

**BARRAGEM FEIJÃO**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE**

**PROJETO PILOTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROGERIRH - PILOTO**

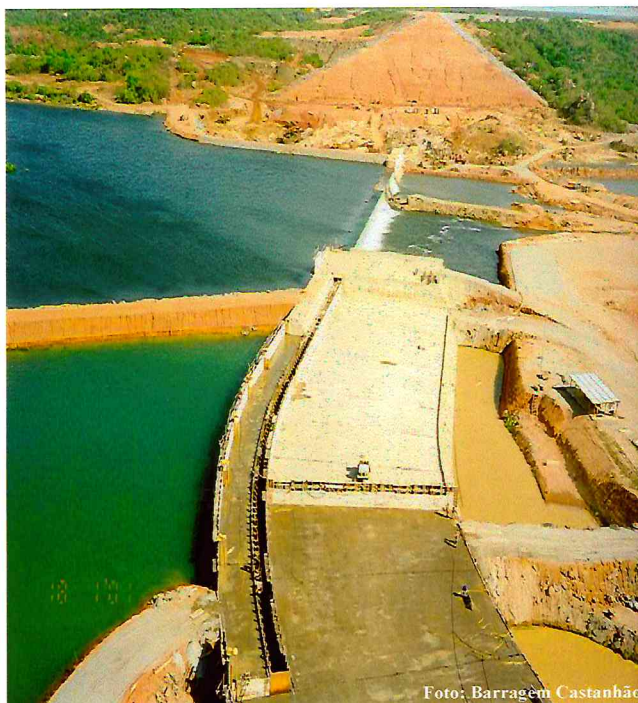


Foto: Barragem Castanhão

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, AMBIENTAL,  
ECONÔMICA E FINANCEIRA DA BARRAGEM FEIJÃO**

**FASE II - Desenvolvimento dos Estudos Básicos  
e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras**

**VOLUME 1 - ESTUDOS BÁSICOS**

**TOMO 1.2 - Estudos Geotécnicos**

0289 / Fase 02 / V.01 / T.01.



**ÍNDICE**

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....</b>	<b>8</b>
<b>3 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	13
3.2 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NO EIXO DO MACIÇO .....	13
<b>3.2.1 – Sondagens à Pá e Picareta (SPP).....</b>	<b>13</b>
3.2.1.1 – Eixo do maciço principal .....	13
3.2.1.2 – Eixo do maciço auxiliar .....	16
3.2.1.3 – Eixo do sangradouro.....	16
<b>3.2.2 – Sondagens à Percussão (SP) e Ensaios de Permeabilidade “In Situ” .....</b>	<b>17</b>
3.3 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NAS ÁREAS DE JAZIDAS.....	19
3.4 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NO AREAL .....	21
3.5 – INDICAÇÃO DA FONTE DE MATERIAL PÉTREO .....	23
3.6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	25
3.7 – ANEXOS.....	27
– ANEXO 1 – SONDAgens À PÁ E PICARETA	
– ANEXO 1.1 – BOLETINS DE CAMPO	
– ANEXO 1.2 – FICHAS DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS	
– ANEXO 1.3 – FICHAS DE ENSAIOS DOS AREAIS	
– ANEXO 1.4 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	
– ANEXO 2 – SONDAgens À PERCUSSÃO	
– ANEXO 2.1 – BOLETINS DE SONDAGEM	
– ANEXO 2.2 – ENSAIOS LE FRANC	
– ANEXO 2.3 – LOCAÇÃO E PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO	

## APRESENTAÇÃO

## **APRESENTAÇÃO**

O Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, no âmbito do Contrato N.º001/PROGERIRH-PILOTO/SRH/2002, firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e com base nas definições contidas no Edital, vem desenvolvendo os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Feijão, localizada no município de Morada Nova, no Estado do Ceará.

Os referidos estudos serão apresentados através dos relatórios abaixo relacionados:

### **FASE I – Estudos Preliminares**

- **VOLUME 1 – Condições Sócio-Econômicas e Ambientais da Área**
  - Tomo 1.1 – Relatório Preliminar
- **VOLUME 2 – Estudos de Alternativas Locacionais das Barragens e Adutoras**
  - Tomo 2.1 – Localização dos Eixos

### **FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras**

- **VOLUME 1 – Estudos Básicos**
  - Tomo 1.1 – Topografia
  - Tomo 1.2 – Geotecnia
  - Tomo 1.3 – Hidrologia
  - Tomo 1.4 – Aspectos Sócio-Econômicos
- **VOLUME 2 – Anteprojetos**
  - Tomo 2.1 – Relatório Geral
  - Tomo 2.2 – Desenhos e Plantas

### **FASE III – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)**

- **VOLUME 1 – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)**
  - Tomo 1.1 – Estudos Básicos e Diagnósticos Ambientais

### **FASE IV – Avaliação Econômica Financeira dos Projetos**

- **VOLUME 1 – Viabilidade dos Projetos**
  - Tomo 1.1 – Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental

O presente documento refere-se ao TOMO 1.2 – Geotecnia (FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras, VOLUME 1 – Estudos Básicos), dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Feijão, localizada no município de Morada Nova, no Estado do Ceará.

## 1 – INTRODUÇÃO

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido uma das preocupações máximas do Governo, dotar o Estado de uma infraestrutura hídrica capaz de atender as demandas das populações, quanto ao abastecimento de água. No último decênio muito tem sido realizado no setor. Além da criação de todo um aparelhamento institucional, vem dedicando-se o Governo na execução de obras, através de programa específico, tais como o PROURB e o PROGERIRH que visam tanto fortalecer o sistema comunitário municipal, como equacionar e resolver os problemas de abastecimento de água das populações.

Este trabalho trata dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Feijão, localizada no município de Morada Nova, no Estado do Ceará.

O Estado do Ceará tem desenvolvido um extenso programa de recursos hídricos que inclui, desde a mobilização de água através da perfuração de poços ou em reservatórios, até sua distribuição às populações, através de adutoras, após tratamento para torná-la potável. O armazenamento de água para as populações e outros usos no Estado, historicamente, é feito através de mananciais artificiais constituídos por barramentos de rios, formando os açudes. No passado a construção destes reservatórios, tinha sempre um caráter emergencial, isto é, eles eram implantados sempre que se instalava uma seca mais prolongada. Nos anos de pluviometria normal, praticamente não se exercia essa atividade de modo continuado. Os açudes públicos eram construídos em locais muitas vezes não estratégicos, face à localização dos maiores contingentes de usuários, deixando-se de levar em conta outros fatores importantes, os quais só tiveram maior destaque com criação, o desenvolvimento e o debate dos aspectos ambientais.

Com o crescimento mais acelerado da população a partir da década de 1940, e sua concentração nas cidades, iniciada nos anos 60, o problema do abastecimento de água, no Estado, passou a ser encarado de modo a atender a requisitos mais técnicos tais como a localização dos açudes relativamente às cidades e às aglomerações rurais. Também tiveram um grande incremento os usos múltiplos da água, a qual passou a ser encarada como um bem econômico, sendo mais largamente utilizada, notadamente na agricultura irrigada, pecuária, piscicultura e nas atividades de lazer. Este aumento de consumo aliado às irregularidades pluviométricas, induziu o governo do Ceará, a partir do final da década dos anos 80, instituir programas que tratam a questão hídrica de modo racional, com continuidade e procurando sempre conferir um caráter de sustentabilidade as iniciativas do setor, podendo assim assegurar um desenvolvimento mais equilibrado do Estado.

Diante dessa realidade, a partir de 1987 o Governo Estadual vem institucionalizando a implementação de políticas públicas destinadas a encaminhar a questão da água. Assim, foram criados a partir da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH; foram também elaborados o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH.

O estudo objeto deste trabalho, se insere nas ações que o governo estadual está implantando em todo o território cearense, o qual consiste na construção de novos barramentos permanentes, de portes médios, e de adutoras que conduzam a água até as cidades, de modo a dotar os centros urbanos do interior de fontes de água seguras, que garantam o abastecimento nos períodos secos.

Atualmente, as ações empreendidas pelo Governo do Estado, no tocante a construção de obras hídricas, devem satisfazer a critérios técnicos, ambientais e sócio-econômicos, antes de terem garantido recursos para suas implantações.

O estudo objeto deste trabalho é uma das etapas deste processo de seleção de locais para obras hídricas e da comprovação de suas viabilidades técnica, financeira e econômica, além da avaliação das condições ambientais que advirão com a concretização dessas obras.

Nesse trabalho, buscamos estudar mais detalhadamente, as alternativas de atendimento às demandas de água junto às cidades e aglomerados urbanos que se situam nas áreas de influência direta destes reservatórios, e subsidiariamente atender as necessidades de promover o desenvolvimento de atividades econômicas, através da irrigação de áreas estrategicamente situadas em relação aos açudes, da piscicultura intensiva e promoção de atividades de lazer.

Apresentamos, em seguida, uma caracterização da região em estudo, a nível municipal e a nível local, onde os dados apresentados refletem a realidade atual, uma vez que eles foram colhidos recentemente, durante viagem de inspeção aos municípios e povoados situados na área de influência e nos próprios locais dos eixos barráveis.



## **2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

## 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O local escolhido para o estudo da Barragem Feijão localiza-se no riacho de mesmo nome, afluente pela margem direita do rio Pirangi, no município de Morada Nova, Estado do Ceará.

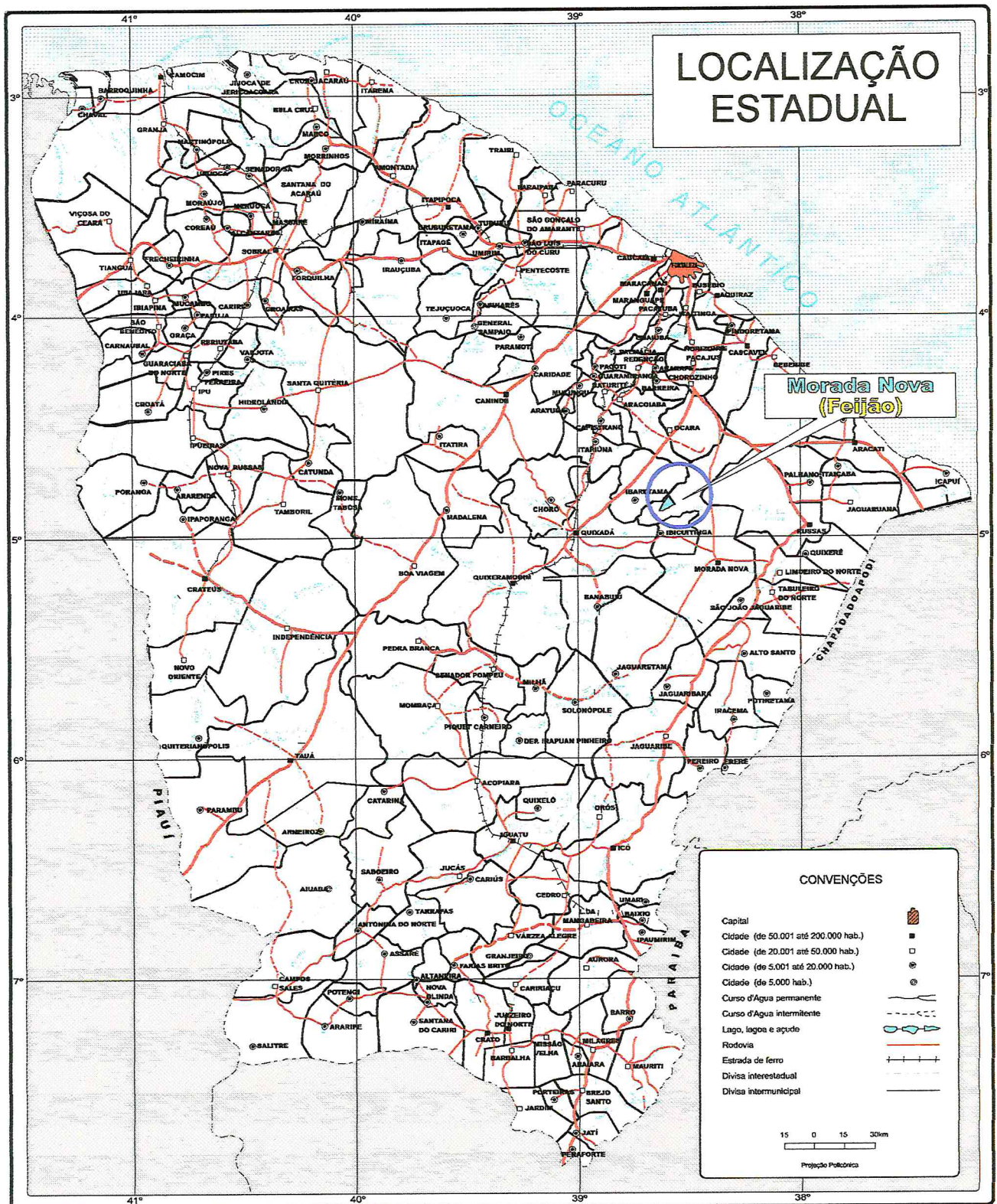
O município de Morada Nova localiza-se na região Centro Leste do Estado do Ceará com latitude 5° 06' 24" S e longitude 38° 22' 21" W, ocupa uma área de 2796,6 Km<sup>2</sup>, com altitude média da sede em torno de 89 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com Russas, Beberibe, Cascavel e Ocara, ao Sul com Jaguarétama, Jaguaribara, Alto Santo e São João do Jaguaribe, ao Leste com São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte e Russas e a Oeste com Ocara, Ibaretama, Quixadá, Ibicuitinga e Banabuiú.

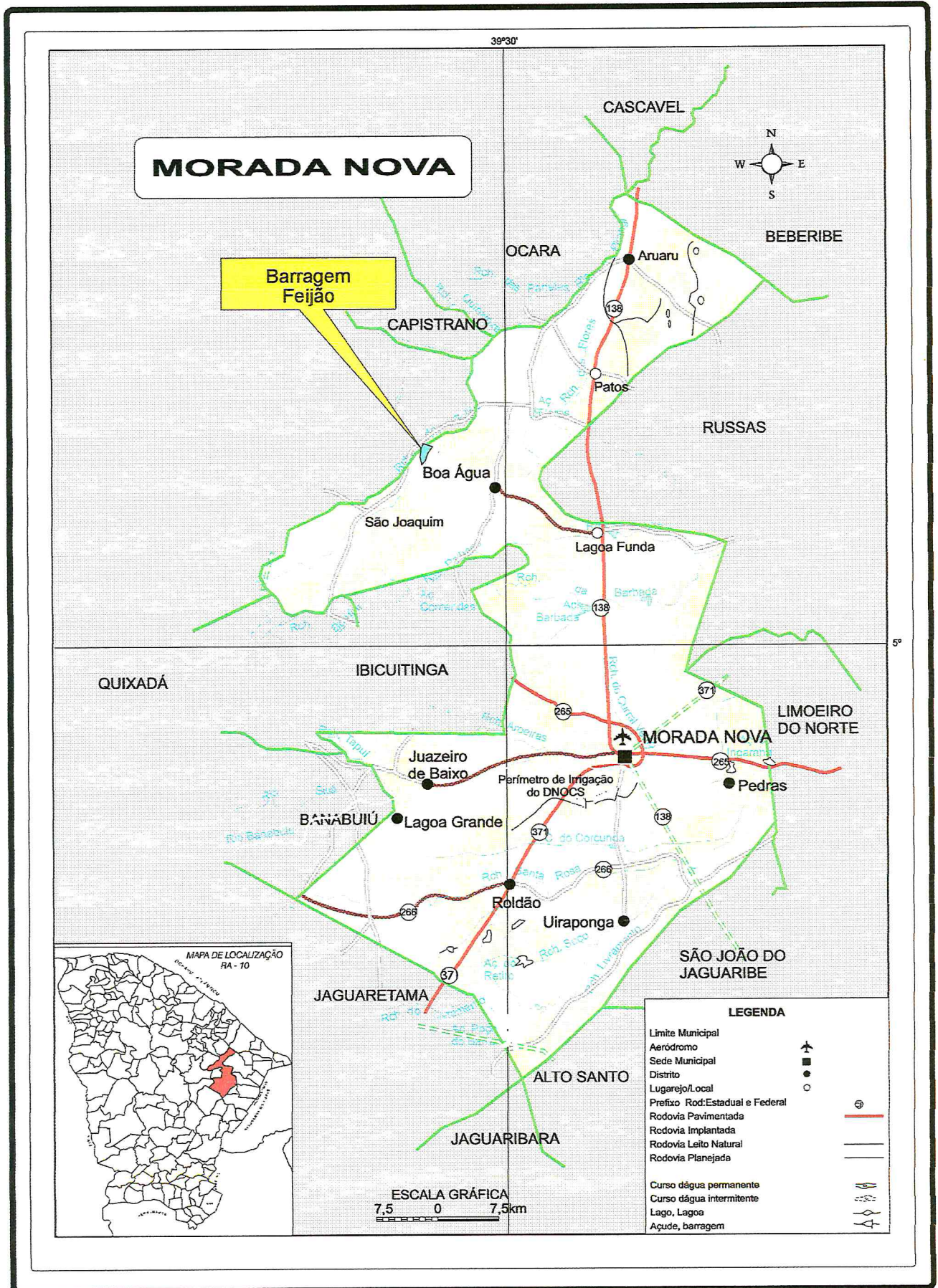
O acesso à sede do município de Morada Nova, a partir de Fortaleza, se faz pela rodovia federal BR-116 e pela rodovia estadual CE-138, percorrendo-se 144 km.

Para o acesso ao eixo selecionado a partir da sede do município toma-se a rodovia estadual CE-138, no sentido Norte, trafega-se por 30 km, até uma localidade conhecida como Lagoa Funda, onde toma-se no sentido Oeste uma estrada de terra que alcança a localidade de Boa-água após 15 km, prosseguindo-se no acesso a Nova Vida trafega-se por mais 15 km e alcança-se o sítio selecionado, próximo da propriedade do Sr. Genival.

O percurso entre a sede municipal de Morada Nova e o local do barramento é, portanto, cerca de 60 km.

As figuras apresentadas a seguir, mostram o mapa de localização e acessos no contexto estadual e o mapa do município de Morada Nova.





### **3 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

### **3 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS**

#### **3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O presente relatório descreve os estudos geotécnicos, de campo e laboratório, realizados com a finalidade de fornecer subsídios para os estudos de viabilidade da Barragem Feijão, a ser planejada no riacho homônimo, no município de Morada Nova, Estado do Ceará.

As atividades realizadas no âmbito destes estudos consistiram da investigação do material de fundação do maciço e área do sangradouro, através de sondagens à pá e picareta e à percussão, além da identificação, prospeção, coleta de amostras e ensaios laboratoriais em áreas com ocorrência de materiais apropriados para possível emprego na construção do aterro da barragem. Foram identificadas fontes de suprimento de areia (areais) e de material pétreo (pedreiras).

Os poços de sondagem foram referenciados em relação ao eixo topográfico materializado em campo ou, na sua ausência, através de coordenadas UTM obtidas com GPS manual.

Neste relatório, constam ainda, os perfis individuais de sondagens percussivas, onde são mostradas as profundidades em metros, os valores de penetração (SPT), bem como as fichas de ensaios de infiltração (Le Franc). Apresenta-se também, um perfil geológico/geotécnico com indicação de locação das sondagens. Os objetivos dos serviços foram os de determinar a profundidade do topo rochoso e definir as características geotécnicas da rocha de fundação.

Os poços de sondagem foram referenciados em relação ao eixo topográfico materializado em campo ou, na sua ausência, através de coordenadas UTM obtidas com GPS manual.

#### **3.2 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NO EIXO DO MACIÇO**

##### **3.2.1 – Sondagens à Pá e Picareta (SPP)**

###### **3.2.1.1 – Eixo do maciço principal**

Para investigar o subsolo no local onde foi selecionado o eixo do maciço principal da barragem Feijão foram realizadas nove sondagens a pá e picareta (SSP), que foram interrompidas em material impenetrável a essas ferramentas ou na presença do lençol freático .

Os poços de sondagem foram referenciados em relação ao estaqueamento topográfico materializado em campo através de estacas numeradas.

As sondagem SPP-01 à SPP-03 foram realizadas na região da ombreira esquerda, enquanto as sondagens SPP-04 e SPP-05 foram executadas na zona aluvionar da calha do rio e as sondagens SPP-06 e SPP-09 na ombreira direita.

No quadro Q.3.1 é apresentada a localização de cada poço de sondagem realizado no eixo escolhido para o maciço e suas coordenadas UTM, aferidas através de GPS manual e na figura 3.1 o esquema de situação das investigações.

Quadro Q-3.1 – Localização dos poços de sondagem no eixo principal da barragem

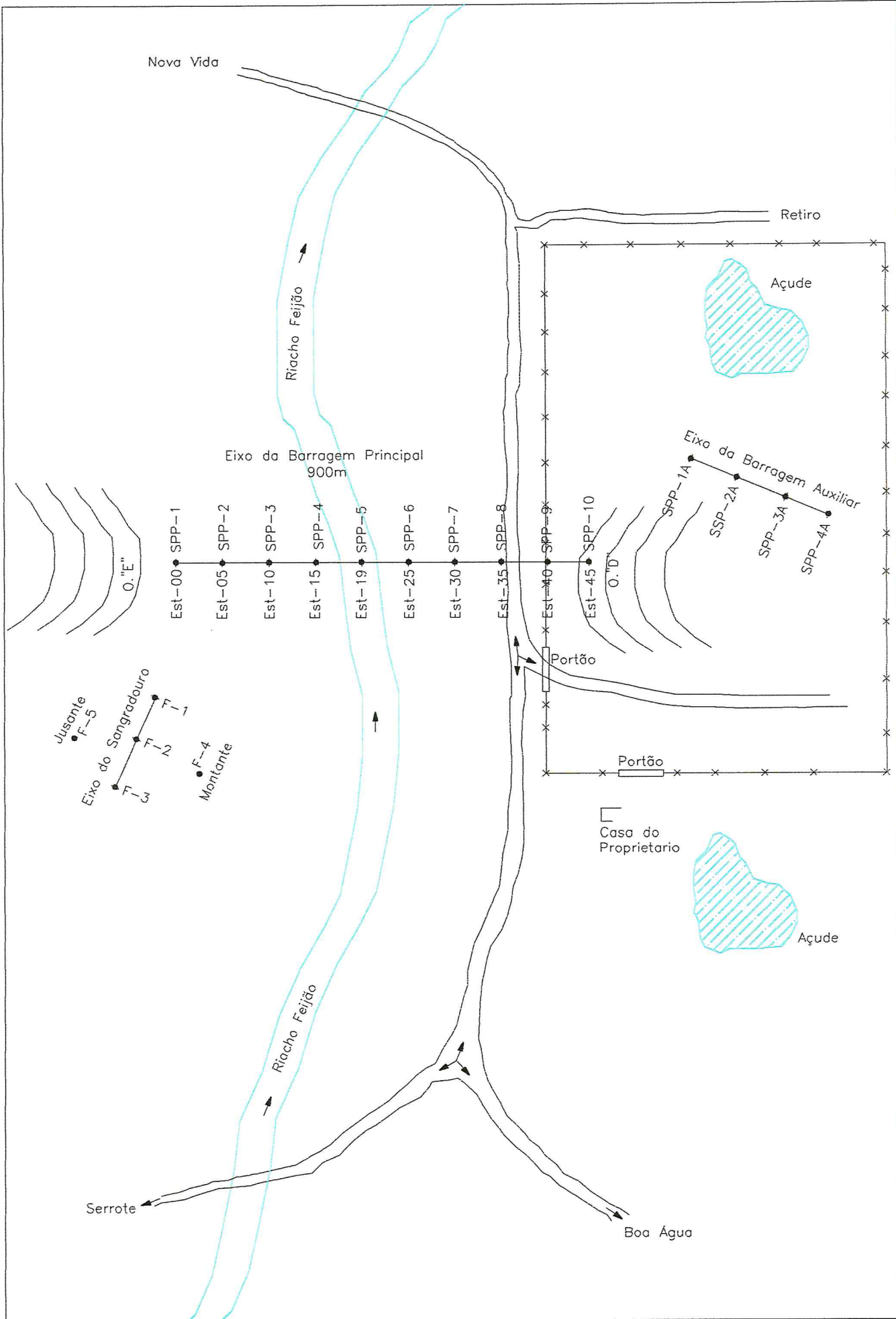
Poço de sondagem	Estaca	Coordenada UTM Este	Coordenada UTM Norte
SPP-01	00	545.711	9.468.836
SPP-02	05	545.792	9.468.774
SPP-03	10	545.884	9.468.750
SPP-04	15	545.945	9.468.648
SPP-05	19	546.006	9.468.600
SPP-06	25	546.098	9.468.526
SPP-07	30	546.176	9.468.460
SPP-08	35	546.255	9.468.402
SPP-09	39	546.316	9.468.352

Nas sondagens das ombreiras os poços foram escavados até uma profundidade ditada pelas limitações impostas pelas ferramentas empregadas no processo de escavação e na região da calha do rio as investigações foram interrompidas no nível do lençol freático encontrado.

No quadro Q-3.2 é indicada a profundidade alcançada em cada uma destas investigações e o motivo da paralisação.

Quadro Q-3.2 – Profundidade dos poços de sondagem no eixo principal da barragem

Poço de sondagem	Estaca	Profundidade (m)	Motivo da paralisação
SPP-01	00	1,00	Alteração de rocha
SPP-02	05	0,75	Alteração de rocha
SPP-03	10	0,70	Rocha
SPP-04	15	3,10	Nível d'água
SPP-05	19	1,50	Nível d'água
SPP-06	25	2,60	Bloco de rocha
SPP-07	30	1,30	Alteração de rocha
SPP-08	35	0,75	Alteração de rocha
SPP-09	39	1,20	Alteração de rocha



BARRAGEM FEIJÃO

FIGURA 3.1

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS NO EIXO DA BARRAGEM E SANGRADOURO



Ao longo do eixo principal pesquisado não foram observados afloramentos rochosos nem tampouco blocos isolados.

Os boletins de campo referentes a campanha de sondagem realizada no eixo do maciço principal encontram-se em anexo.

#### 3.2.1.2 – Eixo do maciço auxiliar

Para investigar o subsolo no local onde previu-se a necessidade de um barramento auxiliar foram realizadas quatro sondagens a pá e picareta (SSP), que foram interrompidas em material impenetrável a essas ferramentas.

A localização dos poços de sondagem foi escolhida no campo e as coordenadas registradas através de um GPS manual.

No quadro Q.3.3 é apresentada a localização de cada poço de sondagem realizado no eixo auxiliar arbitrado para o maciço e suas coordenadas UTM, e na figura 3.1 o esquema de situação das investigações.

Quadro Q-3.3 – Localização dos poços de sondagem no eixo da barragem auxiliar

Poço de sondagem	Profundidade	Coordenada UTM Este	Coordenada UTM Norte
SPP-01	1,20	547.088	9.467.964
SPP-02	1,30	546.992	9.468.032
SPP-03	1,30	546.802	9.468.220
SPP-04	1,20	546.676	9.468.324

Ao longo do eixo do maciço auxiliar pesquisado não foram observados afloramentos rochosos nem tampouco blocos isolados.

Os boletins de campo referentes a campanha de sondagem realizada no eixo do maciço auxiliar encontram-se em anexo.

#### 3.2.1.3 – Eixo do sangradouro

Para investigar o subsolo na região onde previu-se a localização do elemento de sangria foram realizadas cinco sondagens a pá e picareta, que foram interrompidas em material impenetrável a essas ferramentas.

A localização dos poços de sondagem foi escolhida no campo de forma a posicionar três investigações ao longo do eixo transversal e uma sondagem a montante deste eixo e outra a jusante. Para amarração destas sondagens foram registradas as coordenadas UTM através de um GPS manual.

No quadro Q.3.4 é apresentada a localização de cada poço de sondagem realizado na região do sangradouro e a profundidade alcançada nas escavações manuais, na figura 3.1 o esquema de situação das investigações pode ser visualizado.

**Quadro Q-3.4 – Localização dos poços de sondagem na área do Sangradouro**

Poço de sondagem	Profundidade	Coordenada UTM Este	Coordenada UTM Norte
F-01	1,30	545.558	9.468.932
F-02	1,00	545.454	9.468.884
F-03	1,30	545.365	9.468.846
F-04	1,10	545.474	9.468.842
F-05	1,10	545.438	9.468.916

Os boletins de campo referentes a campanha de sondagem realizada na área do sangradouro encontram-se em anexo.

### 3.2.2 – Sondagens à Percussão (SP) e Ensaio de Permeabilidade “In Situ”

Foram executados os seguintes serviços geotécnicos:

- Sondagens à percussão;
- Ensaio de infiltração (Le Franc)

Os trabalhos concentraram-se ao longo do eixo e sangradouro.

**TABELA DOS SERVIÇOS EXECUTADOS**

QUANTITATIVOS EXECUTADOS			
SONDAGEM	ESTACA	PERCUSSÃO (m)	INFILTRAÇÃO (ud)
SP - 01	08-eixo	2,06	-
SP - 02	13+10	5,09	3,00
SP - 03	18-eixo	5,12	2,00
SP - 04	22+10	3,28	2,00
SP - 05	28-eixo	5,11	3,00
SP - 06	32-eixo	3,11	-
SP - 07	S - 04	2,31	-
SP - 08	S - 08	2,13	-
<b>TOTAL</b>	-	<b>28.21</b>	<b>10.00</b>

O método executivo para os serviços executados obedeceram as Normas Técnicas da ABGE, resumido da seguinte forma:

### Sondagem à Percussão

As sondagens à percussão foram iniciadas com o uso de trado concha ou espiral até o impenetrável por este método. Nesse gradiente os furos passam a ser revestidos e prosseguidos até que seja atingido o impenetrável, mesmo com lavagem.

Para extração das amostras foi utilizado o amostrador padrão. Estas amostras são acondicionadas em sacos plásticos, catalogadas e caracterizadas em laboratório.

Durante a cravação do amostrador, o qual é cravado no terreno por meios de golpes de um martelo de 65 kg, com altura de 75 cm, foram registrados os números de golpes necessários para a penetração de cada 15 cm, até um total de 45 cm, denominado de "STANDARD PENETRATION TEST" (SPT). A soma dos golpes dos últimos 30 cm de cravação, é apresentada sob a forma de tabela e gráfico nos perfis individuais de sondagem em anexo.

### Ensaio de Permeabilidade "In Situ" com Carga Constante

Nos ensaios de permeabilidade "in situ" com carga constante, mantém-se constante a vazão até que as condições de fluxo se estabilizem e a carga (altura da 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).

São realizados em sondagens à percussão, em solo, principalmente nos terraços aluviais, em trechos de 1 metro.

### Resumo dos resultados dos ensaios realizados

LOCAL	SONDAGEM	ESTACA	TRECHO (m)	LE FRANC ( und)
E I X O	SP 02	13+10	1,00 a 2,00	8.0*10;-6
			2,00 a 3,00	6.4*10;-6
			4,00 a 5,00	2.6*10;-6
	SP-03	18	1,00 a 2,00	3.0*10;-5
			2,00 a 3,00	1.5*10;-5
	SP-04	22+10	1,00 a 2,00	3.4*10;-6
			2,00 a 3,00	1.1*10;-5
	SP-05	28	1,00 a 2,00	3.4*10;-6
			2,00 a 3,00	8.4*10;-6
			4,00 a 5,00	2.9*10;-6

### 3.3 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NAS ÁREAS DE JAZIDAS

Localizou-se duas áreas com características apropriadas para emprego como material de construção do maciço da barragem, uma situada na ombreira direita, dita J-01, situada à cerca de 100 m da estaca 45 do eixo principal. Nesta ocorrência foram realizados 19 poços exploratórios.

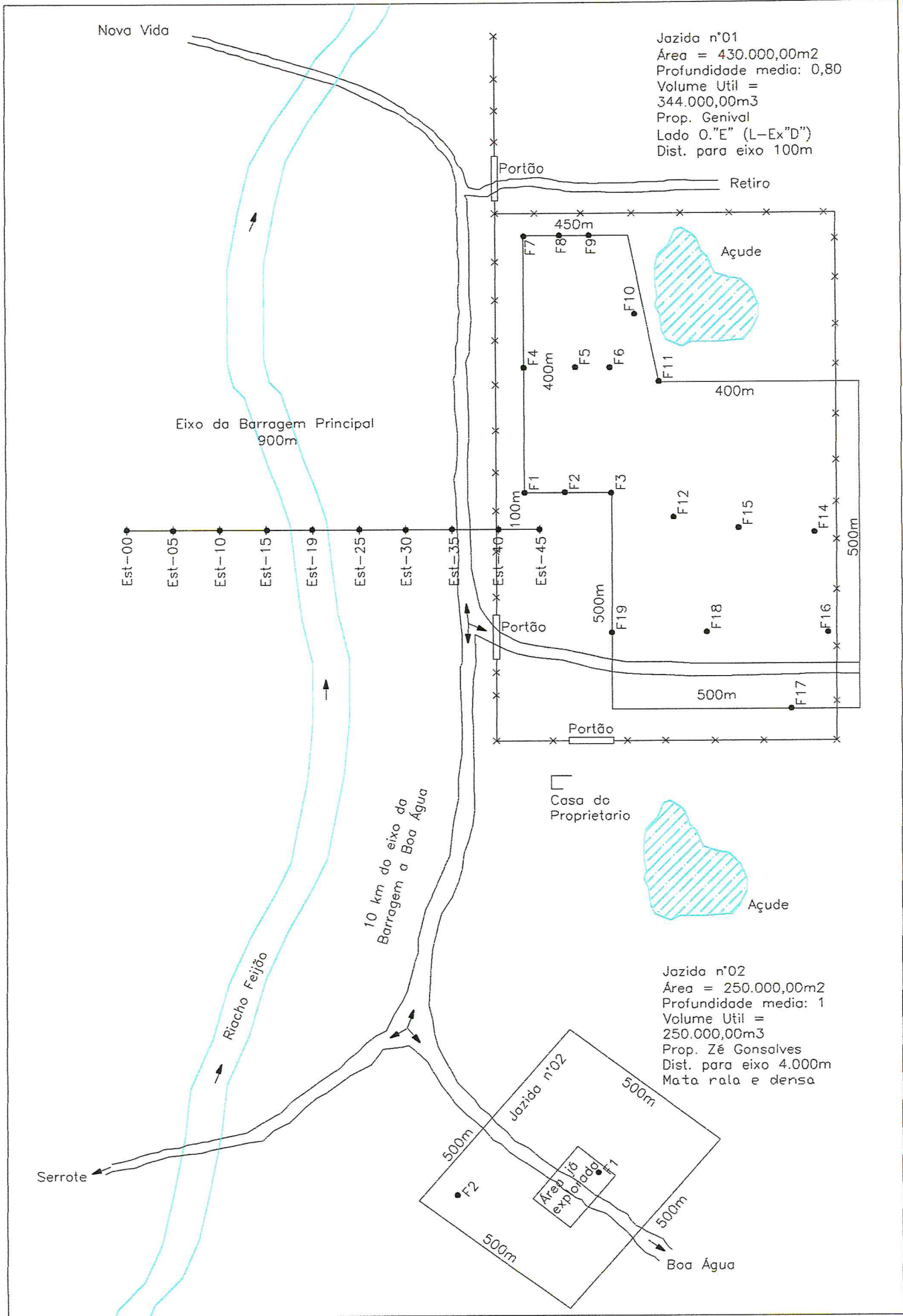
Distante do eixo cerca de 4000 m a montante do eixo, no sentido do povoado de Boa Água, delimitou-se uma área denominada de jazida J-02, junto a uma área anteriormente explorada, onde executou-se 2 furos exploratórios para confirmação das características visuais observadas na área exposta pela exploração.

A área delimitada para a jazida J-01 tem cerca de 43 Hectares numa configuração apresentada no croquis a figura 3.2 e para a jazida J-02 a área tem cerca de 500 por 500 m , o que representa 25 hectares.

Nos quadros Q.4.1 a Q.4.2 são apresentadas as coordenadas registradas para cada furo exploratório das jazidas J-01 e J-02 e suas respectivas profundidades.

Quadro Q-4.1 – Localização e profundidade dos poços da jazida J-01

Furo de sondagem	Profundidade	Coordenada UTM Este	Coordenada UTM Norte
F-01	1,10	546.301	9.468.460
F-02	1,10	546.365	9.468.439
F-03	1,00	546.410	9.468.392
F-04	0,80	546.372	9.468.560
F-05	1,00	546.455	9.468.518
F-06	1,10	546.541	9.468.462
F-07	1,10	546.483	9.468.750
F-08	1,10	546.649	9.468.664
F-09	1,10	546.800	9.468.568
F-10	1,00	546.858	9468.500
F-11	0,60	546.800	9.468.470
F-12	0,60	546.740	9.468.420
F-13	0,75	547.298	9.468.068
F-14	0,70	547.223	9.467.998
F-15	0,65	547.187	9.468.042
F-16	0,80	547.136	9.467.964
F-17	0,70	547.000	9.467.868
F-18	0,80	547.036	9.467.906
F-19	1,10	546.430	9.466.054



Quadro Q-4.2 – Localização e profundidade dos poços da jazida J-02

Furo de sondagem	Profundidade	Coordenada UTM Este	Coordenada UTM Norte
F-01	1,00	548.456	9.467.224
F-02	1,40	548.343	9.467.190

Na figura 3.2 é apresentado um croquis das respectivas jazidas de material estudado para o maciço, com a localização dos furos exploratórios e algumas informações básicas.

Em cada jazida foram coletadas amostras representativas do material predominante e encaminhadas para o laboratório para serem submetidas a ensaios de granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e compactação com a energia do Proctor Normal. O resumo dos resultados obtidos nestes ensaios são apresentados no quadro Q.4.3.

### 3.4 – INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS NO AREAL

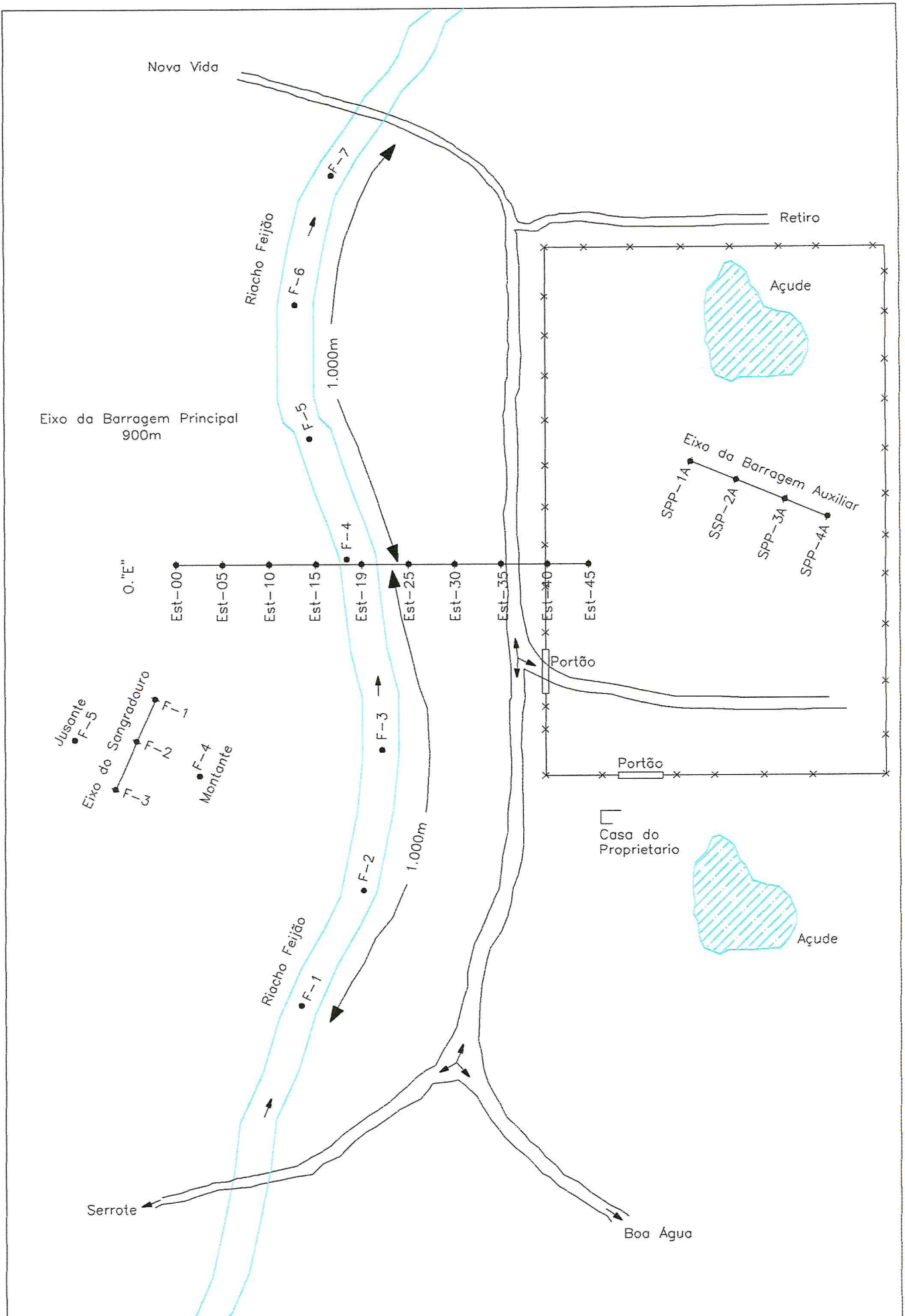
Foi selecionado um trecho do riacho Feijão, próximo do eixo, onde observa-se uma concentração de sedimentos arenosos com características adequadas para o emprego como agregado miúdo de concretos e como elemento do sistema de drenagem interna do maciço terroso. O trecho escolhido, dito areal A-01, situa-se imediatamente a montante e a jusante do eixo, sendo demarcada uma extensão da calha do rio de 2.000 m e com uma largura representativa de 10 m. Neste areal foram realizadas 7 sondagens manuais que revelaram um pacote de areia fina a média com cerca de 1,30 m de espessura.

O rio é pródigo em sedimentos arenosos e portanto a área selecionada pode ser amplamente aumentada, segundo as necessidades do projeto.

No quadro 5.1 estão sintetizados os dados principais obtidos na investigação dos areais e na figura 5.4 a localização do areal.

Quadro 5.1 – Resumo das sondagens no areal

AREAL A-01		
Furo de sondagem	Profundidade	Material
F-01	1,50	Areia média a grossa
F-02	1,50	Areia média a grossa
F-03	1,20	Areia média a grossa
F-04	1,30	Areia média a grossa
F-05	1,50	Areia média a grossa
F-06	1,30	Areia média a grossa
F-07	1,20	Areia média a grossa



BARRAGEM FEIJÃO

FIGURA 3.3  
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DO AREAL

Na ocorrência de areia indicada foram coletadas amostras para serem submetidas a ensaios de granulometria e permeabilidade. No quadro 5.2 são apresentadas os principais resultados obtidos e nos anexos encontram-se as fichas dos respectivos ensaios.

Quadro 5.2 Resumo dos ensaios do areal

AREAL	% < Peneira 200	D max (mm)	Modulo de Finura	Permeabilidade (cm/s)
Areal 01	1,0	1,2	2,28	7,6 x 10E-3

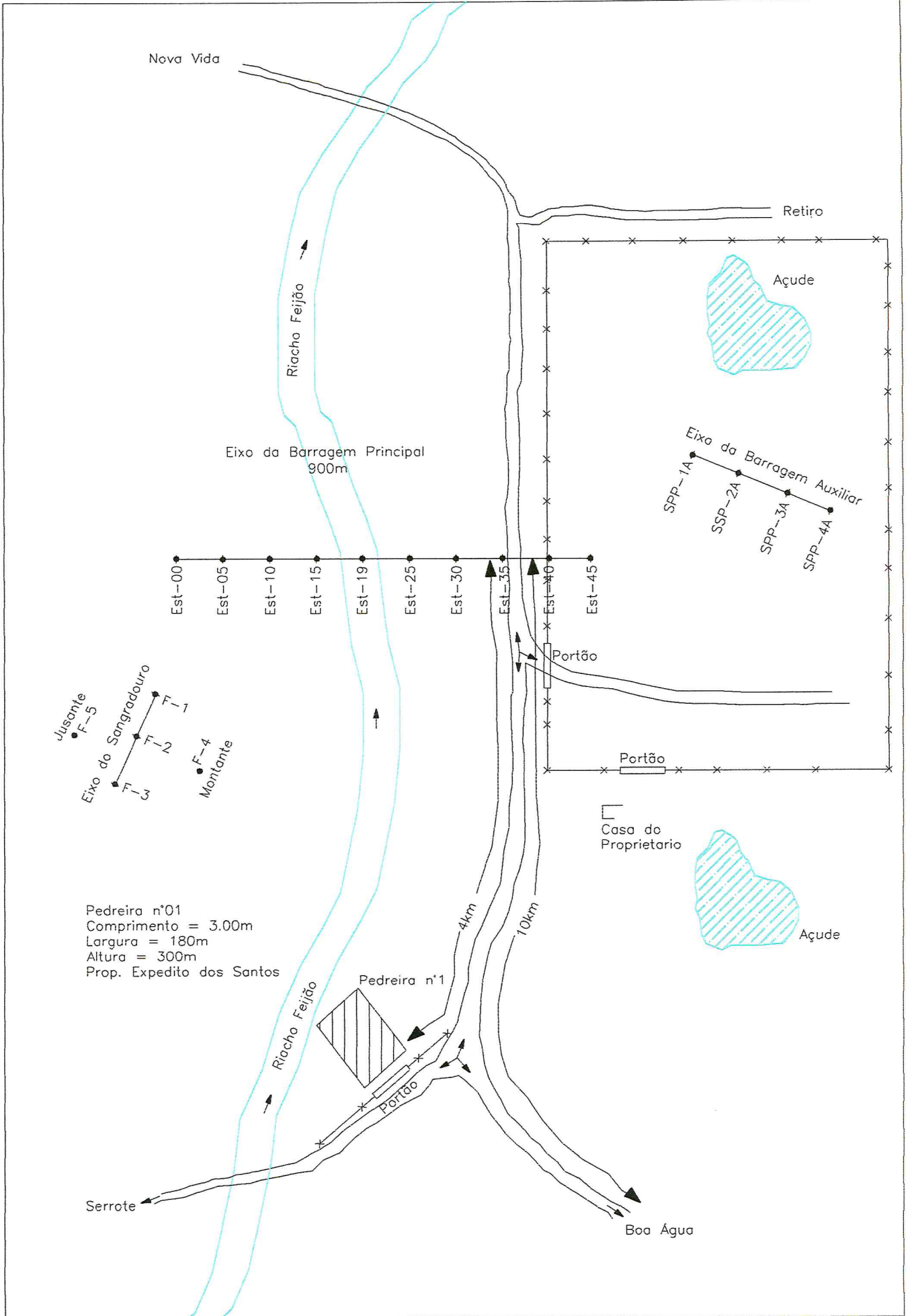
### 3.5 – INDICAÇÃO DA FONTE DE MATERIAL PÉTREO

Foi localizada uma extensa área de ocorrência de afloramentos rochosos com a finalidade de suprir as necessidades das obras para a análise do Projeto. O local situa-se a cerca de 4.000 m à montante do eixo, na margem direita do caminho de acesso a localidade de Retiro, em propriedade do Sr Expedito dos Santos, onde foram identificados afloramentos graníticos. Estes afloramentos foram chamados de Pedreira P-01 e foram avaliados como são.

A área avaliada como de possível exploração tem cerca de 300 m por 180 m.

Na figura 3.4 é apresentado um esquema com a localização da pedreira.





BARRAGEM FEIJÃO

FIGURA 3.4  
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO DA PEDREIRA

### 3.6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Da análise dos boletins de campo e do material coletado nos poços de sondagem SPP-01 a SPP-03 pode-se concluir que ao longo da ombreira esquerda o solo de cobertura do substrato rochoso constituiu-se de um cascalho silte arenoso argiloso, de cor cinza ou avermelhado, com espessura entre 0,75 e 1,00 m.

Na zona da ombreira direita, representada pelas sondagens SPP-07 a SPP-09, o manto de solo constituiu-se de um silte arenoso e uma argila siltosa de cor cinza ou amarelada, apresentando-se também pouco espesso, variando de 0,75 na parte mais elevada da ombreira até 1,3 m na parte mais baixa.

Isto evidencia boas condições de fundação para uma obra de terra e a possibilidade de uma trincheira de vedação pouco profunda na região das ombreiras.

Caso seja estudada uma alternativa de uma obra de concreto pode-se considerar que o substrato rochoso encontra-se pouco abaixo dos limites alcançados nas sondagens, tendo em vista o surgimento de alterações de rocha que guardam feições da rocha mãe.

2. Na sondagem SPP-04 realizada na zona aluvionar à esquerda do leito do rio foi encontrada uma camada de silte arenoso e areia siltosa até 2,70 m de profundidade, seguida de um depósito de areia fina e média até 3,10 m, onde encontrou-se o nível freático.

A sondagem SPP-06 realizada também na zona aluvionar do rio, porém na ombreira direita, apresentou o mesmo pacote de areia siltosa a silte arenoso até 2,60 m, onde teve-se de parar a sondagem após atingir-se um bloco de rocha de grande dimensão.

No leito do rio executou-se a sondagem SPP-05 que foi escavada em toda sua extensão em areia fina e média até 1,50 m, onde foi paralisada em face a presença do lençol freático.

Pela impossibilidade de prosseguimento destas sondagens a pá e picareta não foi possível alcançar o topo rochoso nesta área aluvionar do eixo da barragem principal. Assim, não foi possível definir a espessura do pacote aluvionar e tampouco a constituição completa dos solos que o compõem.

Informação adicional retirada da inspeção de duas cacimbas existente na zona aluvionar do rio, uma a 300 m a jusante do eixo e outra a 400 m a montante, leva a crer que o substrato rochoso foi alcançado a 4,0 m na primeira e 5,1 m na segunda. Isto pode ser um indicador de que a trincheira de vedação na zona aluvionar do rio, cerca de 290 m de extensão, pode alcançar profundidade de até cerca de 5,0 m.

3. Em nenhuma das sondagens realizadas no eixo selecionado para o estudo da barragem foram observados materiais de baixa resistência ou de alta compressibilidade que pudessem suscitar preocupações especiais no estudo da estabilidade do maciço.

4. As jazidas J-01 e J-02 são constituídas de solos classificados tipo SC e CL (Classificação Unificada de Solos- USC) ou seja, areia argilosa de baixa compressibilidade e argilas arenosas de baixa plasticidade. O solo SC caracteriza-se, segundo SHERARD (1963), por apresentar-se praticamente impermeável, com alta resistência a erosão interna, com alta a média resistência ao cisalhamento com boa a excelente trabalhabilidade. Já o solo CL caracteriza-se, segundo o mesmo autor, por apresentar-se impermeável, com alta resistência a erosão interna, com média resistência ao cisalhamento com boa a regular trabalhabilidade.

Estas qualidades são esperáveis para solos compactados próximos da umidade ótima com uma energia suficiente para leva-lo ao máximo peso específico aparente seco. Nos ensaios foram obtidos valores da umidade ótima entre 13,8 e 15,0% para a jazida J-01 e 13,7% para a jazida J-02 e peso específico máximo seco entre 1778 e 1852 g/cm<sup>3</sup> para a jazida J-01 e 1790 g/cm<sup>3</sup>.

Solos SC e CL tem sido freqüentemente empregados na construção de grandes barragens tanto pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará( SRH –CE) como pelo DNOCS. Como exemplo de emprego de solo SC pode-se citar as barragens de Lima Campos, Banabuiu, Patu (DNOCS) e Gerimum e Sítios Novos (SRH- CE e de emprego de solos CL as barragens Favelas, Catu, Gangorra, Rosário e Souza.

Ou seja, o conjunto das características geotécnicas apresentadas pelos solos mostram-se excelentes à construção de barragens de terra.

5. A areia selecionada no areal A-01 apresenta uma razoável permeabilidade e uma baixa parcela de finos passantes na peneira n.º 200, sendo indicada para o uso como agregado miúdo de concretos e para filtros e drenos no maciço terroso.
6. Os afloramentos rochosos que foram verificados na pedreira P-01 são constituídos de rocha gnáissica sã e portanto indicadas para fonte de suprimento de material pétreo.



**ANEXO 1 – SONDAGENS À PÁ E PICARETA**

**ANEXO 1.1 – BOLETINS DE CAMPO**

**BOLETIM DE CAMPO**

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
01				COORDENADAS:0545711/9468836	
	00	0,10-0,50		CASCALHO SILTE ARENOSO, COR CINZA CLARA	
	00	0,50-1,00		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR AVERMELHADA	
02				COORDENADAS:0545792/9468774	
	05	0,10-0,40		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
	05	0,40-0,75		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR AVERMELHADA	
03				COORDENADAS:0545884/9468750	
	10	0,10-0,50		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
	10	0,50-0,70		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
	10	0,70		ROCHA	
04				COORDENADAS:0549945/9468648	
	15	0,10-1,80		SILTE ARENOSO, COR CINZA	
	15	1,80-2,70		AREIA SILTOSA, COR CINZA CLARA	
	15	2,70-3,10		AREIA FINA	
	15	3,10		NÍVEL D'ÁGUA	
05				COORDENADAS:0546006/9468600	
	19	0,10-1,50		AREIA FINA A MÉDIA	
	19	1,50		NÍVEL D'ÁGUA	
06				COORDENADAS:0546098/9468526	
	25	0,10-1,20		ARGILA SILTOSA, COR CINZA ESCURA (MASSAPÊ)	
	25	1,20-2,60		SILTE ARENOSO C/PEDREGULHO, COR AMARELADA	
	25	2,60		BLOCO DE PEDRA	

TRECHO:

**BOLETIM DE CAMPO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DO EIXO DA  
BARRAGEM****ANB**

DATA:

JUL./2002

FOLHA:





**BOLETIM DE CAMPO**

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
01				COORDENADAS:0547088/9467964	
		0,10-0,60		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		0,60-1,20		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR AVERMELHADA	
		1,20		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
02				COORDENADAS:0546992/9468032	
		0,10-0,45		AREIA SILTOSA, COR CINZA CLARA	
		0,45-1,30		ARGILA SILTOSA C/PEDREGULHO, COR CINZA	
		1,30		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
03				COORDENADAS:0546802/9468220	
		0,10-1,30		ARGILA SILTOSA, COR CINZA CLARA	
		1,30		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
04				COORDENADAS:0546676/9468324	
		0,10-0,30		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR CINZA CLARA	
		0,30-1,20		SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		1,20		ALTERAÇÃO DE ROCHA	

TRECHO:		<b>BOLETIM DE CAMPO</b>	
LOCAL: <b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		LOCAL: <b>SONDAGEM DA BARRAGEM AUXILIAR</b>	DATA: JUL./2002
		<b>ANB</b>	FOLHA:

**BOLETIM DE CAMPO**

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
01				COORDENADAS:0545558/9468932	
		0,10-1,30		CASCALHO SILTE ARENO ARGLOSO, COR AMARELADA	
		1,30		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
02				COORDENADAS:0545454/9468884	
		0,10-0,80		CASCALHO C/BLOCO DE PEDRA, SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		0,80-1,00		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
03				COORDENADAS:0545365/9468846	
		0,10-0,40		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
		0,40-1,30		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR AMARELADA	
		1,30		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
04				COORDENADAS:0545474/9468842	
		0,10-0,50		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
		0,50-0,80		ARGILA SILTOSA, COR AVERMELHADA	
		0,80-1,10		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
05				COORDENADAS:0545438/9468916	
		0,10-0,40		SILTE ARENOSO C/PEDREGULHO, COR AMARELADA	
		0,40-0,70		ARGILA SILTOSA, COR AMARELADA	
		0,70-1,10		ALTERAÇÃO DE ROCHA	

TRECHO:	<b>BOLETIM DE CAMPO</b>	
LOCAL: <b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL: <b>SONDAGEM NO SANGRADOURO</b>	DATA: JUL./2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

**BOLETIM DE CAMPO**

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
01				COORDENADAS:0546301/9468460	
		0,10-1,10		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		1,10		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
02				COORDENADAS:0546365/9468434	
		0,10-0,50		SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
		0,50-1,10		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
03				COORDENADAS:0546410/9468392	
		0,10-0,40		SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
		0,40-1,00		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AVERMELHADA	
04				COORDENADAS:0546372/9468560	
		0,10-0,40		SILTE ARENOSO, COR CINZA CLARA	
		0,40-0,80		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
05				COORDENADAS:0546455/9468518	
		0,10-1,00		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR CINZA CLARA	
		1,00		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
06				COORDENADAS:0546541/9468462	
		0,10-0,30		CASCALHO SILTE ARENOSO, COR CINZA	
		0,30-1,10		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR CINZA CLARA	
		1,10		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
07				COORDENADAS:0546483/9468750	
		0,10-0,70		ARGILA SILTOSA, COR CINZA	
		0,70-1,10		ARGILA SILTOSA C/PEDREGULHO, COR CINZA CLARA	
TRECHO:				<b>BOLETIM DE CAMPO</b>	
LOCAL: <b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>				LOCAL: <b>SONDAGEM DA JAZIDA Nº 01</b>	DATA: JUL./2002
				<b>ANB</b>	FOLHA:

**BOLETIM DE CAMPO**

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
08				COORDENADAS:0546649/9468664	
		0,10-0,70		SILTE ARENO ARGILOSO, COR CINZA CLARA	
		0,70-1,10		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR VARIEGADA	
09				COORDENADAS:0546800/9468568	
		0,10-0,40		SILTE ARENOSO C/PEDREGULHO, COR CINZA CLARA	
		0,40-1,10		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
10				COORDENADAS:0546858/9468500	
		0,10-1,00		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AVERMELHADA	
		1,00		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
11				COORDENADAS:0546800/9468470	
		0,10-0,60		ARGILA SILTOSA, COR CINZA	
		0,60		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
12				COORDENADAS:0546740/9468420	
13				COORDENADAS:0547298/9468068	
		0,10-0,75		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AVERMELHADA	
		0,75		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
14				COORDENADAS:0547223/9467998	
		0,10-0,70		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		0,70		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
15				COORDENADAS:0547187/9468042	
		0,10-0,65		SILTE ARENO ARGILOSO C/PEDREGULHO, COR AMARELADA	
		0,65		ALTERAÇÃO DE ROCHA	

TRECHO:

**BOLETIM DE CAMPO****SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO**LOCAL: **SONDAGEM DA JAZIDA Nº  
01**DATA:  
JUL./2002**ANB**

FOLHA:

## BOLETIM DE CAMPO

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
16				COORDENADAS:0547136	
		0,10-0,80		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		0,80		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
17				COORDENADAS:0547100/9467868	
		0,10-0,70		SILTE ARENO C/PEDREGULHO ARGILOSO, COR CINZA E AMARELADA	
		0,70		ALTERAÇÃO DE ROCHA	
18				COORDENADAS:0547036/9467906	
		0,10-0,80		CASCALHO SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
19				COORDENADAS:0546430/9466054	
		0,10-1,10		SILTE ARENO ARGILOSO, COR AMARELADA	
		1,10		ALTERAÇÃO DE ROCHA	

TRECHO:	<b>BOLETIM DE CAMPO</b>	
LOCAL:	LOCAL: <b>SONDAGEM DA JAZIDA Nº 01</b>	DATA: <b>JUL./2002</b>
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>ANB</b>	FOLHA:

### BOLETIM DE CAMPO

FURO	ESTACA Km	PROFUND. Cm	LADO D X E	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA	CLASSIFICAÇÃO
01				COORDENADAS:0544780/9467704	
		0,00-1,50		AREIA MÉDIA A GROSSA	
02				COORDENADAS:0544711/9467952	
		0,00-1,50		AREIA MÉDIA A FINA	
03				COORDENADAS:0544602/9468152	
		0,00-1,20		AREIA FINA A MÉDIA	
04				COORDENADAS:0545708/9468286	
		0,00-1,30		AREIA FINA A MÉDIA	
05				COORDENADAS:0545808/9468426	
		0,00-1,50		AREIA FINA A MÉDIA	
06				COORDENADAS:0454918/9468590	
		0,00-1,30		AREIA FINA A MÉDIA	
07				COORDENADAS:0546038/9468612	
		0,00-1,20		AREIA MÉDIA A GROSSA	
TRECHO:			<b>BOLETIM DE CAMPO</b>		
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>			LOCAL: <b>SONDAGEM DO AREAL Nº 01/ RIACHO FEIJÃO</b>	DATA: JUL./2002	
			<b>ANB</b>	FOLHA:	

**ANEXO 1.2 – FICHAS DE ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS**

## QUADRO RESUMO

FURO Nº		07	09	13	16	19			
PROFUNDIDADE (Cm)	DE	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10			
	ATE	0,60	0,60	0,60	0,60	1,00			
ESTACA									
POSIÇÃO									
GRANULOMETRIA PASSANDO %	2"	100	100	100	100	100			
	1"	100	100	98	96	100			
	3/8"	100	89	88	87	100			
	Nº 4	100	74	72	72	100			
	Nº 10	97	61	59	62	100			
	Nº 40	85	45	44	49	95			
	Nº 200	51	25	23	28	85			
	LL	36	35	39	35	38			
IP	13	12	14	11	14				
IG	0	0	0	0	0				
EA	-	-	-	-	-				
GRUPO USC	CL	SC	SC	SC/SM	CL				
FAIXA	-	-	-	-	-				
26 GÓLPIES	H ÓTIMA	15,0	14,3	13,8	12,8	12,8			
	D MÁXIMA	1.789	1.778	1.834	1.810	1.852			
	EXPANSÃO	-	-	-	-	-			
	I.S.C	-	-	-	-	-			
GRAU DE COMPACTAÇÃO		-	-	-	-	-			
UMIDADE NATURAL		-	-	-	-	-			
PROJETO:					QUADRO RESUMO				
LOCAL:					LOCAL:		DATA:		
SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO					JAZIDA Nº 01		JUL./2002		
					ANB		FOLHA:		

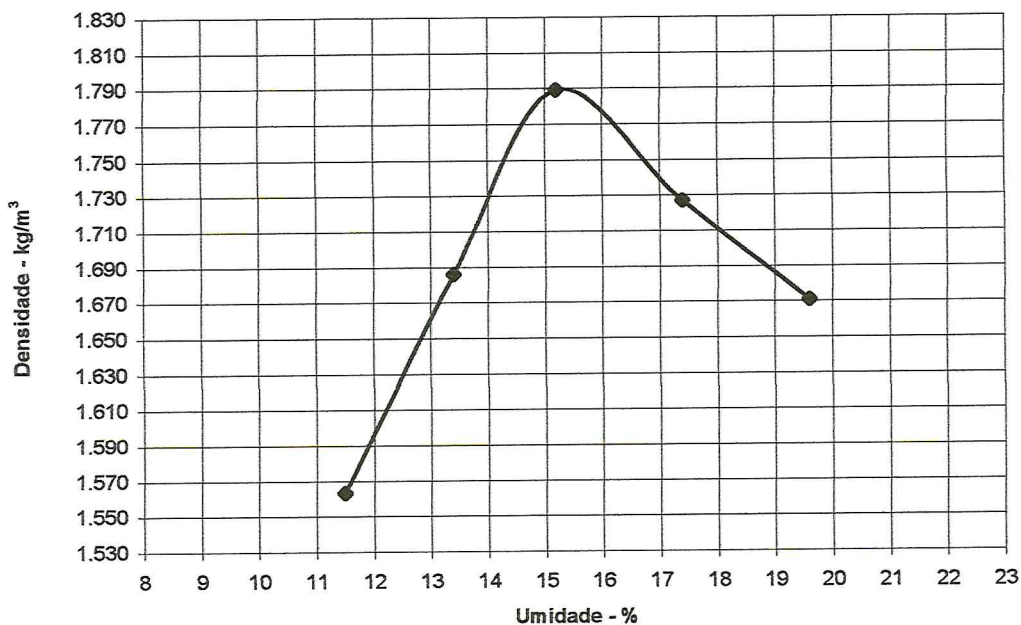


## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	17		VOLUME DO MOLDE	2076	1.789 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,50		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	1,50		ESPAÇADOR		15 %
PESO DO SOLO SECO	48,50		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	3,1		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	7.970	3.620	1,743	2	72,70	67,55	22,70	5,15	44,85	11,5	1.563
2	8.320	3.970	1,912	4	71,60	65,70	21,60	5,90	44,10	13,4	1.686
3	8.630	4.280	2,061	8	70,80	64,20	20,80	6,60	43,40	15,2	1.789
4	8.560	4.210	2,027	16	69,70	62,30	19,70	7,40	42,60	17,4	1.727
5	8.500	4.150	1,999	26	70,70	62,50	20,70	8,20	41,80	19,6	1.671
6											
7											

### Curva de Compactação



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 01**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 0,80

FURO:  
7

LADO:  
X

**ANB**

DATA:

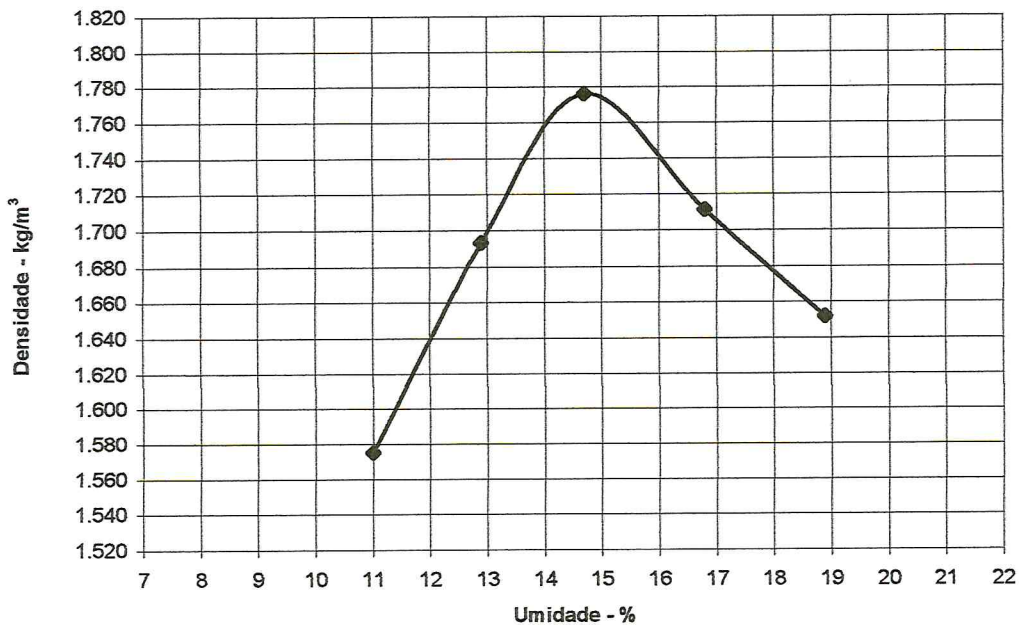
JUL./2002

## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	120		VOLUME DO MOLDE	2076	1.778 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,20		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	1,80		ESPAÇADOR		14,3 %
PESO DO SOLO SECO	48,20		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	3,7		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	7.980	3.630	1,748	2	77,10	67,15	22,10	4,95	45,05	11,0	1.575
2	8.320	3.970	1,912	8	72,70	67,00	22,70	5,70	44,30	12,9	1.693
3	8.580	4.230	2,037	11	73,40	67,00	23,40	6,40	43,60	14,7	1.776
4	8.500	4.150	1,999	13	71,10	63,90	21,10	7,20	42,80	16,8	1.711
5	8.430	4.080	1,965	15	69,80	61,85	19,80	4,98	42,05	18,9	1.652
6											
7											

### Curva de Compactação



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 01**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 0,80

FURO:  
9

LADO:  
X

**ANB**

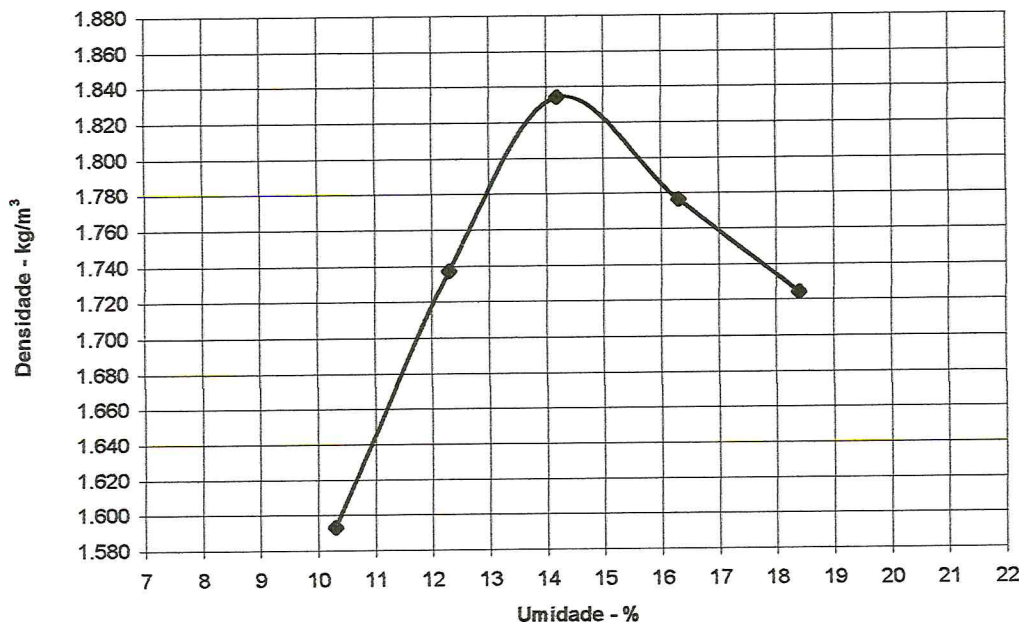
DATA:  
JUL./2002

## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	10		VOLUME DO MOLDE	2076	1.834 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,40		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	1,60		ESPAÇADOR		13,8 %
PESO DO SOLO SECO	48,40		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	3,3		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	8.000	3.650	1,758	6	73,10	68,45	23,10	4,65	45,35	10,3	1.593
2	8.400	4.050	1,950	12	74,60	69,10	24,60	5,50	44,50	12,3	1.737
3	8.700	4.350	2,095	50	72,70	66,50	22,70	6,20	43,80	14,2	1.834
4	8.640	4.290	2,066	55	69,80	62,80	19,80	7,00	43,00	16,3	1.776
5	8.590	4.240	2,042	70	71,70	63,91	21,70	7,79	42,21	18,4	1.724
6											
7											

### Curva de Compactação



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 01**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 0,80

FURO:  
13

LADO:  
X

**ANB**

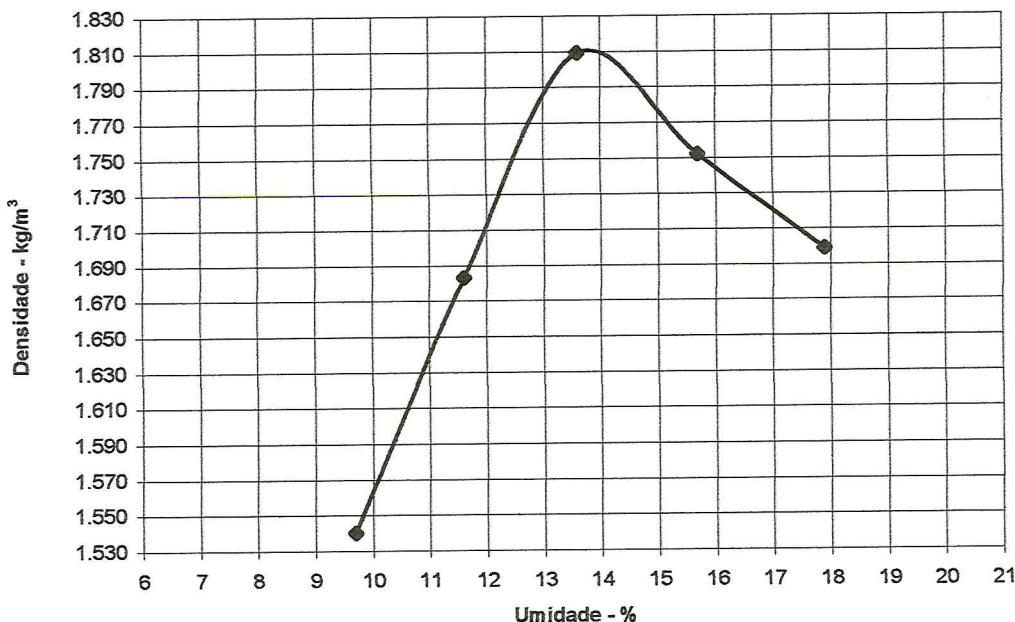
DATA:  
JUL./2002

## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	8		VOLUME DO MOLDE	2076	1.810 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,30		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	1,70		ESPAÇADOR		12,8 %
PESO DO SOLO SECO	48,30		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	3,5		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	7.860	3.510	1,690	10	71,60	67,17	21,60	4,43	45,57	9,7	1.540
2	8.250	3.900	1,878	40	73,40	68,20	23,40	5,20	44,80	11,6	1.683
3	8.620	4.270	2,056	60	72,70	66,70	22,70	6,00	44,00	13,6	1.809
4	8.560	4.210	2,027	80	69,90	63,10	19,90	6,80	43,20	15,7	1.752
5	8.510	4.160	2,003	90	68,60	61,00	18,60	7,60	42,40	17,9	1.699
6											
7											

### Curva de Compactação



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 01**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 0,80

FURO:  
16

LADO:  
X

**ANB**

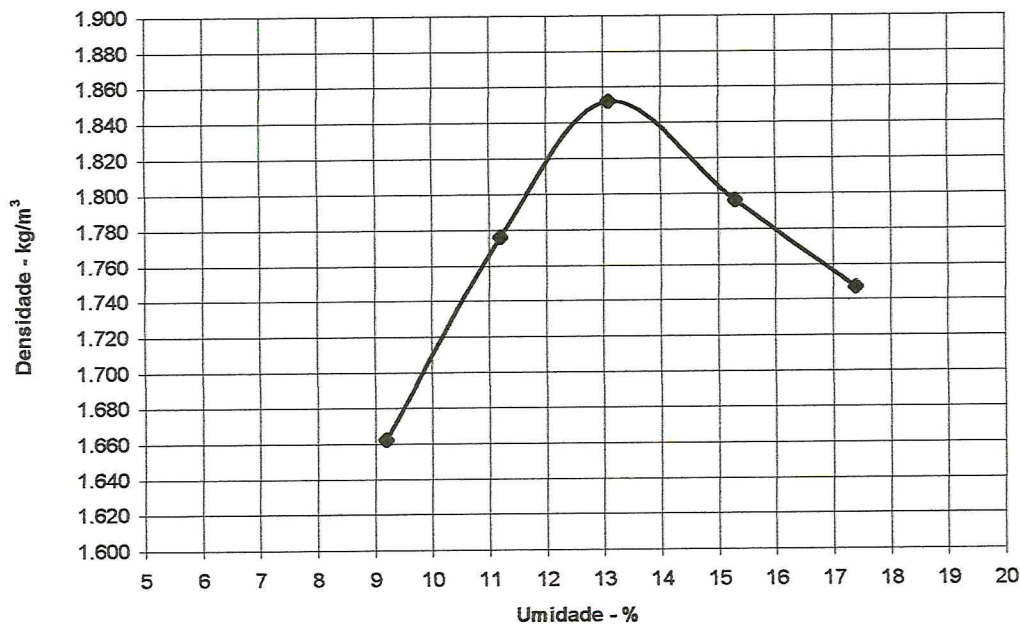
DATA:  
JUL./2002

## ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	7		VOLUME DO MOLDE	2076	1.852 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,00		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	2,00		ESPAÇADOR		12,8 %
PESO DO SOLO SECO	48,00		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	4,2		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	8.120	3.770	1,815	31	72,10	67,90	22,10	4,20	45,80	9,2	1.662
2	8.450	4.100	1,974	18	69,20	64,15	19,20	5,05	44,95	11,2	1.776
3	8.700	4.350	2,095	90	68,70	62,90	18,70	5,80	44,20	13,1	1.852
4	8.650	4.300	2,071	47	21,40	64,75	21,40	6,65	43,35	15,3	1.796
5	8.610	4.260	2,052	1	22,60	65,20	22,60	7,40	42,60	17,4	1.747
6											
7											

### Curva de Compactação



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 01**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 1,00

FURO:  
19

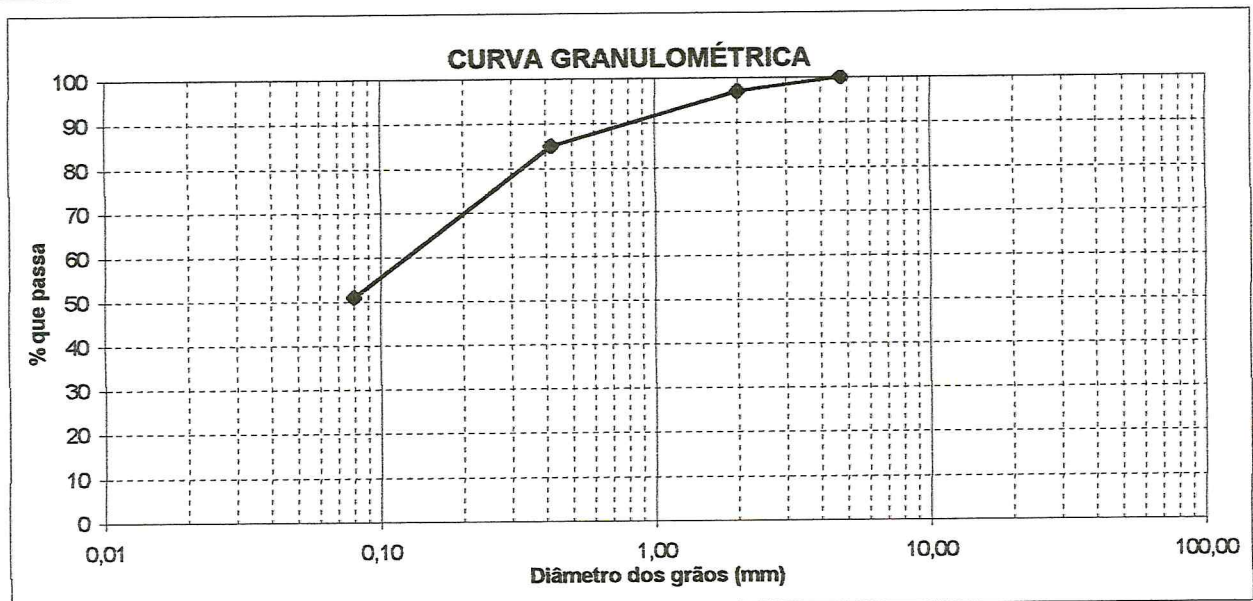
LADO:  
X

**ANB**

DATA:  
JUL./2002

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

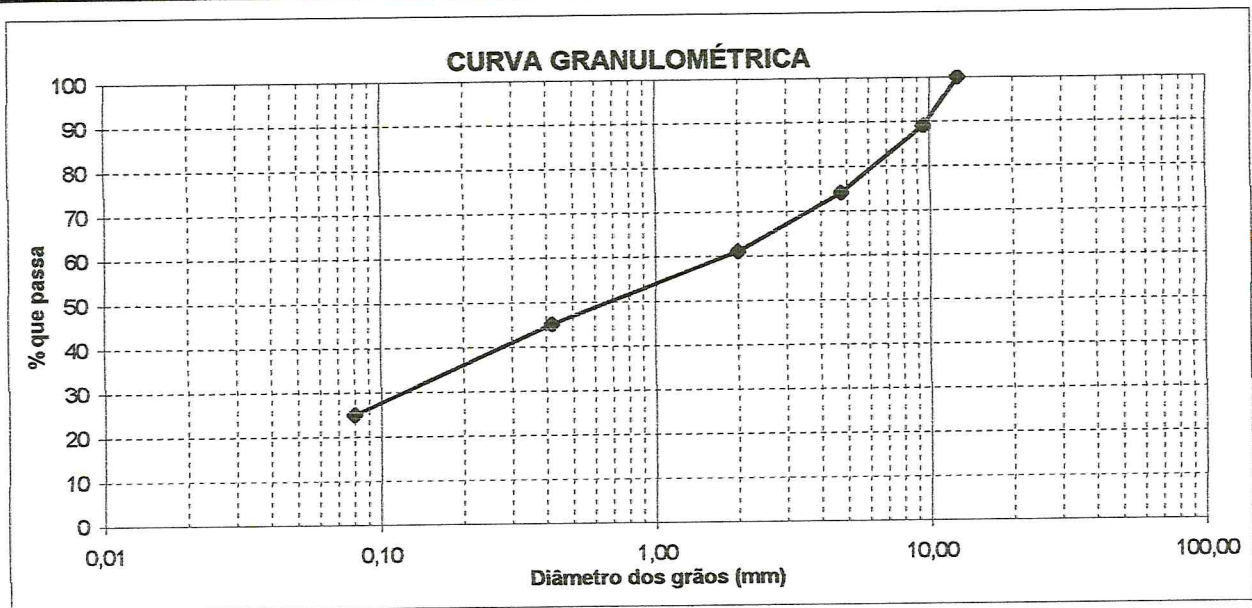
PROJETO:		FURO:07		PROF. 0,10 A 0,80						
LOCAL:		ESTACA:		LADO: X						
<b>UMIDADE</b>										
CÁPSULA Nº		101		AMOSTRA TOTAL						
PESO BRUTO UMIDO		50,00		TOTAL						
PESO BRUTO SECO				PARCIAL						
TARA				CÁPSULA Nº						
ÁGUA		1,70		P. ÚMIDO						
SOLO SECO		48,30		P. RETIDO NA # Nº 10						
UMIDADE %		3,5		P.h. PASSA # Nº 10						
				P.s. PASSA # Nº 10						
				P. AMOSTRA SECA						
				TOTAL						
				PARCIAL						
				1500,00						
				47,0						
				1453,0						
				1403,8						
				1450,8						
				96,61						
GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:			
		POLEGADAS	mm							
		3 1/2"	88,90							
		3"	76,20							
		2 1/2"	63,30							
		2"	50,80							
		1 1/2"	38,10							
		1"	25,40							
		3/4"	19,10							
		1/2"	12,70							
		3/8"	9,50							
		Nº 4	4,76							100
	Nº 10	2,00	47,00	1403,80	97					
FINA	Nº 40	0,42	12,00	84,61	85	<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b>				
	Nº 200	0,08	34,00	50,61	51	PEDREGULHO:	-100			
							AREIA GROSSA:	3		
						AREIA MÉDIA:	12			
						AREIA FINA:	34			
						SILTE+ARGILA:	51			



PROJETO:		<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
LOCAL:		LOCAL:	DATA:
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		<b>JAZIDA Nº 01</b>	JUL.2002
		<b>ANB</b>	FOLHA:

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

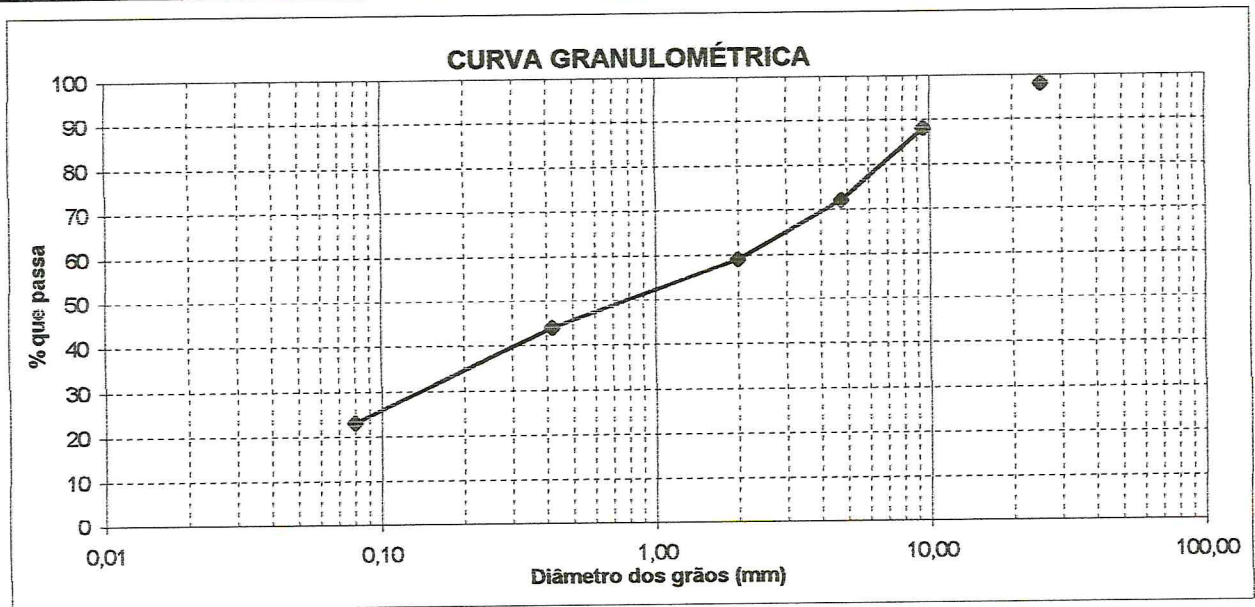
PROJETO:		FURO:09		PROF. 0,10 A 0,80				
LOCAL:		ESTACA:		LADO: X				
<b>UMIDADE</b>								
CÁPSULA Nº	1	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL			
PESO BRUTO UMIDO	50,00	CÁPSULA Nº		18	22			
PESO BRUTO SECO		P. ÚMIDO		1500,00	100,00			
TARA		P. RETIDO NA # Nº 10		570,0				
ÁGUA	1,60	P.h. PASSA # Nº 10		930,0				
SOLO SECO	48,40	P.s. PASSA # Nº 10		900,2				
UMIDADE %	3,3	P. AMOSTRA SECA		1470,2	96,8			
<b>GRANULOMETRIA</b>	<b>GROSSA</b>	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	<b>OBSERVAÇÕES:</b>	
		POLEGADAS	mm					
		3 1/2"	88,90					
		3"	76,20					
		2 1/2"	63,30					
		2"	50,80					
		1 1/2"	38,10					
		1"	25,40					
		3/4"	19,10					
		1/2"	12,70			100		
	3/8"	9,50	160,00	1310,20	89			
	Nº 4	4,76	220,00	1090,20	74			
	Nº 10	2,00	190,00	900,20	61			
	<b>FINA</b>	Nº 40	0,42	24,70	72,10	45		
Nº 200		0,08	32,10	40,00	25			
<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b>								
					PEDREGULHO:	26		
					AREIA GROSSA:	13		
					AREIA MÉDIA:	16		
					AREIA FINA:	20		
					SILTE+ARGILA:	25		



PROJETO:		<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		LOCAL:	DATA:
		<b>JAZIDA Nº 01</b>	JUL.2002
		<b>ANB</b>	FOLHA:

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:		FURO:13		PROF. 0,10 A 0,80				
LOCAL:		ESTACA:		LADO: X				
<b>UMIDADE</b>								
CÁPSULA Nº	86	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL			
PESO BRUTO UMIDO	50,00	CÁPSULA Nº		115	311			
PESO BRUTO SECO		P. ÚMIDO		1500,00	100,00			
TARA		P. RETIDO NA # Nº 10		609,0				
ÁGUA	1,60	P.h. PASSA # Nº 10		891,0				
SOLO SECO	48,40	P.s. PASSA # Nº 10		862,5				
UMIDADE %	3,3	P. AMOSTRA SECA		1471,5	96,8			
GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
		POLEGADAS	mm					
		3 1/2"	88,90					
		3"	76,20					
		2 1/2"	63,30					
		2"	50,80					
		1 1/2"	38,10					
		1"	25,40	23,00	1448,50	98		
		3/4"	19,10					
		1/2"	12,70					
		3/8"	9,50	157,00	1291,50	88		
		Nº 4	4,76	228,00	1063,50	72		
	Nº 10	2,00	201,00	862,50	59			
	FINA	Nº 40	0,42	25,10	71,70	44		
Nº 200		0,08	33,80	37,90	23			
<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b>								
							PEDREGULHO: -72	
							AREIA GROSSA: 13	
							AREIA MÉDIA: 15	
							AREIA FINA: 21	
							SILTE+ARGILA: 23	



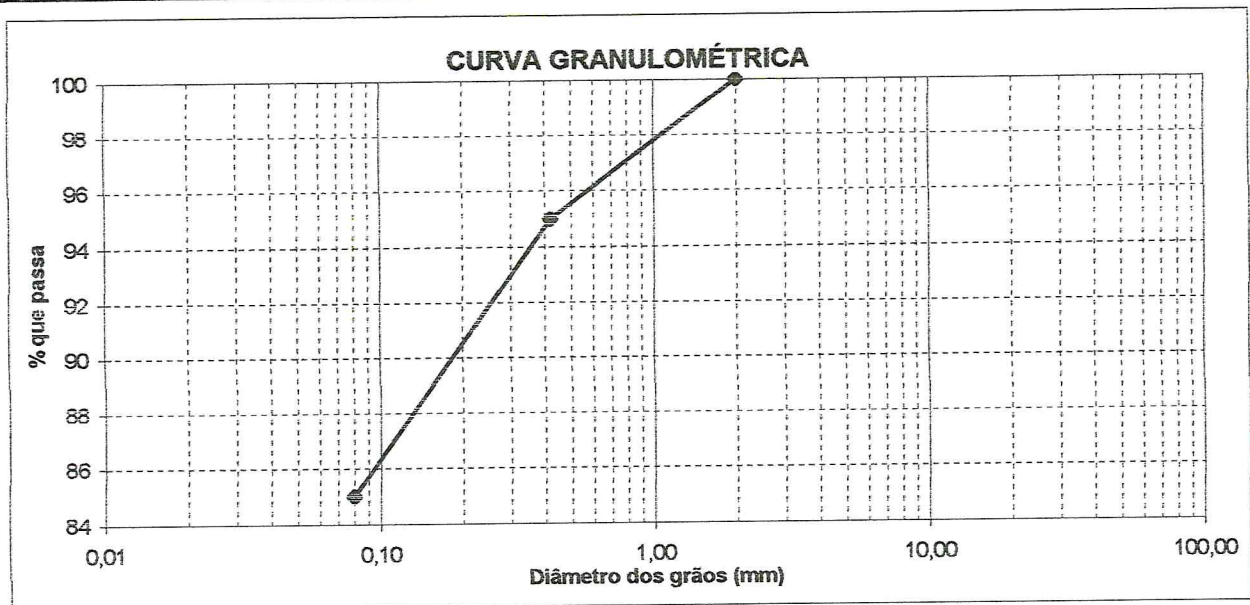
PROJETO:		<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
LOCAL:		LOCAL:	DATA:
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		<b>JAZIDA Nº 01</b>	JUL.2002
		<b>ANB</b>	FOLHA:



## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO:19	PROF. 0,10 A 1,00
LOCAL:	ESTACA:	LADO: X
<b>UMIDADE</b>		
CÁPSULA Nº	40	AMOSTRA TOTAL
PESO BRUTO UMIDO	50,00	CÁPSULA Nº
PESO BRUTO SECO		P. ÚMIDO
TARA		P. RETIDO NA # Nº 10
ÁGUA	2,00	P.h. PASSA # Nº 10
SOLO SECO	48,00	P.s. PASSA # Nº 10
UMIDADE %	4,2	P. AMOSTRA SECA
		TOTAL
		PARCIAL
		103
		1500,00
		100,00
		95,96

GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
		POLEGADAS	mm				
		3 1/2"	88,90				<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b> PEDREGULHO: 0 AREIA GROSSA: -100 AREIA MÉDIA: 5 AREIA FINA: 10 SILTE+ARGILA: 85
		3"	76,20				
		2 1/2"	63,30				
		2"	50,80				
		1 1/2"	38,10				
		1"	25,40				
		3/4"	19,10				
		1/2"	12,70				
		3/8"	9,50				
		Nº 4	4,76				
		Nº 10	2,00		100		
	FINA	Nº 40	0,42	4,00	91,96	95	
		Nº 200	0,08	10,00	81,96	85	

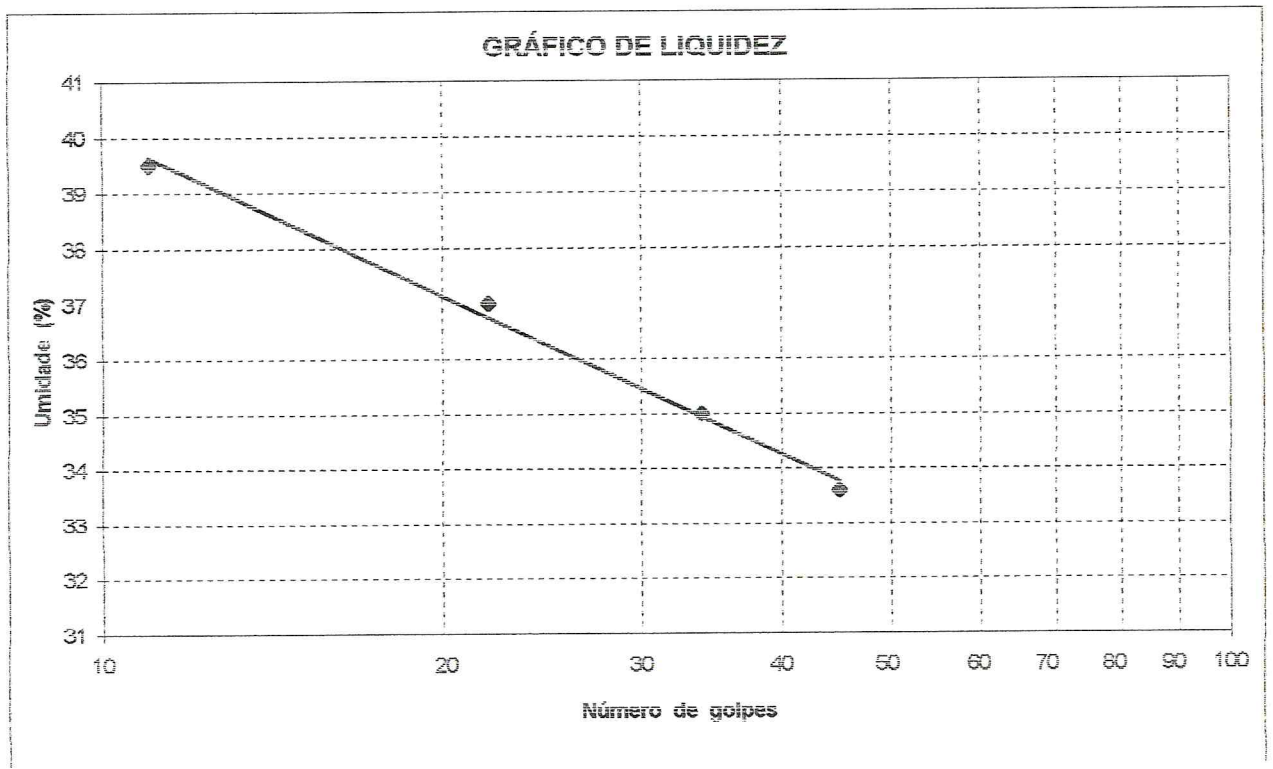


PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
LOCAL:	LOCAL:	DATA:
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>JAZIDA Nº 01</b>	JUL.2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:	FURO: 07	PROF: 0,10 A 0,80						
LOCAL:	ESTACA:	LADO:						
<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>				<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>				
No. DE GOLPES	11	22	34	45	X	X	X	X
No. CÁPSULA	9	10	11	12	13	14	15	16
SOLO+TARA+AGUA	23,67	24,13	24,76	26,08	11,05	9,02	9,02	9,40
SOLO+TARA	18,84	19,42	20,17	21,57	10,49	8,42	8,42	8,76
TARA	6,60	6,70	7,05	8,15	8,05	5,90	5,80	6,10
ÁGUA	4,83	4,71	4,59	4,51	0,56	0,60	0,60	0,64
SOLO	12,24	12,72	13,12	13,42	2,44	2,52	2,62	2,66
UMIDADE	39,50	37,00	35,00	33,60	23,00	24,00	23,00	24,00

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 36 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 23 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 13 %

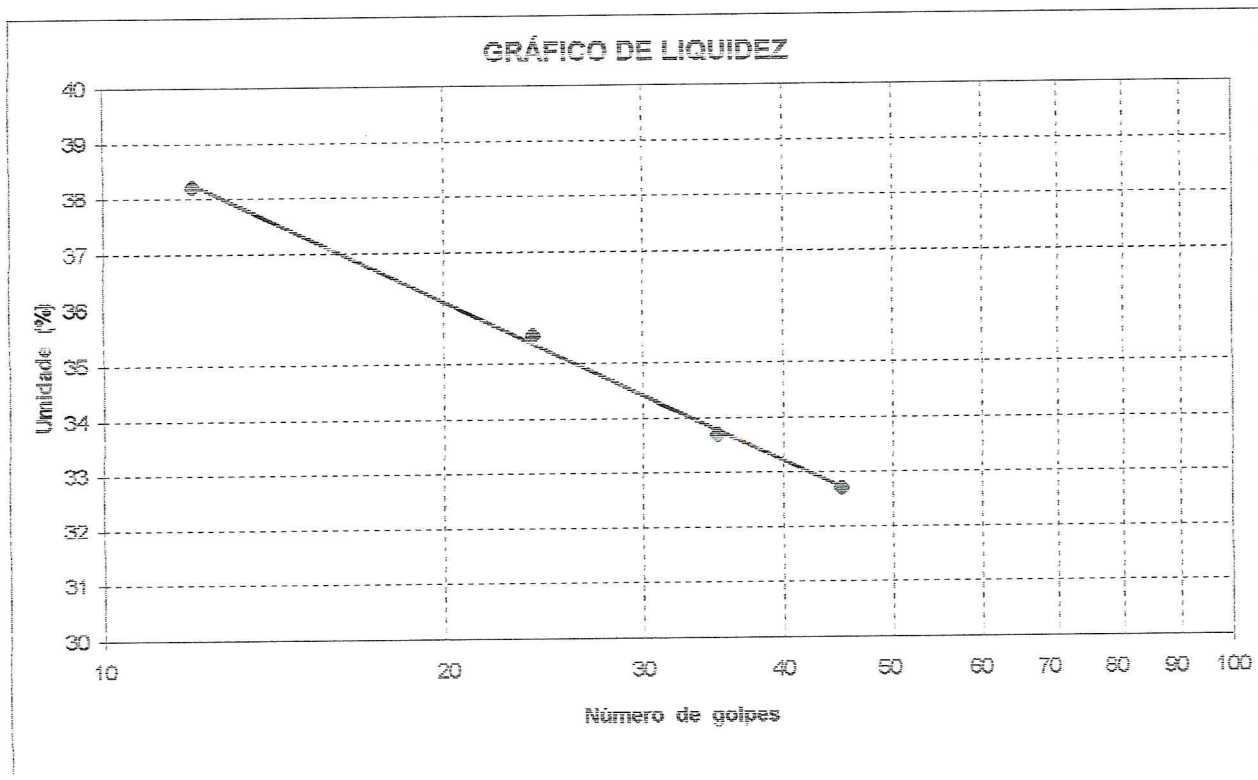


PROJETO:	<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:	LOCAL: JAZIDA Nº 01	DATA: JUL./2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:	FURO: 09	PROF: 0,10 A 0,80						
LOCAL:	ESTACA:	LADO:						
<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>				<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>				
No. DE GOLPES	12	24	35	45	X	X	X	X
No. CÁPSULA	212	197	217	222	90	92	97	99
SOLO+TARA+AGUA	24,73	24,83	23,51	23,23	8,69	9,62	10,58	11,35
SOLO+TARA	20,12	20,32	19,12	19,99	8,17	9,04	10,04	10,73
TARA	8,05	7,60	6,10	5,60	5,90	6,60	7,70	8,15
ÁGUA	4,61	4,51	4,39	4,34	0,52	0,58	0,54	0,62
SOLO	12,07	12,72	13,02	13,29	2,27	2,44	2,34	2,58
UMIDADE	38,20	35,50	33,70	32,70	23,00	24,00	23,00	24,00

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 35 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 23 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 12 %

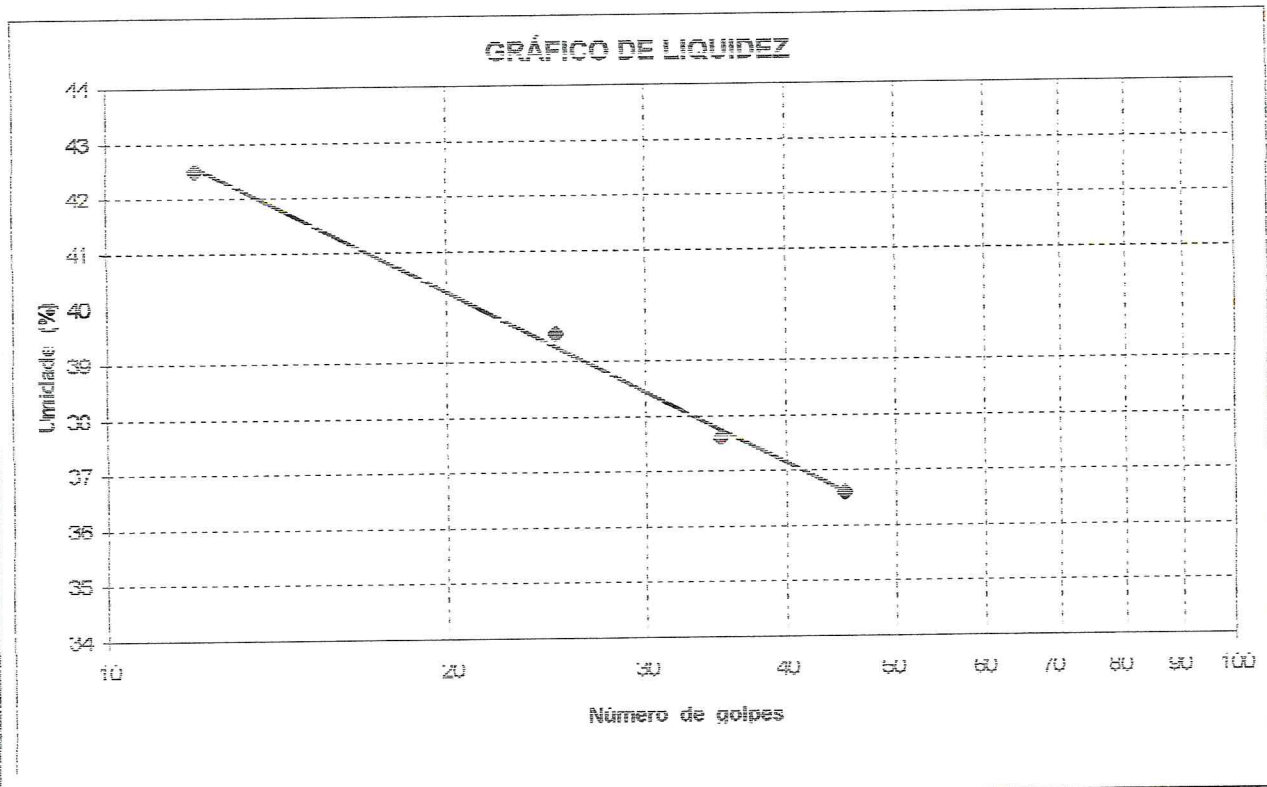


PROJETO:	<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:  <b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL:	DATA:
	<b>JAZIDA Nº 01</b>	JUL/2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:				FURO: 13		PROF: 0,10 A 0,80			
LOCAL:				ESTACA:		LADO:			
LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
No. DE GOLPES	12	25	35	45	X	X	X	X	
No. CÁPSULA	45	46	49	56	22	27	32	44	
SOLO+TARA+AGUA	24,33	26,41	26,71	24,27	9,25	10,48	9,87	10,26	
SOLO+TARA	19,04	21,28	21,72	19,32	8,62	9,77	9,22	9,62	
TARA	6,60	8,30	8,45	5,80	6,10	7,05	6,60	7,15	
ÁGUA	5,29	5,13	4,99	4,95	0,83	0,71	0,65	0,64	
SOLO	12,44	12,98	13,27	13,52	2,52	2,72	2,62	2,47	
UMIDADE	42,50	39,50	37,60	36,60	25,00	26,00	25,00	26,00	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 30 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 25 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 14 %

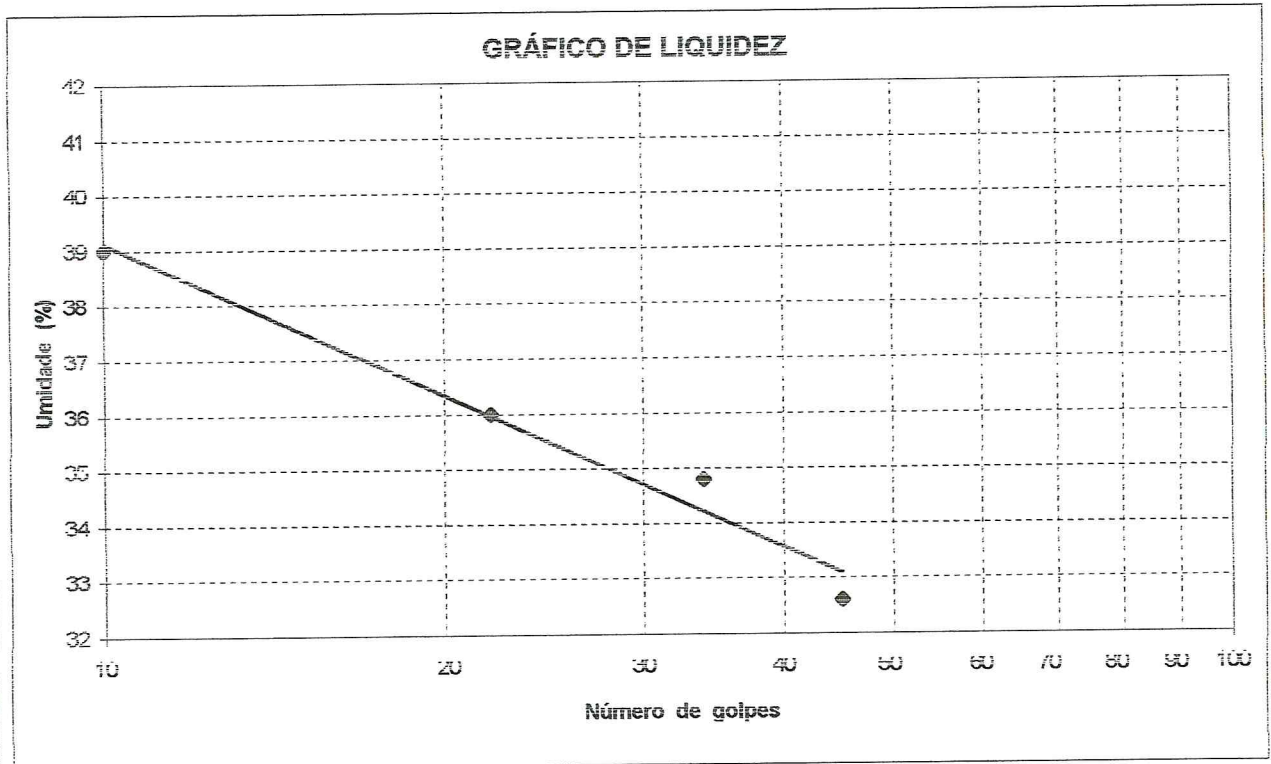


PROJETO:		<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:		LOCAL: JAZIDA Nº 01	DATA: JUL./2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:	FURO: 16	PROF: 0,10 A 0,80						
LOCAL:	ESTACA:	LADO:						
<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>				<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>				
No. DE GOLPES	10	22	34	45	X	X	X	X
No. CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	24,25	24,90	25,77	23,51	9,85	9,75	9,92	9,99
SOLO+TARA	19,52	20,32	21,22	19,18	9,22	9,14	9,32	9,37
TARA	7,40	7,60	8,15	5,90	6,60	6,70	6,80	6,90
ÁGUA	4,73	4,58	4,55	4,33	0,63	0,61	0,60	0,62
SOLO	12,12	12,72	13,07	13,26	2,62	2,44	2,52	2,47
UMIDADE	39,00	36,00	34,80	32,60	24,00	25,00	24,00	25,00

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 35 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 24 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 11 %

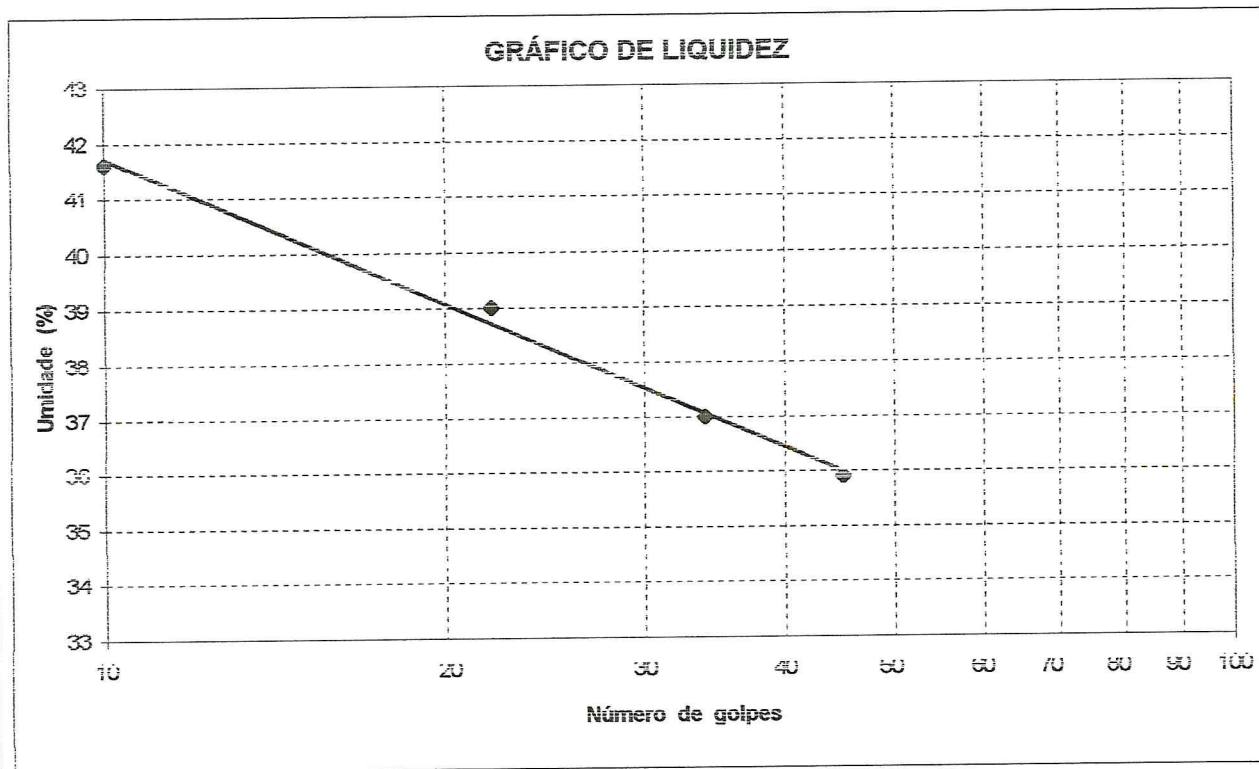


PROJETO:	<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:	LOCAL: JAZIDA Nº 01	DATA: JUL./2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:				FURO: 19		PROF: 0,10 A 1,00			
LOCAL:				ESTACA:		LADO:			
<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>					<b>LIMITE DE PLASTICIDADE</b>				
No. DE GOLPES	10	22	34	45	X	X	X	X	
No. CÁPSULA	60	84	87	101	52	54	62	77	
SOLO+TARA+AGUA	22,99	23,72	24,21	26,08	10,17	9,65	10,85	8,86	
SOLO+TARA	17,97	18,78	19,40	21,32	9,57	9,04	10,22	8,27	
TARA	5,90	6,10	6,40	8,05	7,05	6,60	7,60	5,90	
ÁGUA	5,02	4,94	4,81	4,76	0,60	0,61	0,63	0,59	
SOLO	12,07	12,66	13,00	13,27	2,52	2,44	2,62	2,37	
UMIDADE	41,60	39,00	37,00	35,90	24,00	25,00	24,00	25,00	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 38 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 24 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 14 %



PROJETO:		<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:		LOCAL: JAZIDA Nº 01	DATA: JUL./2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>		<b>ANB</b>	FOLHA:

## QUADRO RESUMO

FURO Nº		02							
PROFUNDIDADE (Cm)	DE	0,10							
	ATE	1,00							
ESTACA									
POSIÇÃO									
GRANULOMETRIA PASSANDO %	2"	100							
	1"	100							
	3/8"	100							
	Nº 4	100							
	Nº 10	95							
	Nº 40	83							
	Nº 200	51							
	LL	38							
IP	14								
IG	0								
EA	-								
GRUPO USC	CL								
FAIXA	-								
26 GOLPES	H ÓTIMA	13,7							
	D MÁXIMA	1.790							
	EXPANSÃO	-							
	I.S.C	-							
GRAU DE COMPACTAÇÃO		-							
UMIDADE NATURAL		-							
PROJETO:					QUADRO RESUMO				
LOCAL: <b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>					LOCAL: <b>JAZIDA Nº 02</b>		DATA: <b>JUL./2002</b>		
					<b>ANB</b>		FOLHA:		



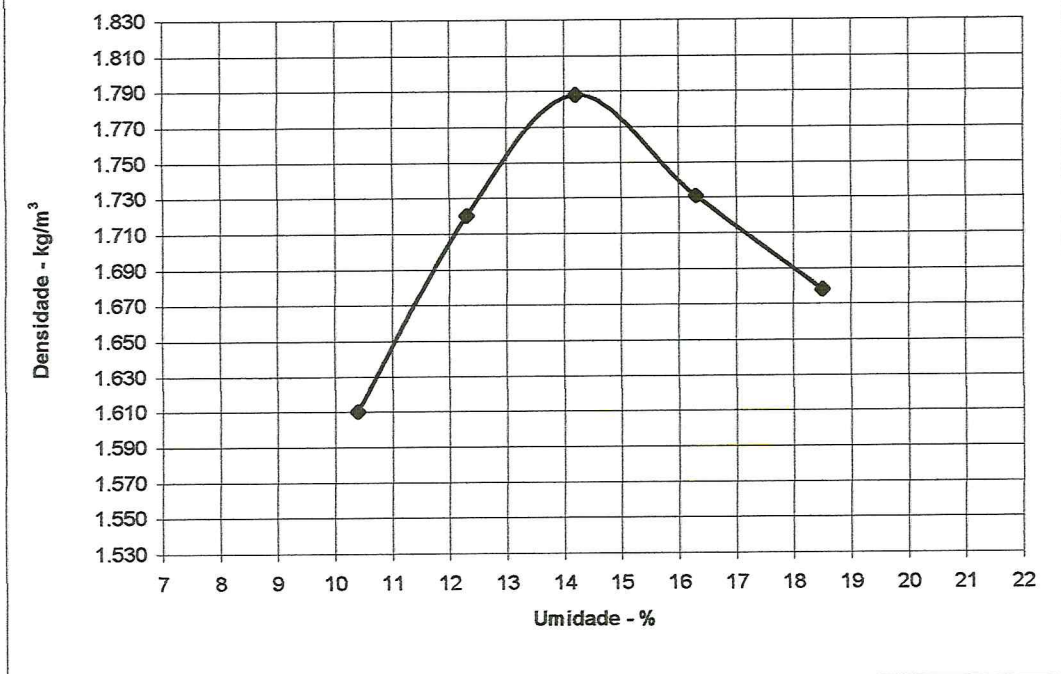


### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

UMIDADE HIGROSCÓPICA	%	%	MOLDE Nº	23	DENSIDADE MÁXIMA
CÁPSULA Nº	1		VOLUME DO MOLDE	2076	1.790 Kg/m <sup>3</sup>
PESO BRUTO ÚMIDO	60,00		PESO DO MOLDE	4.350	
PESO BRUTO SECO	58,70		PESO DO SOQUETE	4.536	
PESO DA CÁPSULA	10,00		ESPESSURA DO DISCO	21/2	UMIDADE MÁXIMA
PESO DA ÁGUA	1,30		ESPAÇADOR		13,7 %
PESO DO SOLO SECO	48,70		GOLPES/ CAMADA	12	
UMIDADE %	2,7		Nº CAMADAS	5	

PONTO Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE						UMIDADE MÉDIA %	DENSIDADE DO SOLO SECO Kg/m <sup>3</sup>
				CÁPSULA Nº	PESO BRUTO ÚMIDO	PESO BRUTO SECO	PESO DA CÁPSULA	PESO DA ÁGUA	PESO DO SOLO SECO		
1	8.040	3.690	1,777	11	72,10	67,40	22,10	4,70	45,30	10,4	1.610
2	8.360	4.010	1,931	22	73,70	68,20	23,70	5,50	44,50	12,3	1.720
3	8.590	4.240	2,042	44	71,80	65,60	21,80	6,20	43,80	14,2	1.788
4	8.530	4.180	2,013	88	69,80	62,80	19,80	7,00	43,00	16,3	1.731
5	8.480	4.130	1,989	76	69,60	61,80	19,60	7,80	42,20	18,5	1.678
6											
7											

**Curva de Compactação**



PROJETO:

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

LOCAL:

**SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO/ JAZIDA Nº 02**

PROFUNDIDADE:  
0,10 A 1,00

FURO:

2

LADO:

X

**ANB**

DATA:

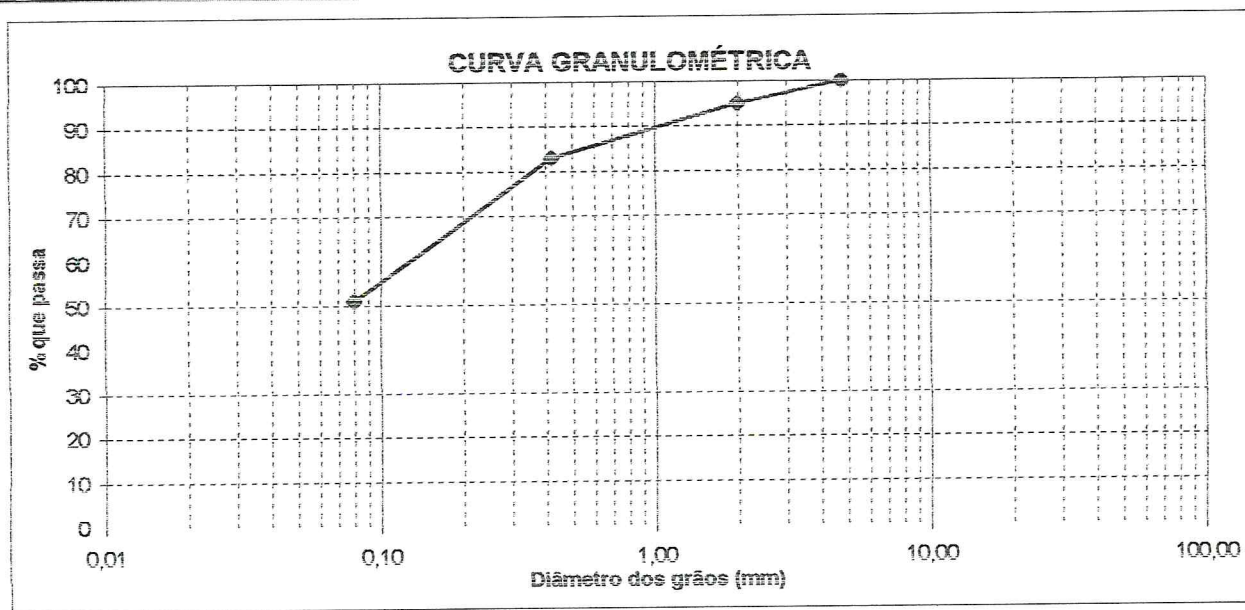
JUL./2002

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO:02	PROF. 0,10 A 1,00
LOCAL:	ESTACA:	LADO: X

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA Nº	13	CÁPSULA Nº	13	13	17
PESO BRUTO UMIDO	50,00	P. ÚMIDO	1500,00	1500,00	100,00
PESO BRUTO SECO		P. RETIDO NA # Nº 10	66,0		
TARA		P.h. PASSA # Nº 10	1434,0		
ÁGUA	1,60	P.s. PASSA # Nº 10	1388,1		
SOLO SECO	46,40	P. AMOSTRA SECA	1454,1	1454,1	96,8
UMIDADE %	3,3				

GRANULOMETRIA	PENEIRAS	P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
GROSSA	3 1/2"	88,90			<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b> PEDREGULHO: -100 AREIA GROSSA: 5 AREIA MÉDIA: 12 AREIA FINA: 32 SILTE+ARGILA: 51
	3"	76,20			
	2 1/2"	63,30			
	2"	50,80			
	1 1/2"	38,10			
	1"	25,40			
	3/4"	19,10			
	1/2"	12,70			
	3/8"	9,50			
	Nº 4	4,76			
FINA	Nº 10	66,00	1388,10	95	
	Nº 40	12,00	84,80	83	
	Nº 200	0,08	51,80	51	

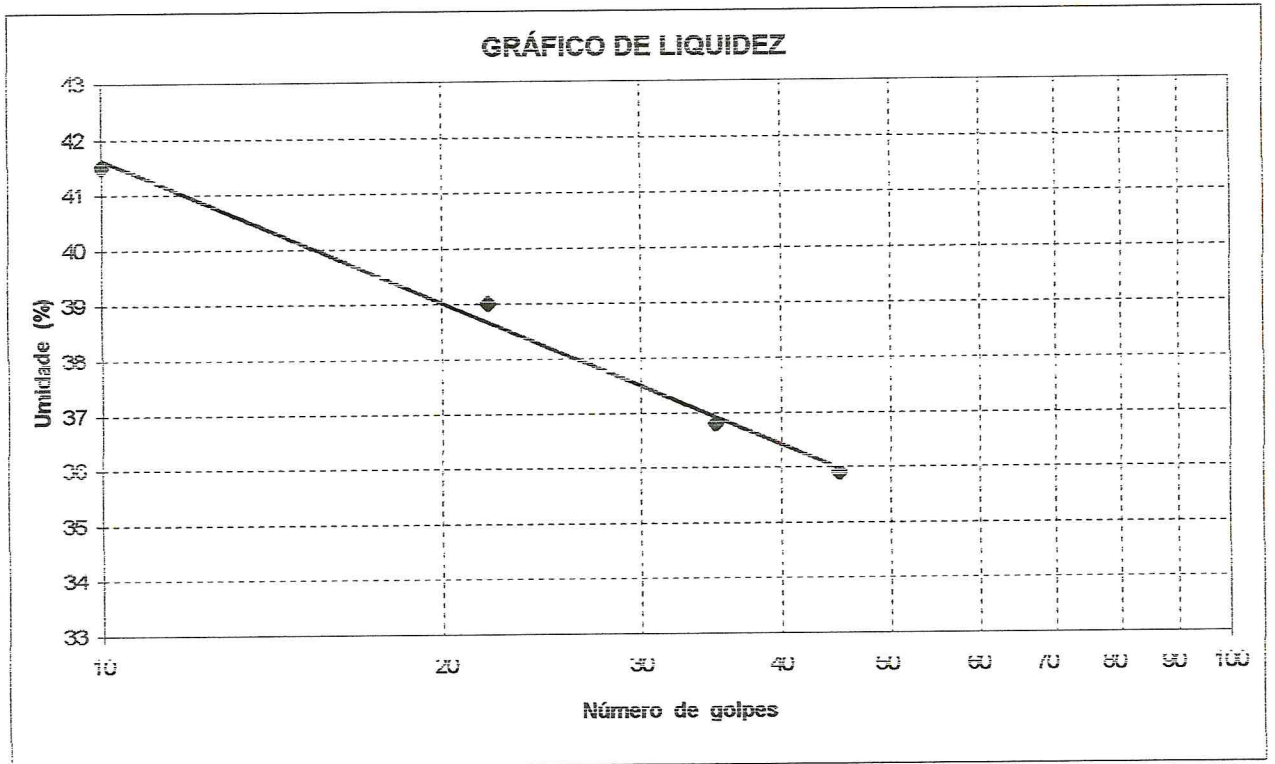


PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
LOCAL:	LOCAL: AREAL Nº 02	DATA: JUL.2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

PROJETO:	FURO: 02	PROF: 0,10 A 1,00						
LOCAL:	ESTACA:	LADO:						
LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE				
No. DE GOLPES	10	22	35	45	X	X	X	X
No. CÁPSULA	307	312	314	320	323	244	252	221
SOLO+TARA+AGUA	23,23	23,44	25,46	26,92	11,46	11,45	9,45	10,01
SOLO+TARA	18,19	18,49	20,60	22,08	10,87	10,82	8,81	9,42
TARA	6,05	5,80	7,40	8,60	8,40	8,30	6,15	7,05
ÁGUA	5,04	4,95	4,86	4,84	0,59	0,63	0,64	0,59
SOLO	12,14	12,69	13,20	13,46	2,47	2,52	2,66	2,37
UMIDADE	41,50	39,00	36,80	35,90	24,00	25,00	24,00	25,00

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 38 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 24 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 14 %



PROJETO:	<b>ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA</b>	
LOCAL:	LOCAL: JAZIDA Nº 02	DATA: JUL./2002
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	<b>ANB</b>	FOLHA:

**ANEXO 1. 3 – FICHAS DE ENSAIOS DOS AREAIS**

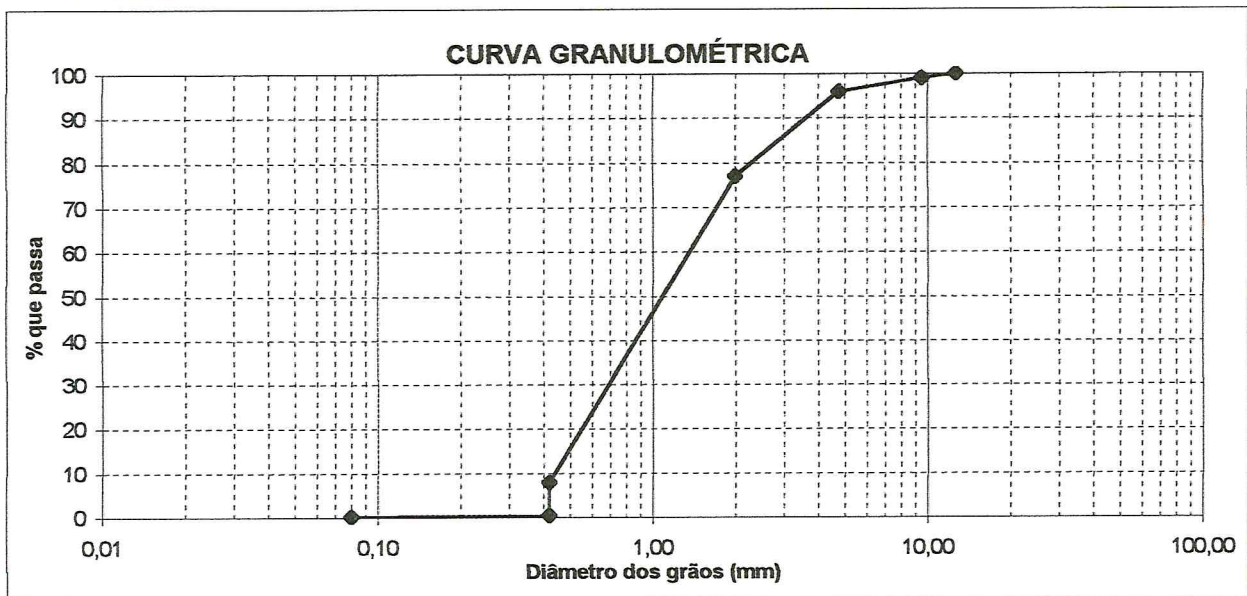
## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO: 01	PROF.:
LOCAL:	ESTACA:	LADO:

### UMIDADE

CÁPSULA Nº	AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL
PESO BRUTO UMIDO	P. ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO	P. RETIDO NA # Nº 10	1500,00	
TARA	P.h. PASSA # Nº 10		
ÁGUA	P.s. PASSA # Nº 10		
SOLO SECO	P. AMOSTRA SECA		
UMIDADE %			

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
	GROSSA	3 1/2"	88,90			
3"		76,20				
2 1/2"		63,30				
2"		50,80				
1 1/2"		38,10				
1"		25,40				
3/4"		19,10				
1/2"		12,70			100	
3/8"		9,50	3,30	1496,70	99	
Nº 4		4,76	53,30	1443,40	96	
FINA	Nº 10	2,00	286,50	1156,90	77	
	Nº 40	0,42	1040,00	116,90	8	
	Nº 80	0,15	110,60	6,30	0,4	
	Nº 200	0,08	2,50	3,80	0,2	



PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL:	DATA:
	<b>AREAL Nº 01</b>	JUL./2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

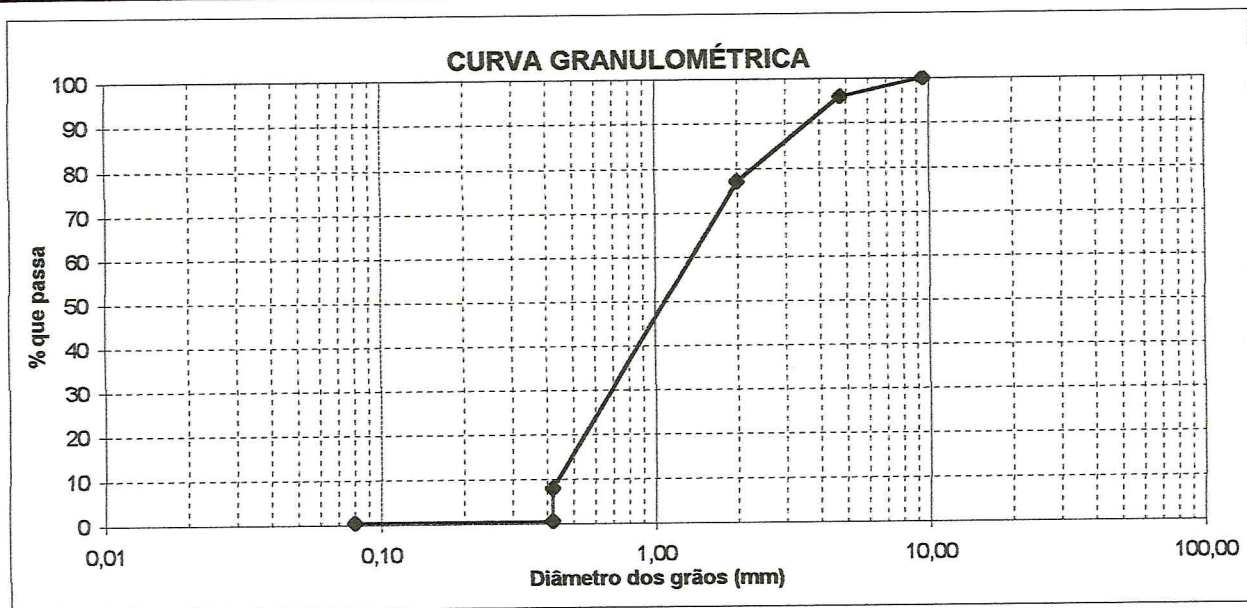
## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO: 03	PROF.:
LOCAL:	ESTACA:	LADO:

### UMIDADE

CÁPSULA Nº	AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL
PESO BRUTO UMIDO	P. ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO	P. RETIDO NA # Nº 10	1500,00	
TARA	P.h. PASSA # Nº 10		
ÁGUA	P.s. PASSA # Nº 10		
SOLO SECO	P. AMOSTRA SECA		
UMIDADE %			

GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
		POLEGADAS	mm				
		3 1/2"	88,90				
3"	76,20						
2 1/2"	63,30						
2"	50,80						
1 1/2"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,10						
1/2"	12,70						
3/8"	9,50						
Nº 4	4,76	56,60	1443,40	96			
Nº 10	2,00	285,50	1157,90	77			
Nº 40	0,42	1038,00	119,90	8			
Nº 80	0,15	110,00	9,90	0,6			
Nº 200	0,08	3,10	6,80	0,4			



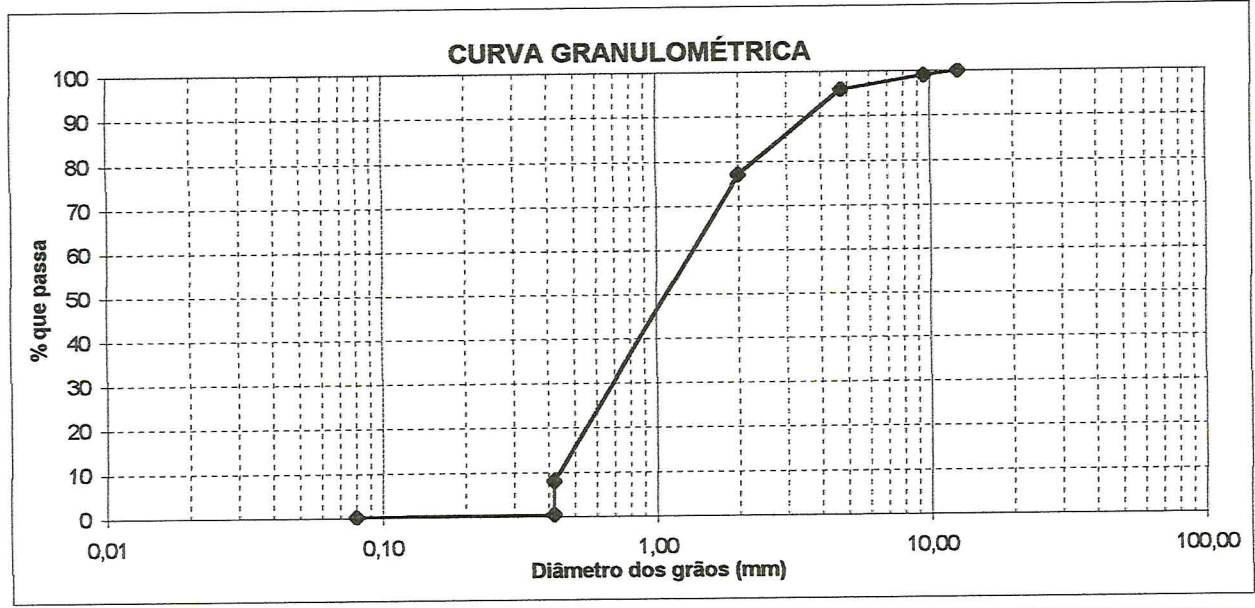
PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL:	DATA:
	<b>AREAL Nº 01</b>	JUL./2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO: 05	PROF.:
LOCAL:	ESTACA:	LADO:

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA Nº		P. ÚMIDO		
PESO BRUTO UMIDO		P. RETIDO NA # Nº 10	1500,00	
PESO BRUTO SECO		P.h. PASSA # Nº 10		
TARA		P.s. PASSA # Nº 10		
ÁGUA		P. AMOSTRA SECA		
SOLO SECO				
UMIDADE %				

GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
		POLEGADAS	mm				
		3 1/2"	88,90				
		3"	76,20				
		2 1/2"	63,30				
		2"	50,80				
		1 1/2"	38,10				
		1"	25,40				
		3/4"	19,10				
		1/2"	12,70			100	<b>COMP.GRANULOMÉTRICA (%)</b>
		3/8"	9,50	3,30	1496,70	99	PEDREGULHO: -96
		Nº 4	4,76	54,00	1442,70	96	AREIA GROSSA: 19
		Nº 10	2,00	288,00	1154,70	77	AREIA MÉDIA: 69
		Nº 40	0,42	1036,00	118,70	8	AREIA FINA: 8
		Nº 80	0,15	111,00	7,70	0,5	SILTE+ARGILA: 0
		Nº 200	0,08	3,80	3,90	0,2	
	FINA						



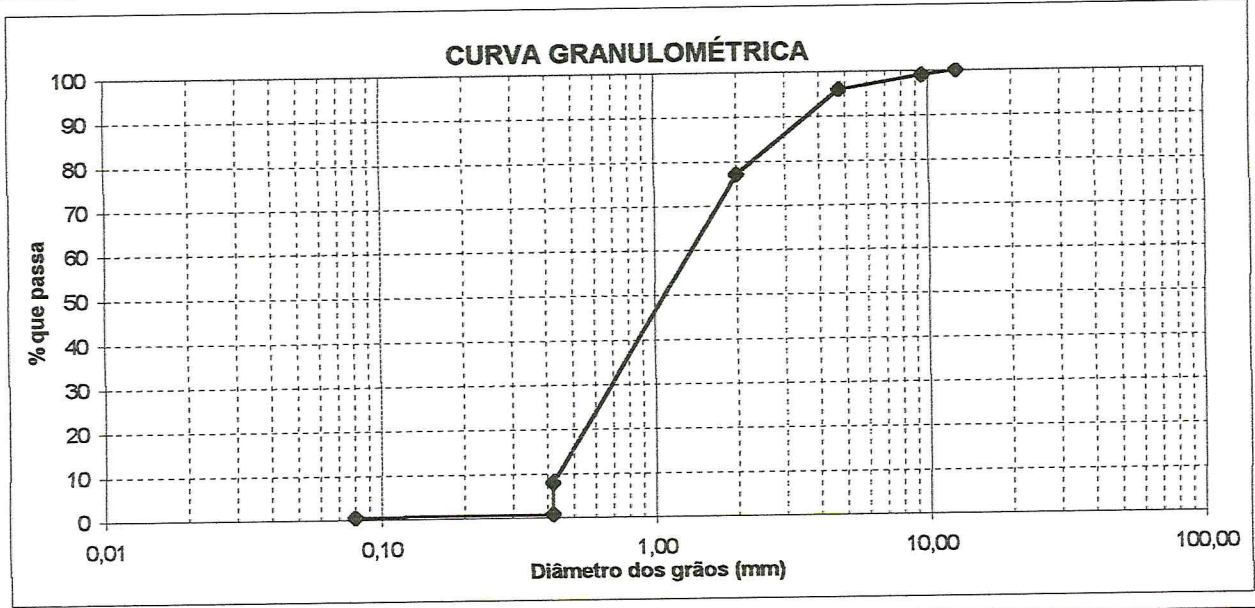
PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL:	DATA:
	<b>AREAL Nº 01</b>	JUL./2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:

## ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

PROJETO:	FURO: 07	PROF.:
LOCAL:	ESTACA:	LADO:

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA Nº		P. ÚMIDO		
PESO BRUTO UMIDO		P. RETIDO NA # Nº 10		
PESO BRUTO SECO		P.h. PASSA # Nº 10		
TARA		P.s. PASSA # Nº 10		
ÁGUA		P. AMOSTRA SECA		
SOLO SECO				
UMIDADE %				

GRANULOMETRIA	GROSSA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
		POLEGADAS	mm				
		3 1/2"	88,90				
		3"	76,20				
		2 1/2"	63,30				
		2"	50,80				
		1 1/2"	38,10				
		1"	25,40				
		3/4"	19,10				
		1/2"	12,70			100	
		3/8"	9,50	3,50	1496,50	99	PEDREGULHO: -96
		Nº 4	4,76	53,40	1443,10	96	AREIA GROSSA: 19
		Nº 10	2,00	286,00	1157,10	77	AREIA MÉDIA: 69
		Nº 40	0,42	1037,00	120,10	8	AREIA FINA: 8
		Nº 80	0,15	110,00	10,10	0,7	SILTE+ARGILA: 0
		Nº 200	0,08	4,20	5,90	0,4	



PROJETO:	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO</b>	
<b>SONDAGEM DA BARRAGEM FEIJÃO</b>	LOCAL:	DATA:
	<b>AREAL Nº 01</b>	JUL./2002
	<b>ANB</b>	FOLHA:



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

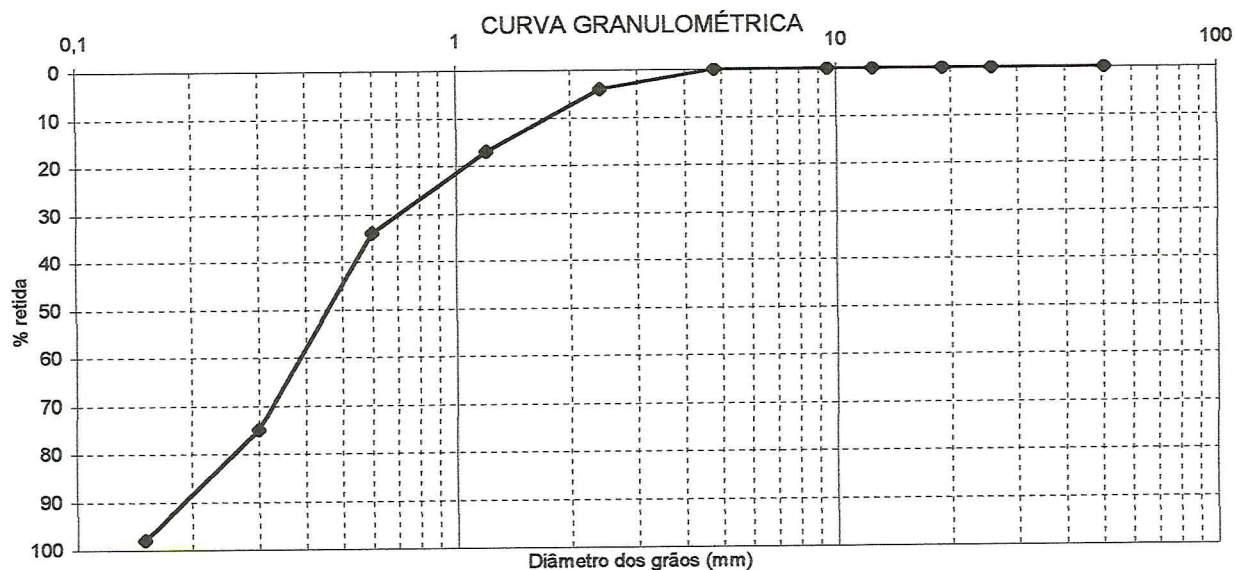
BARRAGEM RIACHO FEIJÃO  
MORADA NOVA

FURO: 1  
PROF.(m): 0,90  
AREAL

POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	INDIVIDUAL	ACUMULADO	PESO TOTAL DA AMOSTRA(g): 1000
2"	50,8	0,00	0	0	AREIA DE RIO
1 "	25,7	0,00	0	0	
3/ 4"	19,1	0,00	0	0	
1/ 2"	12,5	0,00	0	0	
3/ 8"	9,5	0,00	0	0	
No. 4	4,8	3,47	0	0	
No. 8	2,4	38,29	4	4	
No. 16	1,2	131,80	13	17	
No. 30	0,60	174,38	17	34	
No. 50	0,30	406,68	41	75	
No. 100	0,15	226,84	23	98	
FUNDO	FUNDO	18,54	2	100	

DIÂMETRO MÁXIMO: 1,2 mm

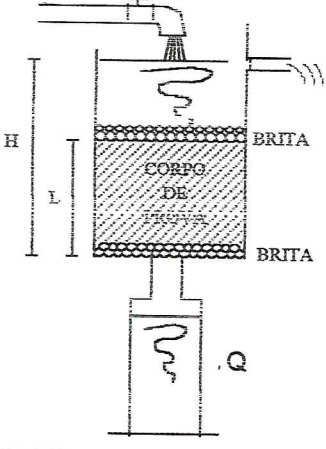
MÓDULO DE FINURA: 2,28



# ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

BARRAGEM RIACHO FEIJÃO  
MORADA NOVA

AREAL  
FURO: 1  
PROF.(m): 0,90



K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

Q - VOLUME DE ÁGUA MEDIDO NA PROVETA

L - ALTURA DO CORPO DE PROVA

A - ÁREA DO CORPO DE PROVA

H - CARGA HIDRÁULICA

t - TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO

T - TEMPERATURA DO ENSAIO

Fc - FATOR DE CORREÇÃO

					cm/s
					cm <sup>3</sup>
					cm
				68,81	cm <sup>2</sup>
				170,00	cm
					s
				28,00	°C
				0,828	

LEITURA Nº	ALTURA L (cm)	Q (cm <sup>3</sup> )	t (s)	K (cm/s)
1	7,4	2.000	138	7,6E-03
2	7,4	2.000	138	7,6E-03
3	7,4	2.000	137	7,6E-03

$$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot H \cdot t} \quad (\text{cm/s})$$

**ANEXO 1.4 – DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**



**FOTO N° 01** – Foto do poço da sondagem SPP-04, realizada na zona aluvionar da calha do rio, onde com 3,10 alcançou-se o lençol freático.



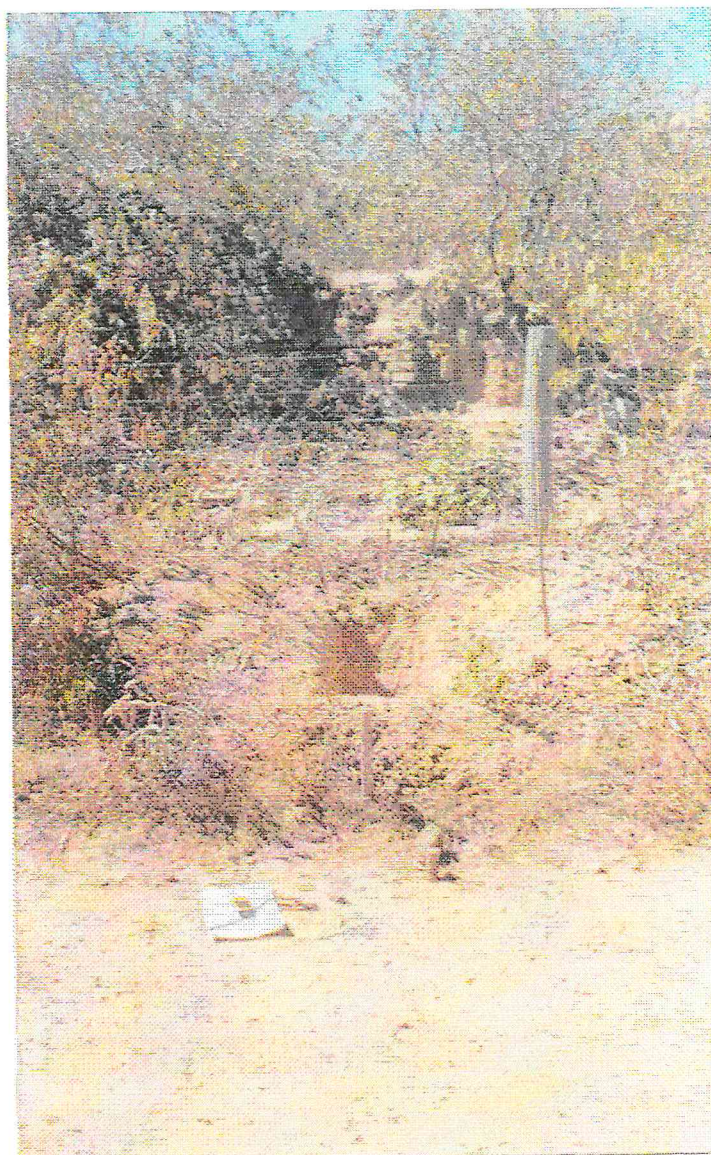
**FOTO N° 02** – Foto da região do poço de sondagem SPP-05, realizado no leito do rio, onde não conseguiu-se ir além de 1,50m na areia fina e média pela presença do lençol freático.



**FOTO N° 03** – Detalhe do poço de sondagem SPP-06, realizado na parte baixa da ombreira direita, onde com 2,60m encontrou-se um bloco de rocha que impediu o prosseguimento do poço.



**FOTO N° 04** – Detalhe do poço de sondagem SPP-07, realizado na meia altura da ombreira direita, onde observa-se o estrato de solo silto areno argiloso com pouco pedregulho.



**FOTO N° 05** – Vista do poço de sondagem SPP-08, realizado na ombreira direita, nas margens da rodovia de acesso ao local da barragem, onde o material siltoso chegou a 0,75m de profundidade.



**FOTO N° 06** – Vista da cacimba situado a cerca de 400m a montante do eixo, na zona aluvionar da calha do rio, onde observa-se a ocorrência de rocha alterada com 6,00m de profundidade.

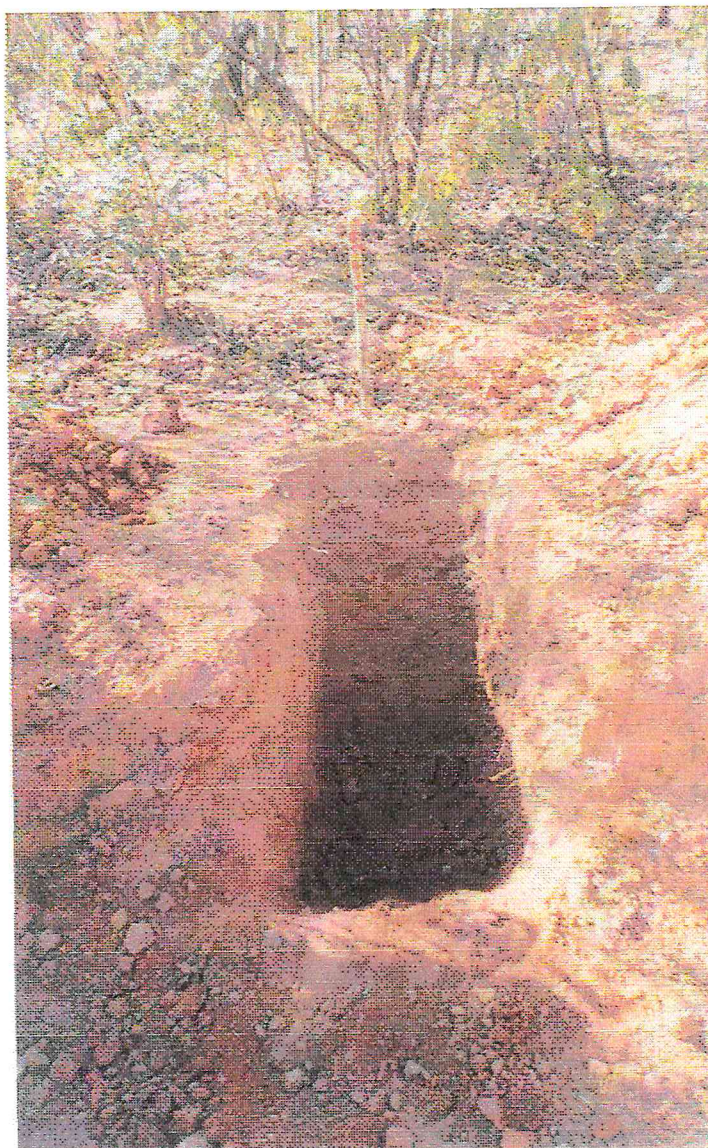




**FOTO N° 07** – Vista a partir da ombreira direita da barragem auxiliar, onde nota-se o furo de sondagem SPP-03A, onde escavou-se 1,30m em solo argilo-siltoso.



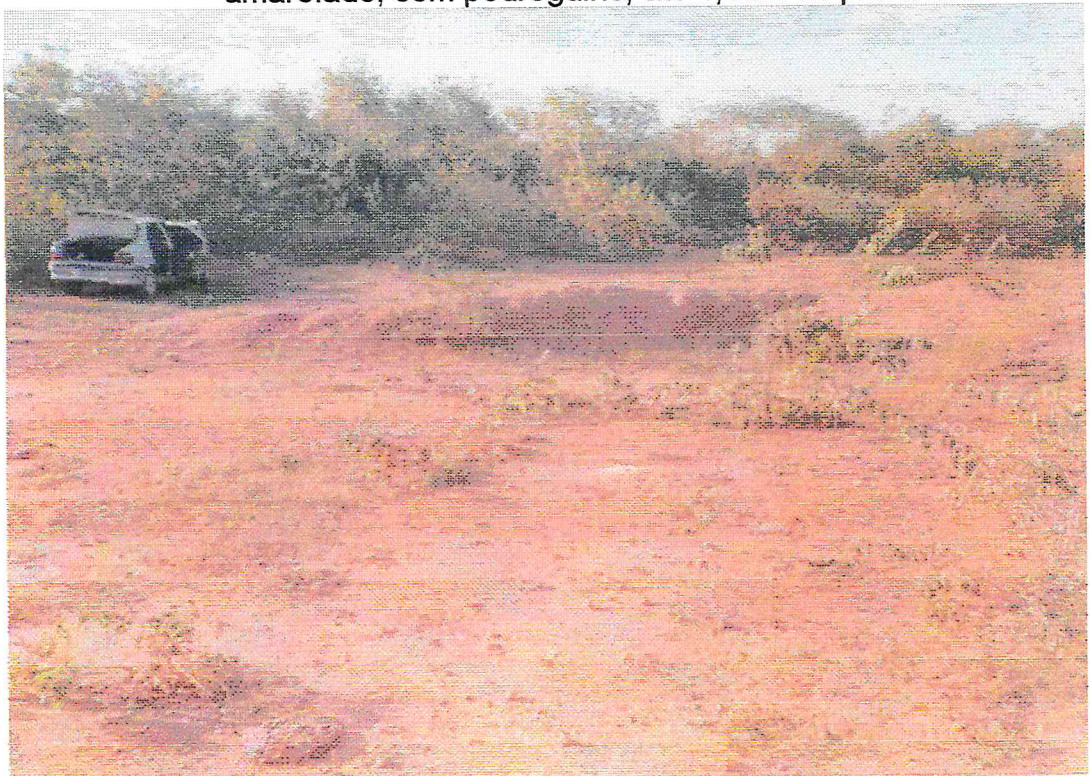
**FOTO N° 08** – Detalhe do poço de sondagem SPP-02A da barragem auxiliar, onde nota-se a passagem do solo superficial constituído por areia siltosa para um solo argilo-siltoso, no nível de 0,45m..



**FOTO N° 09** – Furo de sondagem F-16, realizado na área da Jazida J-01, onde observa-se a presença de um cascalho areno argiloso de cor amarelam até 0,80m de profundidade.



**FOTO N° 10** – Furo de sondagem F-19, realizado na área da Jazida J-01, onde observa-se a presença de um silte arenoso argiloso amarelado, sem pedregulho, até 1,10m de profundidade.



**FOTO N° 11** – Vista geral da Jazida J-02, onde nota-se a área explorada anteriormente.



**FOTO N° 12** – Areal do Riacho Feijão, constituído de uma areia fina e média apropriada para as obras da barragem.

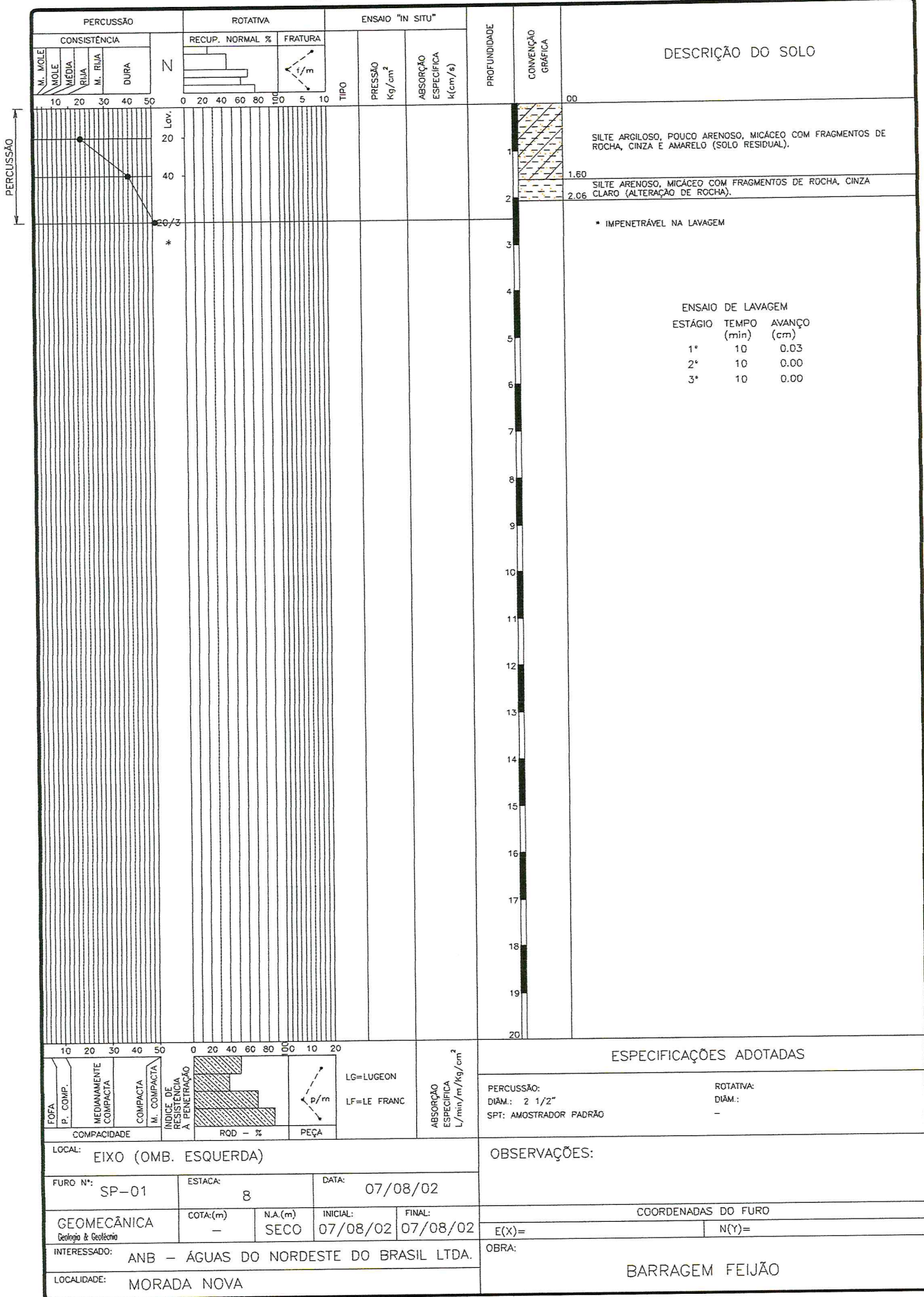


**FOTO N° 13** – Vista geral dos extensos afloramentos que compõem a área da Pedreira P-01.

**ANEXO 2 – SONDAGENS À PERCUSSÃO**

**ANEXO 2.1 – BOLETINS DE SONDAJEM**

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

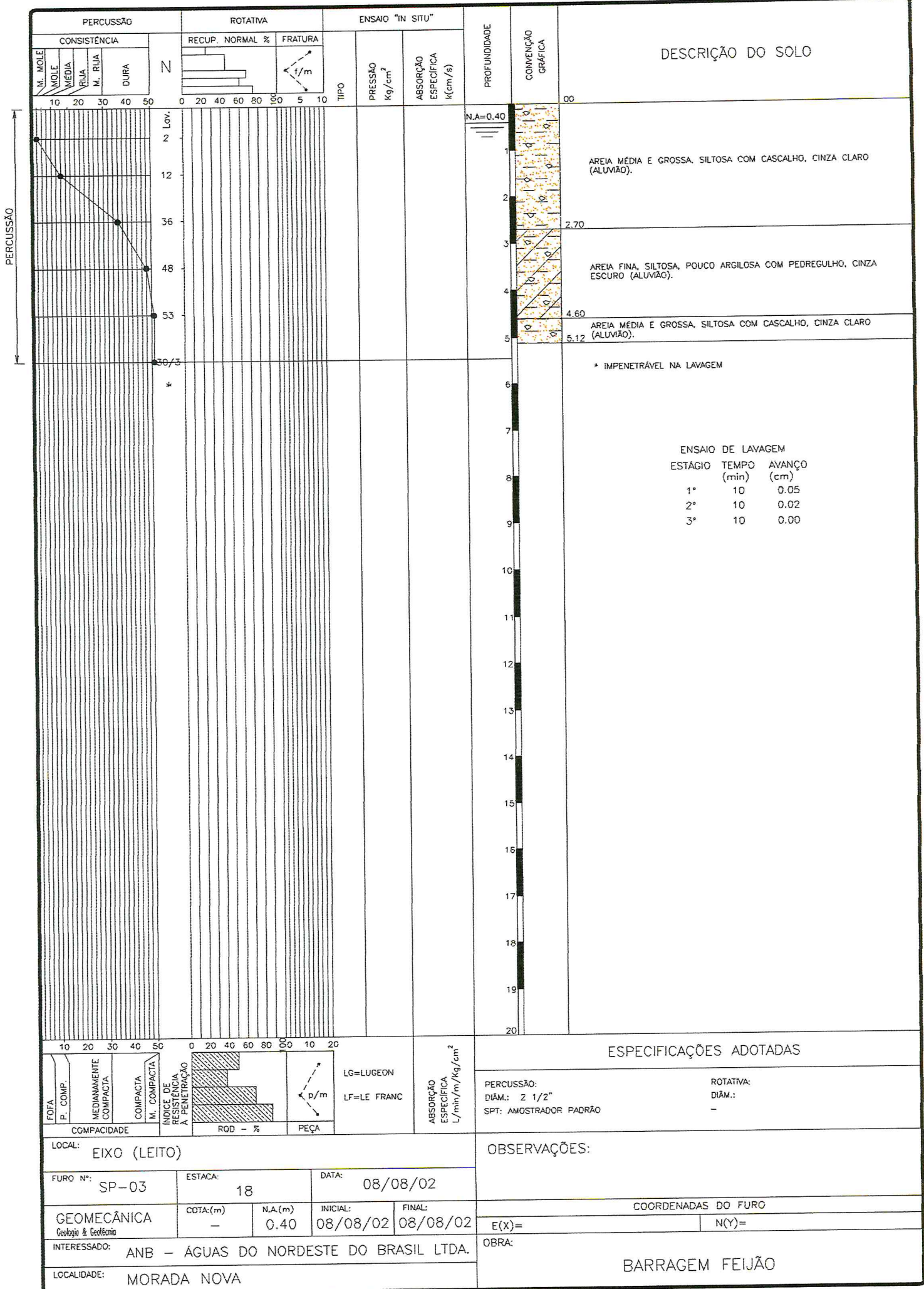




PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

PERCUSSÃO					ROTATIVA			ENSAIO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SOLO												
CONSISTÊNCIA					RECUP. NORMAL %		FRATURA	TIPO	PRESSÃO kg/cm <sup>2</sup>				ABSORÇÃO ESPECÍFICA k(cm/s)											
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RÍGIDA	M. RÍGIDA	DURA	N																		
10	20	30	40	50	0	20	40	60	80	100	5	10												
										<p>N.A=1.65</p>				<p>AREIA FINA E MÉDIA, SILTOSA, POUCO ARGILOSA, CINZA CLARO (ALUVIÃO).</p>										
															<p>4.10</p>	<p>4.90</p>	<p>5.09</p>	<p>AREIA MÉDIA E GROSSA, SILTOSA, POUCO ARGILOSA COM PEDREGULHO, CINZA CLARO (ALUVIÃO).</p>						
												<p>AREIA MÉDIA E GROSSA, POUCO SILTOSA COM CASCALHO, CINZA CLARO (ALUVIÃO).</p>												
												<p>* IMPENETRÁVEL NA LAVAGEM</p>												
												<p>ENSAIO DE LAVAGEM</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ESTÁGIO</th> <th>TEMPO (min)</th> <th>AVANÇO (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1*</td> <td>10</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2*</td> <td>10</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>3*</td> <td>10</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)	1*	10	0.05	2*	10	0.01	3*	10	0.00
ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)																						
1*	10	0.05																						
2*	10	0.01																						
3*	10	0.00																						
												<p>ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS</p>												
<p>FOFA P. COMP. MEDIANAMENTE COMPACTA COMPACTA M. COMPACTA</p>					<p>INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO</p>			<p>LG=LUGEON LF=LE FRANC</p>		<p>ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min/m<sup>3</sup>/kg/cm<sup>2</sup></p>		<p>PERCUSSÃO: DIÂM.: 2 1/2" SPT: AMOSTRADOR PADRÃO</p>												
<p>ROTATIVA: DIÂM.: -</p>												<p>OBSERVAÇÕES:</p>												
<p>LOCAL: EIXO</p>												<p>COORDENADAS DO FURO</p>												
<p>FURO N°: SP-02</p>		<p>ESTACA: 13+10</p>		<p>DATA: 07/08/02</p>																				
<p>GEOMECÂNICA Geologia &amp; Geotécnica</p>		<p>COTA(m) -</p>		<p>N.A.(m) 1.65</p>		<p>INICIAL: 07/08/02</p>		<p>FINAL: 07/08/02</p>		<p>E(x)=</p>		<p>N(y)=</p>												
<p>INTERESSADO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.</p>												<p>OBRA: BARRAGEM FEIJÃO</p>												
<p>LOCALIDADE: MORADA NOVA</p>																								

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM



ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS

PERCUSSÃO: DIÂM.: 2 1/2" ROTATIVA: DIÂM.: -  
SPT: AMOSTRADOR PADRÃO

FOFA	COMPACTIDADE	INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO	RGD - %	PEÇA	LG=LUGEON LF=LE FRANC	ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min/m <sup>3</sup> /kg/cm <sup>2</sup>
------	--------------	------------------------------------	---------	------	--------------------------	--

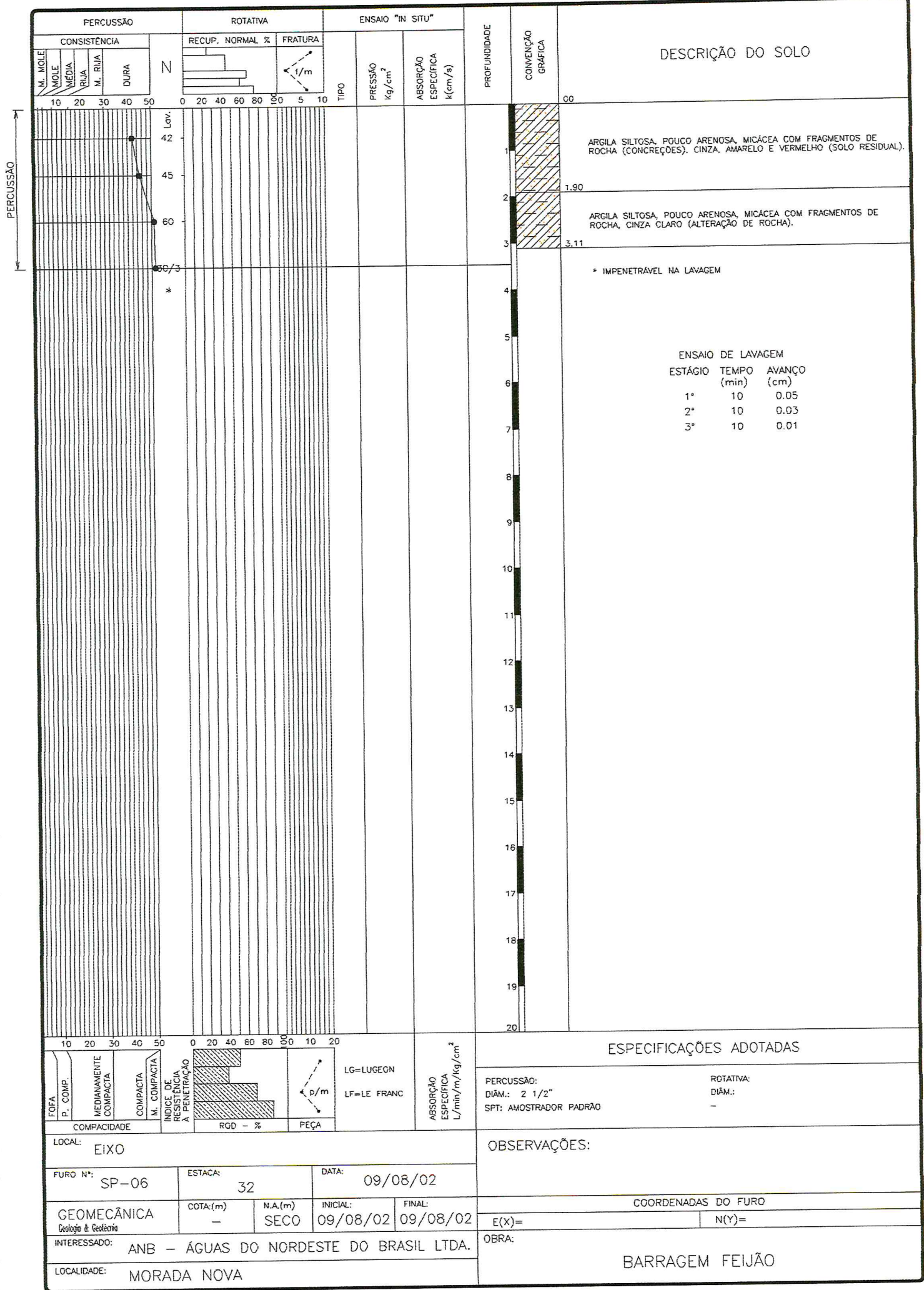
LOCAL: EIXO (LEITO)	OBSERVAÇÕES:			
FURO Nº: SP-03	ESTACA: 18	DATA: 08/08/02		
GEOMECÂNICA	COTA:(m) -	N.A.(m) 0.40	INICIAL: 08/08/02	FINAL: 08/08/02
INTERESSADO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.	COORDENADAS DO FURO			
LOCALIDADE: MORADA NOVA	E(X)=		N(Y)=	
	OBRA: BARRAGEM FEIJÃO			



PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

PERCUSSÃO				ROTATIVA		ENSAIO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SOLO																										
CONSISTÊNCIA				RECUP. NORMAL %	FRATURA	TIPO	PRESSÃO Kg/cm <sup>2</sup>				ABSORÇÃO ESPECÍFICA h(cm/s)																									
M. MOLE	MOLE	MÉDIA	RUA	M. RUA	DURA							N																								
10	20	30	40	50	0	20	40	60	80	100	0	5	10																							
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>ENSAIO DE LAVAGEM</caption> <thead> <tr> <th>ESTÁGIO</th> <th>TEMPO (min)</th> <th>AVANÇO (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1°</td> <td>10</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2°</td> <td>10</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>3°</td> <td>10</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>											ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)	1°	10	0.05	2°	10	0.02	3°	10	0.01														
ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)																																		
1°	10	0.05																																		
2°	10	0.02																																		
3°	10	0.01																																		
<table border="1" style="width:100%;"> <tr> <td>FOFA</td> <td>P. COMP.</td> <td>MEDIANAMENTE COMPACTA</td> <td>COMPACTA</td> <td>M. COMPACTA</td> </tr> <tr> <td colspan="5">COMPACIDADE</td> </tr> <tr> <td colspan="5">INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO</td> </tr> <tr> <td colspan="5">RQD - %</td> </tr> <tr> <td colspan="5">PEÇA</td> </tr> </table>								FOFA	P. COMP.	MEDIANAMENTE COMPACTA	COMPACTA	M. COMPACTA	COMPACIDADE					INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO					RQD - %					PEÇA					LG=LUGEON LF=LE FRANC		ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min/m/Kg/cm <sup>2</sup>	
FOFA	P. COMP.	MEDIANAMENTE COMPACTA	COMPACTA	M. COMPACTA																																
COMPACIDADE																																				
INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO																																				
RQD - %																																				
PEÇA																																				
LOCAL: EIXO								ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS																												
FURO Nº: SP-05      ESTACA: 28      DATA: 08/08/02								PERCUSSÃO: DIÂM.: 2 1/2"      ROTATIVA: DIÂM.: - SPT: AMOSTRADOR PADRÃO																												
GEOMECÂNICA Geologia & Geotecnia								COORDENADAS DO FURO																												
INTERESSADO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.								E(X)=      N(Y)=																												
LOCALIDADE: MORADA NOVA								OBRA: BARRAGEM FEIJÃO																												

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM



FOFA	P. COMP.	MEDIANAMENTE COMPACTA	COMPACTA	M. COMPACTA	INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAÇÃO	RD - %	FEÇA	LG=LUGEON	LF=LE FRANC	ABSORÇÃO ESPECIFICA L/min/m <sup>2</sup> /kg/cm <sup>2</sup>
------	----------	-----------------------	----------	-------------	------------------------------------	--------	------	-----------	-------------	--

ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS

PERCUSSÃO: ROTATIVA:  
 DIÂM.: 2 1/2" DIÂM.:  
 SPT: AMOSTRADOR PADRÃO -

LOCAL: EIXO			
FURO N°: SP-06	ESTACA: 32	DATA: 09/08/02	
GEOMECÂNICA	COTA:(m)	N.A.(m)	INICIAL: FINAL:
Geologia & Geotecnia	-	SECO	09/08/02 09/08/02
INTERESSADO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.			
LOCALIDADE: MORADA NOVA			

OBSERVAÇÕES:	
COORDENADAS DO FURO	
E(X)=	N(Y)=
OBRA: BARRAGEM FEIJÃO	



PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

PERCUSSÃO					ROTATIVA			ENSAIO "IN SITU"		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SOLO														
CONSISTÊNCIA					RECUP. NORMAL %	FRATURA		TIPO	PRESSÃO Kg/cm <sup>2</sup>				ABSORÇÃO ESPECÍFICA k(cm/s)													
N. MOLE	MOLE	MEDIA	RIJA	M. RIJA	DURA	N	1/m																			
10	20	30	40	50	0	20	40	60	80	100	5	10														
<p>PERCUSSÃO</p>																										
<p>35/03</p>																										
<p>* IMPENETRÁVEL NA LAVAGEM</p>																										
<p>ENSAIO DE LAVAGEM</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ESTÁGIO</th> <th>TEMPO (min)</th> <th>AVANÇO (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1°</td> <td>10</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>2°</td> <td>10</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>3°</td> <td>10</td> <td>0.01</td> </tr> </tbody> </table>												ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)	1°	10	0.05	2°	10	0.03	3°	10	0.01			
ESTÁGIO	TEMPO (min)	AVANÇO (cm)																								
1°	10	0.05																								
2°	10	0.03																								
3°	10	0.01																								
<p>06</p>																										
<p>1.60</p>																										
<p>2.13</p>																										
<p>ARGILA SILTOSA, POUCA ARENOSA, MICÁCEA COM FRAGMENTOS DE ROCHA, CINZA E AMARELO (SOLO RESIDUAL).</p>																										
<p>ARGILA SILTOSA, POUCA ARENOSA, MICÁCEA COM FRAGMENTOS DE ROCHA, CINZA, AMARELO E VERMELHO (ALTERAÇÃO DE ROCHA).</p>																										
<p>00</p>																										
<p>1</p>																										
<p>2</p>																										
<p>3</p>																										
<p>4</p>																										
<p>5</p>																										
<p>6</p>																										
<p>7</p>																										
<p>8</p>																										
<p>9</p>																										
<p>10</p>																										
<p>11</p>																										
<p>12</p>																										
<p>13</p>																										
<p>14</p>																										
<p>15</p>																										
<p>16</p>																										
<p>17</p>																										
<p>18</p>																										
<p>19</p>																										
<p>20</p>																										
<p>ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS</p>																										
<p>PERCUSSÃO: DiÂM.: 2 1/2" SPT: AMOSTRADOR PADRÃO</p>																										
<p>ROTATIVA: DiÂM.: -</p>																										
<p>LG=LUGEON LF=LE FRANC</p>																										
<p>ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min/m<sup>2</sup>/Kg/cm<sup>2</sup></p>																										
<p>OBSERVAÇÕES:</p>																										
<p>LOCAL: SANGRADOURO (EIXO)</p>																										
<p>FURO Nº: SP-08 ESTACA: S8 DATA: 09/08/02</p>																										
<p>COORDENADAS DO FURTO</p>																										
<p>GEOMECÂNICA COTA:(m) N.A.(m) INICIAL: FINAL: 09/08/02 09/08/02</p>																										
<p>INTERESSADO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.</p>																										
<p>LOCALIDADE: MORADA NOVA</p>																										
<p>OBRA: BARRAGEM FEIJÃO</p>																										

**ANEXO 2.2 – ENSAIOS LE FRANC**



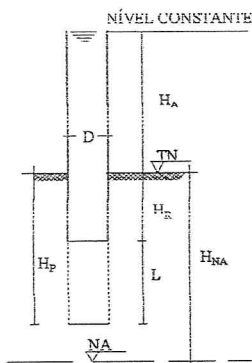


# BARRAGEM FEIJÃO

## ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU" CARGA CONSTANTE (LE FRANC)

INTERESSADO: ANB - ENGENHARIA  
 OBRA: BARRAGEM FEIJÃO  
 MUNICÍPIO: MORADA NOVA - CE

FURO: SP - 02  
 ESTACA: 13+10



- K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE
- Q - DESCARGA D'ÁGUA
- D - DIÂMETRO DO FURO
- L - COMPRIMENTO ENSAIADO
- H<sub>A</sub> - ALTURA DO NÍVEL CONSTANTE
- H<sub>R</sub> - PROFUNDIDADE REVESTIDA
- H<sub>P</sub> - PROFUNDIDADE DO FURO
- H<sub>NA</sub> - PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
- H<sub>C</sub> - CARGA PIEZOMÉTRICA

	(cm/s)
	(cm <sup>3</sup> /s)
6,35	(cm)
	(cm)
	(cm)
	(cm)
	(cm)
165	(cm)
	(cm)

ENSAIO N°	PROF. (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	L (cm)	H <sub>A</sub> (cm)	H <sub>P</sub> (cm)	H <sub>R</sub> (cm)	H <sub>C</sub> (cm)	K (cm/seg)
1	200	0,24	100	14	200	100	164	8,0E-06
2	300	0,209	100	14	300	200	179	6,4E-06
3	500	0,085	100	14	500	400	179	2,6E-06

**PERMEABILIDADE MÉDIA (K) 5,7E-06**

$$K = \frac{Q}{2 p \cdot L \cdot H_c} \cdot \frac{L \cdot N}{D} \cdot 2L$$

$$H_C = H_A + H_R + \frac{L}{2} \quad (\text{ACIMA DO NA})$$

$$H_C = H_A + H_{NA} \quad (\text{ABAIXO DO NA})$$

OBSERVAÇÕES:

---



---



---



---



---

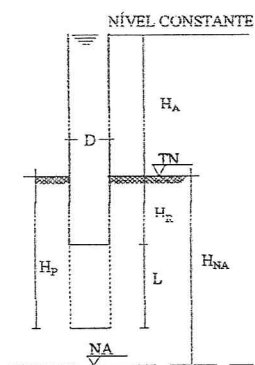


# BARRAGEM FEIJÃO

## ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU" CARGA CONSTANTE (LE FRANC)

INTERESSADO: ANB - ENGENHARIA  
 OBRA: BARRAGEM FEIJÃO  
 MUNICÍPIO: MORADA NOVA - CE

FURO: SP - 04  
 ESTACA: 22+10



K - COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE  
 Q - DESCARGA D'ÁGUA  
 D - DIÂMETRO DO FURO  
 L - COMPRIMENTO ENSAIADO  
 H<sub>A</sub> - ALTURA DO NÍVEL CONSTANTE  
 H<sub>R</sub> - PROFUNDIDADE REVESTIDA  
 H<sub>p</sub> - PROFUNDIDADE DO FURO  
 H<sub>NA</sub> - PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA  
 H<sub>c</sub> - CARGA PIEZOMÉTRICA

	(cm/s)
	(cm <sup>3</sup> /s)
6,35	(cm)
	(cm)
	(cm)
	(cm)
	(cm)
120	(cm)
	(cm)

ENSAIO	PROF.	Q	L	H <sub>A</sub>	H <sub>p</sub>	H <sub>R</sub>	H <sub>c</sub>	K
Nº	(cm)	(cm <sup>3</sup> /s)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm/seg)
1	200	0,101	100	15	200	100	165	3,4E-06
2	300	0,264	100	15	300	200	135	1,1E-05

**PERMEABILIDADE MÉDIA (K)** **7,1E-06**

$$K = \frac{Q}{2 p \cdot L \cdot H_c} \cdot \frac{L \cdot N}{2L} \cdot \frac{2L}{D}$$

$$H_c = H_A + H_R + \frac{L}{2} \quad (\text{ACIMA DO NA})$$

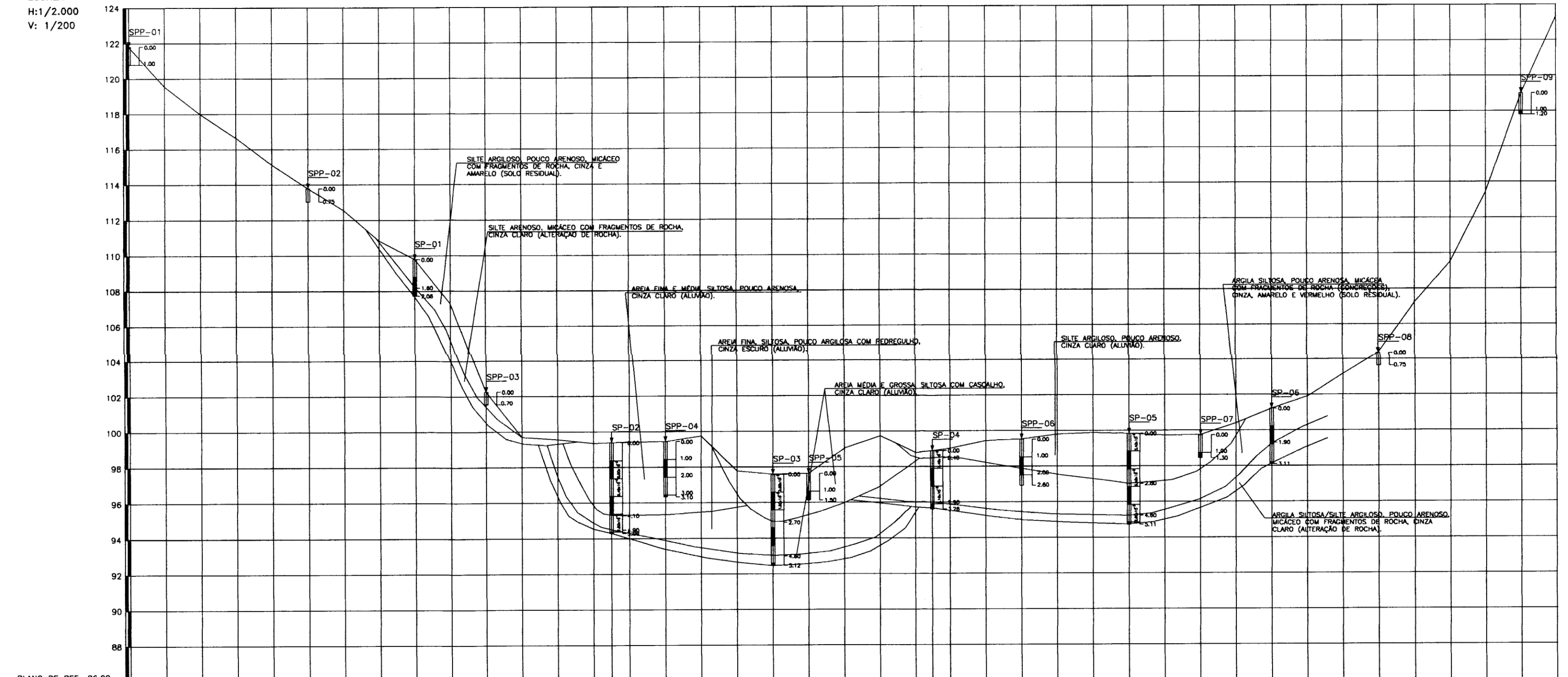
$$H_c = H_A + H_{NA} \quad (\text{ABAIXO DO NA})$$

OBSERVAÇÕES:



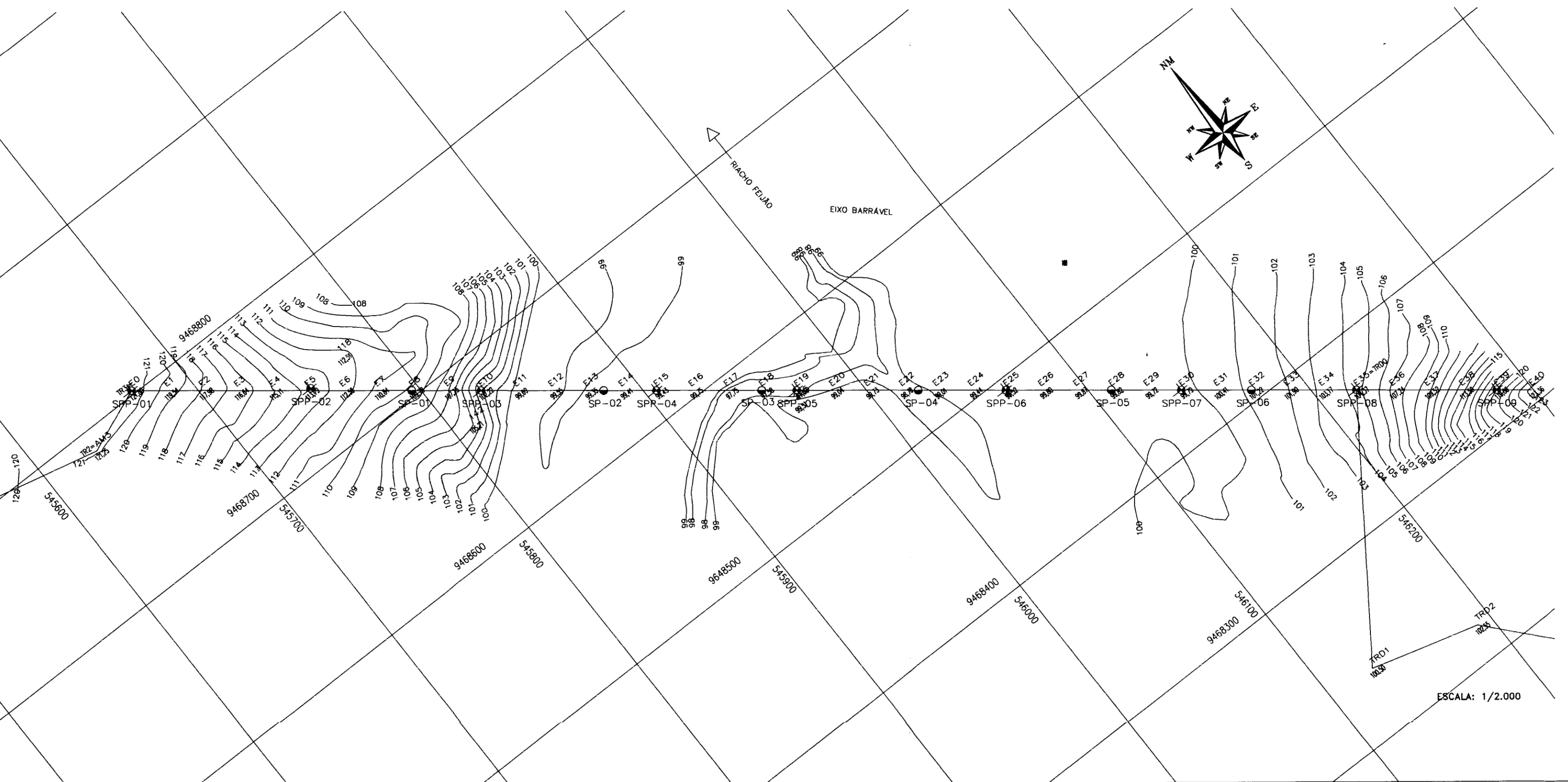

## ANEXO 2.3 – LOCAÇÃO E PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO

ESCALA  
H: 1/2.000  
V: 1/200

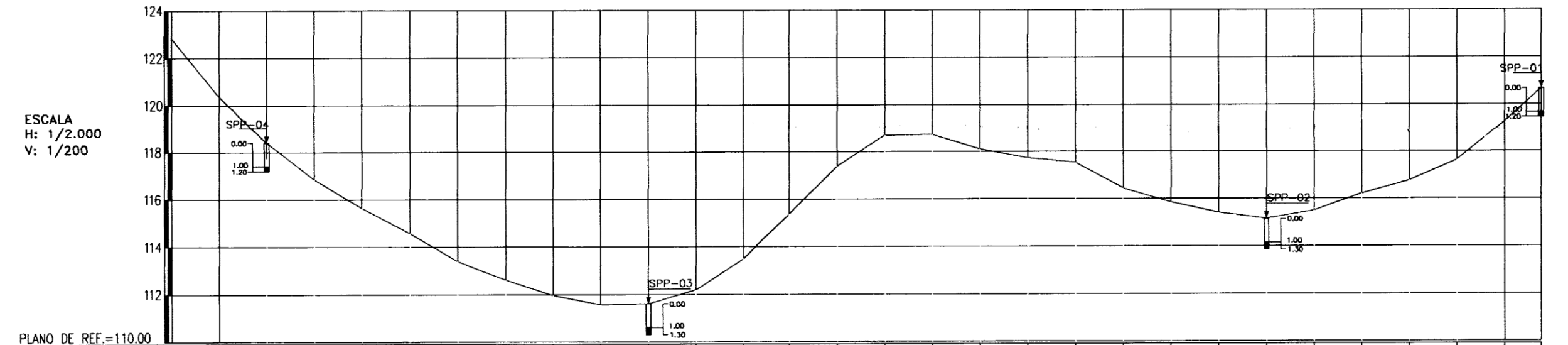


ESTACA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
TERRENO NATURAL (m)	107,90	109,95	117,96	118,85	115,12	113,79	112,55	110,84	109,78	107,76	107,02	99,73	99,55	99,35	99,52	99,14	99,73	97,75	97,78	97,78	97,84	99,04	99,74	99,79	99,02	99,45	99,52	99,90	99,88	99,83	99,72	99,74	100,41	100,41	107,72	108,51	113,46	119,00	123,31			
DISTANCIA PARCIAL (m)	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00	180,00	200,00	220,00	240,00	260,00	280,00	300,00	320,00	340,00	360,00	380,00	400,00	420,00	440,00	460,00	480,00	500,00	520,00	540,00	560,00	580,00	600,00	620,00	640,00	660,00	680,00	700,00	720,00	740,00	760,00	780,00	800,00	

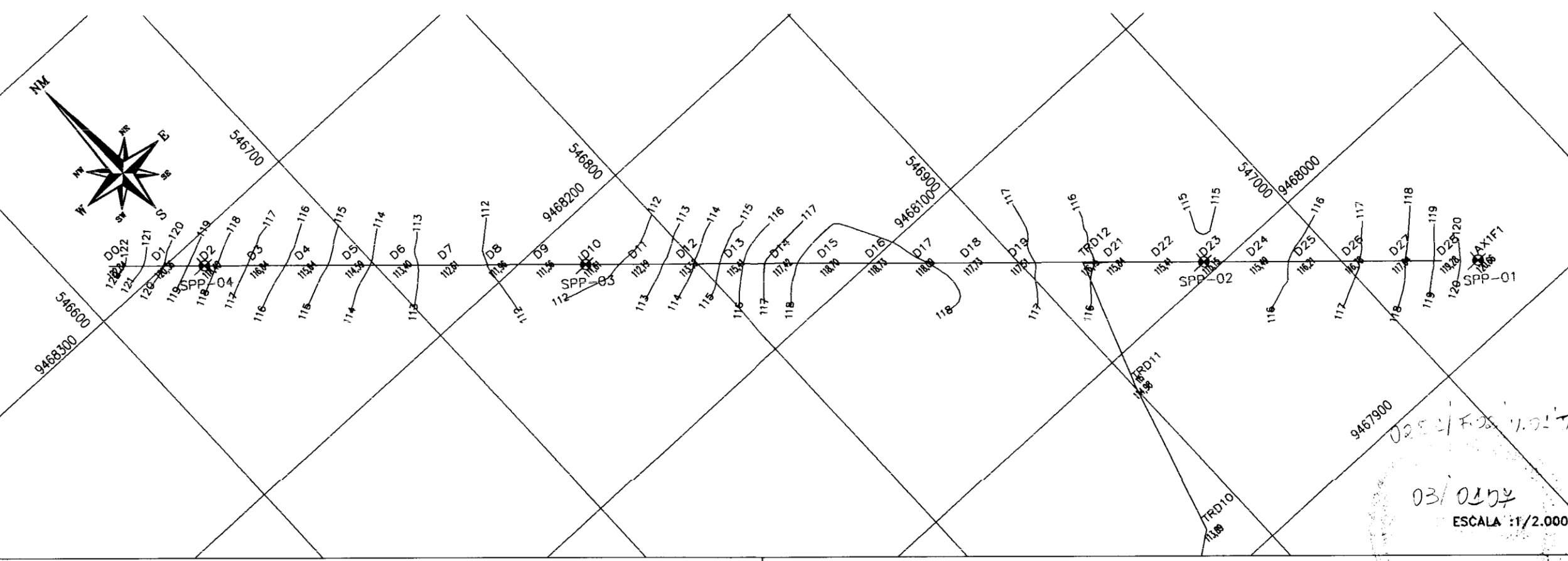
PERFIL LONGITUDINAL - BARRAGEM FEIJÃO



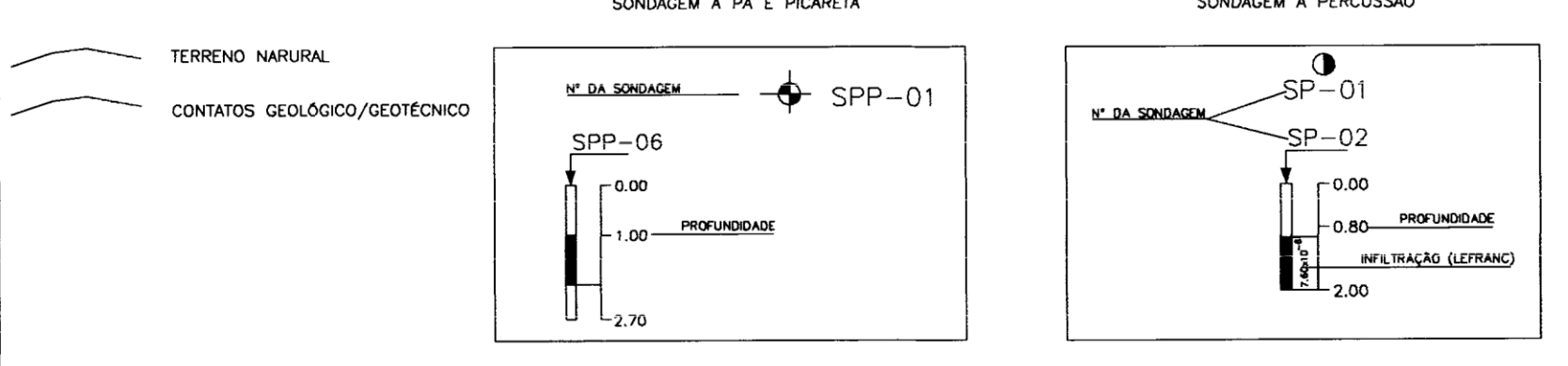
ESCALA  
H: 1/2.000  
V: 1/200



ESTACA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
TERRENO NATURAL (m)	122,84	120,37	118,41	116,85	115,65	114,59	113,40	112,62	111,96	111,56	111,60	112,19	113,50	115,39	117,40	118,69	118,73	118,10	117,73	117,54	117,54	116,45	115,85	115,41	115,15	115,49	116,21	116,77	117,63	119,26	120,66	
DISTANCIA PARCIAL (m)	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00	180,00	200,00	220,00	240,00	260,00	280,00	300,00	320,00	340,00	360,00	380,00	400,00	420,00	440,00	460,00	480,00	500,00	520,00	540,00	560,00	580,00	600,00	



LEGENDA



NOTAS

NOTAS

DESENHOS DE REFERENCIA

DESENHOS DE REFERENCIA

REVISOES

No	NATUREZA DA REVISAO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM FEIJÃO  
MORADA NOVA - CE

PROJETO:  
VISTO:  
VERIFICADO:  
APROVO:

GETECNIA  
LOCAÇÃO DOS FUROS  
PERFIL GEOLOGICO/GEOTECNICO

DESENHISTA:  
JORGE  
DATA DA EMISSAO:  
SETEMBRO/2002  
ESCALA:  
H: 1/2000  
V: 1/200  
REV:  
02  
No DO DESENHO:

ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.