 21 |
| 3 1 2 - Sondagens Mistas | 22 |
| 3 1 3 - Ensaio de Permeabilidade "in situ" com Carga Constante | 24 |
| 3 1 4 - Ensaio de Perda d'água Específica | 28 |
| 3 2 - Estudos dos Materiais de Construção | 30 |
| 3 2 1 - Jazida Terrosa | 30 |
| 3 2 2 - Areal | 31 |
| 3 2 3 - Pedreira | 31 |
| 3 2 4 - Cascalheira | 36 |
| 3 2 5 - Ensaio Especiais | 36 |
| 3 3 - Apresentação dos Resultados | 38 |
| 3 4 - Comentários sobre as investigações | 39 |
| 3 4 1 - Fundações | 39 |
| 3 4 2 - Ombreiras | 40 |
| 3 4 3 - Materiais de Construção | 41 |
| DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA | 44 |

1 – INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento de Estudos Básicos tem por objetivo apresentar os Estudos Geológicos e Geotécnicos executados para Elaboração do Projeto Básico da Barragem Choró, no Município de Beberibe, Ceará

O Projeto Básico faz parte da ampliação da reserva hídrica da região e deverá atender prioritariamente a adutora que abastecerá o município de Beberibe, no estado do Ceará

O objetivo principal dos estudos geológicos e geotécnicos foi caracterizar o subsolo local, bem como os materiais de construção disponíveis para elaboração do Projeto Básico da Barragem Choró, definindo assim, condições gerais e particulares. Tais condições fornecerão subsídios para que as obras sejam executadas com o máximo de economia, eficiência e segurança

Os estudos foram divididos em duas fases a saber estudos geológicos e investigações geotécnicas. Assim sendo, este relatório foi dividido nos seguintes itens, de acordo com os aspectos abordados

- Estudos Geológicos
 - Geologia Regional
 - Geologia Local
- Estudos Geotécnicos
 - Sondagens e Ensaio no Sítio Barrável
 - Estudos dos Materiais

Iniciou-se o estudo geológico através de informações existentes em mapas geológicos. Estes dados foram complementados através de incursão à área em questão, a fim de se desenvolver a identificação da estrutura geológica presente no local escolhido: tipos, ocorrência de afloramentos, extensão, arranjo, espessura e propriedades das rochas detectadas, mapeamento de possíveis falhas na rocha e outras observações pertinentes

As investigações geotécnicas proporcionaram o conhecimento do subsolo local, através da execução de sondagens do tipo mista (iniciada a percussão e seguida de rotativa) denominadas SM e abertura de poços de inspeção a pá e picareta (SPP) com retirada de amostras

Nas sondagens mistas foram executados "in situ" ensaios "Le Franc" no caso de solo e ensaios de perda d'água específica no caso de rocha

Também fez parte do escopo, a identificação de jazidas de materiais de empréstimo potencialmente exploráveis, que serão utilizados na execução do maciço. Inclui-se também, os ensaios de laboratório dos materiais de jazidas de empréstimos e das fundações

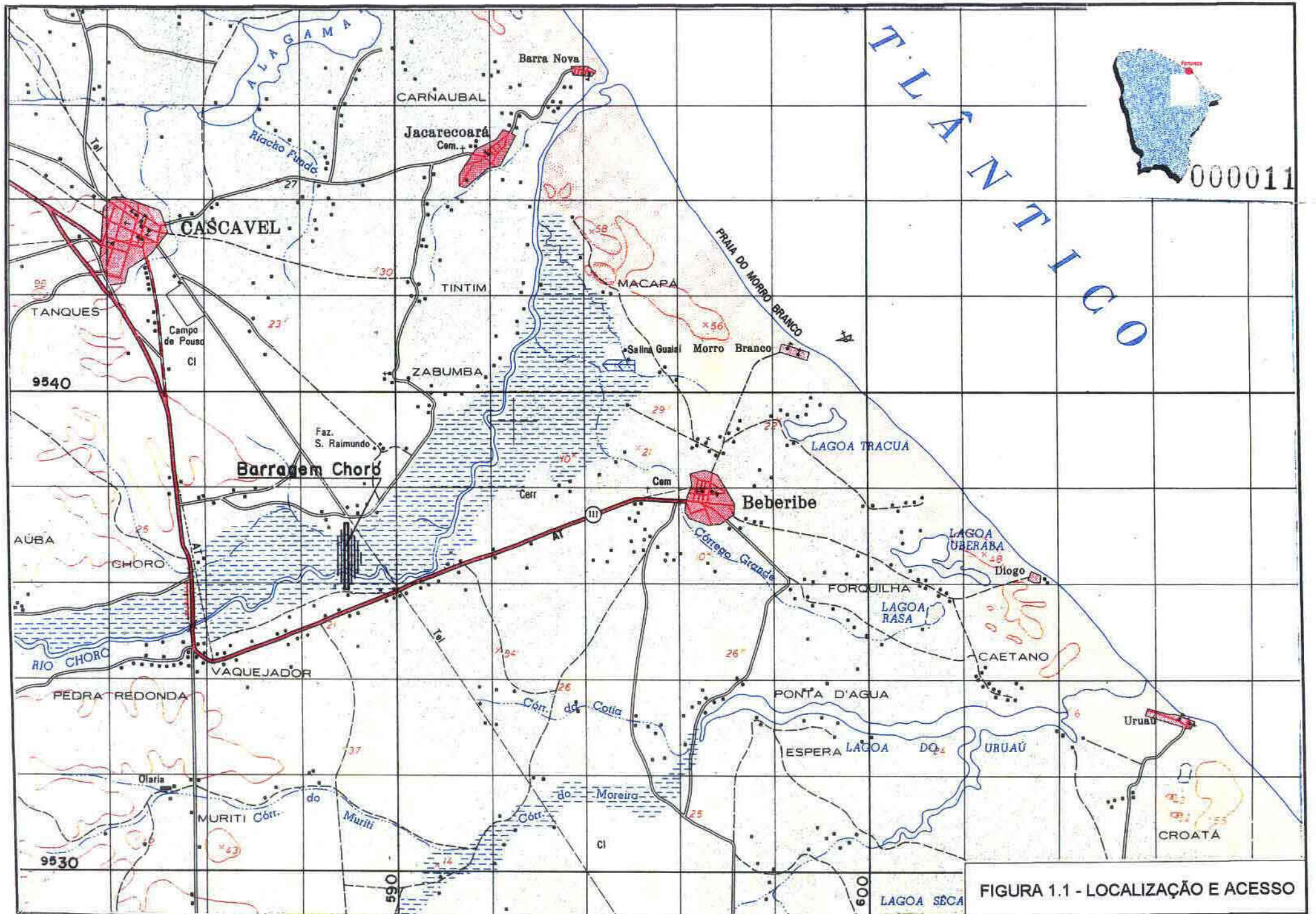
É importante ressaltar que todos os procedimentos de ensaio seguiram as normas contidas na ABNT

Com os resultados apresentados através dos boletins de sondagens constantes deste volume e demais estudos efetuados, pode-se traçar um perfil geológico-geotécnico característico da região da obra em questão

1.1 - Localização e Acesso

O boqueirão do futuro barramento está localizado no rio Choró, na localidade de Choró- Buriti, no município de Beberibe no estado do Ceará, distante 10 Km da sede do referido município e 71 Km de Fortaleza. O acesso, a partir de Fortaleza, se dá pela CE-040 até a localidade de Choró-Buriti (71Km) e desta toma-se estrada carroçável (700m) até o local do boqueirão

O Mapa de Localização e Acesso é mostrado na Figura a seguir



2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

2 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

Os estudos geológicos foram realizados em escala regional para uma revisão mais ampla dos condicionamentos geológicos da região, e em escala local, resultando uma visão detalhada das litologias e estruturas existentes nos locais de implantação das obras

Para realização dos estudos geológicos serviram de apoio, plantas topográficas e mapas geológicos dos Projetos Radam Brasil volume 23 e projeto Fortaleza. DNPM 1981

2.1 - Geologia Regional

A área em estudo é constituída por rochas do embasamento cristalino pertencente ao Complexo Nordestino (p \in n) (migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaiss variados zona de intensa migmatização com núcleo granitóide e migmatitos homogêneos, gnaiss, quartzitos, xistos e calcário cristalino) e por rochas sedimentares pertencente ao grupo barreiras (TQb) (conglomerados e arenitos caulínicos conglomerático e variegados com níveis de argilas, cascalhos e areias) Também ocorre na região sedimentos recentes dunas móveis (Qd) (sedimentos inconsolidados formadores de dunas de praia, areia esbranquiçada, bem classificadas, com granulometria entre finas e médias) por fim os aluviões (Qa), constituídos de argilas, siltes e areias, variando de fina a grossa com cascalho de quartzo, associados aos vales dos rios e riachos existentes na região

2.1.1 - Complexo Nordestino (p \in n)

a) Generalidades

Nas primeiras décadas do século passado houve a passagem pelo nordeste do Brasil dos primeiros estudiosos, objetivando a pesquisa científica no campo das Ciências naturais. Neste aspecto obtém-se, uma ordem dos trabalhos executados, que datam de 1830 a 1945

Apesar desta pesquisa científica tratar, de modo geral, apenas de aspecto amplo das ciências naturais, destacam-se alguns trabalhos que contêm informações geológicas regionais, traduzindo-se, nas primeiras tentativas, de uma divisão estratigráfica para as rochas nordestinas. Desta forma, Crandall foi o primeiro a estabelecer uma subdivisão para as rochas pré-cambrianas da região, baseada em critério litológico. Refere-se a elas como complexo fundamental, composto de gnaisses e xisto cristalinos, e Série Ceará, constituído por xistos argilosos com quartzitos, arenitos e calcários transformados em mármore.

Objetivando homogeneizar a nomenclatura existente para a caracterização da faixa de metamorfitos de idade pré-cambriana inferior a média, que ocorre na folha SA 24 Fortaleza, foi proposta a designação de Complexo Nordestino, visando preencher os requisitos do guia internacional de nomenclatura estratigráfica de Hedberg (1975), para rochas parcial ou totalmente migmatizadas, com estilo estrutural especial e complicado, entretanto com características próprias.

b) Posições Estratigráficas

O Complexo Nordestino, juntamente com outras áreas pré-cambrianas encontra-se posicionado como substrato das sequências supracrustais.

O padrão geocronológico obtido, demonstra um envolvimento nos eventos pré-cambrianos superior, tendo sido entretanto, o evento transamazônico o mais atuante.

c) Distribuição na área

Esta unidade distribui-se na região em posições nas margens ao longo do rio Choró.

d) Petrografia

As litologias predominantes do Complexo Nordestino compreendem migmatitos, gnaisses, gnaisses migmatizados e granitóide, antibólitos, quartzitos metarcóseos, calcários cristalinos, xistos, itabiritos, calcossilicatados e rochas cataclásticas

2.1.2 - Grupo Barreiras (TQb)

a) Generalidades

O termo Barreira foi usado pela primeira vez por Brauner em 1902, quando se referia aos sedimentos variegados e inconsolidados que ocorrem, de forma contínua, por toda a faixa costeira que vai do Rio de Janeiro até o Amazonas

Oliveiras e Leonardos (1943) reuniram esses depósitos costeiros sob a denominação de série Barreiras. Oliveira e Andrade Ramos (1956) chamaram de "Formação Barreira" aos sedimentos que ocorrem na costa de Recife, designação esta usada pela Petrobrás, nos trabalhos por ela executados, desde a Costa Norte até o Espírito Santo. A exposição de rochas do Grupo Barreiras, que ocorre na região deste trabalho pertence ao Grupo Barreiras indiviso

b) Posições Estratigráficas

A tentativas de identificação e de caracterização do grupo Barreiras têm sido baseadas em evolução paleoclimática, unidade basal, como sendo do oligoceno ou um pouco mais antigas e as unidades finais da estratigrafia no final do terciário e início do quaternário

c) Distribuição na Área

Na região o Grupo Barreira expõe-se por toda faixa litorânea acompanhando a linha da costa, até uma extensão de 30Km para o continente

- Grupo Barreira Indiviso

Devido à falta de estudos de âmbito regional, que mostre a extensão geográfica das diversas formações, já identificado como pertencente ao Grupo Barreiras (Formação Riacho Mornos, Macaiba e Potengi) e ainda a falta de dados que permitam uma subdivisão mais adequada a esta área de trabalho, o Grupo Barreiras indiviso será aqui considerando como englobando todas estas formações

O Grupo Barreiras indiviso é representado por sedimentos areno argilosos, afossilíferos, que ocorrem em forma de tabuleiros ao longo do litoral, apresentando suáveis inclinações em direção ao mar, com sua monotonia topográfica comumente quebrada por rios e riachos, que podem formar extensos paredões em seus vales. O seu contato com rochas mais antigas discordante

d) Litologia

Predominam sedimentos areno-argilosos com intercalações siltíticas e conglomeráticas. As argilas podem aparecer puras e em grande extensão, formando, às vezes, depósitos economicamente importantes (caulim), apresentando coloração variada, com tons avermelhados até esbranquiçados. Em geral são sedimentos pouco consolidados, com grau diagenético fraco. A variação lateral e vertical é marcante, podendo faltar horizonte em curta distância

2.1.3 - Dunas Móveis (Qd)

Esta unidade é constituída por sedimentos inconsolidados, formadores de dunas de praia, estando intimamente condicionados ao desenvolvimento da geomorfologia litorânea

De uma maneira geral, as dunas móveis formam um cordão litorâneo bem estreito com cerca de 2 a 3 Km de largura seccionado alguns pontos pelo vale dos rios. Começam a se esboçar desde a linha de praia alta, tornando-se rarefeitos à

medida que penetram na zona interiorana. Seus contatos em relação às formações sotopostas, são geralmente abruptos e, localmente, onde elevam-se as cotas superiores dos tabuleiros do grupo Barreiras, promovem o afogamento dos vales costeiros impedindo desta forma que os cursos d'água menores atinjam diretamente o oceano. Este assoreamento dos vales, resulta muitas vezes, na formação de verdadeiras represas naturais e provocam, com frequência o deslocamento para sotavento das embocaduras em relação aos canais naturais de deságue dos cursos d'água.

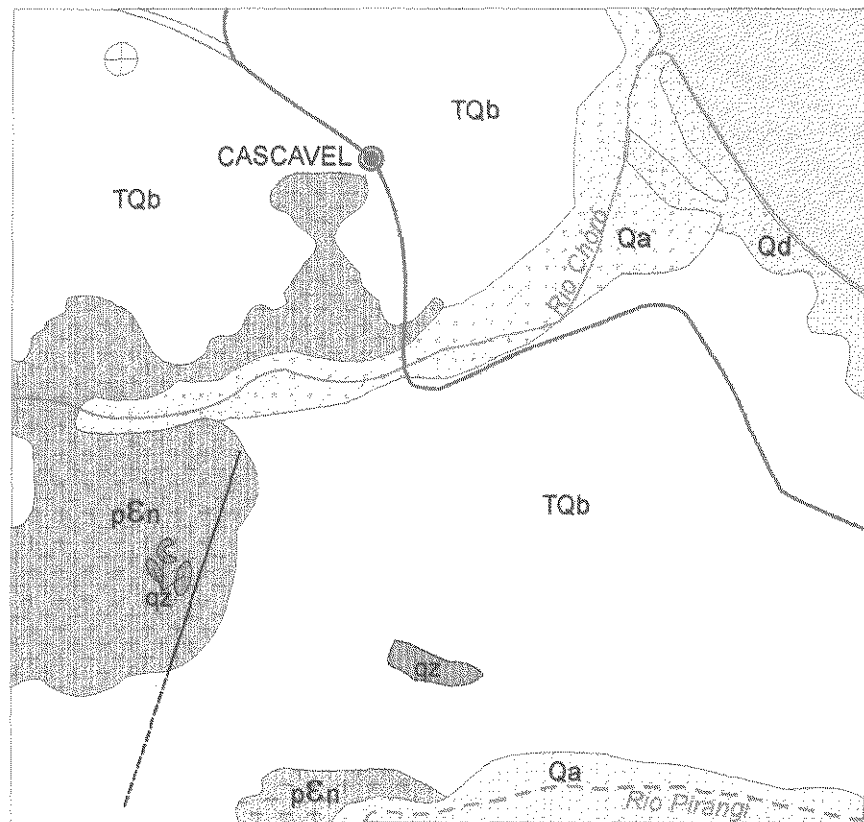
2.1.4 - Aluviões (Qa)

São representados aqui como aluviões, todos os depósitos fluviais recente. Os terraços fluviais, mesmo sendo mais antigos, são todavia, sedimentos correlatos genericamente e que constituem apenas o início de um processo de sedimentação. Os Clásticos da Formação Faceira (Paleoterraço do rio Jaguaribe) não poderiam ser considerados neste sentido, posto que os mesmos estão relacionados a evento antigo de sedimentação, cujas causas principais, que promovem, não existem mais.

Na área, os aluviões constituem uma unidade importante, tanto do ponto de vista geológico quanto econômico. Compreendendo as faixas alongadas, estreitas e sinuosas depositadas na calha dos rios, que iniciam-se no interior, alargando-se paulatinamente no sentido da zona litorânea onde são seccionadas abruptamente pela linha da costa.

Litologicamente, os aluviões estão representados pelas argilas, areias argilosas, areias puras e cascalhos. As argilas são abundantes e se encontram com frequência em todas as calhas dos rios principalmente no rio Jaguaribe, Choró, Pirangi, Pacoti, Curu e Acarau. São argilas dentriticas, de boa plasticidade, de cores muito variadas, geralmente brancas, amarelas, esverdeadas, alaranjadas e várias matizes cinzas.

A Figura 2.1 ilustra a Geologia Regional



LEGENDA



- | | | |
|---|-----|--------------------------|
|  | TQb | Grupo Barreiras Indiviso |
|  | Qa | Aluviões |
|  | Qd | Dunas |
|  | pEn | Complexo Nordestino |
|  | qz | Complexo Nordestino |
|  | | Falha Normal |
|  | | Rodovia pavimentada |
|  | | Cidade |
|  | | Rodovia implantada |

Figura 2.1

Mapa Geológico Regional
Esc.: 1:200.000

000018

2.2 - Geologia Local

Para o estudo geológico do eixo barrável, foram realizados caminhamentos por toda a malha do eixo e do vertedouro, onde se estudou afloramentos existentes

As litologias ocorrentes na área, compreendem rochas sedimentares, pertencentes ao Grupo Barreiras indivisos (TQb), arenitos inconsolidados conglomeráticos. Os aluviões estão presentes constituídos por argilas, areias argilosas, areia pura de granulometria variando de fina grossa, depositados nas calhas dos rios e riachos locais e formando um terraço entre as calhas dos rios onde, no período chuvoso, funciona como planície de inundação

a) Litologias

a) Grupo Barreiras indivisos (TQb) – arenitos de granulometria fina e média e conglomerática caulínica apresentando concentração de óxido de ferro, crosta de laterização, intemperizado a são

No eixo e vertedouro da Barragem Choró, em Beberibe-Ce, ocorrem litologias do Grupo Barreiras, aflorando principalmente nas calhas dos rios e ombreira esquerda. As localizações dos afloramentos, em relação às estacas do eixo, a partir da ombreira esquerda são as seguintes (42A+1,00m, -42A+10,00m, 43A – 44A e 46A+10,00m – 48A), calha do rio próximo à ombreira esquerda (36A+18,00m – 54+1,00 m) e finalmente na calha do rio próximo à ombreira direita (52+18,00 m – 54+1,00 m), no restante das estacas, tanto na ombreira esquerda quanto na direita, predomina o solo constituído por areias finas e médias, areias argilosas com pedregulhos provenientes da decomposição do arenito

A estratificação, de um modo geral é indistinta, devido o alto grau de intemperismo em que se encontra a rocha no local

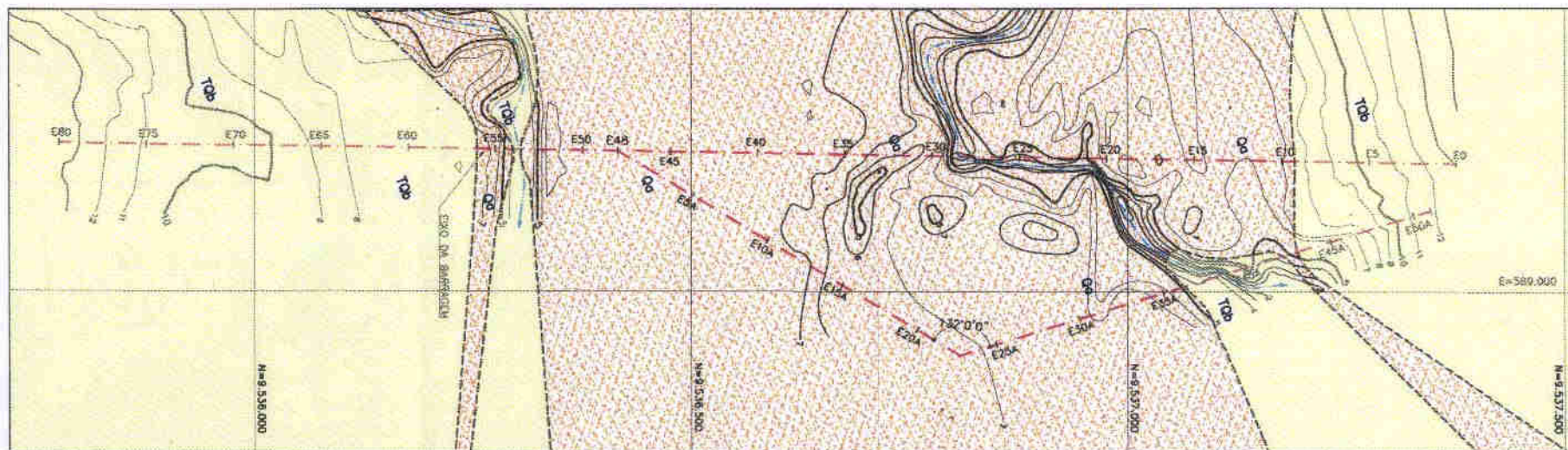
Em sondagens realizadas no eixo, podemos observar que o arenito está sobre o embasamento cristalino em discordância erosiva

b) Quaternários Aluviões (Qa)







Litologicamente representados por argilas, argilas orgânicas, silte, areias puras e argilosas, os aluviões foram depositados nas calhas dos rios e no terraço entre os dois rios, cuja localização em relação ao eixo é a seguinte (42A+10,00 m – 43A, 36A+18,00 m – 0A=48, 48-52+18,00 m e 54+1,00 m – 56+1,00 m)

A parte mais profunda destes depósitos, foi observada através de sondagens executadas no centro do terraço aluvionar, entre as estacas 42 e 36, onde apresentam espessura em torno de 20,00m

A Figura 2.2 apresenta o levantamento Geológico Executado no local em questão



LEGENDA:

-  Qa Solo aluvial
-  TQb Grupo barreiras indiviso solo proveniente da decomposição de rochas sedimentares e rochas sedimentares.
-  E10 E15 Eixo da barragem, estaco
-  Riacho
-  5 10 Curva de nivel
-  Contato geológico

000021

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH

BARRAGEM CHORÓ

| | | | | |
|--------------|--|-------------------|---------------|--------|
| Projeto : | FIGURA 2.2 MAPA GEOLÓGICO LOCAL | Desenho : | LOC-SOLOS.dwg | |
| Vista : | | Data de Entrega : | NOVEMBRO/99 | |
| Verificada : | | Escala : | 1/5.000 | Rev. : |
| Aprova : | | Nº de Desenho : | | |
| | | | | |

 TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.

3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

As investigações geotécnicas objetivaram efetuar uma criteriosa inspeção no subsolo local, bem como nos materiais de construção das jazidas identificadas

Os boletins referentes a estas investigações, sejam de campo ou de laboratório são apresentados no VOLUME II – TOMO II B – Estudos Geológicos e Geotécnicos - Anexo

3.1 - Sondagens e Ensaio no Sítio Barrável

3.1.1 - Sondagens a Pá e Picareta

As sondagens a Pá e Picareta (SPP) distribuídas ao longo do eixo barrável tiveram como objetivo principal, o balizamento do embasamento rochoso abaixo dos capeamentos de solo. Estas sondagens permitiram ainda o exame e definição das camadas do subsolo pela observação das paredes do poço, bem como a coleta de amostras deformadas para ensaios geotécnicos de laboratório

Os furos foram abertos até o impenetrável a pá e picareta. São apresentados no quadro a seguir os dados técnicos gerais das sondagens a pá e picareta realizadas

SONDAGENS A PÁ E PICARETA

| Sondagem (Nº) | Localização Estaca | Profundidade (m) | Localização |
|---------------|--------------------|------------------|-------------------|
| SPP - 01 | 8 | 1,85 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 02 | 15 | 2,40 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 03 | 23 | 2,70 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 04 | 30 | 2,70 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 05 | 33 | 2,50 | Leito |
| SPP - 06 | 39 | 2,70 | Leito |
| SPP - 07 | 45 | 2,95 | Leito |
| SPP - 08 | 50 | 2,40 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 09 | 58 | 2,45 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 10 | 64 | 2,31 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 11 | 71 | 2,20 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 12 | 52+6 m | 1,08 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 1A | 50 A | 1,86 | Eixo Omb Direita |
| SPP - 2A | 38 A | 0,60 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 3A | 19 A | 2,40 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 4A | 13 A | 1,18 | Eixo Omb Esquerda |
| SPP - 5A | 33 | 1,50 | Leito |
| SPP - 6A | 39 | 1,80 | Leito |
| SPP - 7A | 45 | 1,20 | Leito |

Os perfis individuais de sondagens a Pá Picareta são apresentados no Tomo IIB – Estudos Geológicos e Geotécnicos - Anexo

3.1.2 - Sondagens Mistas

Sondagem mista é aquela executada por sondagem a percussão em todos os tipos de terreno penetráveis por esse processo, seguida de execução de sondagem rotativa nos materiais impenetráveis a percussão

Os furos tiveram início com sondagem percussiva no diâmetro 2 ½”, definindo-se a espessura de solo sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas traduzidas através dos valores de “SPT” Durante os serviços, a cada metro de penetração, realizaram-se ensaios de infiltração “Le Franc”, cujos resultados, estão apresentados em planilha, com os coeficientes de permeabilidade determinados. A sondagem prosseguiu até atingir o impenetrável.

Prosseguiu-se com sonda rotativa, usando-se a MACH 920, de avanço manual, ou MACH 850, de avanço hidráulico, acoplada a um calibrador e a um barrilete BX - duplo-móvel, para recuperação do testemunho. Foram obtidas informações da alteração, do fraturamento e da estanqueidade da rocha. Durante os serviços foram executados ensaios de perda d’água específica.

Foram realizadas 16 sondagens mistas, num total de 260,40 metros perfurados.

No quadro a seguir apresentamos os dados técnicos gerais das sondagens mistas realizadas.

SONDAGENS MISTAS

| Sondagem (Nº) | Localização Estaca | Profundidade (m) | Diâmetro | Localização |
|---------------|-----------------------|------------------|----------|--------------|
| SM - 01 | 45A | 17 | BX | Omb Esquerda |
| SM - 02 | 39+18 m | 18,23 | BX | Omb Esquerda |
| SM - 03 | 27+10 m | 20,23 | BX | Omb Esquerda |
| SM - 04 | 29+18 m | 24,87 | BX | Leito |
| SM - 05 | 37A | 16,80 | BX | Leito |
| SM - 06 | 24 A | 26,70 | BX | Leito |
| SM - 07 | 36 | 28,50 | BX | Leito |
| SM - 08 | 42 | 26,00 | BX | Leito |
| SM - 09 | 48 | 14,41 | BX | Leito |
| SM - 10 | 52 | 11,90 | BX | Leito |
| SM - 11 | 52+8,50m(30m jusante) | 13,00 | BX | Leito |

| | | | | |
|---------|-----------------------|-------|----|-------------|
| SM – 12 | 53+40 m | 11,00 | BX | Omb Direita |
| SM – 13 | 54+10,0m(30m jusante) | 7,40 | BX | Omb Direita |
| SM – 14 | 55 | 9,47 | BX | Omb Direita |
| SM – 15 | 61 | 7,29 | BX | Omb Direita |
| SM – 16 | 67 | 7,50 | BX | Omb Direita |

Os perfis individuais de sondagens bem como as fotos das caixas dos testemunhos estão apresentados no Tomo IIB - Anexo

3 1 3 - Ensaio de Permeabilidade "in situ" com Carga Constante

Nos Ensaio de Permeabilidade "in situ" com Carga Constante, mantém-se a vazão até que as condições de fluxo se estabilizem, e a carga (altura d' água no furo) se torne constante. Nestas condições, medem-se a vazão e a carga para aplicação das fórmulas apropriadas

Este tipo de ensaio pode ser usado para solos que se situem abaixo ou acima do nível estático da água (NA)

Foram realizados Ensaio de Permeabilidade com Carga Constante nas sondagens a percussão e sondagens mistas num total de 79 ensaios

Os resultados destes ensaios encontram-se resumidos no quadro a seguir e os respectivos boletins no Tomo IIB - Anexo

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

| Sondagem (Nº) | Quantidade | Trecho Ensaiaados | Coefficiente de Permeabilidade (cm/s) |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|--|
| SM - 01 | 3 | 0,0 a 1,0 m | $3,41 \times 10^{-5}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $5,9 \times 10^{-5}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $1,5 \times 10^{-5}$ |
| SM - 03 | 3 | 0,0 a 1,0 m | $5,9 \times 10^{-2}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $4,0 \times 10^{-4}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $3,5 \times 10^{-3}$ |
| SM - 04 | 15 | 0,0 a 1,0 m | $1,1 \times 10^{-2}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $9,8 \times 10^{-3}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $2,3 \times 10^{-2}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | $9,3 \times 10^{-3}$ |
| | | 4,0 a 5,0 m | $7,2 \times 10^{-3}$ |
| | | 5,0 a 6,0 m | $7,0 \times 10^{-3}$ |
| | | 6,0 a 7,0 m | $1,0 \times 10^{-4}$ |
| | | 7,0 a 8,0 m | $4,4 \times 10^{-4}$ |
| | | 8,0 a 9,0 m | $1,9 \times 10^{-5}$ |
| | | 9,0 a 10,0 m | $1,5 \times 10^{-5}$ |
| | | 10,0 a 11,0 m | $1,0 \times 10^{-5}$ |
| | | 11,0 a 12,0 m | $7,7 \times 10^{-5}$ |
| 12,0 a 13,0 m | $7,7 \times 10^{-5}$ | | |
| 13,0 a 14,0 m | $1,0 \times 10^{-5}$ | | |
| 14,0 a 15,0 m | $8,0 \times 10^{-6}$ | | |
| SM - 05 | 1 | 0,0 a 1,0 m | $4,8 \times 10^{-4}$ |
| SM - 06 | 8 | 0,0 a 1,0 m | $3,2 \times 10^{-5}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $4,77 \times 10^{-5}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $4,2 \times 10^{-4}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | $1,1 \times 10^{-4}$ |
| | | 4,0 a 5,0 m | $1,7 \times 10^{-4}$ |
| | | 5,0 a 6,0 m | 0 |

| | | | |
|---------|----|---------------|----------------------|
| | | 6,0 a 7,0 m | $5,5 \times 10^{-5}$ |
| | | 7,0 a 8,0 m | 0 |
| SM - 07 | 21 | 0,0 a 1,0 m | $1,7 \times 10^{-5}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $7,6 \times 10^{-5}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $5,6 \times 10^{-5}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | 0 |
| | | 4,0 a 5,0 m | 0 |
| | | 5,0 a 6,0 m | $3,4 \times 10^{-5}$ |
| | | 6,0 a 7,0 m | $1,5 \times 10^{-3}$ |
| | | 7,0 a 8,0 m | 0 |
| | | 8,0 a 9,0 m | 0 |
| | | 9,0 a 10,0 m | $2,1 \times 10^{-5}$ |
| | | 10,0 a 11,0 m | 0 |
| | | 11,0 a 12,0 m | $5,3 \times 10^{-6}$ |
| | | 12,0 a 13,0 m | $4,8 \times 10^{-6}$ |
| | | 13,0 a 14,0 m | $4,5 \times 10^{-6}$ |
| | | 14,0 a 15,0 m | $1,8 \times 10^{-5}$ |
| | | 15,0 a 16,0 m | $1,4 \times 10^{-5}$ |
| | | 16,0 a 17,0 m | $4,3 \times 10^{-5}$ |
| | | 17,0 a 18,0 m | $1,0 \times 10^{-5}$ |
| | | 18,0 a 19,0 m | $1,1 \times 10^{-5}$ |
| | | 19,0 a 20,0 m | $6,2 \times 10^{-6}$ |
| | | 20,0 a 21,0 m | $3,0 \times 10^{-6}$ |
| SM - 08 | 18 | 0,0 a 1,0 m | $6,8 \times 10^{-5}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $2,8 \times 10^{-5}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $2,1 \times 10^{-4}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | $8,5 \times 10^{-3}$ |
| | | 4,0 a 5,0 m | $1,2 \times 10^{-4}$ |
| | | 5,0 a 6,0 m | $1,3 \times 10^{-4}$ |
| | | 6,0 a 7,0 m | $3,6 \times 10^{-5}$ |
| | | 7,0 a 8,0 m | $6,2 \times 10^{-5}$ |
| | | 8,0 a 9,0 m | 0 |

| | | | |
|---------|----|---------------|----------------------|
| | | 9,0 a 10,0 m | $2,2 \times 10^{-5}$ |
| | | 10,0 a 11,0 m | 0 |
| | | 11,0 a 12,0 m | $1,5 \times 10^{-5}$ |
| | | 12,0 a 13,0 m | $4,3 \times 10^{-6}$ |
| | | 13,0 a 14,0 m | $3,1 \times 10^{-6}$ |
| | | 14,0 a 15,0 m | 0 |
| | | 15,0 a 16,0 m | $2,9 \times 10^{-5}$ |
| | | 16,0 a 17,0 m | $1,0 \times 10^{-5}$ |
| | | 17,0 a 18,0 m | $8,3 \times 10^{-6}$ |
| SM - 09 | 10 | 0,0 a 1,0 m | $7,6 \times 10^{-4}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $1,1 \times 10^{-4}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $1,2 \times 10^{-4}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | $3,2 \times 10^{-4}$ |
| | | 4,0 a 5,0 m | $2,0 \times 10^{-4}$ |
| | | 5,0 a 6,0 m | $2,4 \times 10^{-4}$ |
| | | 6,0 a 7,0 m | $4,8 \times 10^{-5}$ |
| | | 7,0 a 8,0 m | 0 |
| | | 8,0 a 9,0 m | 0 |
| | | 9,0 a 10,0 m | $4,1 \times 10^{-5}$ |
| SM - 10 | 5 | 0,0 a 1,0 m | $5,9 \times 10^{-4}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $5,3 \times 10^{-4}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $1,1 \times 10^{-4}$ |
| | | 3,0 a 4,0 m | $2,7 \times 10^{-5}$ |
| | | 4,0 a 5,0 m | $1,3 \times 10^{-5}$ |
| SM - 11 | 4 | 0,0 a 1,0 m | $1,5 \times 10^{-4}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $1,4 \times 10^{-2}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | 0 |
| | | 3,0 a 4,0 m | $2,9 \times 10^{-4}$ |
| SM - 14 | 3 | 0,0 a 1,0 m | $6,8 \times 10^{-4}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $7,2 \times 10^{-4}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $8,5 \times 10^{-5}$ |
| SM - 15 | 3 | 0,0 a 1,0 m | $5,1 \times 10^{-4}$ |

| | | | |
|---------|---|-------------|----------------------|
| | | 1,0 a 2,0 m | $2,0 \times 10^{-5}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $1,0 \times 10^{-4}$ |
| SM - 16 | 3 | 0,0 a 1,0 m | $1,7 \times 10^{-5}$ |
| | | 1,0 a 2,0 m | $7,6 \times 10^{-4}$ |
| | | 2,0 a 3,0 m | $4,8 \times 10^{-4}$ |

3 1 4 - Ensaio de Perda d'água Específica

É prática corrente observar-se, no decorrer da execução de sondagens rotativas, perdas d'água parciais ou totais, dependendo da importância e densidade do fraturamento da rocha

O ensaio de perda d'água específica nada mais é do que um aperfeiçoamento desta observação empírica e qualitativa. Ele permite uma informação quantitativa sobre circulação da água em rochas fissuradas, com o objetivo de julgar as possibilidades de consolidação por injeções

Este ensaio consiste na injeção de água sob pressão em um trecho do furo de sondagem. Foi realizado em 05 (cinco) estágios de pressão, sendo o 1º e 5º estágios sob pressão mínima, os 2º e 4º estágios sob uma pressão intermediária, e o 3º estágio sob uma pressão máxima

Nas sondagens mistas realizou-se 21 ensaios de perda d'água específica

O quadro a seguir apresenta os dados técnicos gerais dos ensaios de perda d'água sob pressão

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA

| Sondagem (Nº) | Quantidade | Trecho Ensaiaados (m) | Perda d'água Específica (l/min/m/Kg/cm ²) |
|---------------|------------|-------------------------|---|
| SM - 02 | 2 | 1,81 a 4,81 m | 0,15 |
| | | 14,0 a 17,0 m | não obturou |
| SM - 04 | 1 | 21,87 a 24,87 m | 1,16 |
| SM - 05 | 2 | 1,50 a 4,50 m | 1,07 |
| | | 13,80 a 16,80 m | 0,24 |
| SM - 07 | 1 | 25,50 a 28,50 m | 3,14 |
| SM - 08 | 1 | 23,0 a 26,0 m | 0,03 |
| SM - 09 | 1 | 11,41 a 14,41 m | 0,03 |
| SM - 10 | 2 | 5,9 a 8,9 m | 0,10 |
| | | 8,9 a 11,9 m | 0,20 |
| SM - 11 | 2 | 7,00 a 10,00 m | 0,05 |
| | | 10,0 a 13,0 m | 0,54 |
| SM - 12 | 3 | 1,50 a 4,50 m | 0,39 |
| | | 4,50 a 7,50 m | 0,42 |
| | | 7,50 a 10,50 m | 0,43 |
| SM - 13 | 2 | 1,40 a 4,40 m | 0,24 |
| | | 4,40 a 7,40 m | 0,15 |
| SM - 14 | 2 | 3,93 a 6,93 m | 0,26 |
| | | 6,93 a 9,47 m | 0,17 |
| SM - 15 | 1 | 4,29 a 7,29 m | 0,17 |
| SM - 16 | 1 | 4,50 a 7,50 m | não obturou |

Os boletins destes ensaios encontram-se no Tomo IIB - Anexo

3.2 - Estudos dos Materiais de Construção

O estudo dos materiais teve início com um reconhecimento de toda a área em volta do barramento, de modo a se localizar possíveis ocorrências de materiais, examinando a qualidade e estimando os volumes disponíveis

3.2.1 - Jazida Terrosa

Foram pesquisadas e delimitadas duas jazidas de materiais terrosos, (JT 01 e JT 02) a distâncias economicamente viáveis, próximas à área do boqueirão. As áreas escolhidas foram sondadas com poços de inspeção (sondagem a pá e picareta), formando malhas constituídas por quadrados de 100m de lado. Em campo foi feita uma caracterização táctil-visual do material coletado e, em seguida encaminhado para análise em laboratório. Apresenta-se a seguir ilustração da localização das jazidas

Dados Gerais das Jazidas

| DISCRIMINAÇÃO | JT. 01 | JT. 02 | SOMA |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Área total estudada | 80 000 m ² | 37 500 m ² | 117 500 m ² |
| Número de furos realizados | 10 | 9 | 19 |
| Profundidade média dos furos | 1,50 m | 0,98 m | - |
| Volume total de material | 120 000 m ³ | 30 000 m ³ | 150 000 m ³ |
| Distância ao eixo barrável | 2 600m | 180 m | - |

Das sondagens executadas nas jazidas, foram coletadas amostras para a classificação táctil-visual e para serem submetidas aos seguintes ensaios geotécnicos de laboratório

- Granulometria por Sedimentação (DNER - ME 80-64)
- Granulometria por Peneiramento (DNER - ME 51-64)
- Limite de Liquidez (DNER - ME 44-71)
- Limite de Plasticidade (DNER - ME 82-63)
- Compactação - Proctor Normal (DNER - ME 48-64)

- Peso Específico dos Grãos (DNER - ME 93-64)

A classificação táctil-visual e os resultados dos ensaios são apresentados no Volume IIB - Anexo

Realizou-se também, os seguintes ensaios especiais

- Permeabilidade Com Carga Variável
- Cisalhamento direto

3 2 2 - Areal

O areal foi estudado através de uma malha de sondagens a trado ao longo do depósito com diâmetro de 4" Foram identificados bancos de areia com exploração comercial ao longo do rio Choró

A Figura 3 3 a seguir ilustra a localização do areal

Coletou-se quatro amostras do areal para realização da classificação táctil-visual e Granulometria por Peneiramento (DNER - ME 51-64) e permeabilidade com carga constante

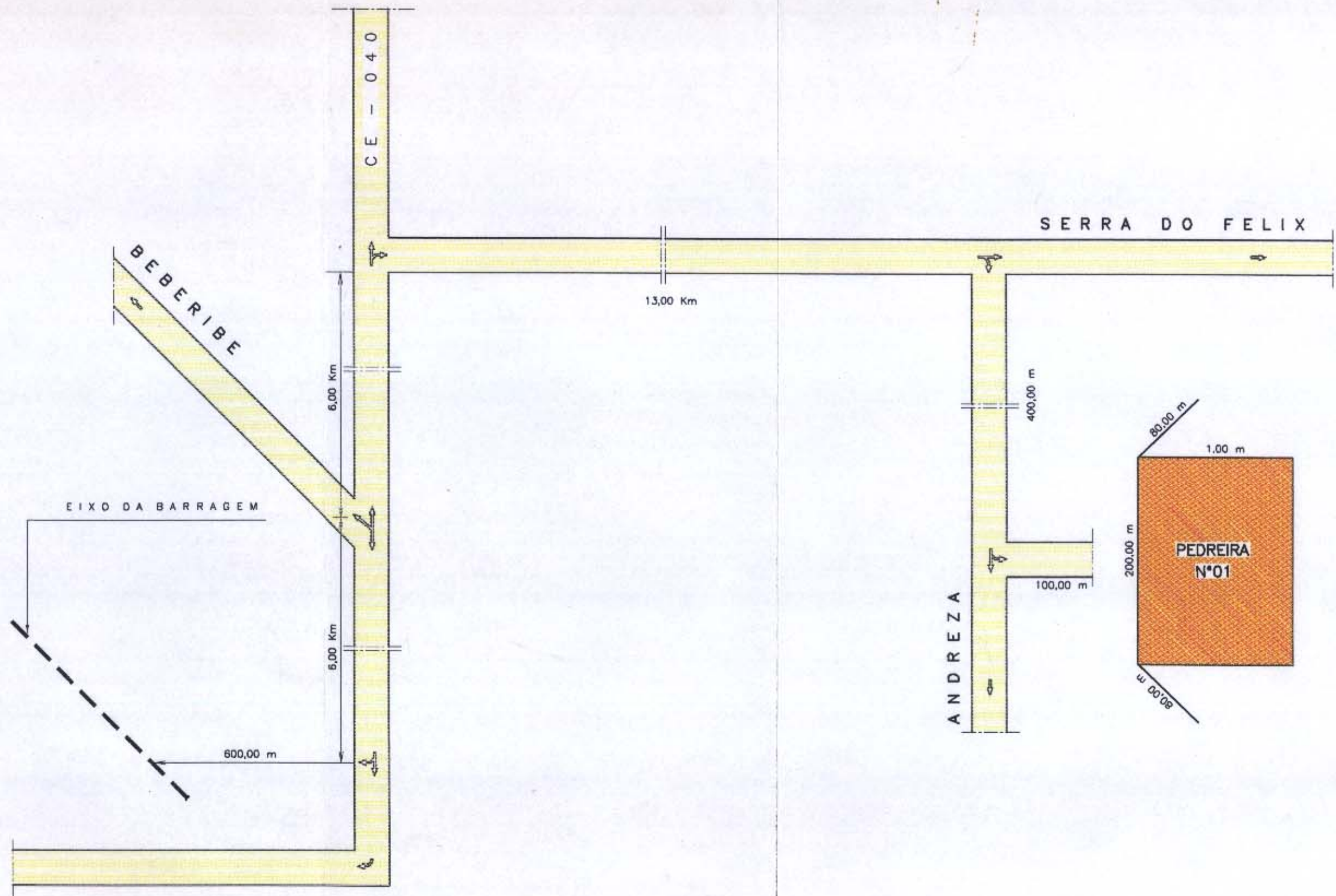
3 2 3 - Pedreira

Foi pesquisada e delimitada uma pedreira, denominada JP 01 e desta foram coletadas amostras para ensaios de Desgaste por Abrasão tipo "Los Angeles" (DNER - ME 35-64) Os resultados encontram-se no anexo

Dados Gerais da Jazida JP.01

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Área | 16 000 m ² |
| Altura Média | 1,00 m |
| Volume útil | 16 000,00 m ³ |
| Distância ao eixo barrável | 26,1 Km |
| Propriedade | Vanderlei de Sousa |
| Classificação | Granito |

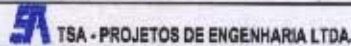
A Figura 3 4 ilustra a localização da pedreira

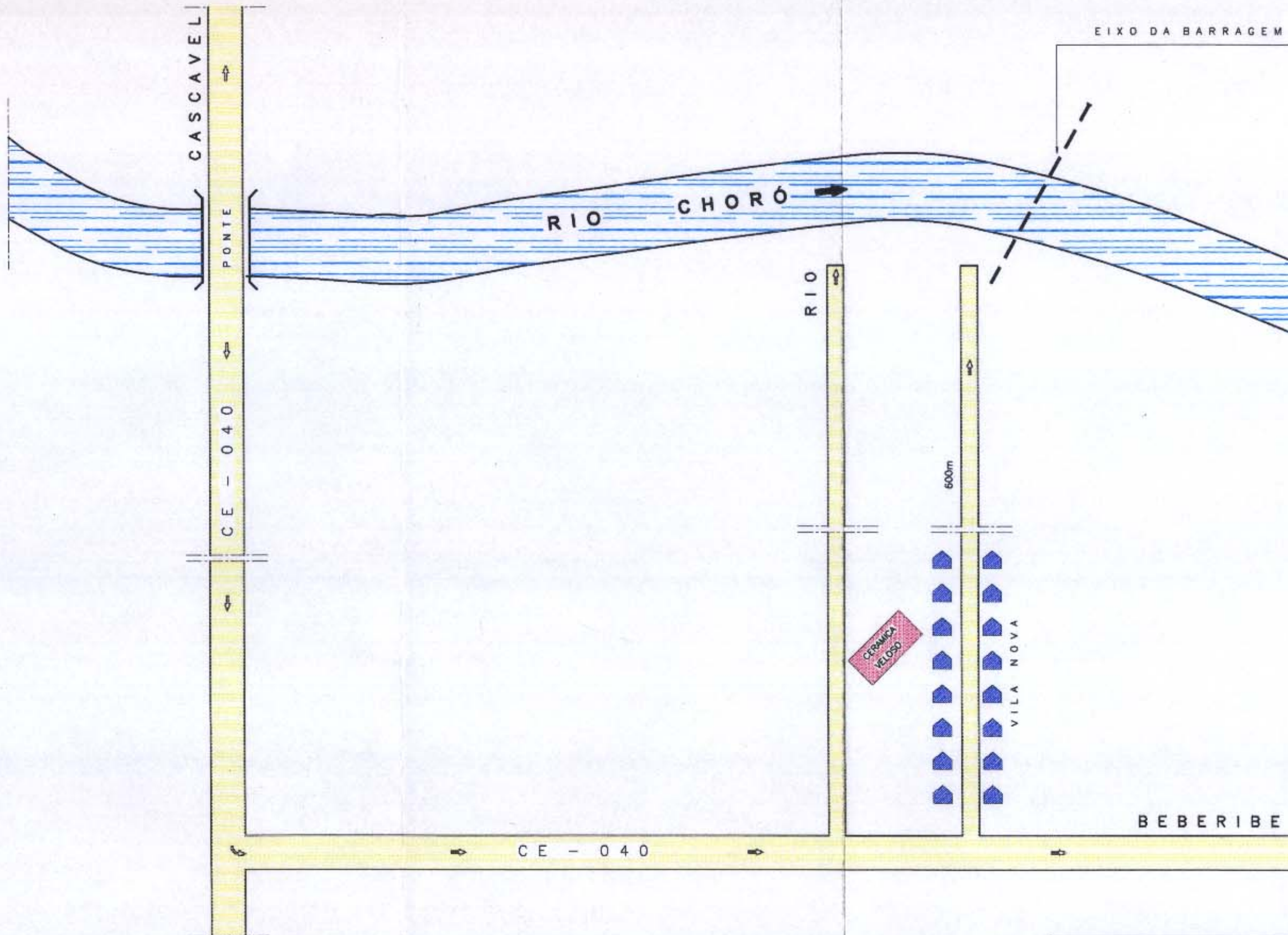


PEDREIRA N° 01

AREA : 16.000,00 m²
 ALTURA MÉDIA : 1,0 m
 VOLUME UTIL : 16.000,00 m³
 PROPRIETÁRIO : VANDERLEI DE SOUSA
 DIST. P/ BARRAGEM : 26,1 Km

000034

| | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH | | | | | |
| BARRAGEM CHORÓ | | | | | |
| Projeto : | PEDREIRA N° 01 | | | | |
| Visão : | | | | | |
| Verificado : | | | | | |
| Aprova : | | | | | |
|  TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Desenho : jazidas.dwg</td> </tr> <tr> <td>Data de Entrega : NOVEMBRO/99</td> </tr> <tr> <td>Estado : SEM ESCALA</td> </tr> <tr> <td>N° do Desenho :</td> </tr> </table> | | Desenho : jazidas.dwg | Data de Entrega : NOVEMBRO/99 | Estado : SEM ESCALA | N° do Desenho : |
| Desenho : jazidas.dwg | | | | | |
| Data de Entrega : NOVEMBRO/99 | | | | | |
| Estado : SEM ESCALA | | | | | |
| N° do Desenho : | | | | | |



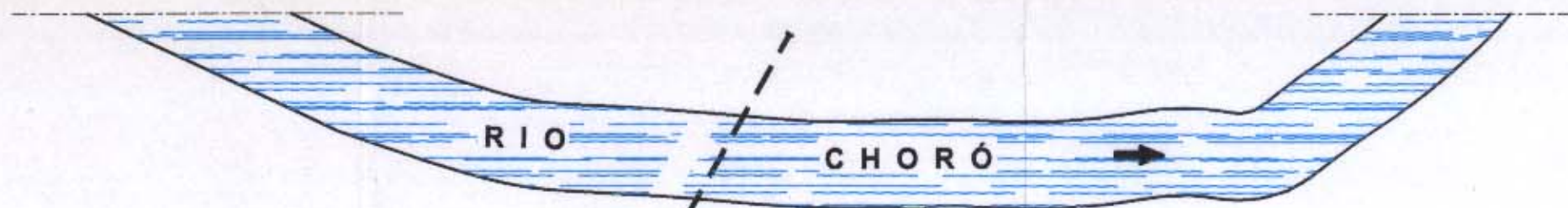
000035

OBSERVAÇÃO:
AREAL COMERCIAL AO LONGO DO RIO CHORÓ

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM CHORÓ

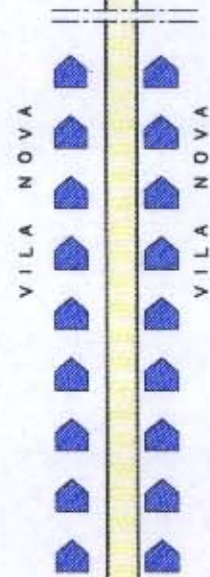
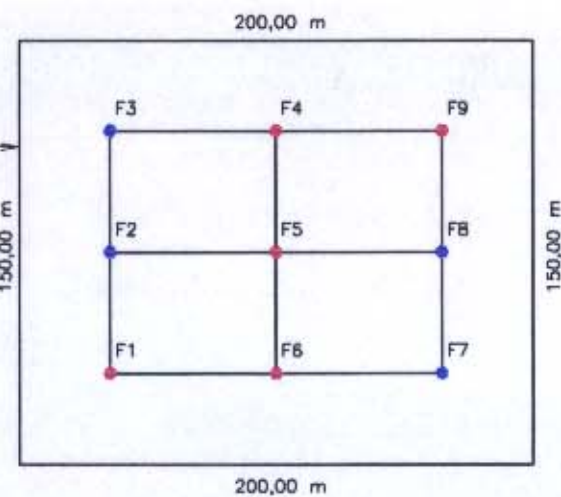
| | | | | |
|--------------|--------------|------------------------------------|-------------|-----------------|
| Projeto : | AREAL | Desenho : | jazidas.dwg | |
| Visto : | | Data de Emissão : | NOVEMBRO/99 | |
| Verificada : | | Escala : | Rev. : | SEM ESCALA |
| Aprova : | | TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. | | Nº do Desenho : |
| | | | | |



EIXO DA BARRAGEM

180,00 m

EST. 77



CE - 040

000036

JAZIDA Nº 02

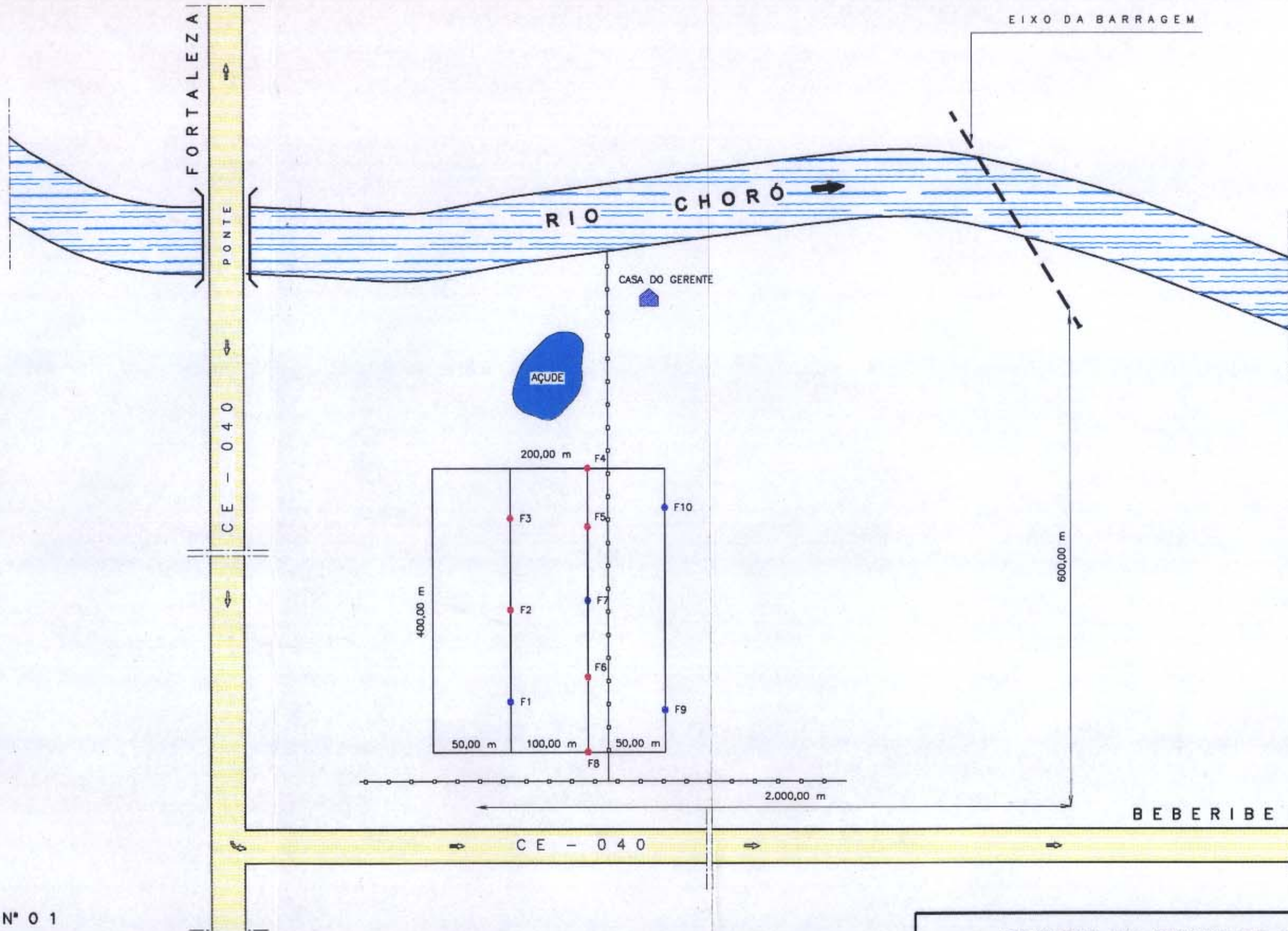
AREA : 37.500,00 m²
 ALTURA MÉDIA : 0,80 m
 VOLUME UTIL : 30.000,00 m³

VEGETAÇÃO : MATA RALA
 PROPRIETÁRIO : RENATO DA ROCHA
 DIST. P/ BARRAGEM : 180,00 m
 AMOSTRA COLETADA : ●
 AMOSTRA NÃO COLETADA : ●

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM CHORÓ

| | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------|
| Projeto : | JAZIDA Nº 02 | Desenho : | jazidas.dwg |
| Visto : | | Data de Entrega : | NOVEMBRO/99 |
| Verificado : | | Escala : | SEM ESCALA |
| Aprova : | | Nº do Desenho : | |
| TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. | | | |



JAZIDA Nº 01

AREA : 80.000,00 m²
 ALTURA MÉDIA : 1,50 m
 VOLUME UTIL : 120.000,00 m³
 VEGETAÇÃO : MATA RALA
 PROPRIETÁRIO : JOÃO AMÉRICO
 DIST. P/ BARRAGEM : 2.600,00 m
 AMOSTRA COLETADA : ●
 AMOSTRA NÃO COLETADA : ●

000037

| | |
|--|---|
| GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH | |
| BARRAGEM CHORÓ | |
| Projeto : Visto : Verificado : Aprovado : | <div style="text-align: center;"> JAZIDA Nº 01 </div> <div style="text-align: center;"> </div> |
| Desenho : jazidos.dwg Data de Emissão : NOVEMBRO/99 Escala : SEM ESCALA R# do Desenho : | |

3 2 4 - Cascalheira

Foi identificada com jazida de cascalho identificada como GC Foram feitos 12 furos para ensaios

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Área | 75 000 m ² |
| Profundidade média | 0,80 m |
| Volume útil | 60 000,00 m ³ |
| Vegetação | mata rala |
| Propriedade | Francisco Francile da Silveira |
| Localidade | Pedra Redonda |
| Distância ao eixo | 6 100 m |

A Figura 3 5 ilustra a localização desta jazida

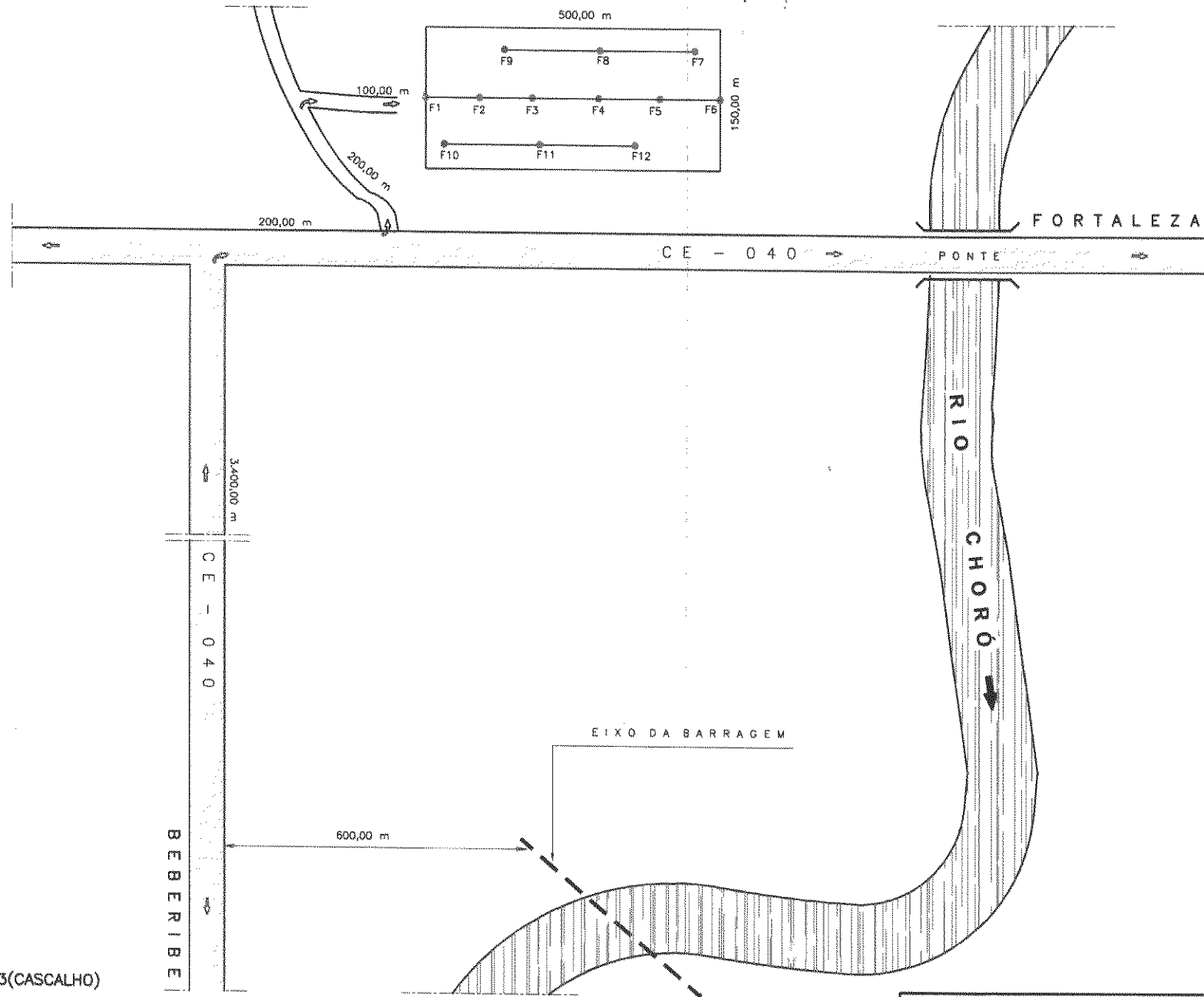
3 2 5 - Ensaio Especiais

Os ensaios especiais foram realizados sobre as amostras coletadas nas sondagens da jazida terrosa, areal e no leito do rio Choró

- Permeabilidade Com Carga Variável

A moldagem do corpo de prova foi realizada no próprio cilindro onde foram executados os ensaios, sendo o lado compactado na umidade ótima e massa específica seca máxima, obtida no ensaio de compactação


O equipamento de ensaio foi drenado para retirada das bolhas de ar Inicialmente, os corpos de prova permaneceram no mínimo 24 horas sob fluxo de água, até que este se tornasse constante, quando foi iniciado o ensaio



000039

JAZIDA Nº 03 (CASALHO)

- AREA : 75.000,00 m²
- ALTURA MÉDIA : 0,80 m
- VOLUME UTIL : 60.000,00 m³
- VEGETAÇÃO : MATA RALA
- FRANCISCO FRANCILE DA SILVEIRA
- LOCALIDADE : PEDRA REDONDA
- DIST. P/ BARRAGEM : 6.100,00 m
- AMOSTRA COLETADA : *
- AMOSTRA NÃO COLETADA : *

| | |
|--|--|
| GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH | |
| BARRAGEM CHORÓ | |
| Projeto : Vista : Verificado : Aprovado : | JAZIDA Nº 03 (CASALHO)  TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. |
| Desenho : jazidas.dwg Data de Emissão : NOVEMBRO/99 Escala : SEM ESCALA Nº do Desenho : | (Rev. :) |

Foi medido o tempo para a água descer uma determinada altura na bureta. O nível da água foi repostado no nível inicial e a operação repetida no mínimo mais duas vezes. O coeficiente de permeabilidade foi calculado através da média dos valores.

- Permeabilidade com Carga Constante

A moldagem dos corpos de prova foi realizada no próprio cilindro onde foram executados os ensaios, adensando o material com água abundante, percolando o solo até ser atingido o índice de vazios previsto.

Os corpos de prova permaneceram no mínimo trinta minutos com fluxo de água constante, antes do início do ensaio.

Durante a execução do ensaio, foi medida a quantidade de água que atravessa o corpo de prova, durante um certo intervalo de tempo e a operação repetida no mínimo mais três vezes. O coeficiente de permeabilidade foi calculado através da média dos coeficientes obtidos em cada uma das vezes.

- Cisalhamento Direto Lento

Os corpos de prova foram obtidos por moldagem em forma de um cilindro compactado de solo com massa específica seca máxima e umidade ótima do Ensaio de Compactação segundo NBR 7182/84 - Ensaio de Compactação - Proctor Normal e NBR 6467/86 - Preparação de Amostras.

3.3 - Apresentação dos Resultados

Os resultados dos Estudos Geotécnicos podem ser visualizados no Tomo IIB - Anexo, a seguir, dividido da seguinte maneira:

- Boletins de Sondagens e ensaios no sítio Barrável
 - Sondagens a Pá e Picareta (SPP)

- Sondagens Mistas
- Ensaios de Infiltração “Le Franc”
- Ensaios de Perda d’água Específica

- Estudos dos Materiais
 - Boletins de Sondagem para jazidas
 - Ensaios de Granulometria por Peneiramento e sedimentação
 - Ensaios de Limites de Consistência
 - Ensaios de Compactação (Proctor Normal)

- Ensaios Especiais
 - Ensaio de Permeabilidade com Carga Variável
 - Ensaio de Permeabilidade com Carga Constante
 - Ensaios “Los Angeles”
 - Ensaio de Cisalhamento Direto

3.4 - Comentários sobre as investigações

3.4.1 - Fundações

Com base nas sondagens mistas e a pá e picareta pode-se gerar um perfil geológico-geotécnico do subsolo do eixo barrável

Através da análise das sondagens consideradas representativas para esta área (SM-03 a SM-10), observa-se que o subsolo é formado por espessas camadas de areia fina a média siltosa, de coloração variando entre creme e cinza claro, com valores de SPT crescentes com a profundidade, variando de 3 a 17/3 golpes. Alternadamente a essas camadas, encontram-se camadas de argila siltosa com matéria orgânica cinza escura, com valores de SPT variando de 5 a 9 golpes em média. Estas camadas de solo atingiram profundidades variando de 10,00 a 25,00 m, quando então encontra-se rocha

Do leito do rio para a ombreira esquerda, a rocha detectada foi do tipo gnaisse alterado a são, com passagens de quartzo e valores de recuperações em

torno de 30% a 99 % A profundidade final dos furos chegou no máximo a 28,50 m (SM – 07)

Do lado direito do rio, detectou-se arenito alterado a são fraturado com seixos de quartzo, denominado de arenito conglomerático Os valores de recuperação obtidos variaram de 40% a 97%

O lençol freático encontrado nas sondagens do leito variou de 1,25 m a 5,63 m em profundidade

Os ensaios "in situ" referentes à permeabilidade revelaram, durante a execução do ensaio de infiltração "Le Franc", valores que vão de 3×10^{-2} até $8,0 \times 10^{-6}$ cm/s e em alguns casos, (vide SM7 – ensaios 5 e 11, SM9 – ensaios 8 e 9), não houve infiltração

Nos ensaios de perda d'água específica, observou-se valores de perda d'água específica variando de 0,027 a 3,59 l/min/m/kg/cm²

3 4 2 - Ombreiras

As sondagens representativas das ombreiras podem ser consideradas as de número SM-01 a SM-02 (ombreira esquerda) e SM-11 a SM-16 (ombreira direita)

Através destas sondagens, nota-se que o subsolo na região das ombreiras é formado por camadas de areia fina e média siltosa de coloração variando entre creme e cinza claro, com valores de SPT crescentes com a profundidade, variando de 7 a 18/20 golpes

Na ombreira esquerda, detecta-se rocha tipo gnaisse com passagens de quartzo, com profundidade média de 13,00 m e porcentagens de recuperação variando de 25% a 100% Nesta região o nível d'água médio encontrado foi de 0,76 m aproximadamente

Entre as sondagens SM - 02 a SM - 05 observou-se um grande fluxo de água subterrânea percolando, pois havia dificuldade em prosseguir as sondagens, com surgência de água pelo revestimento. No ensaio de infiltração houve perda total e com muita rapidez. Deve-se analisar com cuidado esse trecho.

Na ombreira direita também encontram-se camadas de areia fina e média siltosa, de coloração variando entre creme e cinza claro, com valores de SPT crescentes com a profundidade, variando de 7 a 20/26 golpes. Encontram-se lentes de pequena espessura de silte areno-argiloso cinza escuro. A espessura deste pacote de solo varia de 0,60 a 3,50 m em média.

Subjacente a esta camada de solo, encontra-se um arenito alterado a são fraturado com seixos de quartzo, denominado de arenito conglomerático, com profundidades chegando a 10,00 m e recuperações entre 20% e 100%.

Somente na sondagem SM-12 se encontrou gnaiss alterado a são abaixo do arenito conglomerático.

Nesta área, o nível d'água freático apresentou-se de 0,35m a 2,60 m.

Os ensaios "in situ" referentes à permeabilidade revelaram, durante a execução do ensaio de infiltração "Le Franc" valores que vão de $1,4 \times 10^{-2}$ até $6,2 \times 10^{-5}$ cm/s.

Nos ensaios de perda d'água específica, observou-se valores entre 0,010 a 0,430 l/min/m/kg/cm².

3.4.3 - Materiais de Construção

Jazidas de Solo

Foram identificadas duas jazidas de solo que foram consideradas potencialmente exploráveis, denominadas JT01 e JT02.

Após ensaios de laboratório, pode-se observar na jazida JT1 predomina solo do tipo SC (areia argilosa) segundo classificação do U S C. e na jazida JT2, encontra-se solos tipo SM-SC (areia silto-argilosa) e SC (areia argilosa)

Os dados resultantes dos ensaios de laboratório são apresentados sucintamente a seguir Os boletins encontram-se no Tomo IIB - Anexo

| Ensaio | JT1 | JT2 |
|----------------|---------------|---------------|
| LL | 26 a 31 | 23 a 26 |
| LP | 17 a 21 | 16 a 18 |
| IP | 8 a 11 | 6 a 9 |
| γ_s máx | 1,815 a 1,027 | 1,930 a 1,955 |
| hót | 14 a 14,8% | 11,0 a 12% |

As amostras também foram submetidas a ensaios de cisalhamento direto, cujos resultados receberam tratamento estatístico e resultaram em valores apresentados na tabela abaixo

| Parâmetro | JT1 | JT2 |
|--------------------------|------------|------------|
| C (Kgf/cm ²) | 0,14 | 0,16 |
| ϕ (°) | 31° | 31,9° |

Com relação aos ensaios de permeabilidade com carga variável, encontrou-se valores médios de $k= 7 \times 10^{-7}$ cm/s para a JT01 e de $k=1,4 \times 10^{-6}$ cm/s para JT02

- Areal

A areia necessária à obra foi encontrada em bancos de areia ao longo do rio Choró Foi classificada como areia média e fina, com coeficiente de uniformidade $CNU=D60/D10=4.5$ que indica uma areia mal graduada

Os ensaios de permeabilidade com carga constante revelaram valores de $k= 9,6 \times 10^{-2}$ cm/s a $4,5 \times 10^{-2}$ cm/s

- *Cascalheira*

Detectou-se pedregulhos na área próxima à barragem Este foi classificado como GC (pedregulho argiloso) com os seguintes valores

| ENSAIO | E1 |
|--|---|
| LL | 27 a 32 |
| LP | 19 a 21 |
| IP | 8 a 11 |
| γ_g (g/cm ³) | 1,732 a 1,790 |
| h _{ót} (%) | 16,7 a 18,2 |
| k (coeficiente de permeabilidade – cm/s) | $3,4 \times 10^{-7}$ a $7,7 \times 10^{-7}$ |

- *Pedreira*

A rocha ensaiada foi granito Os resultados são conforme dados a seguir

| AMOSTRA | ABERTURA DAS PENEIRAS | PESO INICIAL (g) | PESO RETIDO (g) | PERDAS (%) |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1 | 50 | 5 000 | 7 260 | 27 |
| | 36 | 5 000 | | |

Graduação F

Apresenta-se no Tomo IIB - Anexo os boletins referentes a todos os ensaios comentados

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Foto 01 – Execução das Sondagens – SM-06.

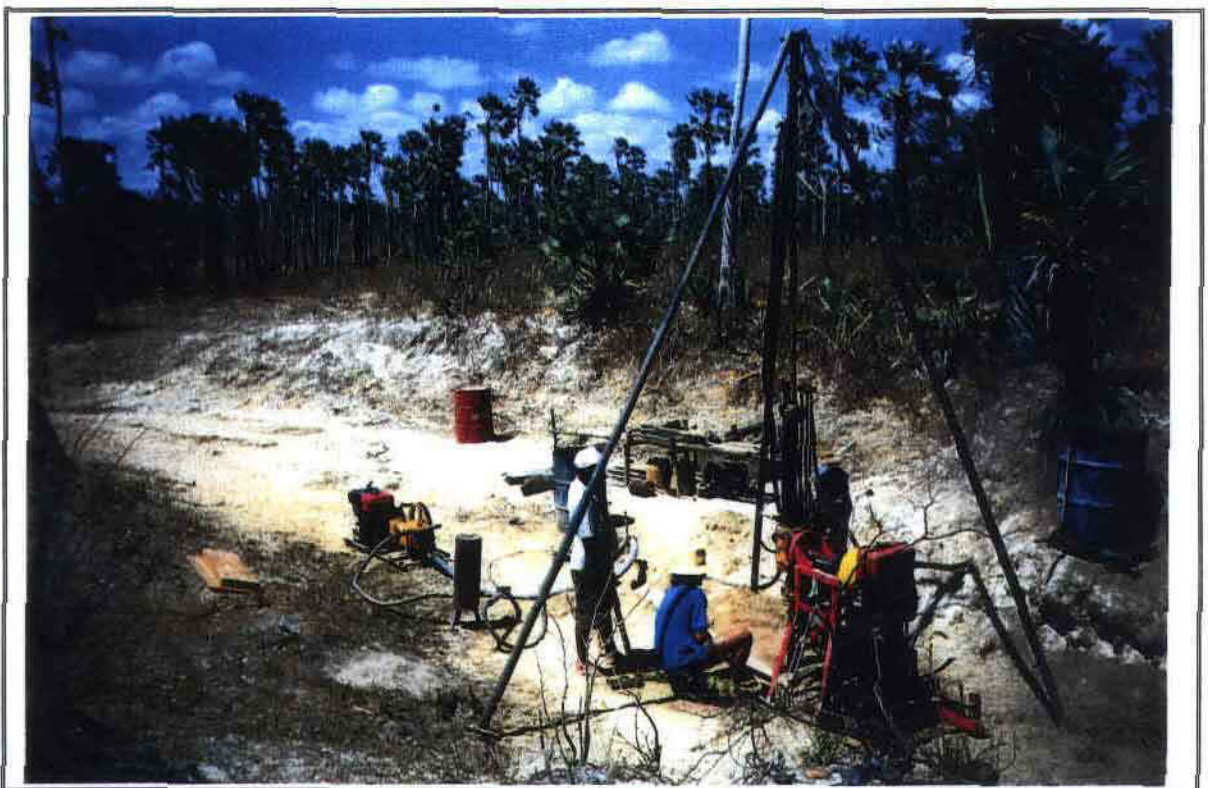


Foto 02 – Ensaio de Infiltração – SM-01.



Foto 03 – Ensaio de Infiltração – SM-01.



Foto 04 – Afloramento de arenito conglomerático na calha do rio.

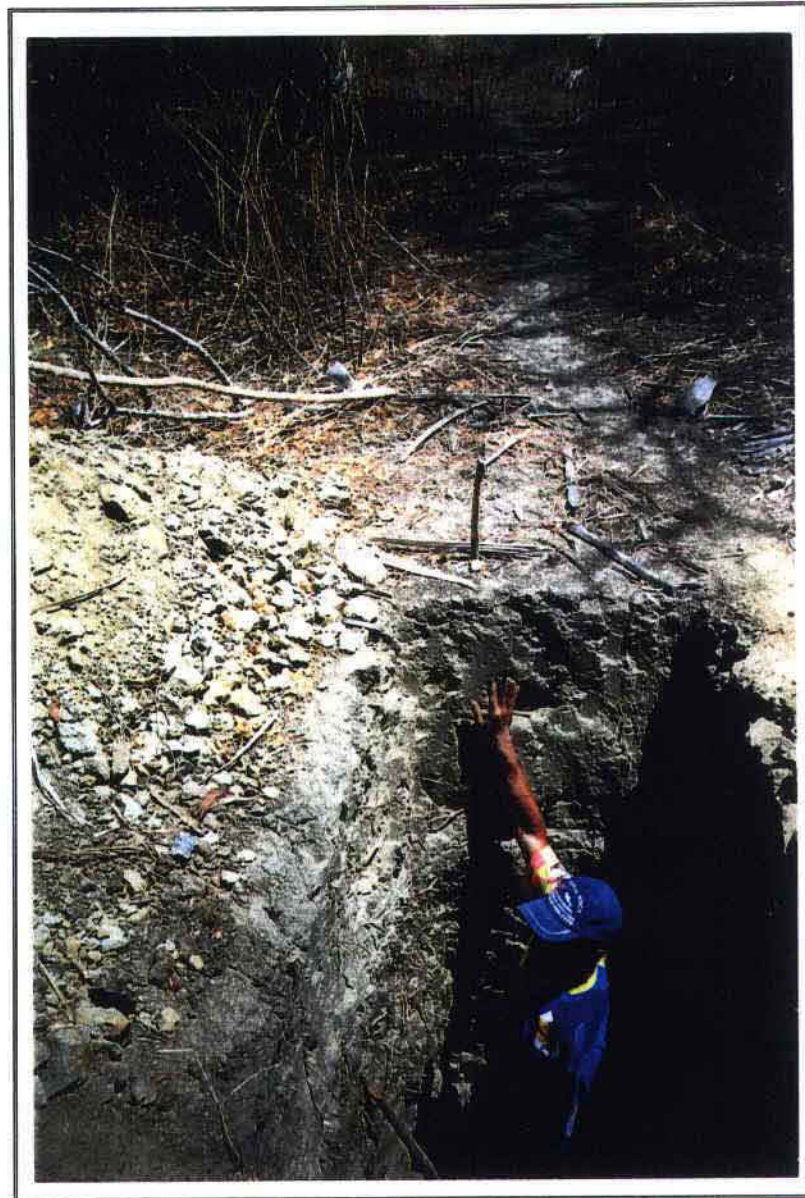


Foto 05 – Sondagem a pá e picareta no eixo.



Foto 06 – Detalhe do rio Choró.



Foto 07 – Afloramento.



Foto 08 – Afloramento na calha do rio.



Foto 09 – Vista do eixo para ombreira esquerda.



Foto 10 – Vista do eixo.



Foto 11 – Material fino para barragem, furo nº 02 da jazida nº 01.

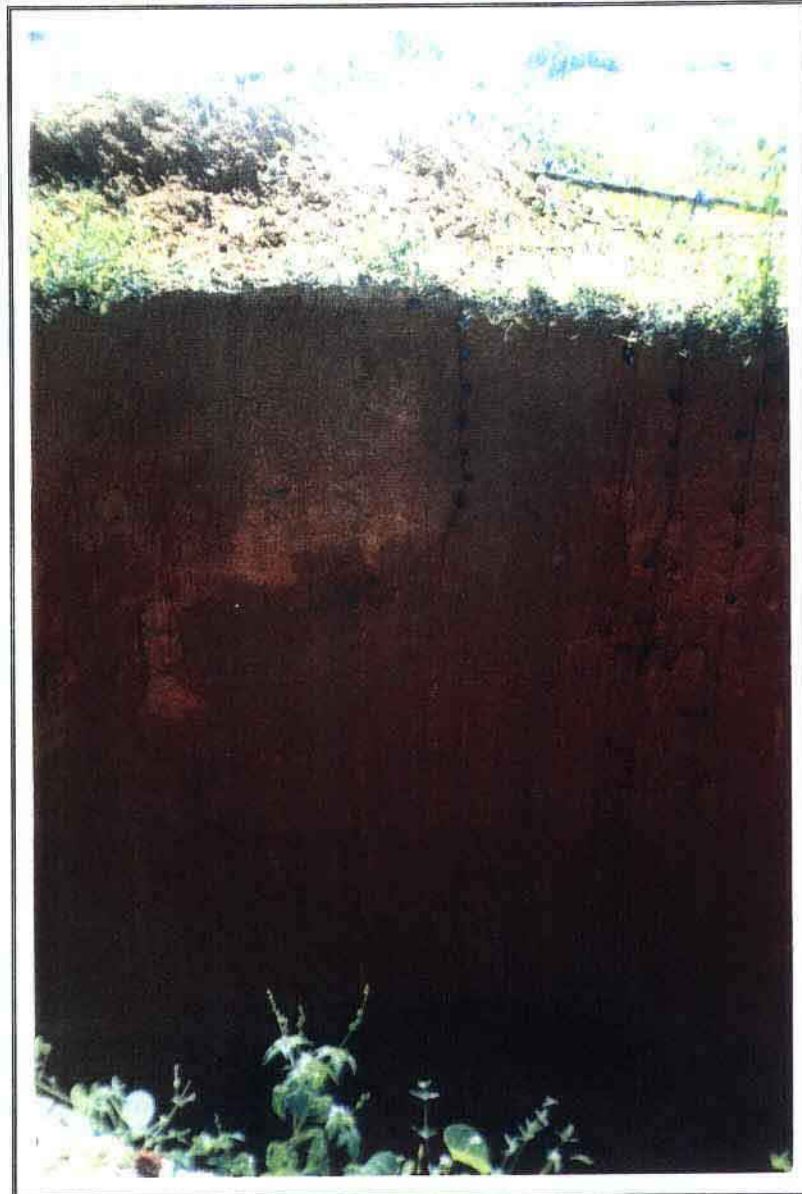


Foto 12 – Furo nº 01



Foto 13 – Furo na estaca 71 no eixo da barragem.



Foto 14 – Furo nº 02.



Foto 15 – Jazida nº 02, Furo nº 02.



Foto 16 – Jazida de Cascalho nº 01



Foto 17 – Cascalheira.



Foto 18 – Pedreira nº 01.



Foto 19 – Pedreira nº 01.



Foto 20 – Pedreira nº 01.