



CONTRATO Nº 13/SRH/CE/2022

FORTALEZA

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS BÁSICOS E CONCEPÇÃO, ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL – EVA, PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL E DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES, NO MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU, NO ESTADO DO CEARÁ.

● LOCALIDADE BOA VISTA,
DISTRITO DE ENCANTADO,
QUIXERAMOBIM, DIVISA COM
SENADOR POMPEU/CEARÁ

**FASE A – ESTUDOS BÁSICOS
VOLUME 3 – ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS**

FORTALEZA
DEZEMBRO - 2023

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	5
3 GEOLOGIA	7
3.1 Geologia Regional	7
3.1.1 Domínio Ceará Central	9
3.2 Geologia Local	10
3.3 Características Geomorfológicas	11
4 INVESTIGAÇÃO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM	11
4.1 Metodologia Utilizada Para as Sondagens	11
4.1.1 Ensaios de Permeabilidade “in situ” com Carga Constante e Ensaios de Perda d’água Específica	12
4.1.2 Ensaios de Permeabilidade “in situ” com Carga Constante:	12
4.1.3 Ensaios de Perda d’água Específica	12
4.2 Procedimentos de Campo	13
4.2.1 Ensaios de Perda D’água Específica	14
4.2.2 Sondagens Realizadas	14
4.3 Comentários	15
5 INVESTIGAÇÃO DO SANGRADOURO	16
5.1 Sondagens Realizadas	16
5.2 Sondagens Mistas	16
6 MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO	16
6.1 Materiais Terrosos	16
6.2 Materiais Granulares	18
6.3 Material Pétreo	19
7 CONCLUSÕES	19
ANEXO 1 – PERFIS INDIVIDUAIS DOS FUROS DE SONDAJENS	20
ANEXO 2 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM INICIAIS	53
ANEXO 3 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM COMPLEMENTARES	95
ANEXO 3.1 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO SOLO (JAZIDAS DE SOLO – JS 1 e JS 2)	96
ANEXO 3.2 – ENSAIOS DOS LIMITES DE LIQUIDEZ E DE PLASTICIDADE DO SOLO	102
ANEXO 3.3 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO	107
ANEXO 3.4 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE DO SOLO COM CARGA VARIÁVEL	112

ANEXO 3.6 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DA AREIA	114
ANEXO 3.7 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE DA AREIA COM CARGA CONSTANTE..	119
ANEXO 3.8 – ENSAIOS LOS ANGELIS.....	121
ANEXO 4 – DESENHOS.....	123

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Geologia Regional	7
Tabela 4.1 – Sondagens da Barragem Boa Vista dos Parentes	14
Tabela 5.1 – Jazida de Solo (JS 1) – Material Argiloso para aplicação no maciço.....	17
Tabela 5.2 - Área de Empréstimo 2 – material argiloso para aplicação no maciço	17
Tabela 5.3 – Resumo: Volumes das Áreas de Jazidas de Solo (JS 1 e JS 2)	18

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Mapa de localização e acesso.....	6
Figura 3.1 – Mapa geológico da região de estudo	8
Figura 3.2 - Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil e seus principais traços tectônicos e localização do Domínio Ceará Central (DCC). Modificado de Medeiros (2004), in Almeida et al. (2008).....	9
Figura 3.3 - Mapa geológico do estado do Ceará, cujo arcabouço compreende grande parte do DCC. Na parte central o Arco Mamático de Santa Quitéria e seus principais lineamentos. Em destaque a falha de Groairas, seus limites litológicos e estruturas frágeis internas a arco como falhas e fraturas (linha azul) (CPRM, 2003; imagem modificada de Ancelmi, 2008).....	10

APRESENTAÇÃO

A empresa de Consultoria e Engenharia Maximino dos Santos & Cia Ltda – EPP, no âmbito do contrato N° 13/SRH/CE/2022 publicado no DOE em 28/11/2022, com ordem de serviço n° 02/2023/SRH emitida em 20/04/2023 tem por finalidade a **ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS BÁSICOS E CONCEPÇÃO, ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL-EVA, PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL E DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES**, situado no Distrito de Encantado nos municípios de Senador Pompeu/Quixeramobim, no Estado do Ceará.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento ao Termo de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em FASE A – Estudos Básicos, FASE B – Estudos ambientais e FASE C – Detalhamento do Projeto Executivo, conforme são apresentados na sequência:

- ❖ FASE A: Estudos Básicos
 - Volume 1: Estudos Cartográficos;
 - Volume 2: Estudos Topográficos;
 - Volume 3: Estudos Geológico-Geotécnicos;
 - Volume 4: Estudos Hidrológicos;
 - Volume 5: Relatório de Concepção da Barragem
- ❖ FASE B: Estudos Ambientais
 - Volume 1: Estudos de Viabilidade Ambiental – EVA;
 - Volume 2: Plano de Desmatamento Racional – PDR
- ❖ FASE C: Detalhamento do Projeto Executivo
 - Volume 1: Memorial Descritivo do Projeto;
 - Volume 2: Desenhos;
 - Volume 3: Memória de Cálculo;
 - Volume 4: Especificações Técnicas;
 - Volume 5: Quantitativos e Orçamentos;
 - Volume 6: Relatório Síntese

Este Relatório refere-se ao **VOLUME 3 – ESTUDOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS**

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório consolida o VOLUME 3 – ESTUDOS GEOLÓGICO – GEOTÉCNICOS PARTE INTEGRANTE DOS ESTUDOS BÁSICOS – FASE A, relativo ao Projeto Executivo da barragem Boa Vista dos Parentes, entre os municípios de Senador Pompeu/Quixeramobim, no Estado do Ceará.

No contexto deste Relatório contém as informações técnicas que embasaram as decisões de projeto para dar continuidade na elaboração e construção da obra que está sendo apresentada.

No desenvolvimento dos estudos para elaboração deste Relatório foram discutidos os seguintes tópicos, como se segue:

- Informações sobre a geologia regional com base nas Cartas geológicas;
- Estudo detalhado da geologia local no eixo da barragem e vertedouro (com uso da bússola para medidas de ângulo e direção da camada estratigráfica, foliação, dentre outras feições geológicas);
- Prospecção de sondagens mecânicas tipo no eixo da barragem e vertedouro para obtenção de conhecimentos da fundação da barragem (ensaio de perda d'água, coeficiente de permeabilidade e percentual de recuperação da rocha);
- Localização e cubação dos materiais de construção (solo argiloso, areia e rocha) para construção da barragem;
- Ensaio de caracterização em laboratório das amostras coletadas no campo durante os estudos de investigação dos materiais de jazidas;
- Elaboração dos desenhos das atividades realizadas.

Portanto, o objetivo deste Relatório é apresentar os resultados dos trabalhos de campo.

2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A barragem Boa Vista dos Parentes será formada pelo barramento do riacho Boa Vista, tributário do rio Banabuiú, situada a 1,5 km do Distrito de Encantado, no município de Senador Pompeu/Quixeramobim, no Estado do Ceará.

A localização da referida barragem está materializada por três marcos implantados no eixo do barramento indicado, com base no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS 2000), conforme a descrição a seguir:

- ✓ Marco (M5) - Estaca 00: 466.882,010E; 9.390.794,696N - Cota 187,20m;
- ✓ Marco (M3) - Estaca 09: 466.927,890E; 9.390.628,812N – Cota 164,74m;
- ✓ Marco (M4) – Estaca 14+11,77m: 466.961,911E; 9.390.520,744N – Cota 183,71.

Partindo de Fortaleza, o percurso pode ser feito pela BR 116 até o Triângulo de Quixadá (67 km). Depois segue-se pela CE 060 / BR 122 até a Sede do Município de Quixeramobim, após passar pela barragem Quixeramobim, entra à esquerda na CE 166, quando se segue até o Distrito de Encantado, num total de 246 km. Para chegar ao local do barramento entra à esquerda na estrada vicinal após o Posto Arruda, e percorre-se 1,5 km até o eixo do barramento proposto situado no Povoado Boa Vista dos Parentes. Ver figura 2.1 a seguir.

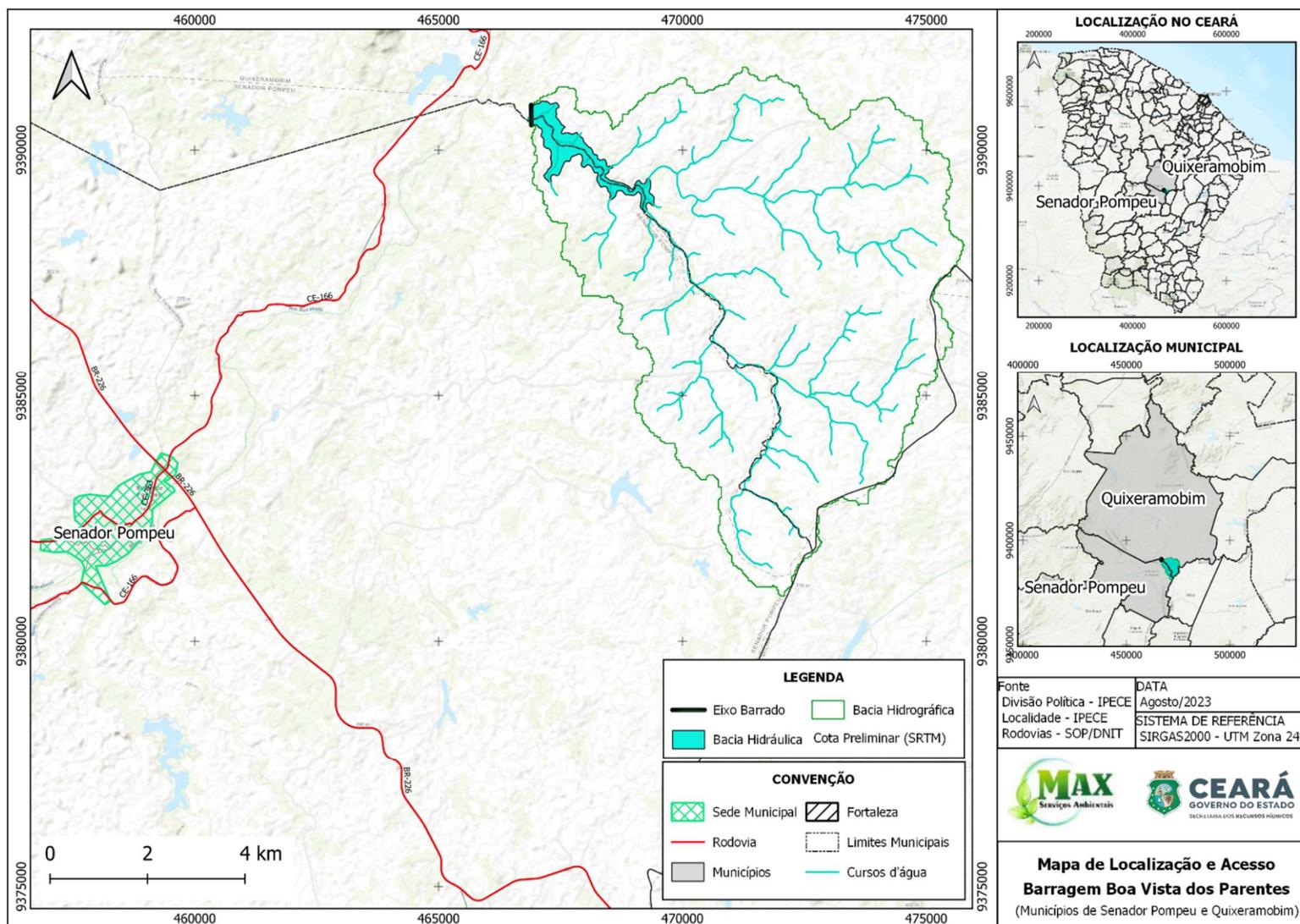


Figura 2.1 – Mapa de localização e acesso

3 GEOLOGIA

3.1 Geologia Regional

A bacia hidrográfica do Açude Boa Vista dos Parentes está situada na microregião geográfica do Banabuiú, no Estado do Ceará, numa área em que predominam as rochas do embasamento cristalino.

Os estudos geológicos foram realizados visando fornecer dados litológicos e estruturais relacionados às feições geológicas, tendo-se adotado as seguintes etapas de trabalho:

- Mapeamento geológico do eixo barrável e sangradouro através de caminhamentos ao longo do eixo topográfico locado e nas seções transversais a cada 20m, abrangendo uma faixa de 200m, sendo 100m para montante e 100m para jusante;
- Elaboração de mapa geológico do eixo da barragem e sangradouro em escala 1:1.000.

A unidade litoestratigráfica que compõe a área, está indicada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Geologia Regional

PERÍODO	UNID. LITOESTRATIGRÁFICA	OBSERVAÇÃO
Quaternário	Aluviões	
Proterozóico	muscovita-biotita-gnaisses bandado, quartzitos, granulometria média, cor clara.	Grupo Ceará – Unidade Geológica Acopiara

Para ilustrar apresenta-se a Figura 3.1 – mapa geológico da área da barragem

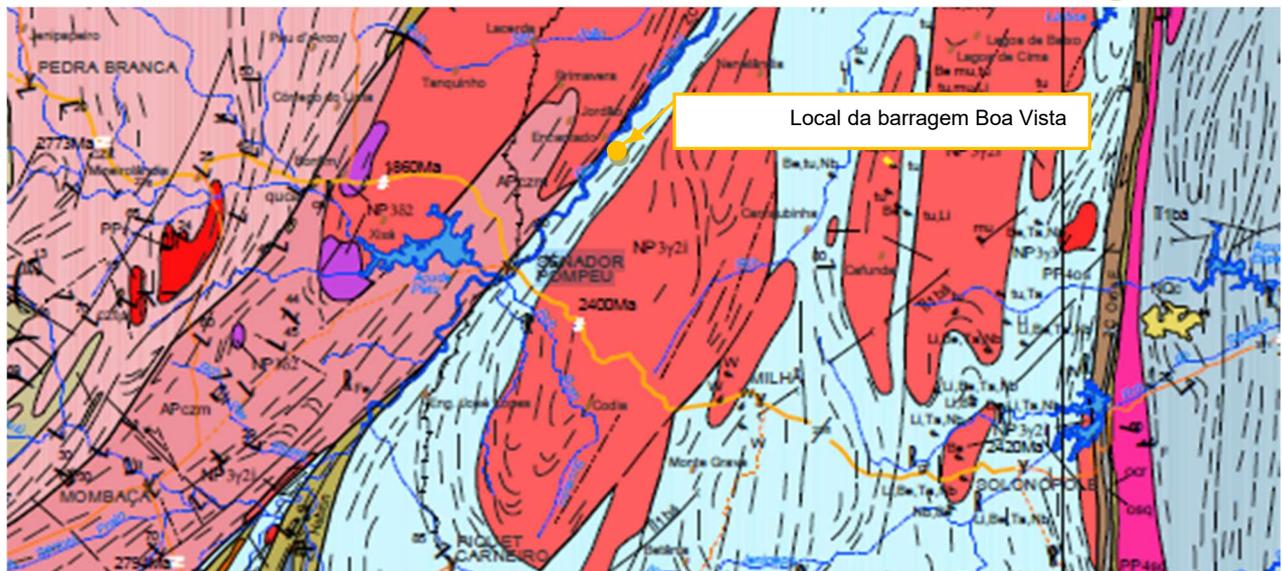


Figura 3.1 – Mapa geológico ca região de estudo

A área em estudo está inserida na Província Borborema (Almeida *et. al.* 1977 e 1981), mais especificamente no Domínio Ceará Central. Nesta porção afloram terrenos pré-cambrianos de idade variando entre o Arqueano e o Neoproterozóico.

Tendo como base as características geológicas, os extensos lineamentos transcorrentes, Brito Neves *et al.* (2000) subdividiram a Província Borborema em cinco domínios tectônicos principais:

- i. Domínio Tectônico Médio Coreaú (DMC) – localizado a norte do Lineamento Transbrasiliano e a sul da margem retrabalhada do Cráton São Luís;
- ii. Domínio Tectônico Ceará Central (DCC) – onde está inserida a área de estudo e está situada entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu;
- iii. Domínio Tectônico Rio Grande do Norte (DRGN) – localizado entre os lineamentos Senador Pompeu e Patos;
- iv. Domínio Tectônico Zona Transversal (ZT) – limitada pelos lineamentos Patos e Pernambuco; e
- v. Domínio Tectônico Meridional (M) – situado entre o lineamento Pernambuco e a borda norte do Cráton São Francisco. Ver Figura 3.2.

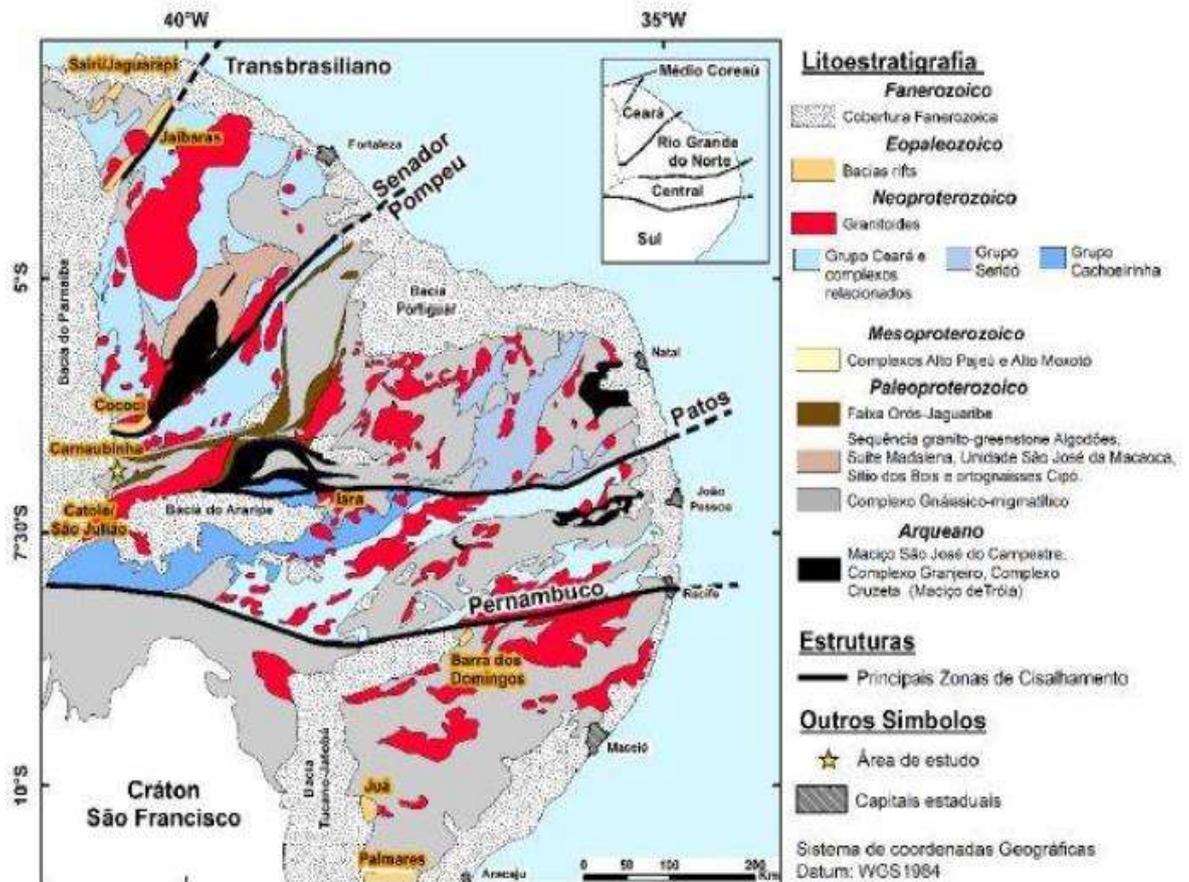


Figura 3.2 - Província Borborema em destaque, ao nordeste do Brasil e seus principais traços tectônicos e localização do Domínio Ceará Central (DCC). Modificado de Medeiros (2004), in Almeida et al. (2008).

Arthud *et al.* (1998) compartimentou o Pré – Cambriano do Estado do Ceará em cinco Domínios Tectônicos: NW Ceará, Ceará Central, Orós-Jaguaribe, Granjeiro e Piancó-Alto Brígida. Dentre esta divisão, a área do barramento está inteiramente contida no Domínio Ceará Central, a seguir:

3.1.1 Domínio Ceará Central

O Domínio Ceará Central é a mais extensa unidade geotectônica da porção norte da Província Borborema e alcança quase a totalidade do Estado do Ceará.

É delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) e a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), sendo encoberto a SW-W pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba.

O embasamento arqueano/paleoproterozóico do Domínio Ceará Central é coberto principalmente, pelo Grupo Ceará de idade Neoproterozoica (em azul na **Figura 3.3**) e recortado pelos granitos Brasilianos (600Ma) em cor vermelha na **Figura 3.3**.

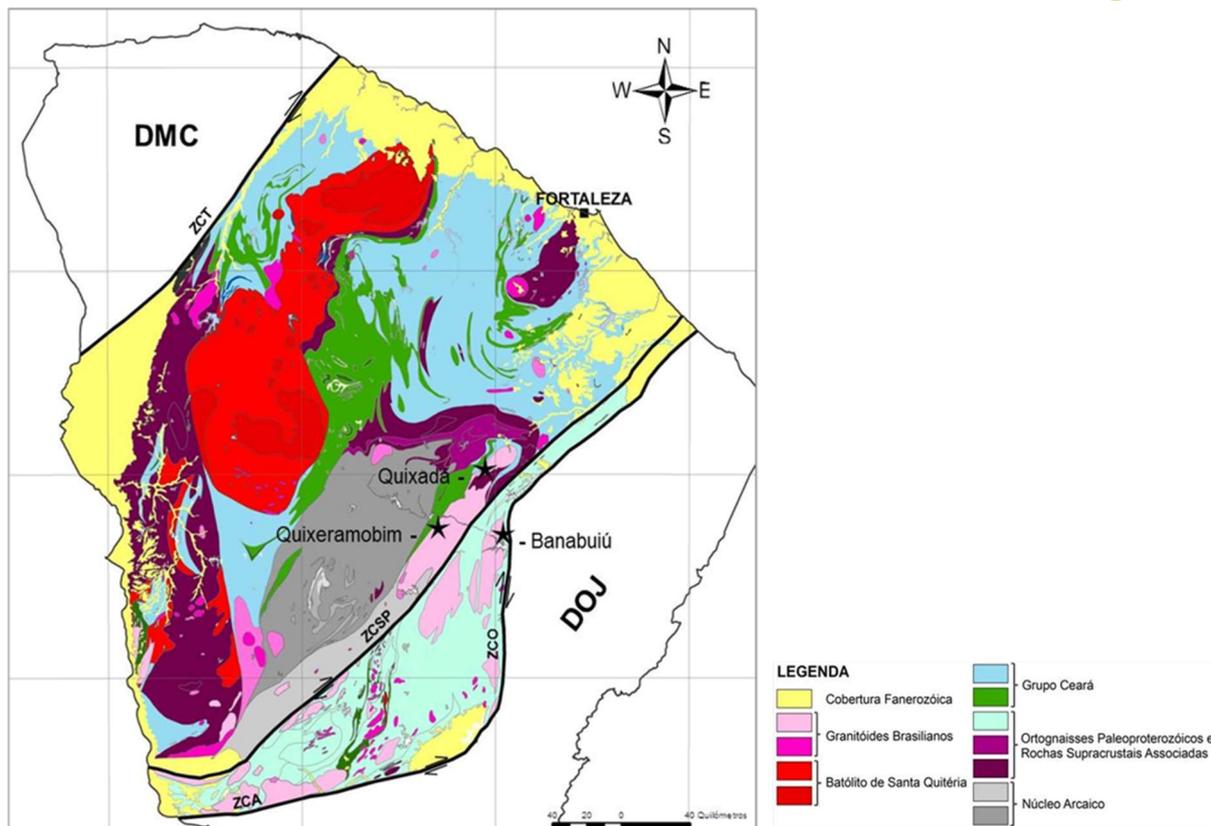


Figura 3.3 - Mapa geológico do estado do Ceará, cujo arcabouço compreende grande parte do DCC. Na parte central o Arco Mamático de Santa Quitéria e seus principais lineamentos. Em destaque a falha de Groairas, seus limites litológicos e estruturas frágeis internas a arco como falhas e fraturas (linha azul) (CPRM, 2003; imagem modificada de Ancelmi, 2008).

3.2 Geologia Local

O levantamento geológico de superfície realizado ao longo do eixo topográfico locado, teve como principal objetivo a identificação e classificação dos tipos litológicos ocorrentes, visando a definição dos traçados dos contatos litológicos e não necessariamente geológicos, já que geralmente, no âmbito regional, todas essas litologias pertencem a uma associação metamórfica que compõe o complexo cristalino de idade Pré-Cambriana.

Ao longo do eixo locado, abrangendo uma faixa de 150m para montante e 150m para jusante foram estudadas as ocorrências e mapeados os principais afloramentos contendo rocha em superfície. Na bacia hidráulica os percursos foram feitos de carro de passeio pelos acessos disponíveis na área, com utilização de GPS de mão para anotação dos pontos visitados.

O eixo topográfico locado, que tem orientação geral segundo N-S, está estaqueado em campo a cada 20m, sendo esta marcação iniciada a partir da estaca 00 até à estaca 14+11,77m.

O levantamento do sangradouro se inicia na ombreira direita, através do marco M6, com deflexão à esquerda azimute de 128°.

O terreno da área do sangradouro apresenta afloramentos formados por rochas gnáissicas, sendo observada a lineação estrutural dos minerais, apresentando uma

granulometria média a grossa que possui cor cinza-clara com tons amarelados de alteração, contendo essencialmente feldspato, biotita, moscovita e quartzo. Nessa área a foliação se dá preferencialmente em torno de N33°Az, ou seja, a direção se orienta praticamente segundo E-W, com mergulhos sub-verticais. Essa condição é favorável com relação ao fluxo de percolação de montante para jusante na área do sangradouro, pois o eixo locado fica posicionado obliquamente ou quase perpendicular à foliação.

3.3 Características Geomorfológicas

De um modo geral, na área estudada é possível identificar uma feição de relevo, denominada de Tabuleiros Interiores, a qual relaciona-se com os conceitos geomorfológicos de Sousa, et al, 1979; e Lima, et al, 2000). São constituídos por superfícies inclinadas com declives de aproximadamente 2 – 5°, com solo espesso a raso, às vezes, com intenso uso agrícola. Com relação ao aspecto climático encontra-se sob o efeito do clima semiárido com irregularidade do regime pluviométrico que tem o rio Banabuiú como principal curso d'água da região.

4 INVESTIGAÇÃO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM

4.1 Metodologia Utilizada Para as Sondagens

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. No caso da sondagem rotativa, somente o trecho em rocha é executado.

Os furos têm 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”. Para a extração das amostras será utilizado o amostrador padrão de 2” e 1 3/8” de diâmetros externo e interno, respectivamente, o qual será cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65kg, com altura de queda de 75cm. Durante a cravação do amostrador serão registrados os números de golpes necessários para fazer tal ferramenta penetrar cada 15cm no terreno, até uma penetração total de 45cm. A soma dos golpes das duas últimas parcelas de 15cm, ou seja, dos 30cm finais de cravação, está apresentada sob forma de tabela e gráfico nos perfis de sondagens, esta soma de golpes é denominada de “Standard Penetration Test (SPT)”.

Para as sondagens no eixo da barragem não foram realizados ensaios de infiltração, conforme definido com a fiscalização, a pequena espessura do solo existente sobre o maciço rochoso impossibilitava sua execução e seus resultados poderiam ser duvidosos.

Para os trechos em rocha, foi utilizada sonda rotativa, acoplada a um calibrador e a um barrilete NX - duplo-móvel e coroa diamantada para recuperação do testemunho. Deverão ser obtidas informações da alteração, do fraturamento e da estanqueidade da rocha.

Preferencialmente os furos foram executados a partir do terreno natural.

Os equipamentos a serem utilizados na execução dos furos foram os convencionais utilizados nas sondagens com retirada de testemunhos em rocha. Durante os serviços foram executados ensaios de perda d'água específica.

4.1.1 Ensaios de Permeabilidade “in situ” com Carga Constante e Ensaios de Perda d'água Específica

Com o intuito de avaliar a permeabilidade da fundação e obter informações qualitativas sobre a circulação de água através das fissuras do substrato rochoso, foram realizados ensaios de perda d'água em todos os furos das sondagens mistas do eixo.

Os resultados destas sondagens e ensaios de campo serão apresentados em desenhos na forma de perfis individuais do subsolo no local de cada furo.

Todos os furos de sondagem foram georreferenciados ao eixo topográfico implantado, com suas coordenadas UTM-SIRGAS 2000 e cotas altimétricas definidas, através de levantamento de todas as cotas das bocas dos furos levantadas através de nivelamento topográfico.

4.1.2 Ensaios de Permeabilidade “in situ” com Carga Constante:

Nos Ensaios 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). Entretanto, considerando-se as sondagens realizadas fundação (cut off) e taludes das ombreiras observou-se materiais silte arenoso e solo de alteração nas ombreiras com profundidades variando de 0,60 a 3,45m, os quais serão retirados para aplicação de material argiloso impermeável. Diante do fato, foram desconsideradas as realizações dos ensaios de Permeabilidade “in situ” com carga constante.

4.1.3 Ensaios 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.

4.2 Procedimentos de Campo

Foram realizados no total de 07 (sete) furos de Sondagem Mista (percussão + rotativa).

Na execução foram utilizadas sondas rotativas da SONDEQ modelo 920 de avanço hidráulico, empregando-se coroa diamantada de diâmetro NWM e barrilete duplo móvel.

Os perfis individuais dos furos executados estão apresentados em Anexo 1, contendo descrição geológica e documentação fotográfica das caixas de testemunhos.

As amostras foram coletadas a cada metro de profundidade através do amostrador padrão e acondicionadas em sacos plásticos para posterior reclassificação táctil-visual em laboratório.

Os índices de penetração foram obtidos pela cravação do amostrador padrão através de quedas sucessivas do martelo padronizado com massa de ferro de 65 kg caindo da altura de 0,75 m, até se atingir a penetração de 0.30 m, anotando-se o número de golpes necessários à cravação de cada 0,15 m do referido amostrador padrão, ou conforme orientações da Norma Brasileira NBR-6484/FEV2001.

Ao atingir o topo rochoso, foi iniciada a perfuração com o emprego de barrilete duplo giratório modelo NWM (NX), com comprimento livre de 1,65 metros. A cada manobra efetuada, foi anotada a profundidade inicial e final, bem como, o comprimento dos testemunhos recuperados.

As sondagens pelo processo rotativo foram executadas nos trechos em rocha e obedeceram às recomendações Norma Brasileira NBR-6484/FEV2001.

Nos trechos em solos, a sondagem foi executada por lavagem direta com coleta de amostras e medida de SPT (Standard Penetration Test.). As amostras de rocha recuperadas foram acondicionadas obedecendo a sequência da perfuração em caixas de madeira com divisões apropriadas e encaminhadas para análise no laboratório.

A permeabilidade e a condutividade hidráulica do maciço rochoso, ao longo do eixo barrável e suas proximidades, frente à percolação d'água através dos seus planos de descontinuidades (fraturas, falhas e fissuras), foram calculadas a partir dos ensaios

padronizados de perda d'água sob pressão realizados nessa fundação, através dos furos de sondagens mistas.

4.2.1 Ensaios de Perda D'água Específica

É prática corrente observar no decorrer da execução da sondagem rotativa, 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.

Como medida a favor da segurança da obra, todos os trechos ensaiados contemplaram os estágios acima explanados.

4.2.2 Sondagens Realizadas

As investigações geotécnicas realizadas no local da barragem objetivaram a identificação e compreensão das características e peculiaridades do solo de fundação e do substrato rochoso deste sítio, visando a concepção de um maciço tecnicamente adequado e seguro além, de economicamente viável.

Para concretização deste objetivo foram realizadas 07 prospecções mecânicas mistas (iniciada por processo percussivo e prosseguida com sonda rotativa), nas posições indicadas na figura nº 4.1.

Tabela 4.1 – Sondagens da Barragem Boa Vista dos Parentes

EIXO BARRAGEM E SANGRADOURO – SENADOR POMPEU/QUIXERAMOBIM-CEARÁ					
Nº	ESTACA	POSIÇÃO	COORDENADAS		COTA(m)
			E	N	
SM 1	E7+10m	Leito riacho	466914,810	9390654,368	162,459
SM 2	E9 + 10m	Leito riacho	466927,300	9390620,020	163,359
SM 3	E11	Leito riacho	466937,737	9390588,863	162,260
SM 4	E5	Omb. Direita	466896,272	9390700,740	173,067
SM 5	E12 + 10m	Omb. Esquerda	466947,669	9390559,798	168,601
SM 6	E3S + 10m	Eixo Sangrad.	466906,162	9390837,724	190,320
SM 7	E3S + 10m	Sangradouro	466873,070	9390860,000	181,950
	(40m à Jusante)				

Portanto, na região do maciço foram executadas 7 sondagens mistas, totalizando 40,20m, dos quais 7,60 m com emprego de equipamento percussivo e 32,60m com equipamento rotativo.

4.3 Comentários

Desta campanha de sondagem realizada no boqueirão da barragem, pode-se observar, entre outras coisas, que:

- i. Na zona da calha do rio, aproximadamente entre estacas 5 e 8 (60m de extensão), ocorre um depósito aluvionar com espessura rasa, atingindo na estaca 6+10,00 um total de 3,5m de profundidade. Este pacote aluvionar está em contato com o maciço rochoso caracterizado por gnaisse. O nível d'água, na região da calha do rio, foi encontrado nas profundidades limites de 2,06m (estaca 6+10), entre agosto e setembro/2023;
- ii. Não foram encontrados materiais argilosos/siltosos de compactação preocupante em nenhum furo da campanha de sondagem;
- iii. As perdas d'água no ensaio Lugeon indicaram, de um modo geral, valores pouco significativos nas ombreiras e na calha do rio, onde obteve-se o valor de perda d'água específica de 0,213 l/min/m/atm., e Coeficiente de Permeabilidade (k) igual a 2,23 cm/s para a carga efetiva máxima aplicada. Neste caso, o comportamento do fluxo de percolação da água nas fraturas foi predominantemente fechado, sem deformação. Portanto, com base nestes ensaios, é de se prever que o substrato rochoso não deve apresentar valores preocupantes de condutibilidade hidráulica, mesmo na calha do rio.
- iv. Na calha do rio subjacente ao pacote aluvionar, constatou-se a presença de uma rocha biotita-gnaisse, com veios de quartzito, muito dura com RQD em média de 80%.
- v. Na ombreira esquerda o topo rochoso encontra-se pouco profundo, inclusive aflorando em várias locais, subjacente a um delgado manto de solo residual silte arenoso com fragmentos de rocha. A rocha foi classificada como biotita-gnaisse com veios de quartzito, muito dura, com excelente recuperação, mostrando RQD (Rock Quality Designations) de 100%.
- vi. Na parte alta da ombreira direita ocorrem também solos residuais, de composição silto arenosa ou silto argilosa, micáceos, com pequena espessura. A rocha subjacente foi classificada como biotita-gnaisse, que até 0,80m de profundidade apresenta-se medianamente alterada, dura, com RQD em média de 60%, e a partir desta profundidade mostra-se muito dura, geralmente são, com RQD em média acima de 80%.

5 INVESTIGAÇÃO DO SANGRADOURO

5.1 Sondagens Realizadas

Os estudos geotécnicos no local do sangradouro foram realizados com a finalidade de fazer a identificação e caracterização do subsolo, inclusive, avaliando a capacidade do material rochoso de resistir aos processos erosivos provocados pelas descargas previstas.

Para este fim foram realizados 2 furos de sondagens mistas (iniciado por percussiva e prosseguido com sonda rotativa), nas posições indicadas no mapa anexo, deste Volume 3. Os resultados destas sondagens e ensaios de campo são, também, apresentados nos Desenhos deste Volume 3, sob forma de perfis individuais do subsolo no local de cada furo.

Todos os furos de sondagem foram georeferenciados ao eixo topográfico implantado e tiveram suas coordenadas UTM – SIRGAS 2000 registradas. Altimetricamente tiveram as cotas das bocas levantadas através de nivelamento topográfico.

As sondagens mistas foram iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa. O processo de execução destas sondagens obedeceu ao mesmo processo descrito anteriormente, nos subitens 4.1 e 4.2, para sondagens a percussão e rotativa.

Na Tabela 4.1, apresenta as sondagens realizadas no local do sangradouro.

5.2 Sondagens Mistas

As sondagens mistas foram iniciadas a percussão e prosseguidas por meio de rotação. O processo de execução do trecho percussivo foi semelhante ao descrito no subitem 4.1- Sondagem Percussiva. Os trechos de sondagem rotativa foram executados com coroa NX de diamante acoplada a um barrilete duplo. A sonda utilizada foi a MARCH-850 e a SS21-SONDEC. Para cada operação do barrilete foram registradas a percentagem de recuperação e o número de peças, dados que estão indicados nos perfis de sondagens.

6 MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO

Este item trata do estudo das fontes de obtenção, das propriedades geotécnicas e da aplicabilidade dos materiais naturais de construção às diversas partes da obra.

6.1 Materiais Terrosos

Próximo ao eixo do barramento, as ocorrências de solos são escassas, não tendo sido identificada no reconhecimento de campo, nenhuma área potencialmente aproveitável como área de empréstimo. No entorno do eixo é generalizada a ocorrência de solo residual de gnaise, cuja espessura é igual 0,60m, nas ombreiras. No leito do rio ocorrem aluviões silto arenosos com espessuras variáveis, atingindo até 3,45m.

Áreas com ocorrências de solos argilosos impermeáveis, com características adequadas à construção de barragens, foram identificadas na área do reservatório, a distâncias de 7,00 km. Nestas áreas, o capeamento de solo apresenta espessura média da ordem de 2,40m m de material aproveitável. Assim, extensas áreas tiveram de ser pesquisadas, para obtenção de material em volume suficiente para execução do maciço.

A investigação dos empréstimos foi executada apoiada nos trabalhos de mapeamento geológico, que identificaram os locais onde ocorrem os depósitos mais promissores. Nestes locais foram executados poços de investigação, distanciados a cada 100 m. Assim, foram selecionadas duas áreas de empréstimo, cujas características são apresentadas a seguir.

Os volumes cubados nas duas áreas estudadas são apresentadas nas Tabelas 5.1 e 5.2, deste relatório. Serão apresentados os boletins de sondagens e os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais geotécnicos de laboratório.

Tabela 5.1 – Jazida de Solo (JS 1) – Material Argiloso para aplicação no maciço

Área estudada	45.000 m ²
Nº de poços executados	09
Espessura média do expurgo	0,10 m
Espessura média de mat. utilizável	2,30 m
Volume de material utilizável	103.500 m ³
Volume de expurgo	4.500 m ³
Distância ao eixo da barragem	7,00 km
Massa Específica Aparente Seca Máxima	1,941 g/cm ³
Umidade Ótima (h)	11,00 %
Índice de Plasticidade	9,00%
Coeficiente de Permeabilidade (k)	5,6 E-05 cm/min.
Coesão (c')	13,0 kPa
Ângulo de Atrito (ø)	29,5°
Classificação USCS-Solo	SC

Tabela 5.2 - Área de Empréstimo 2 – material argiloso para aplicação no maciço

Área estudada	55.000 m ²
Nº de poços executados	12
Espessura média do expurgo	0,10 m
Espessura média de mat. utilizável	2,50 m
Volume de material utilizável	137.500 m ³
Volume de expurgo	5.500 m ³
Distância ao eixo da barragem	7,00 km
Massa Específica Aparente Seca Máxima	1,943 g/cm ³
Umidade Ótima (h)	9,60%
Índice de Plasticidade	7,00%
Coeficiente de Permeabilidade (k)	6,7 E-05 cm/min.
Classificação USCS-Solo	SM - SC

Tabela 5.3 – Resumo: Volumes das Áreas de Jazidas de Solo (JS 1 e JS 2)

LOCAL	Volume (m ³)	
	Utilizável	Expurgo
Jazida de Solo (JS 1)	103.500	4.500
Jazida de Solo (JS 2)	137.500	5.500
Volume Total	241.000	10.000

A localização das Jazidas de Solo (JS 1 e JS 2) e dos respectivos poços de investigação estão indicados no Desenho - Localização das Áreas de Jazidas

Os solos ocorrentes, foram classificados segundo a USCS, como solos areno argilosos e argilosos de baixa plasticidade e pouco compressíveis, tipo SC e SM-SC, respectivamente. A análise das curvas de distribuição granulométrica e da carta de plasticidade revelam que os solos das duas áreas selecionadas são razoavelmente uniformes.

Os ensaios de permeabilidade, em permeâmetro de carga constante, revelaram para Jazida de Solo (JS 1), os seguintes valores para o coeficiente de permeabilidade:

- Amostra nº 1: $k = 5,6 \times 10^{-5}$;
- Amostra nº 2: $k = 6,7 \times 10^{-5}$;
- Amostra nº 3: $k = 5,3 \times 10^{-7}$;
- Amostra nº 4: $k = 5,1 \times 10^{-7}$

Observa-se também através da permeabilidade, uma excelente uniformidade dos solos das duas áreas selecionadas como fonte de material para construção do maciço.

No que diz respeito à resistência ao cisalhamento, foi ensaiada uma amostra de solo da Jazida de Solo (JS 1) indeformado e realizado o ensaio em câmara triaxial, na condição não drenada. Assim, os valores de c' e ϕ' a serem utilizados nos estudos e análises de estabilidade da Barragem Boa Vista, são os valores de $c' = 13$ kPa e $\phi' = 29, 5^\circ$.

Todos os furos de sondagem foram georreferenciados ao eixo topográfico implantado e tiveram suas coordenadas UTM – SIRGAS 2000 registradas. Altimetricamente tiveram as cotas das bocas levantadas através de nivelamento topográfico.

6.2 Materiais Granulares

Um extenso lastro de areia foi identificado à jusante do barramento, no leito do rio Banabuiú, o qual se inicia a 3,0 km do eixo da barragem e possui extensão de 2,0 km. Este banco de areia foi denominado Jazida de Areia (JA 1), com dimensões (2.000x40x1,10)m apresentando volume igual a 88.000m³, sendo suficiente para o atendimento às necessidades da obra.

A exploração da areia será bastante facilitada, considerando que, na maior parte do ano, os bancos não estão submersos.

Quanto à permeabilidade, os ensaios no permeâmetro de carga variável revelaram os seguintes valores médios para o coeficiente de permeabilidade:

- Jazida 1(areia): $k = 4,75 \times 10^{-3}$ cm/s
- Jazida 2(areia): $k = 5,36 \times 10^{-3}$ cm/s

Observa-se também para as duas amostras de areias, um comportamento bastante uniforme, no respeitante à permeabilidade, o que as qualifica como material para construção do sistema de drenagem interna da barragem.

6.3 Material Pétreo

A obtenção de material rochoso para aplicação nas obras do rip rap, rock fill e talude de jusante deverão ser usados os materiais das escavações obrigatórias do sangradouro, e se necessário escavações complementares na Pedreira 01(150 x 100m) nas proximidades do sangradouro. Ver localização no Anexo 3.

Com relação a aquisição de brita para confecção de concreto, destaca-se que seu fornecimento deverá ser do tipo adquirida, uma vez que, a britagem da rocha existente (gnaisse com estrutura laminada não produz brita adequada para concreto com boa trabalhabilidade. A britagem com este tipo de rocha produz brita lamelar (formato retangular, às vezes triangular) sem contar com a perda excessiva de material).

7 CONCLUSÕES

De um modo geral, as informações técnicas obtidas com a finalização deste Relatório são positivas levando em consideração à construção da obra em epígrafe.

ANEXO 1 – PERFIS INDIVIDUAIS DOS FUROS DE SONDAgens

Fortaleza, 06 de setembro 2023

RELATÓRIO DE SONDAGEM MISTA

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

Obra: Estudo de viabilidade da Barragem Boa Vista dos Parentes – CE

Local: Distrito de Boa vista / Encantado em Quixeramobim na divisa de Senador Pompeu – CE

Assunto: Relatório Final

1 - APRESENTAÇÃO

GEOSOLO GEOTECNIA E PERFURAÇÕES LTDA tem a satisfação de apresentar o resultado dos 07 (sete) furos de sondagem rotativa executados na localidade do Distrito de Boa vista / Encantado em Quixeramobim na divisa de Senador Pompeu – CE.

2 - DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

Sondagem Rotativa – SR

Na Sondagem Rotativa (SR) foi utilizado um conjunto dotado de sonda da Marca MAQUESONDA, modelo MACH 920 a diesel de avanço manual juntamente com coroa diamantada, barrilete duplo giratório NWM móvel, haste, revestimento, bomba e acessórios. Foram realizadas manobras de 1,00m e 1,50m, sendo que para cada coleta de amostra será necessária a retirada de todo o ferramental do furo. O controle de profundidade do furo será realizado pela diferença entre o comprimento total das hastes com a peça de perfuração e a sobra delas em relação ao piquete de referência fixado.

A amostragem foi feita de forma contínua, mesmo nos materiais incoerentes e muito fraturados, permitindo ao geólogo buscar informações geológicas de interesse à caracterização do maciço rochoso.

As operações de retirada das amostras do barrilete e de seu acondicionamento nas caixas foram feitas cuidadosamente, de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados. As amostras foram acondicionadas em caixas de madeira aplainada, provida de tampa e dobradiças.

Os testemunhos serão colocados nas caixas, após cada manobra, iniciando-se pela canaleta adjacente às dobradiças, com a parte superior da manobra ao seu lado esquerdo. As amostras subsequentes serão colocadas na caixa, sempre guardando, na sequência crescente de profundidade das amostras, o andamento da esquerda para a direita, e da dobradiça para o outro lado da caixa, sendo cada manobra separada por um taco de madeira afixado transversalmente na canaleta. Este taco contém informações da profundidade do furo.

A percentagem de recuperação de testemunhos é calculada pela relação percentual entre o comprimento dos testemunhos obtidos resultantes da manobra pelo comprimento da própria manobra e multiplicando-se o resultado por 100.

Os critérios de subjetividade na avaliação dos parâmetros geomecânicos podem ser reduzidos através da utilização de alguns recursos básicos na caracterização dos testemunhos.

GRAU DE ALTERAÇÃO (IPT 1984)

ÍNDICE DE ALTERAÇÃO	GRAU DE ALTERAÇÃO %	CRITÉRIOS DE DETERMINAÇÃO
A.1	0-25	Sã ou praticamente sã, alteração mineralógica nula ou incipiente e cor original intacta.
A.2	25-50	Alteração mineralógica perceptível, cores esmaecidas e pequenas transformações físico-químicas
A.3	50-75	Alteração mineralógica acentuada, cores parcialmente modificadas e intensas transformações físico-químicas.
A.4	75-100	Alteração mineralógica praticamente completa, cores totalmente modificadas e transformações físico-químicas completas, exceto nos minerais resistentes, estruturas preservadas.

COERÊNCIA (Guidicini 1972)

ÍNDICE DE COERÊNCIA	DENOMINAÇÃO	CRITÉRIOS DE DETERMINAÇÃO
C.1	COERENTE	Quebra com dificuldade ao golpe do martelo formando fragmentos de borda cortante, superfície dificilmente ou apenas riscada por lâmina de aço e características mecânicas elevadas.
C.2	MEDIANAMENTE COERENTE	Quebra facilmente ao golpe do martelo em vários fragmentos, com bordas e arestas que podem ser quebradas pela pressão dos dedos, a lâmina de aço provoca um sulco pouco acentuado na superfície do fragmento e com características mecânicas boas.
C.3	POUCO COERENTE	Esfarela ao golpe do martelo, a lâmina de aço produz sulcos profundos, pode ser quebrado com a mão e com características mecânicas boas.
C.4	INCOERENTE	Desagrega e esfarela com a mão, friável e com características mecânicas muito baixas.

FRATURAMENTO (IPT, 1984)

ÍNDICE DE FRATURAMENTO	DENOMINAÇÃO	NUMERO DE FRATURAS POR METRO
F.1	NÃO A MUITO POUCO FRATURADA	0-1
F.2	POUCO FRATURADA	2-5
F.3	MEDIANAMENTE FRATURADA	6-10
F.4	MUITO FRATURADA	11-20
F.5	EXTREMAMENTE FRATURADA	> 20 - EM FRAGMENTOS

3 - SERVIÇOS EXECUTADOS

Para a investigação do subsolo foram feitos 07 (sete) furos de sondagem a rotativa, cujas profundidades seguem abaixo:

SONDAGEM (SR)	PROFUNDIDADE (m)	COORDENADAS (UTM)
SR-01	9,25	<i>466914.00 E</i>
		<i>9390656.00 N</i>
SR-02	8,00	<i>466926.00 E</i>
		<i>9390617.00 N</i>
SR-03	6,40	<i>466938.00 E</i>
		<i>9390588.00 N</i>
SR-04	6,60	<i>466858.00 E</i>
		<i>9390767.00 N</i>
SR-05	3,25	<i>466879.00 E</i>
		<i>9390813.00 N</i>
SR-06	3,20	<i>4668832.00 E</i>
		<i>9390821.00 N</i>
SR-07	3,50	<i>466810.00 E</i>
		<i>9390773.00 S</i>

A profundidade total das sondagens rotativas foi de.....40,20 m

4 - CONCLUSÕES

4.1- O nível d'água nas sondagens realizadas foi identificado, identificado apenas no SM-01

4.2 - FUROS DE SONDAGENS ROTATIVA - SR

Furo: SR - 01

Localização: EIXO

Descrição:

De 0,00 a 0,60 m – Blocos de quartzo, duro, pouco decomposto, meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 0,60 a 1,00 m – Veio de pegmatito, duro, pouco decomposto a muito decomposto, meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 1,00 a 3,45 m – Areia fina siltosa com fragmentos de rocha, cinza rosado. (Alteração de Rocha).

De 3,45 a 9,25 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss), duro, pouco decomposta, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SU), granulado fino, maciço, cinza escuro.

Furo: SR - 02

Localização: EIXO

Descrição:

De 0,00 a 2,00 m – Silte argiloso com blocos de quartzo, cinza claro.

De 2,00 a 3,45 m – Veio de quartzo, duro, pouco decomposto, granulado fino, maciço, cinza rosado.

De 3,45 a 4,80 m – Veio pegmatito, duro, pouco decomposto a medianamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SU), meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 4,80 a 5,06 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a medianamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 5,03 a 8,00 m – Veio pegmatito, duro, pouco decomposto a medianamente decomposto, medianamente fraturado a extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza rosado.

Furo: SR - 03

Localização: EIXO

Descrição:

De 0,00 a 0,60 m – Areia fina siltosa, micácea com fragmentos de rocha, cinza escura. (Alteração de Rocha).

De 0,60 a 1,22 m –Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I), meio granulado, maciço, cinza escuro..

De 1,22 a 1,63 m –decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 1,63 a 6,40 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, muito fraturado a extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, maciço, cinza escuro..

Furo: SR - 04

Localização: EIXO

Descrição: OMBREIRA DIREITA

De 0,00 a 0,60 m – Areia fina siltosa, micácea com fragmentos de rocha, cinza escura. (Alteração de Rocha).

De 0,60 a 3,25 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.

De 3,28 a 4,27 m – Veio pegmatito, duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, maciço, cinza rosado.

De 4,27 a 6,60 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.

Furo: SR - 05

Localização: Jusante

Descrição: OMBREIRA DIREITA

De 0,00 a 0,25 m – Veio pegmatito, macio, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, maciço, cinza claro.

De 0,25 a 3,25 m – Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza claro.

Furo: SR - 06

Localização: Ombreira Esquerda - Montante

Descrição: OMBREIRA DIREITA

De 0,00 a 0,20 m – Blocos de rocha, muito decomposto a extremamente decomposto, meio granulado, xistoso, cinza rosado.

De 0,20 a 1,00 m – Gnaisse (muscovita-biotita-gnaisse) moderadamente duro, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, xistoso, cinza rosado.

De 1,00 a 3,20 m – Gnaisse (muscovita-biotita-gnaisse) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, medianamente fraturado a muito fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.

Furo: SR - 07

Localização: Ombreira Esquerda - Jusante

Descrição: OMBREIRA DIREITA

De 0,00 a 0,50 m – Blocos de gnaisse, macio, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado, granulado, xistoso, cinza rosado.

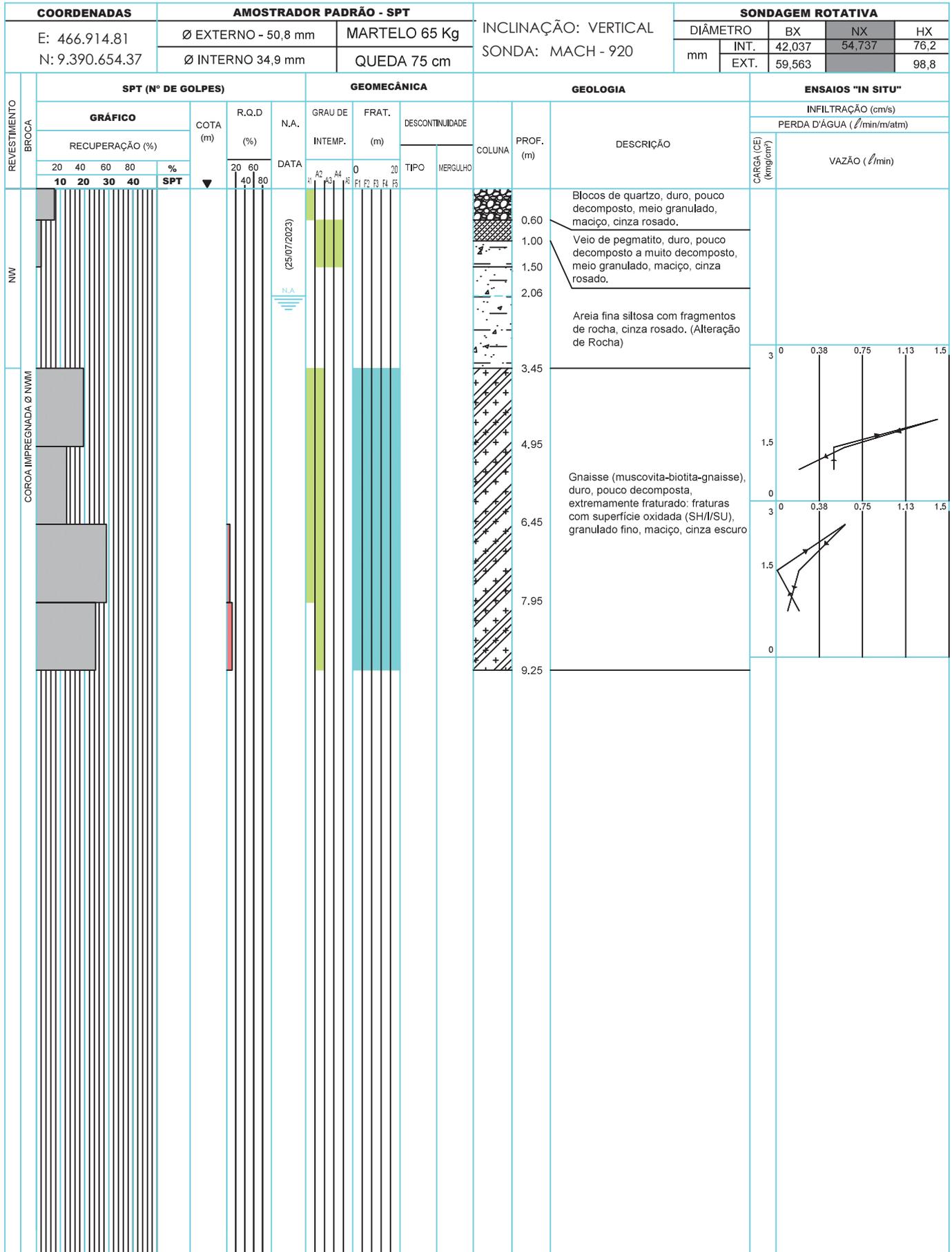
De 0,50 a 3,50 m – Gnaisse (muscovita-biotita-gnaisse) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/I/SV), granulado fino, maciço, cinza escuro.

5 - ANEXOS

-Anexo 01 - Perfil Individual dos furos de sondagem

-Anexo 02 –Relatório fotográfico

PERFIL DE SONDAGEM SM-01



LEGENDA

NÍVEL D'ÁGUA

T = TRADO

L = LAVAGEM

RECUPERAÇÃO (%)

RQD (%)

GRAU DE INTEMPERISMO

FRATURA (m)

Cliete: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

Obra: BARRAGEM BOA VISTA

Local: SENADOR POMPEU - CE

SONDAGEM SM-01	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 01
VISTO	



PERFIL DE SONDAGEM SM-02

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA								
X: 466.927.30 Y: 9.390.620.02		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX				
		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	42,037	54,737	76,2				
								EXT.	59,563	73,311	98,8					
REVESTIMENTO BROCA	SPT (Nº DE GOLPES)					GEOMECÂNICA					GEOLOGIA			ENSAIOS "IN SITU"		
	GRÁFICO					COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A. DATA	GRAU DE INTEMP. (m)	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE	COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)	
	RECUPERAÇÃO (%)														PERDA D'ÁGUA (ℓ/min/m²atm)	
	20 40 60 80 %					20 60 80		0 20		TIPO MERGULHO		VAZÃO (ℓ/min)				
10 20 30 40 SPT					40 80		40 80		CARGA (CE) (kg/cm²)		0 3 1.5 3					
NW	COROA IMPREGNADA Ø 110MM					NÃO ENCONTRADO (25/07/2023)					NÃO HOUVE PERDA D'ÁGUA					

LEGENDA	
	NÍVEL D'ÁGUA
T =	TRADO
L =	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INTEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-02	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 02
VISTO	



PERFIL DE SONDAGEM SM-03

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA							
X: 466.937.74		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX			
Y: 9.390.588.86		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	42,037	76,2	EXT.	59,563	73,311	98,8
REVESTIMENTO	SPT (Nº DE GOLPES)				GEOMECÂNICA				GEOLOGIA				ENSAIOS "IN SITU"		
	GRÁFICO				COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A.	GRAU DE INTEMP.	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE	COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)	
	RECUPERAÇÃO (%)													PERDA D'ÁGUA (ℓ/min/m²atm)	
	20 40 60 80 %				20 60		DATA		TIPO		MERGULHO		VAZÃO (ℓ/min)		
10 20 30 40 SPT				40 80		A1 A2 A3 A4 A5		F1 F2 F3 F4 F5		CARGA (CE) (kg/cm²)		0 0,38 0,75 1,13 1,5			
NW	CORÇA IMPREGNADA Ø 11MM				NÃO ENCONTRADO (27/07/2023)								NÃO HOUVE PERDA D'ÁGUA		

LEGENDA	
	NÍVEL D'ÁGUA
T	TRADO
L	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INTEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-03	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 03
VISTO	



PERFIL DE SONDAGEM SM-04

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA															
X: 466.899.70 Y: 9.390.691.34		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX											
		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	42,037	54,737	76,2											
								EXT.	59,563	73,311	98,8												
REVESTIMENTO BROCA	SPT (Nº DE GOLPES)				GEOMECÂNICA				GEOLOGIA				ENSAIOS "IN SITU"										
	GRÁFICO				COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A. DATA	GRAU DE INTEMP. (0 20)	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE		COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)								
	RECUPERAÇÃO (%)									TIPO	MERGULHO				PERDA D'ÁGUA (l/min/m²atm)								
	20	40	60	80	%			VAZÃO (l/min)															
10	20	30	40	SPT	▼	40	60	80	A1	A2	A3	A4	A5	F1	F2	F3	F4	F5	0	20	CARGA (CE) (kg/cm²)	PERDA D'ÁGUA (l/min/m²atm)	VAZÃO (l/min)
NW	CORÇA IMPREGNADA Ø 11MM				(28/07/2023) NÃO ENCONTRADO				0,60		Areia fina silteosa, micácea com fragmentos de rocha, cinza escura. (Alteração de Rocha)												
								3,28		Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH//SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.													
								4,27		Veio pegmatito, duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH//I), meio granulado, maciço, cinza rosado.													
								6,60		Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH//SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.													

LEGENDA	
NA	NÍVEL D'ÁGUA
T =	TRADO
L =	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-04	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 04
	VISTO



PERFIL DE SONDAGEM SM-05

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA							
X: 466.895.16 Y: 9.390.821.03		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX			
		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	EXT.	42,037	54,737	76,2		
REVESTIMENTO	SPT (Nº DE GOLPES)				GEOMECÂNICA				GEOLOGIA			ENSAIOS "IN SITU"			
	GRÁFICO				COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A.	GRAU DE INTEMP.	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE	COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)	
	RECUPERAÇÃO (%)													PERDA D'ÁGUA (ℓ/min/m²tm)	
	20 40 60 80 %				20 60 80		DATA		TIPO		MERGULHO		CARGA (CE) (kg/cm²)	VAZÃO (ℓ/min)	
10 20 30 40 SPT				40 80		A1 A2 A3 A4 A5 F1 F2 F3 F4 F5		MERCULHO		MERCULHO					
IX	COROA IMPREGNADA Ø 114MM				▼	(09/08/2023) NÃO ENCONTRADO		0		0,25		Veio pegmatito, macio, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granuloso, maciço, cinza claro. Gnaisse (muscovita-biotita-gnaisse) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/II/SV), meio granuloso, maciço, cinza claro.			
[Gráfico de recuperação e SPT]				[Gráfico de R.Q.D]		[Gráfico de Grau de Intemperismo]		[Gráfico de Fratura]		[Gráfico de Profundidade]				[Gráfico de Carga]	

LEGENDA	
	NÍVEL D'ÁGUA
T =	TRADO
L =	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INTEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-05	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 05
VISTO	



PERFIL DE SONDAGEM SM-06

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA								
X: 466.917.18 Y: 9.390.854.43		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX				
		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	42,037	54,737	76,2				
								EXT.	59,563	73,311	98,8					
REVESTIMENTO	SPT (Nº DE GOLPES)				GEOMECÂNICA				GEOLOGIA				ENSAIOS "IN SITU"			
	GRÁFICO				COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A.	GRAU DE INTEMP.	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE		COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)	
	RECUPERAÇÃO (%)									TIPO					MERGULHO	
	20 40 60 80 %				20 60 80		DATA	A1 A2 A3 A4 A5		F1 F2 F3 F4 F5		CARGA (CE) (kg/cm²)	VAZÃO (l/min)			
10 20 30 40 SPT				▼		40 80		0 20		0 20						
NX	COROA IMPREGNADA Ø 114MM	NÃO ENCONTRADO				(10/08/2023)	NÃO ENCONTRADO		NÃO ENCONTRADO		+	0,20	Blocos de rocha, muito decomposto a extremamente decomposto, meio granulado, xistoso, cinza rosado. Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) moderadamente duro, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado: fraturas (SH/I), meio granulado, xistoso, cinza rosado. Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, medianamente fraturado a muito fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/SV), meio granulado, maciço, cinza escuro.			
											+	1,00				
											+	3,20				

LEGENDA	
	NÍVEL D'ÁGUA
T =	TRADO
L =	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-06	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 06
	VISTO



PERFIL DE SONDAGEM SM-07

COORDENADAS		AMOSTRADOR PADRÃO - SPT				INCLINAÇÃO: VERTICAL		SONDAGEM ROTATIVA							
X: 466.873.07 Y: 9.39.860.00		Ø EXTERNO - 50,8 mm		MARTELO 65 Kg		SONDA: MACH - 920		DIÂMETRO		BX	NX	HX			
		Ø INTERNO 34,9 mm		QUEDA 75 cm				mm	INT.	EXT.	42,037	54,737	76,2		
REVESTIMENTO	SPT (Nº DE GOLPES)				GEOMECÂNICA				GEOLOGIA			ENSAIOS "IN SITU"			
	GRÁFICO				COTA (m)	R.Q.D (%)	N.A.	GRAU DE INTEMP.	FRAT. (m)	DESCONTINUIDADE	COLUNA	PROF. (m)	DESCRIÇÃO	INFILTRAÇÃO (cm/s)	
	RECUPERAÇÃO (%)													PERDA D'ÁGUA (l/min/matm)	
	20 40 60 80 %				20 60 80		DATA		TIPO		MERGULHO		CARGA (CE) (kg/cm²)	VAZÃO (l/min)	
10 20 30 40 SPT				▼		A1 A2 A3 A4 A5 F1 F2 F3 F4 F5		+		0 20					
NW	COROA IMPREGNADA Ø 11MM				NÃO ENCONTRADO				(08/08/2023)			0,50		Blocos de gnaiss, macio, moderadamente decomposto a muito decomposto, extremamente fraturado, granulado, xistoso, cinza rosado. Gnaiss (muscovita-biotita-gnaiss) duro, pouco decomposto a moderadamente decomposto, extremamente fraturado: fraturas com superfície oxidada (SH/ISV), granulado fino, maciço, cinza escuro.	
3,50				+				3,50							

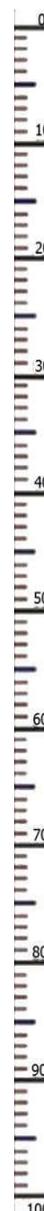
LEGENDA	
	NÍVEL D'ÁGUA
T	TRADO
L	LAVAGEM
	RECUPERAÇÃO (%)
	RQD (%)
	GRAU DE INEMPERISMO
	FRATURA (m)

Cliente: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	
Obra: BARRAGEM BOA VISTA	
Local: SENADOR POMPEU - CE	
SONDAGEM SM-07	ESC. 1:100
DATA 25/08/2023	DESENHO 07
VISTO	



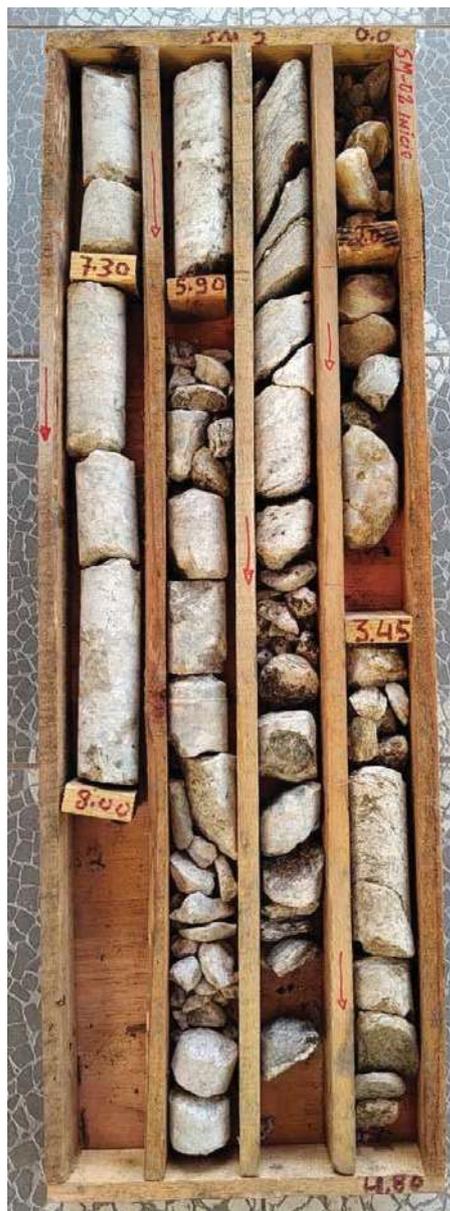
RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA	RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-01	CAIXA
DIR / INCL.	VERTICAL	01
		SONDAGEM ROTATIVA



RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA		RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-02	CAIXA	CONTRATO
DIR / INCL.	VERTICAL	01	SONDAGEM ROTATIVA



RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA	RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-03	CAIXA
DIR / INCL.	VERTICAL	01
		SONDAGEM ROTATIVA



RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA	RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-04	CAIXA
DIR / INCL.	VERTICAL	01
		SONDAGEM ROTATIVA



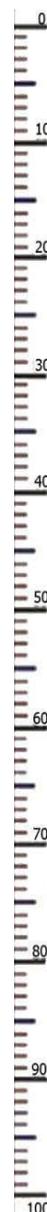
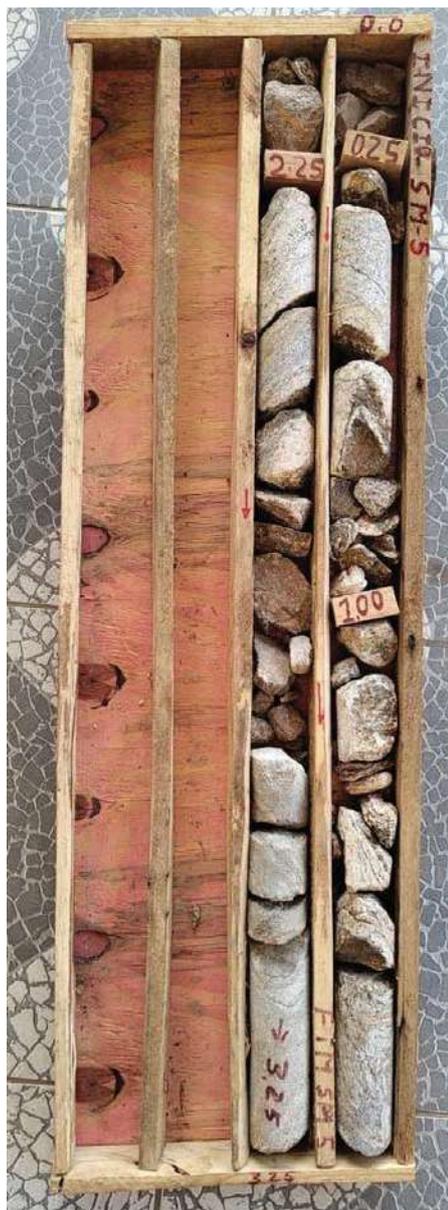
RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA		RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM N°	SM-04	CAIXA	CONTRATO
DIR / INCL.	VERTICAL	02	SONDAGEM ROTATIVA



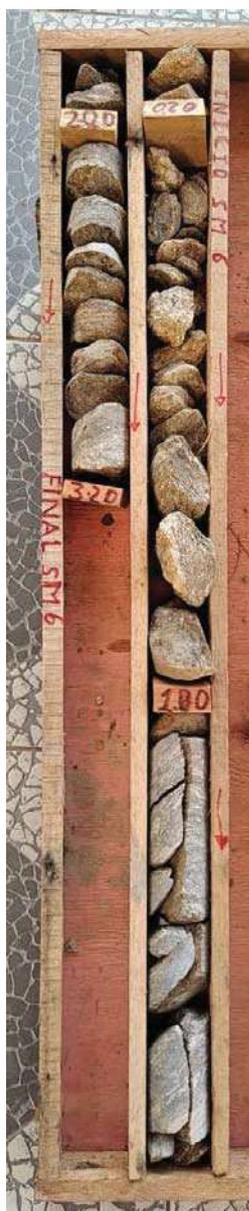
RELATÓRIO FOTOGRAFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA		RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-05	CAIXA	CONTRATO
DIR / INCL.	VERTICAL	01	SONDAGEM ROTATIVA



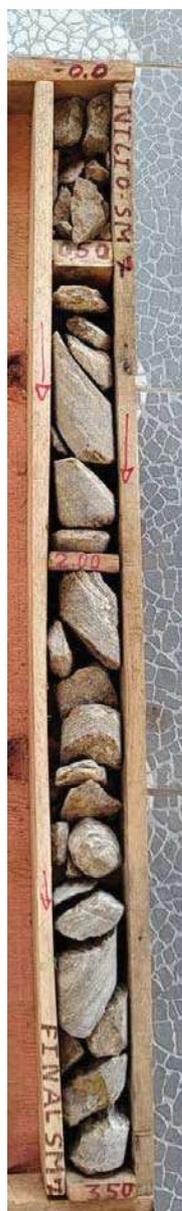
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA	RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-06	CAIXA
DIR / INCL.	VERTICAL	01
		SONDAGEM ROTATIVA



RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS TESTEMUNHOS

OBRA:	INVESTIGAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTECNICA BARRAGEM BOA VISTA	RELATÓRIO FINAL
SONDAGEM Nº	SM-07	CAIXA
DIR / INCL.	VERTICAL	01
		SONDAGEM ROTATIVA



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

O ensaio de perda d'água sob pressão em furos de sondagem visam a determinação de permeabilidade e do comportamento dos maciços rochosos frente à percolação da água através de sua fissura.

Este ensaio consiste na injeção de água sob pressão em um trecho do furo de sondagem e na medida da quantidade de água que se infiltra no maciço durante um certo tempo, sob uma certa pressão de injeção. O ensaio é realizado para vários estágios de pressão (Kg/cm^2). Cada um desses ensaio é mantido por um tempo mínimo necessário para que se obtenha uma vazão constante, conseguindo dessa forma as condições de um fluxo permanente. A absorção é correspondente a cada estágio e anotada em vazão (l/mim). Cada par de valores absorção X pressão. E devidamente tratado para fornecer um resultado que exprime o valor da permeabilidade do trecho ensaiado do maciço. Pode-se também, cada trecho ensaiado, traçar pontos correspondentes aos estágios de pressão aplicados, curva de absorção X pressão. Se admitirmos que o regime permanente é atingido, que o escoamento através do maciço é laminar, sem alteração das condições físicas do maciço, tanto para pressões crescentes como decrescente, os pontos plotados devem se situar sobre uma reta passando pela origem. Porém na maioria dos casos obtém-se curvas, passíveis de interpretação, traduzido característica peculiares a cada trecho ensaiado. O resultado de progresso foi a proposição de um grande número de parâmetros que, de maneira geral, definem a geometria das fissuras e o comportamento do fluxo. As presentes diretrizes constituem o resultado de uma análise crítica dos ensaios que vêm sendo atualmente executados, sobretudo em locais de implantação de barragens. São conhecidas a divergências entre diversos autores sobre o assunto. De uma maneira geral, são consideradas duas tendências, uma europeia e a outra americana, que se refletem inclusive nos trabalhos de injeção dos maciços rochosos. A primeira tem suas raízes Lugeon e se caracteriza pela aplicação de altas pressões (originalmente $10 \text{ kg}/\text{cm}^2$, independentemente da profundidade do trecho ensaiado). A segunda é uma tendência à aplicação de baixas pressões (originalmente de 1 PSI por pé de profundidade $\approx 0,23 \text{ kg}/\text{cm}^2$ por metro de profundidade). Contudo tem-se verificado que as regras simplistas vêm sendo sobrepujadas por critérios mais racionais, em todo o mundo, baseados nos tipos de rocha e estados de fraturamento e alteração.

No Brasil o ensaio tem sido executado normalmente com um ciclo de 5 estágios de pressão.

1º estágio: pressão mínima

2º estágio: pressão intermediária

3º estágio: pressão máxima

4º estágio: pressão intermediária

5º estágio: pressão mínima

Tem-se adotado (AOGA, 1971), o seguinte critério para escolha das pressões de ensaio (a serem lidas no manômetro):

Pressão máximas – 0,25kg/cm² por metro de profundidade do obturador.

Pressão intermediária – obtidas a partir da pressão máximo do ensaio:

$$P.inter = \frac{P.max.}{2}$$

Pressão mínima – adota-se como mínima a pressão de 0,10 kg/cm², considerada como estágio de pressão inicial e final do ensaio.

Os ensaios foram executados de forma decrescente à medida que avançava a com sondagem, em trechos de aproximadamente de 3,00m de comprimento. Também foram feita a lavagem de todos furo com circulação de água limpa forçando toda retida de detrito existente.



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 01

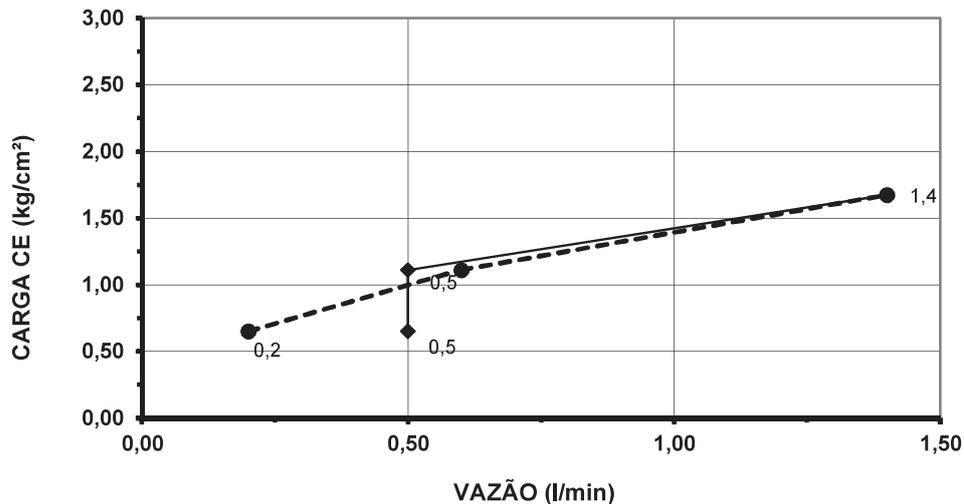
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 25/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	1	3,00	6,00	3,00	1,00 m	SECO	0,55	0,076	0,019	3,00	1,04 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,5	0,00	0,65	0,17	0,256	2,68E-05
0,56	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,5	0,00	1,11	0,17	0,150	1,57E-05
1,13	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	1,4	0,00	1,68	0,47	0,279	2,91E-05
0,56	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,6	0,00	1,11	0,20	0,180	1,88E-05
0,10	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,2	0,00	0,65	0,07	0,103	1,07E-05

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 01

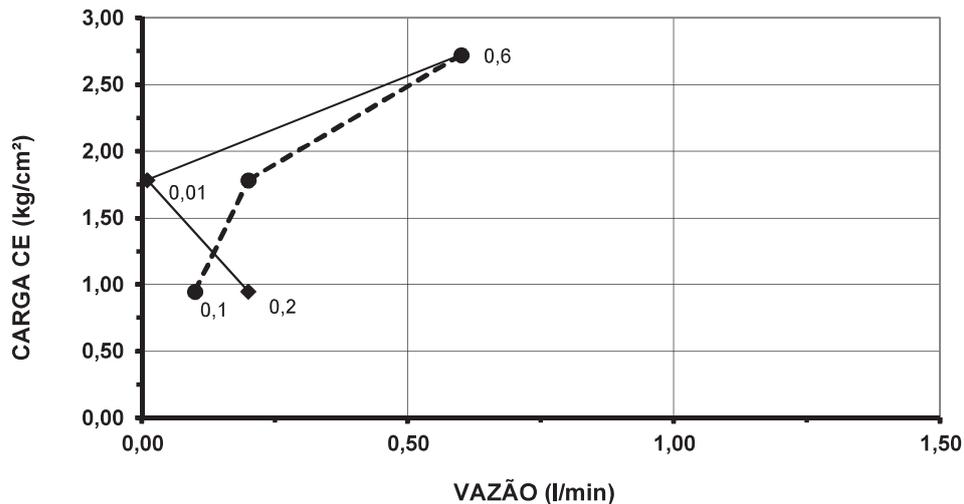
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 25/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	2	6,00	9,00	3,00	1,00 m	SECO	0,85	0,076	0,019	9,00	1,04 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,2	0,00	0,95	0,07	0,070	7,33E-06
0,94	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,01	0,00	1,79	0,00	0,002	1,95E-07
1,88	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,6	0,00	2,73	0,20	0,073	7,67E-06
0,94	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,2	0,00	1,79	0,07	0,037	3,90E-06
0,10	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,1	0,00	0,95	0,03	0,035	3,67E-06

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 02

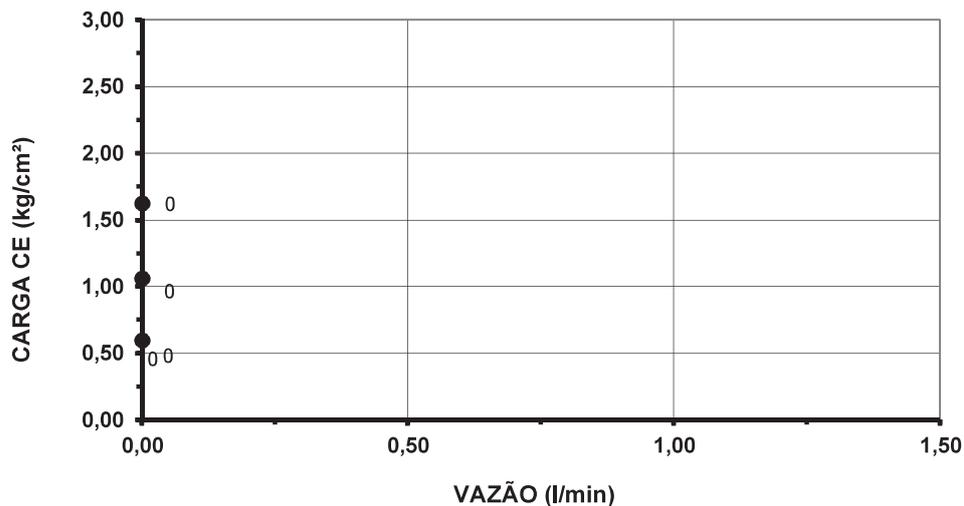
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 27/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	1	3,00	5,00	2,00	1,00 m	SECO	0,50	0,076	0,019	3,00	0,94 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,60	0,00	0,000	0,00E+00
0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,06	0,00	0,000	0,00E+00
1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,63	0,00	0,000	0,00E+00
0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,06	0,00	0,000	0,00E+00
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,60	0,00	0,000	0,00E+00

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 02

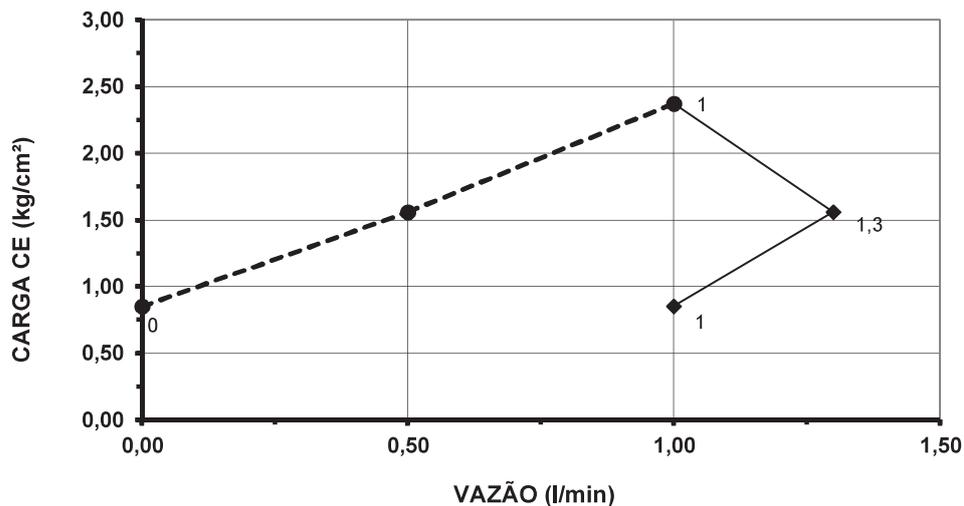
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 27/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	2	5,00	8,00	3,00	1,00 m	SECO	0,75	0,076	0,019	3,00	1,04 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1	0,00	0,85	0,33	0,392	4,10E-05
0,81	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	1,3	0,00	1,56	0,43	0,277	2,90E-05
1,63	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1	0,00	2,38	0,33	0,140	1,47E-05
0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,5	0,00	1,56	0,17	0,107	1,11E-05
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,85	0,00	0,000	0,00E+00

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 03

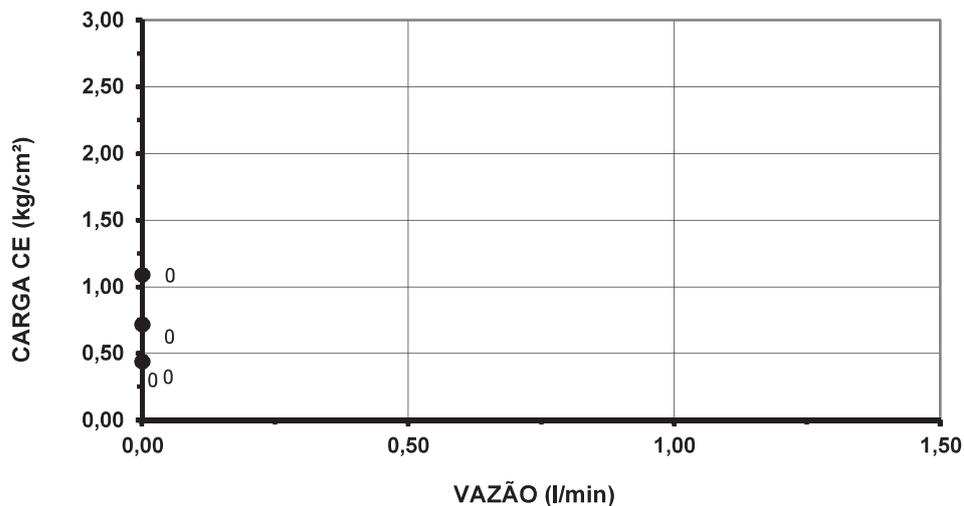
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 27/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	1	1,40	3,40	2,00	1,00 m	SECO	0,34	0,076	0,019	3,40	0,94 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,44	0,00	0,000	0,00E+00
0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,72	0,00	0,000	0,00E+00
0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,09	0,00	0,000	0,00E+00
0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,72	0,00	0,000	0,00E+00
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,44	0,00	0,000	0,00E+00

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE



ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA SOB PRESSÃO

CLIENTE: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

ESTACA: EIXO

OBRA: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: SM - 03

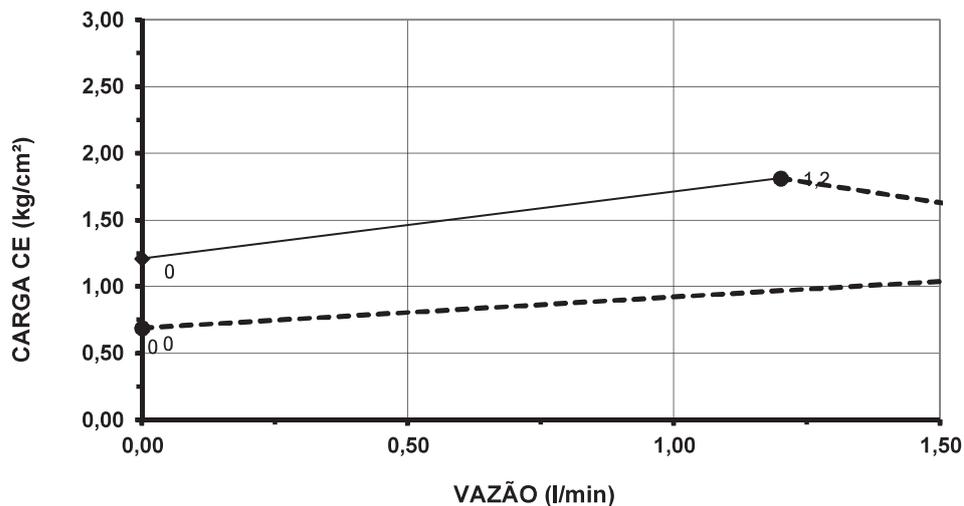
LOCAL: SENADOR POMPEU - CE

DATA: 27/07/23

ENSAIO Nº	PROF. DO OBTURADOR (m)		TRECHO (m)	(h) ALTURA DO MANÔMETRO (m)	(N) N.A. ADOTADO (m)	COLUNA D'ÁGUA (H/10) kg/cm ²	Φ DO FURO (m)	CANALIZAÇÃO DIÂMETRO (m)	COMP. (m)	FATOR "F"	ACIMA DO N.A.
	2	3,40	6,40	3,00	1,00 m	SECO	0,59	0,076	0,019	6,40	1,04 x10 ⁻⁴

PRESSÃO NO MANÔMETRO (kg/cm ²)	ABSORÇÕES A CADA 2 MINUTOS					(Q) VAZÃO l/min	(Pc) PERDA DE CARGA (kg/cm ²)	(Ce) CARGA EFETIVA (kg/cm ²)	(QE) VAZÃO ESPEC. l/min/m	(PE) PERDA D'ÁGUA ESPEC. l/min/m/kg/cm ²	(K) COEFIC. DE PERMEABILIDADE (cm/s)
	2	4	6	8	10						
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,69	0,00	0,000	0,00E+00
0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	1,21	0,00	0,000	0,00E+00
1,23	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	1,2	0,00	1,82	0,40	0,220	2,30E-05
0,61	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	2,2	0,00	1,20	0,73	0,610	6,37E-05
0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,69	0,00	0,000	0,00E+00

VAZÃO TOTAL x CARGA EFETIVA



◆
ASCENDENTE

●
DESCENDENTE

Atenciosamente



Raimundo Correia da Silva Neto
Geólogo RNP 0608580341

ANEXO 2 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM INICIAIS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL

LABORATÓRIO DE MECÂNICA DOS SOLOS E PAVIMENTAÇÃO



RELATÓRIO DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO

56/2023

ASSUNTO: Ensaio geotécnicos – Triaxial CID

CLIENTE: Maximino dos Santos & Ltda



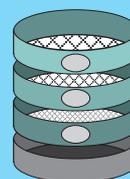
UFC



DEHA



FUNDAÇÃO
ASTEF



LMSP

Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação -

Bloco 703 - 1.º Andar - Centro de Tecnologia

CEP 60440-900- Fone: +55 (85) 3366-9629

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 NORMAS ADOTADAS	3
3 METODOLOGIA DOS ENSAIOS ESPECIAIS	3
3.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA POR COMPRESSÃO TRIAXIAL	3
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	5
4.1 ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL (CID)	5
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
ANEXO 01 – ENSAIOS DE CISLHAMENTO POR COMPRESSÃO TRIAXIAL CID	6
AMOSTRA 01	7
ANEXO 02 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	15
AMOSTRA 01	16

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação - LMSP da Universidade Federal do Ceará apresenta este documento que trata da descrição da metodologia e resultados dos seguintes ensaios geotécnicos da Barragem Boa Vista dos Parentes, município de Senador Pompeu/ Quixeramobim – Ceará.

- Ensaio de resistência por Compressão Triaxial (CID);

2 NORMAS ADOTADAS

ASTM D7181 – 20 Standard Test Method for Consolidated Drained

3 METODOLOGIA DOS ENSAIOS ESPECIAIS

3.1 Ensaio de Resistência Por Compressão Triaxial

3.2.1 Moldagem dos corpos-de-prova

Os corpos de prova foram extraídos de amostras indeformada fornecidas pelo cliente. A moldagem foi realizada nas dimensões de aproximadamente 10 cm de altura por 5 cm de diâmetro, utilizando-se uma espátula metálica para a retirada do excesso de material entorno do corpo de prova até valores próximos as dimensões desejadas.

Após a moldagem dos corpos de prova, cada cilindro de solo foi envolvido com camadas de papel filme e reservados para evitar perda de umidade

3.2.2 Saturação

A saturação dos corpos de prova foi alcançada, inicialmente, utilizando o sistema “*back-pressure*”, e logo após com estágios crescentes de pressão e contra-pressão de 50 kPa até obter-se um valor do parâmetro B igual ou superior a 0,95.

3.2.3 Consolidação

Esta fase de consolidação é iniciada após a fase de saturação, aplicando-se a tensão confinante desejada com a drenagem aberta para que possa haver a diminuição do índice de vazios (diminuição de volume do C.P.) até ocorrência de uma estabilização. As leituras de variações volumétricas são realizadas nos corpos de prova para diversos tempos, sendo que se espera que no início as variações sejam maiores, reduzindo-se com o tempo. Assim sendo, uma leitura subsequente é realizada após decorrido um tempo igual ao dobro do intervalo anterior (1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 120 minutos). Esse procedimento é realizado até a estabilização das leituras. Por orientação do cliente, foram utilizadas tensões de confinamento iguais a 50, 150 e 300 kPa para o adensamento de cada corpo de prova.

3.2.4 Ruptura

Após a fase de adensamento, foi iniciada imediatamente a ruptura dos corpos de prova, aplicando-se uma tensão axial sobre o conjunto carregado. A tensão axial foi medida por meio da deformação de um anel dinamométrico, uma vez que não se conduz o ensaio com carga controlada e sim com velocidade de deformação controlada. O cisalhamento realizado, com velocidade de deformação constante controlada, foi rompido para tensões de 50; 150 e 300 kPa, tensões estas de aplicação na célula triaxial. A velocidade utilizada foi de 0,08 mm/min. Nessa fase o corpo de prova se mantém na condição drenada, sendo medido as variações de volume do corpo de prova.

A força vertical aplicada, necessária para cálculo da tensão axial e a deformação do corpo de prova, foram medidas através de anel dinamométrico e extensômetros mecânicos com sensibilidade de 0,01 mm.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Ensaio de Compressão Triaxial (CID)

A Tabela 4-1 apresenta o resumo dos resultados obtidos nos ensaios de cisalhamento por compressão triaxial do tipo CID, realizados nas amostras. No anexo 01 é apresentado os formulários de cada ensaio.

Tabela 4-1 - Resumo dos resultados do Ensaio de Compressão Triaxial CID

Amostra	Corpo de prova	Tensão σ_3 (kpa)	Tensão desviadora Max ($\sigma_1 - \sigma_3$) (kpa)	Tensões Efetivas	
				Coesão c' (kPa)	Ângulo de atrito ϕ' (graus)
01	01	50	131,70	13,0	29,5
	02	150	336,00		
	03	300	608,60		

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bowles, J.E – Engineering Properties of Soil and their Measurement – McGrawHill – USA;
- Head, K.H – Manual of Soil Laboratory Testing – John Wiley & Sons, Inc., New York – USA.
- LADD, C.C & DeGroot, D.J. Recommended practice for soft ground site characterization: Arthur Casagrande Lecture, 12th Panam. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2004

Fortaleza (CE), 22 de setembro de 2023.

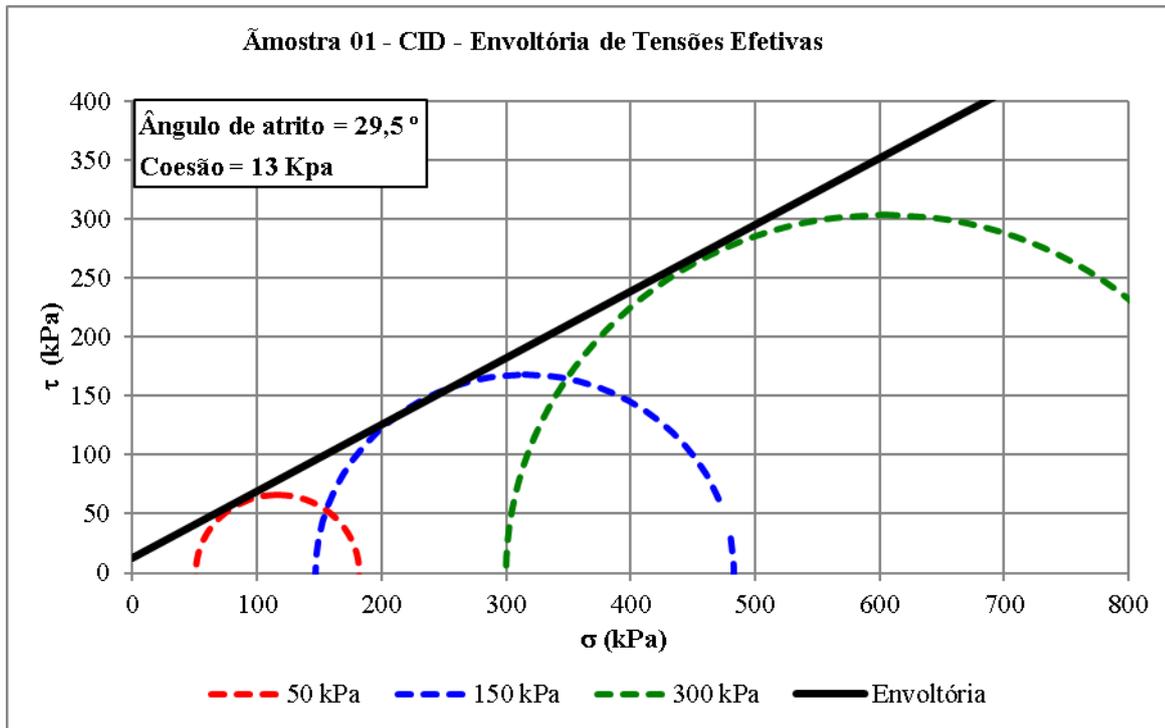


Prof. Dr. Rosiel Ferreira Leme
Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos
Universidade Federal do Ceará - UFC
Centro de Tecnologia - CT
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA

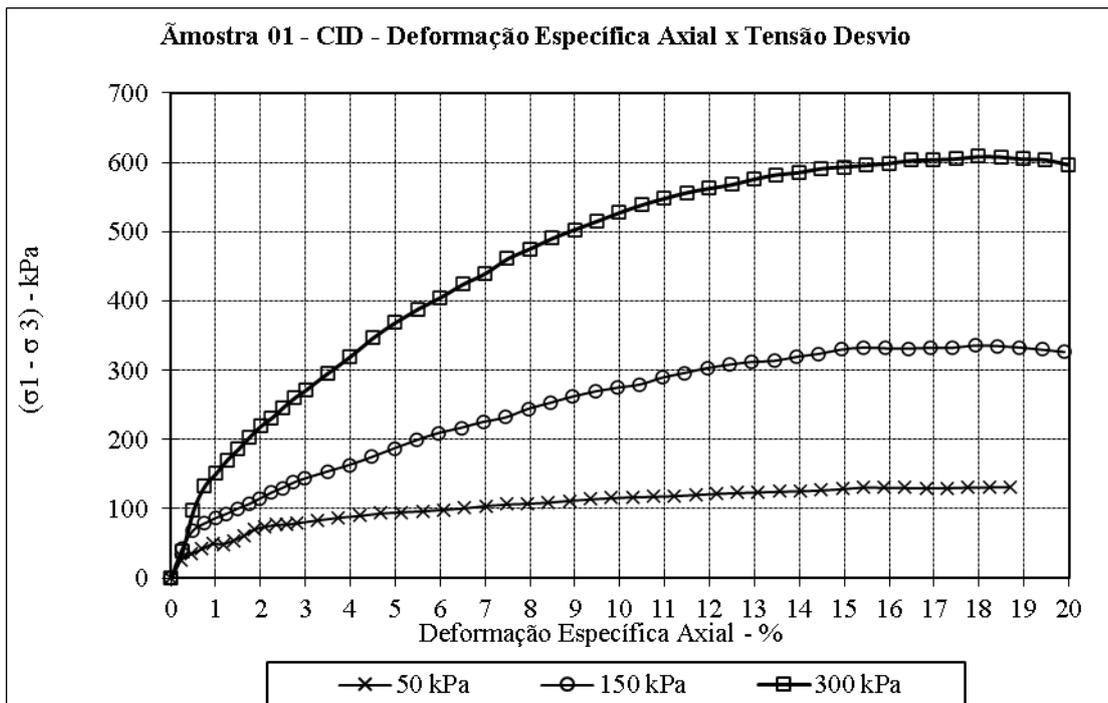
**ANEXO 01 – ENSAIOS DE CISALHAMENTO POR COMPRESSÃO
TRIAxIAL CID**

AMOSTRA 01

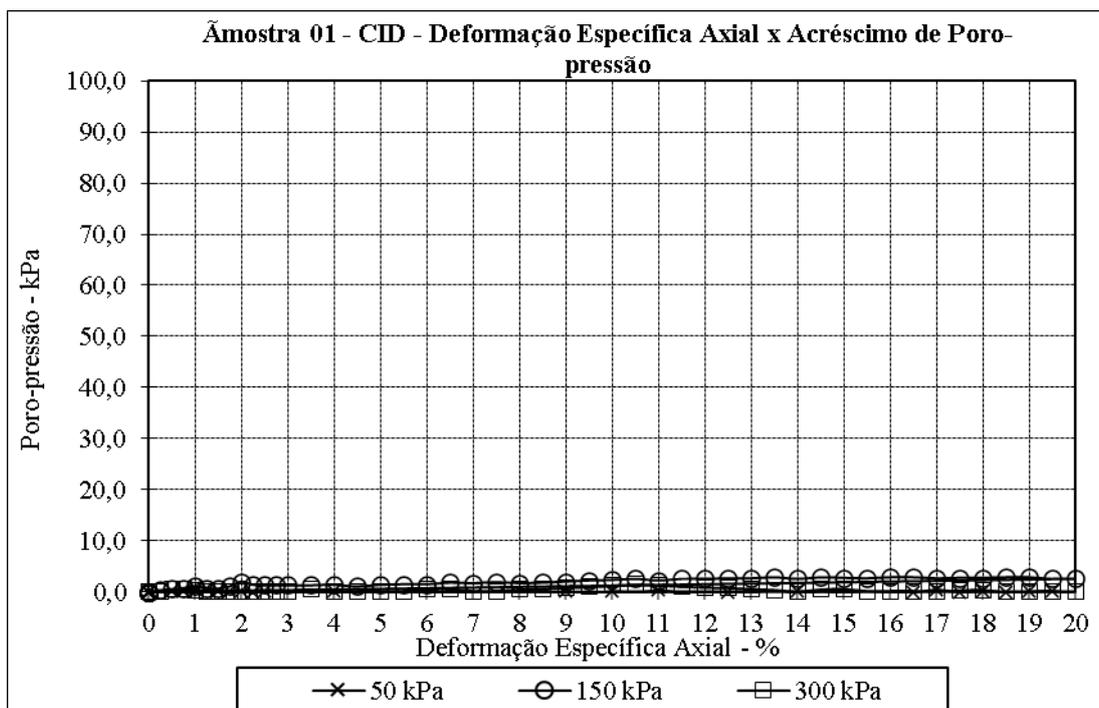
i. Envoltória - Círculo de Mohr



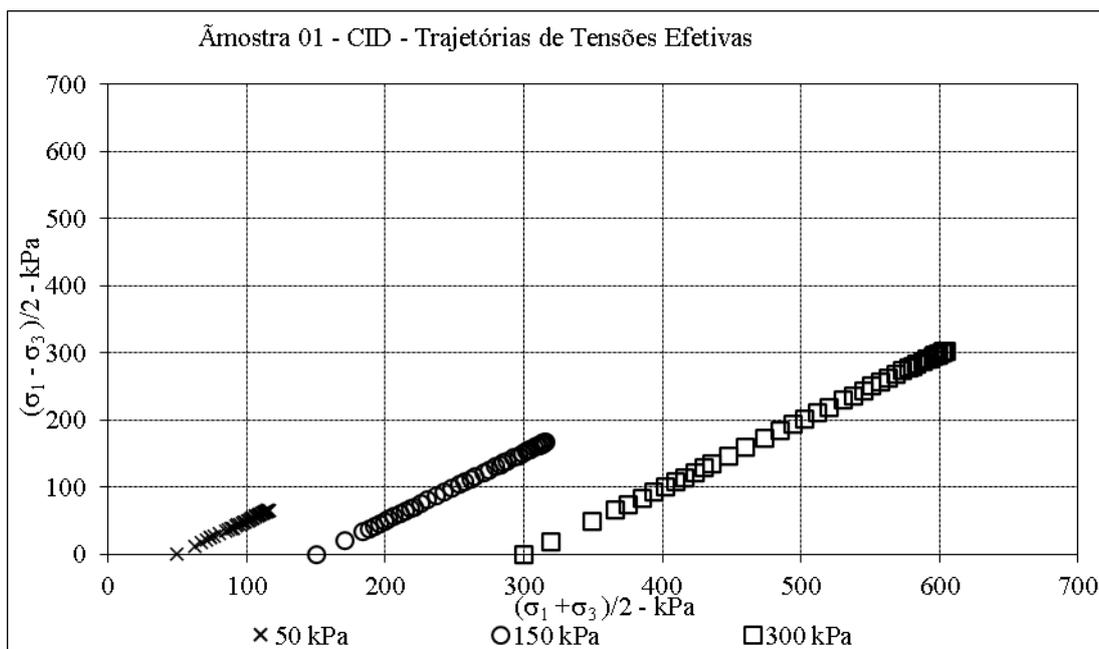
ii. Deformação Específica Axial x Tensão Desvio



iii. Deformação Específica Axial x Poro-pressão



iv. Trajetória de tensões



v. Planilhas de Cálculo

Amostra 01				Tensão Conf.: 50 kPa		Altura Inicial: 10,7 cm		Const. Anel: 59 Kg/mm		Área Inicial: 20,1 cm ²		Peso Inicial: 349,67 g			Massa Espec.: 1,63 g/cm ³	
Leitura da variação da altura	Leitura do Anel Dinamom.	Leitura do Transdutor	Bureta	Deformação Específica Axial	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_3	σ_1	Δu	σ_1 / σ_3	p'	q'	σ_3'	σ_1'	p	q	
mm	mm	(kgf/cm ²)	(cm ³)	(%)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	
0,00	0,000	2,000	20,9	0,000	0,00	50	50,00	0,00	1,0	50,0	0,0	50,0	50,0	50,0	0,0	
0,25	0,088	1,999	20,9	0,234	25,76	50	75,76	-0,10	1,5	63,0	12,9	50,1	75,9	62,9	12,9	
0,50	0,120	2,001	20,8	0,467	35,04	50	85,04	0,10	1,7	67,4	17,5	49,9	84,9	67,5	17,5	
0,75	0,144	2,002	20,7	0,701	41,95	50	91,95	0,21	1,8	70,8	21,0	49,8	91,7	71,0	21,0	
1,00	0,169	2,009	20,7	0,935	49,12	50	99,12	0,94	2,0	73,6	24,6	49,1	98,2	74,6	24,6	
1,25	0,169	2,008	20,5	1,168	49,01	50	99,01	0,83	2,0	73,7	24,5	49,2	98,2	74,5	24,5	
1,50	0,188	2,002	20,4	1,402	54,39	50	104,39	0,21	2,1	77,0	27,2	49,8	104,2	77,2	27,2	
1,75	0,212	2,001	20,2	1,636	61,18	50	111,18	0,10	2,2	80,5	30,6	49,9	111,1	80,6	30,6	
2,00	0,244	2,003	19,5	1,869	70,25	50	120,25	0,31	2,4	84,8	35,1	49,7	119,9	85,1	35,1	
2,25	0,259	2,000	19,1	2,103	74,39	50	124,39	0,00	2,5	87,2	37,2	50,0	124,4	87,2	37,2	
2,50	0,268	2,001	18,8	2,336	76,79	50	126,79	0,10	2,5	88,3	38,4	49,9	126,7	88,4	38,4	
2,75	0,270	1,995	18,4	2,570	77,18	50	127,18	-0,52	2,5	89,1	38,6	50,5	127,7	88,6	38,6	
3,00	0,278	1,993	18,0	2,804	79,28	50	129,28	-0,73	2,6	90,4	39,6	50,7	130,0	89,6	39,6	
3,50	0,294	1,996	17,4	3,271	83,44	50	133,44	-0,42	2,7	92,1	41,7	50,4	133,9	91,7	41,7	
4,00	0,309	2,003	16,8	3,738	87,27	50	137,27	0,31	2,7	93,3	43,6	49,7	137,0	93,6	43,6	
4,50	0,320	1,996	16,0	4,206	89,94	50	139,94	-0,42	2,8	95,4	45,0	50,4	140,4	95,0	45,0	
5,00	0,334	1,998	15,5	4,673	93,42	50	143,42	-0,21	2,9	96,9	46,7	50,2	143,6	96,7	46,7	
5,50	0,342	1,993	15,0	5,140	95,19	50	145,19	-0,73	2,9	98,3	47,6	50,7	145,9	97,6	47,6	
6,00	0,349	1,991	14,2	5,607	96,65	50	146,65	-0,94	2,9	99,3	48,3	50,9	147,6	98,3	48,3	
6,50	0,358	1,990	13,4	6,075	98,66	50	148,66	-1,04	3,0	100,4	49,3	51,0	149,7	99,3	49,3	
7,00	0,368	1,991	12,8	6,542	100,91	50	150,91	-0,94	3,0	101,4	50,5	50,9	151,8	100,5	50,5	
7,50	0,382	1,993	12,6	7,009	104,22	50	154,22	-0,73	3,1	102,8	52,1	50,7	155,0	102,1	52,1	
8,00	0,392	1,994	12,2	7,477	106,41	50	156,41	-0,62	3,1	103,8	53,2	50,6	157,0	103,2	53,2	
8,50	0,398	1,994	11,7	7,944	107,50	50	157,50	-0,62	3,1	104,4	53,7	50,6	158,1	103,7	53,7	
9,00	0,406	2,001	11,2	8,411	109,10	50	159,10	0,10	3,2	104,4	54,6	49,9	159,0	104,6	54,6	
9,50	0,418	1,997	10,8	8,879	111,75	50	161,75	-0,31	3,2	106,2	55,9	50,3	162,1	105,9	55,9	
10,00	0,428	2,002	10,4	9,346	113,84	50	163,84	0,21	3,3	106,7	56,9	49,8	163,6	106,9	56,9	
10,50	0,437	1,999	9,8	9,813	115,63	50	165,63	-0,10	3,3	107,9	57,8	50,1	165,7	107,8	57,8	
11,00	0,444	2,004	9,5	10,280	116,88	50	166,88	0,42	3,3	108,0	58,4	49,6	166,5	108,4	58,4	

Amostra 01															
Tensão Conf.: 150 kPa		Altura Inicial: 10,1 cm		Const. Anel: 59 Kgf/mm		Área Inicial: 20,1 cm²		Peso Inicial: 349,00 g			Massa Espec.: 1,73 g/cm³				
Leitura da variação da altura	Leitura do Anel Dinamom.	Leitura do Transdutor	Bureta	Deformação Específica Axial	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_3	σ_1	Δu	σ_1 / σ_3	p'	q'	σ_3'	σ_1'	p	q
mm	mm	(kgf/cm²)	(cm³)	(%)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0,00	0,000	2,000	26,4	0,000	0,00	150	150,00	0,00	1,0	150,0	0,0	150,0	150,0	150,0	0,0
0,25	0,143	2,004	26,2	0,249	41,85	150	191,85	0,42	1,3	170,5	20,9	149,6	191,4	170,9	20,9
0,50	0,235	2,006	26,0	0,498	68,61	150	218,61	0,63	1,5	183,7	34,3	149,4	218,0	184,3	34,3
0,75	0,270	2,008	25,9	0,746	78,63	150	228,63	0,83	1,5	188,5	39,3	149,2	227,8	189,3	39,3
1,00	0,298	2,011	25,5	0,995	86,56	150	236,56	1,15	1,6	192,1	43,3	148,9	235,4	193,3	43,3
1,25	0,320	2,008	25,0	1,244	92,72	150	242,72	0,83	1,6	195,5	46,4	149,2	241,9	196,4	46,4
1,50	0,347	2,007	24,8	1,493	100,29	150	250,29	0,73	1,7	199,4	50,1	149,3	249,6	200,1	50,1
1,75	0,370	2,011	24,5	1,741	106,67	150	256,67	1,15	1,7	202,2	53,3	148,9	255,5	203,3	53,3
2,00	0,400	2,020	24,0	1,990	115,02	150	265,02	2,08	1,8	205,4	57,5	147,9	262,9	207,5	57,5
2,25	0,430	2,014	23,8	2,239	123,34	150	273,34	1,46	1,8	210,2	61,7	148,5	271,9	211,7	61,7
2,50	0,455	2,013	23,2	2,488	130,18	150	280,18	1,35	1,9	213,7	65,1	148,6	278,8	215,1	65,1
2,75	0,483	2,013	22,8	2,736	137,83	150	287,83	1,35	1,9	217,6	68,9	148,6	286,5	218,9	68,9
3,00	0,505	2,013	22,4	2,985	143,74	150	293,74	1,35	2,0	220,5	71,9	148,6	292,4	221,9	71,9
3,50	0,543	2,013	21,8	3,483	153,77	150	303,77	1,35	2,0	225,5	76,9	148,6	302,4	226,9	76,9
4,00	0,580	2,014	21,2	3,980	163,40	150	313,40	1,46	2,1	230,2	81,7	148,5	311,9	231,7	81,7
4,50	0,624	2,011	20,6	4,478	174,88	150	324,88	1,15	2,2	236,3	87,4	148,9	323,7	237,4	87,4
5,00	0,672	2,014	19,8	4,975	187,36	150	337,36	1,46	2,2	242,2	93,7	148,5	335,9	243,7	93,7
5,50	0,718	2,015	19,5	5,473	199,13	150	349,13	1,56	2,3	248,0	99,6	148,4	347,6	249,6	99,6
6,00	0,760	2,015	19,0	5,970	209,67	150	359,67	1,56	2,4	253,3	104,8	148,4	358,1	254,8	104,8
6,50	0,791	2,018	18,4	6,468	217,07	150	367,07	1,88	2,4	256,7	108,5	148,1	365,2	258,5	108,5
7,00	0,827	2,017	17,8	6,965	225,74	150	375,74	1,77	2,5	261,1	112,9	148,2	374,0	262,9	112,9
7,50	0,855	2,019	17,4	7,463	232,14	150	382,14	1,98	2,5	264,1	116,1	148,0	380,2	266,1	116,1
8,00	0,905	2,017	17,1	7,960	244,39	150	394,39	1,77	2,6	270,4	122,2	148,2	392,6	272,2	122,2
8,50	0,943	2,018	16,5	8,458	253,28	150	403,28	1,88	2,7	274,8	126,6	148,1	401,4	276,6	126,6
9,00	0,982	2,020	16,2	8,955	262,32	150	412,32	2,08	2,7	279,1	131,2	147,9	410,2	281,2	131,2
9,50	1,015	2,022	15,8	9,453	269,65	150	419,65	2,29	2,8	282,5	134,8	147,7	417,4	284,8	134,8
10,00	1,041	2,023	15,5	9,950	275,04	150	425,04	2,40	2,8	285,1	137,5	147,6	422,6	287,5	137,5
10,50	1,064	2,025	15,2	10,448	279,56	150	429,56	2,61	2,9	287,2	139,8	147,4	427,0	289,8	139,8
11,00	1,108	2,022	14,9	10,945	289,51	150	439,51	2,29	2,9	292,5	144,8	147,7	437,2	294,8	144,8

Amostra 01															
Tensão Conf.: 300 kPa		Altura Inicial: 10,0 cm		Const. Anel: 59 Kgf/mm		Área Inicial: 19,3 cm²		Peso Inicial: 351,01 g				Massa Espec.: 1,81 g/cm³			
Leitura da variação da altura	Leitura do Anel Dinamom.	Leitura do Transdutor	Bureta	Deformação Específica Axial	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_3	σ_1	Δu	σ_1 / σ_3	p'	q'	σ_3'	σ_1'	p	q
mm	mm	(kgf/cm²)	(cm³)	(%)	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
0,00	0,000	2,000	26,4	0,000	0,00	300	300,00	0,00	1,0	300,0	0,0	300,0	300,0	300,0	0,0
0,25	0,125	2,002	26,4	0,250	38,07	300	338,07	0,21	1,1	318,8	19,0	299,8	337,9	319,0	19,0
0,50	0,324	2,005	26,3	0,500	98,44	300	398,44	0,52	1,3	348,7	49,2	299,5	397,9	349,2	49,2
0,75	0,439	2,006	26,2	0,749	133,04	300	433,04	0,63	1,4	365,9	66,5	299,4	432,4	366,5	66,5
1,00	0,500	2,003	25,8	0,999	151,15	300	451,15	0,31	1,5	375,3	75,6	299,7	450,8	375,6	75,6
1,25	0,566	2,002	25,4	1,249	170,67	300	470,67	0,21	1,6	385,1	85,3	299,8	470,5	385,3	85,3
1,50	0,620	2,002	25,1	1,499	186,48	300	486,48	0,21	1,6	393,0	93,2	299,8	486,3	393,2	93,2
1,75	0,679	2,002	24,9	1,748	203,71	300	503,71	0,21	1,7	401,6	101,9	299,8	503,5	401,9	101,9
2,00	0,734	2,002	24,7	1,998	219,65	300	519,65	0,21	1,7	409,6	109,8	299,8	519,4	409,8	109,8
2,25	0,776	2,002	24,4	2,248	231,63	300	531,63	0,21	1,8	415,6	115,8	299,8	531,4	415,8	115,8
2,50	0,828	2,001	24,2	2,498	246,52	300	546,52	0,10	1,8	423,2	123,3	299,9	546,4	423,3	123,3
2,75	0,876	2,002	23,8	2,747	260,14	300	560,14	0,21	1,9	429,9	130,1	299,8	559,9	430,1	130,1
3,00	0,916	2,002	23,4	2,997	271,32	300	571,32	0,21	1,9	435,5	135,7	299,8	571,1	435,7	135,7
3,50	1,005	2,005	23,0	3,497	296,15	300	596,15	0,52	2,0	447,6	148,1	299,5	595,6	448,1	148,1
4,00	1,092	2,002	22,5	3,996	320,12	300	620,12	0,21	2,1	459,9	160,1	299,8	619,9	460,1	160,1
4,50	1,189	2,002	21,8	4,496	346,74	300	646,74	0,21	2,2	473,2	173,4	299,8	646,5	473,4	173,4
5,00	1,272	2,002	21,2	4,995	369,01	300	669,01	0,21	2,2	484,3	184,5	299,8	668,8	484,5	184,5
5,50	1,346	2,002	21,0	5,495	388,42	300	688,42	0,21	2,3	494,0	194,2	299,8	688,2	494,2	194,2
6,00	1,411	2,005	20,8	5,994	405,02	300	705,02	0,52	2,4	502,0	202,5	299,5	704,5	502,5	202,5
6,50	1,485	2,006	20,2	6,494	424,00	300	724,00	0,63	2,4	511,4	212,0	299,4	723,4	512,0	212,0
7,00	1,548	2,002	20,0	6,993	439,63	300	739,63	0,21	2,5	519,6	219,8	299,8	739,4	519,8	219,8
7,50	1,632	2,002	19,7	7,493	460,99	300	760,99	0,21	2,5	530,3	230,5	299,8	760,8	530,5	230,5
8,00	1,692	2,005	19,2	7,992	475,36	300	775,36	0,52	2,6	537,2	237,7	299,5	774,8	537,7	237,7
8,50	1,756	2,006	19,0	8,492	490,66	300	790,66	0,63	2,6	544,7	245,3	299,4	790,0	545,3	245,3
9,00	1,811	2,008	18,8	8,991	503,27	300	803,27	0,83	2,7	550,8	251,6	299,2	802,4	551,6	251,6
9,50	1,865	2,010	18,5	9,491	515,43	300	815,43	1,04	2,7	556,7	257,7	299,0	814,4	557,7	257,7
10,00	1,920	2,012	18,3	9,990	527,70	300	827,70	1,25	2,8	562,6	263,9	298,7	826,5	563,9	263,9
10,50	1,972	2,015	18,0	10,490	538,99	300	838,99	1,56	2,8	567,9	269,5	298,4	837,4	569,5	269,5
11,00	2,017	2,013	17,9	10,989	548,21	300	848,21	1,35	2,8	572,8	274,1	298,6	846,9	574,1	274,1

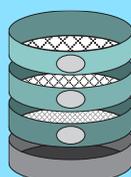
ANEXO 02 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

AMOSTRA 01





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ



LMSP

**Laboratório de Mecânica dos Solos e
Pavimentação**



DEHA



**FUNDAÇÃO
ASTEF**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL

LABORATÓRIO DE MECÂNICA DOS SOLOS E PAVIMENTAÇÃO



RELATÓRIO DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO

54/2023

ASSUNTO: Ensaio geotécnicos



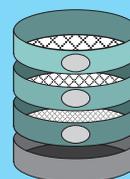
UFC



DEHA



FUNDAÇÃO
ASTEF



LMSP

Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação -

Bloco 703 - 1.º Andar - Centro de Tecnologia

CEP 60440-900- Fone: +55 (85) 3366-9629

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 NORMAS ADOTADAS	3
3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	3
3.1 ENSAIO DE GRANULOMETRIA	3
3.2 ENSAIOS DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE.....	3
3.3 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	4
3.4 ENSAIO DE PERMEABILIDADE	4
ANEXO 01 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO SOLO.....	5
ANEXO 02 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO AGREGADO.....	8
ANEXO 03 – ENSAIOS DE PLASTICIDADE	11
ANEXO 04 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO	14
ANEXO 04 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO	17
ANEXO 05 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE	20

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação - LMSP da Universidade Federal do Ceará apresenta à MAXIMINO DOS SANTOS & CIA LTDA este documento que trata da descrição da metodologia e resultados dos seguintes ensaios geotécnicos da Barragem Boa Vista dos Parentes, município de Senador Pompeu/ Quixeramobim, no Estado do Ceará.

- Ensaio de Granulometria por Peneiramento;
- Ensaio de Liquidez e Plasticidade;
- Ensaio de Compactação usando a energia Proctor Normal;
- Ensaio de Permeabilidade.

2 NORMAS ADOTADAS

- ABNT NBR 7181/2016: Solo - Análise granulométrica.
- ABNT NBR 7180/2016: Solo - Determinação do limite de plasticidade.
- ABNT NBR 6459/2017: Solo – Determinação do limite de liquidez.
- ABNT NBR 7182/2016: Solo – Ensaio de compactação.
- ABNT NBR 14545m- Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade à carga variável.

3 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 Ensaio de Granulometria

A Tabela 3-1 apresenta a distribuição granulométrica das amostras de solo ensaiadas. A memória de cálculo dos ensaios de granulometria encontra-se apresentada no Anexo 01.

Tabela 3-1 - Distribuição granulométrica das amostras de solo.

Amostra	1"	3/4"	3/8"	Nº. 4	Nº. 10	Nº. 16	Nº. 30	Nº. 40	Nº. 100	Nº. 200
	25,4	19,1	9,52	4,76	2,00	1,19	0,59	0,42	0,15	0,075
AM – SOLO 1	100	100	100	100	95	83	70	64	48	42
AM – SOLO 2	100	100	100	100	94	86	71	64	46	40

3.2 Ensaio de Liquidez e Plasticidade

A Tabela 3-2 apresenta os resultados dos índices de consistência das amostras ensaiadas e no Anexo 02 são apresentadas as fichas de ensaio.

Tabela 3-2 – Resumo dos ensaios de plasticidade

Amostra	Limite de liquidez (%)	Limite de plasticidade (%)	Índice de plasticidade (%)
AM 01	31	22	09
AM 02	28	21	07

3.3 Ensaio de compactação

A Tabela 3-3 apresenta o resumo dos resultados obtidos. No Anexo 03 são apresentados os formulários de cada ensaio.

Tabela 3-3– Resumo dos resultados dos ensaios de compactação

Amostra	Densidade aparente seca máxima (g/cm ³)	Umidade ótima
AM 01	1,833	13,2
AM 02	1,941	11,0

3.4 Ensaio de permeabilidade

A Tabela 3-4 apresenta o resumo dos resultados obtidos. No Anexo 04 são apresentados os formulários de cada ensaio.

Tabela 3-4– Resumo dos resultados dos ensaios de permeabilidade

Amostra	Coefficiente de permeabilidade (cm/min)
AM 01	5,6E-05
AM 02	6,7E-05

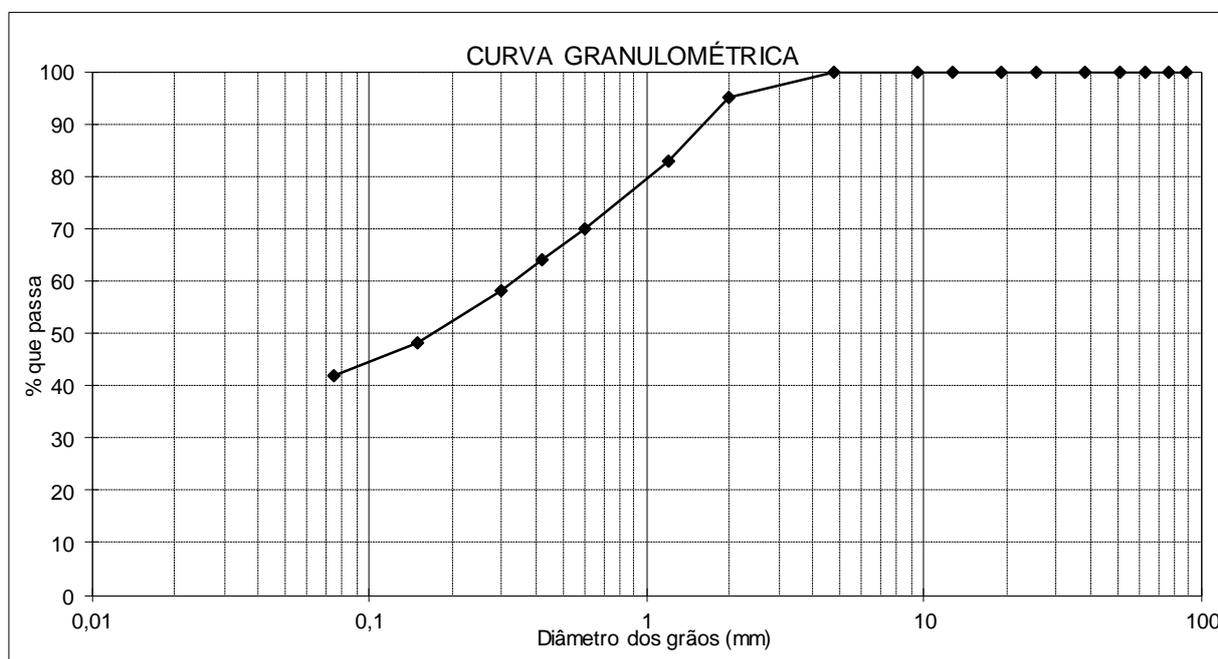
Fortaleza (CE), 22 de setembro de 2023.

Rosiel Saraiva Leme

Prof. Dr Rosiel Leme
Laboratório de Mecânica dos Solos/UFC

ANEXO 01 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO SOLO

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO							
BRRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES				AM 01			
UMIDADE							
CÁPSULA Nº	1		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	115,76		P. ÚMIDO		1500,00		
P.b.s.	114,24		P. RETIDO NA # Nº 10		69,41		
Tara	23,60		P.h. PASSA # Nº 10		1430,59	100,00	
ÁGUA	1,52		P.s. PASSA # Nº 10		1406,95	98,35	
SOLO SECO	90,64		P. AMOSTRA SECA		1476,36	98,35	
UMIDADE %	1,68						
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
	POLEGADAS	mm					
N	3 1/2"	88,9	0,00	1476,36	100		COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 0 AREIA GROSSA: 5 AREIA MÉDIA: 31 AREIA FINA: 22 SILTE+ARGILA: 42
.	3"	76,2	0,00	1476,36	100		
G	2 1/2"	63,3	0,00	1476,36	100		
R	2"	50,8	0,00	1476,36	100		
O	1 1/2"	38,1	0,00	1476,36	100		
S	1"	25,4	0,00	1476,36	100		
S	3/4"	19,1	0,00	1476,36	100		
O	1/2"	12,7	0,00	1476,36	100		
	3/8"	9,5	0,00	1476,36	100		
	Nº 4	4,76	6,47	1469,89	100		
	Nº 10	2	62,94	1406,95	95		
F I N O	Nº 16	1,2	12,79	85,56	83		
	Nº 30	0,60	13,05	72,51	70		
	Nº 40	0,42	6,01	66,50	64		
	Nº 50	0,30	6,28	60,22	58		
	Nº 100	0,15	10,96	49,26	48		
	Nº 200	0,075	6,12	43,14	42		

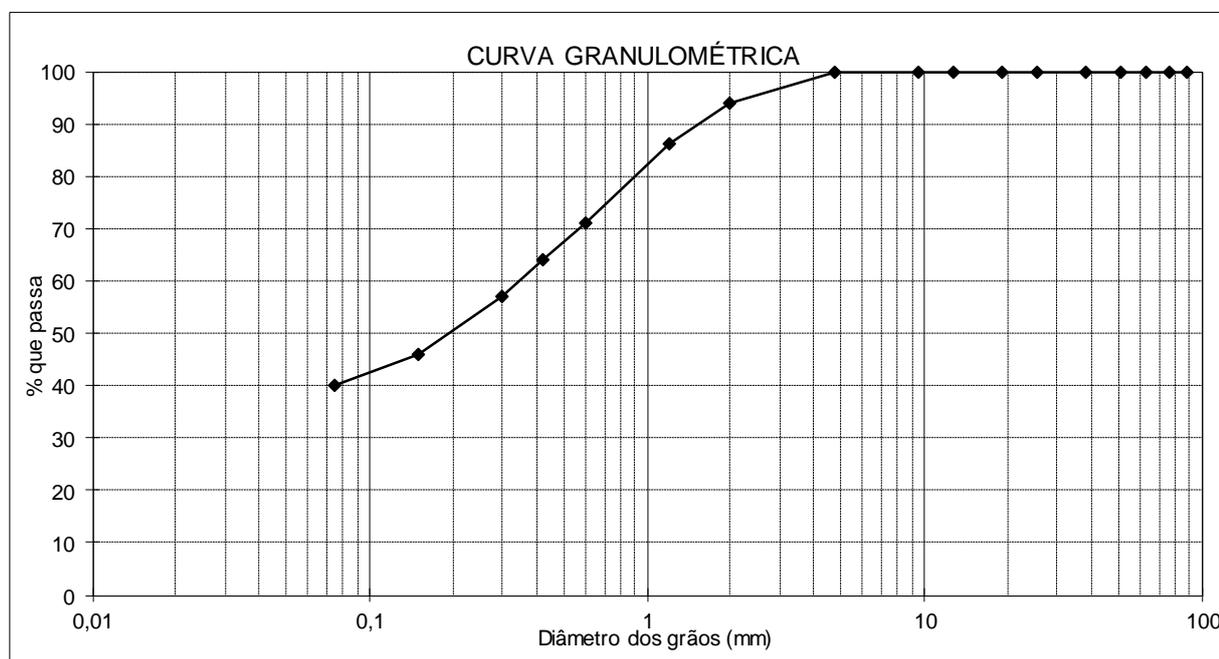


ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES

AM 02

UMIDADE							
CÁPSULA Nº	1	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL		
P.b.h.	105,93	P. ÚMIDO		1500,00			
P.b.s.	104,52	P. RETIDO NA # Nº 10		89,71			
Tara	23,60	P.h. PASSA # Nº 10		1410,29	100,00		
ÁGUA	1,41	P.s. PASSA # Nº 10		1386,17	98,29		
SOLO SECO	80,92	P. AMOSTRA SECA		1475,88	98,29		
UMIDADE %	1,74						
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
	POLEGADAS	mm					
N	3 1/2"	88,9	0,00	1475,88	100		COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 0 AREIA GROSSA: 6 AREIA MÉDIA: 30 AREIA FINA: 24 SILTE+ARGILA: 40
.	3"	76,2	0,00	1475,88	100		
G	2 1/2"	63,3	0,00	1475,88	100		
R	2"	50,8	0,00	1475,88	100		
O	1 1/2"	38,1	0,00	1475,88	100		
S	1"	25,4	0,00	1475,88	100		
S	3/4"	19,1	0,00	1475,88	100		
O	1/2"	12,7	0,00	1475,88	100		
	3/8"	9,5	0,00	1475,88	100		
	Nº 4	4,76	5,30	1470,58	100		
	Nº 10	2	84,41	1386,17	94		
	Nº 16	1,2	8,48	89,81	86		
	Nº 30	0,60	15,08	74,73	71		
	Nº 40	0,42	7,91	66,82	64		
F	Nº 50	0,30	7,23	59,59	57		
I	Nº 100	0,15	11,76	47,83	46		
N	Nº 200	0,075	6,22	41,61	40		
O							



ANEXO 02 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO AGREGADO

NATUREZA DO TRABALHO: Determinação da análise granulométrica de areia

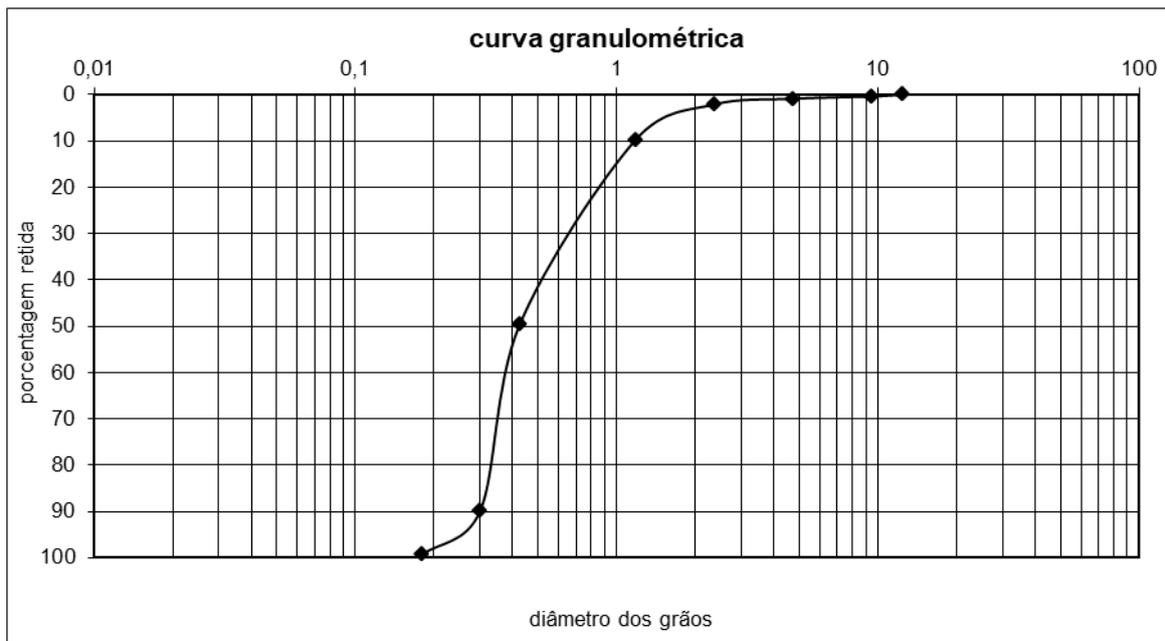
MATERIAL: 01 (uma) amostra de agregado miúdo

AM 03

1. RESULTADOS DO ENSAIO:

AMOSTRA	ABERTURA DAS PENEIRAS POLEGADAS (mm)	MASSA RETIDA (%)	MASSA QUE PASSA (g)	PORCENTAGEM RETIDO INDIVIDUAL(%)	RETIDO ACUMULADO (%)	
AREIA	3/4"	19,1	0	1.178,6	0,0	0,0
	1/2"	12,5	4,36	1.174,2	0,4	0,4
	3/8"	9,5	6,11	1.168,1	0,5	0,9
	No.4	4,75	14,48	1.153,6	1,2	2,1
	No.8	2,36	90,19	1.063,5	7,7	9,8
	No.16	1,18	470,43	593,0	39,9	49,7
	No.40	0,425	474,00	119,0	40,2	89,9
	No.50	0,30	110,59	8,4	9,4	99,3
	No.80	0,18	6,70	1,7	0,6	99,9
	FUNDO		1,73	0,0	0,1	100,0
			1178,59			

2. METODOLOGIA: O ensaio foi realizado de acordo com a Norma da ABNT: NBR NM 248 Agregados - Determinação da Composição Granulométrica.



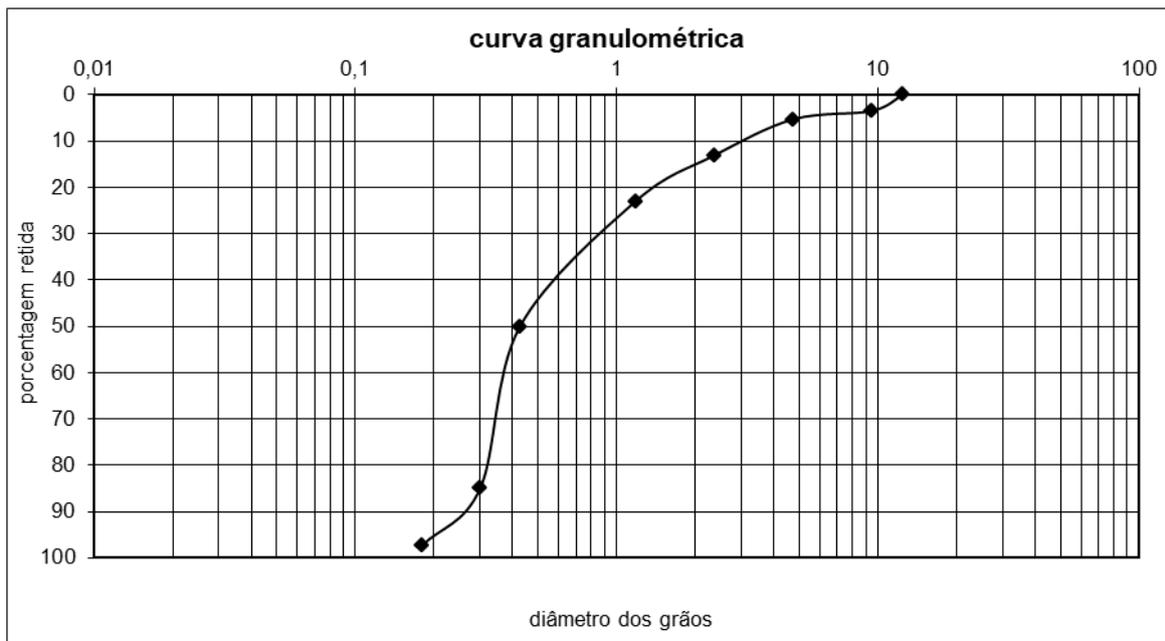
NATUREZA DO TRABALHO: Determinação da análise granulométrica de areia
MATERIAL: 01 (uma) amostra de agregado miúdo

AM 04

1. RESULTADOS DO ENSAIO:

AMOSTRA	ABERTURA DAS PENEIRAS POLEGADAS	(mm)	MASSA RETIDA (%)	MASSA QUE PASSA (g)	PORCENTAGEM RETIDO INDIVIDUAL(%)	RETIDO ACUMULADO (%)
AREIA	3/4"	19,1	0	1.455,7	0,0	0,0
	1/2"	12,5	50,48	1.405,2	3,5	3,5
	3/8"	9,5	26,22	1.379,0	1,8	5,3
	No.4	4,75	113,92	1.265,1	7,8	13,1
	No.8	2,36	144,47	1.120,6	9,9	23,0
	No.16	1,18	394,88	725,7	27,1	50,1
	No.40	0,425	507,40	218,3	34,9	85,0
	No.50	0,30	178,70	39,6	12,3	97,3
	No.80	0,18	33,34	6,3	2,3	99,6
	FUNDO			6,26	0,0	0,4
			1455,67			

2. METODOLOGIA: O ensaio foi realizado de acordo com a Norma da ABNT: NBR NM 248
Agregados - Determinação da Composição Granulométrica.



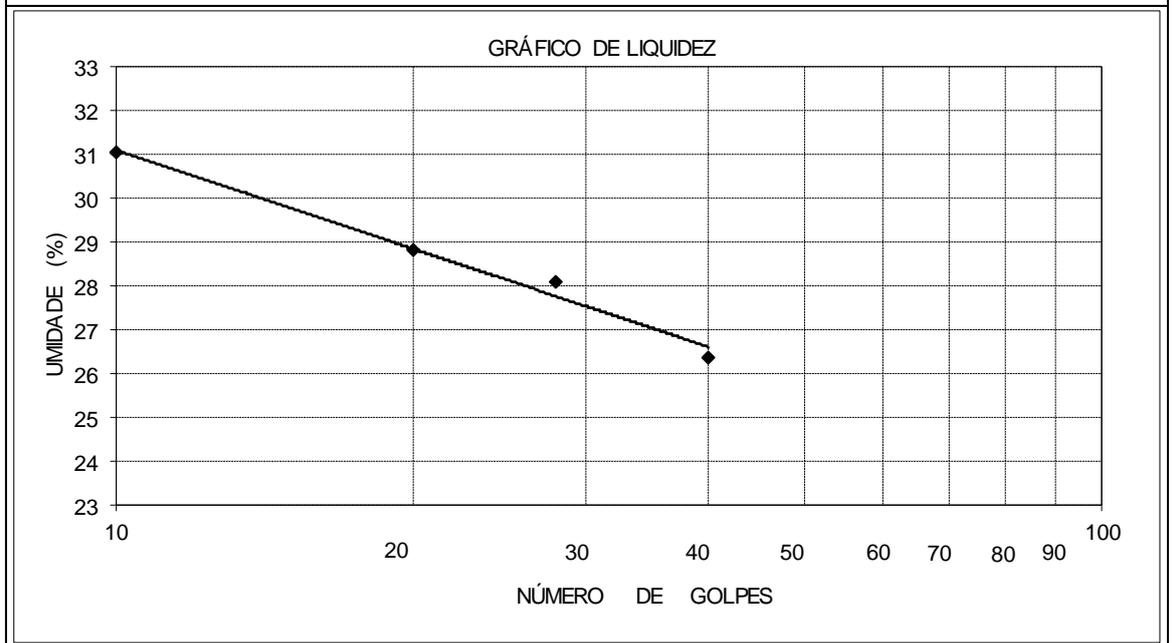
ANEXO 03 – ENSAIOS DE PLASTICIDADE

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PLASTICIDADE

P. 01

LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
No. DE GOLPES	10	20	28	40	xxx	xxx	xxx	xxx
No. CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA (g)	16,85	16,83	13,39	14,86	8,36	8,54	8,41	8,32
SOLO+TARA (g)	14,22	14,39	11,78	13,11	8,02	8,16	8,07	7,94
TARA (g)	5,75	5,92	6,05	6,48	6,41	6,35	6,46	6,15
ÁGUA (g)	2,63	2,44	1,61	1,75	0,34	0,38	0,34	0,38
SOLO (g)	8,47	8,47	5,73	6,63	1,61	1,81	1,61	1,79
UMIDADE (%)	31,05	28,81	28,10	26,40	21,12	20,99	21,12	21,23

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 28 %
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 21 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 7 %

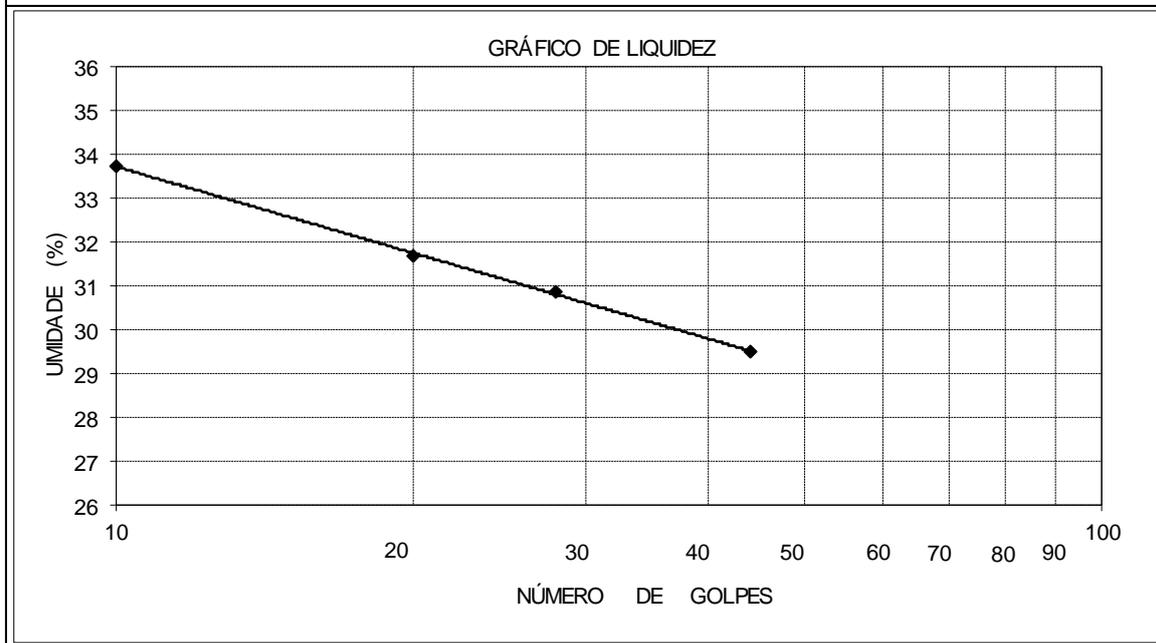


DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PLASTICIDADE

P. 02

LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
No. DE GOLPES	10	20	28	44	xxx	xxx	xxx	xxx
No. CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA (g)	16,74	16,54	14,07	14,65	8,56	8,53	8,67	8,42
SOLO+TARA (g)	14,06	14,06	12,17	12,77	8,18	8,15	8,29	8,05
TARA (g)	6,12	6,23	6,02	6,40	6,40	6,42	6,54	6,36
ÁGUA (g)	2,68	2,48	1,90	1,88	0,38	0,38	0,38	0,37
SOLO (g)	7,94	7,83	6,15	6,37	1,78	1,73	1,75	1,69
UMIDADE (%)	33,75	31,67	30,89	29,51	21,35	21,97	21,71	21,89

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL): 31 %
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP): 22 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP): 9 %



ANEXO 04 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL

AMOSTRA: SOLO 1

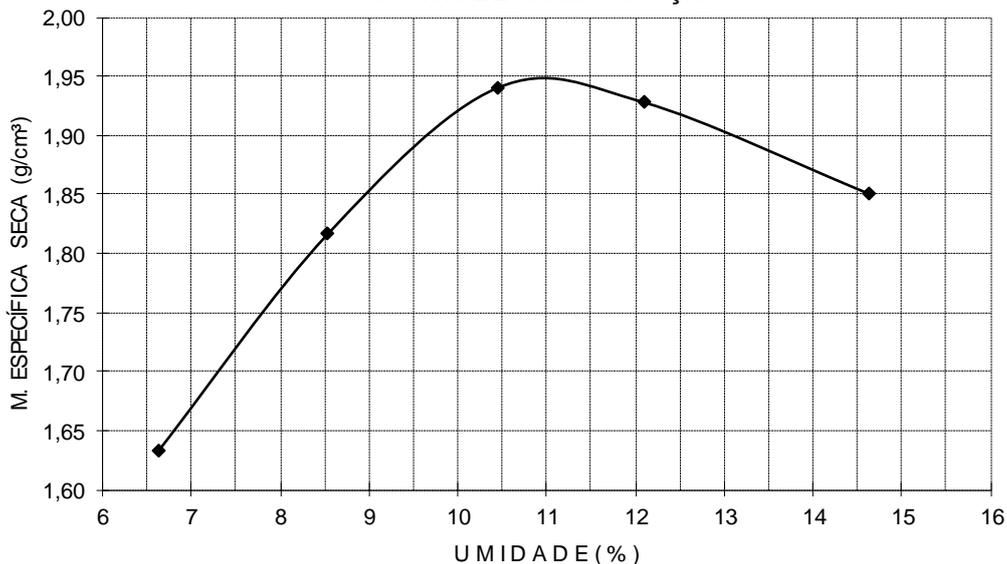
RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,941 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 11,0 %

CILINDRO No.	9	VOLUME	997	cm ³	PESO	2065	g
No. DE GOLPES	26	P.DA AMOSTRA	3000				
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)			3800	4030	4202	4220	4180
PESO DA AMOSTRA (g)			1735	1965	2137	2155	2115
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)			1,740	1,971	2,143	2,161	2,121
CÁPSULA No.			1	2	3	4	5
P.BRUTO ÚMIDO (g)			75,92	80,62	82,59	155,67	95,18
P. BRUTO SECO (g)			72,07	75,51	76,28	140,53	84,99
P.DA CÁPSULA (g)			13,95	15,57	15,85	15,42	15,32
ÁGUA (g)			3,85	5,11	6,31	15,14	10,19
SOLO (g)			58,12	59,94	60,43	125,11	69,67
UMIDADE (%)			6,62	8,53	10,44	12,10	14,63
MASSA ESP. SECA (g/cm ³)			1,632	1,816	1,941	1,928	1,851

CURVA DE COMPACTAÇÃO



ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL

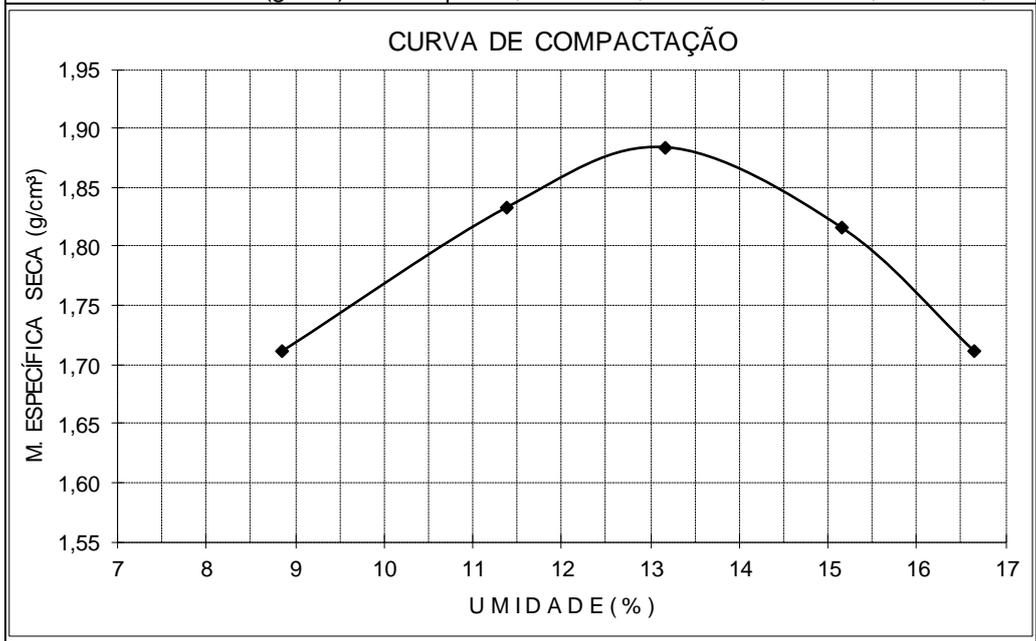
AMOSTRA: SOLO 2

RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,883 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 13,2 %

CILINDRO No. 9	VOLUME	997	cm ³	PESO	2065	g
No. DE GOLPES 26	P.DA AMOSTRA	3000		g		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)		3923	4100	4190	4150	4056
PESO DA AMOSTRA (g)		1858	2035	2125	2085	1991
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)		1,864	2,041	2,131	2,091	1,997
CÁPSULA No.		1	2	3	4	5
P.BRUTO ÚMIDO (g)		82,36	95,58	105,97	98,43	99,31
P. BRUTO SECO (g)		76,81	87,12	95,44	87,51	87,32
P.DA CÁPSULA (g)		14,13	12,76	15,44	15,42	15,29
ÁGUA (g)		5,55	8,46	10,53	10,92	11,99
SOLO (g)		62,68	74,36	80,00	72,09	72,03
UMIDADE (%)		8,85	11,38	13,16	15,15	16,65
MASSA ESP. SECA (g/cm ³)		1,712	1,833	1,883	1,816	1,712



ANEXO 04 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

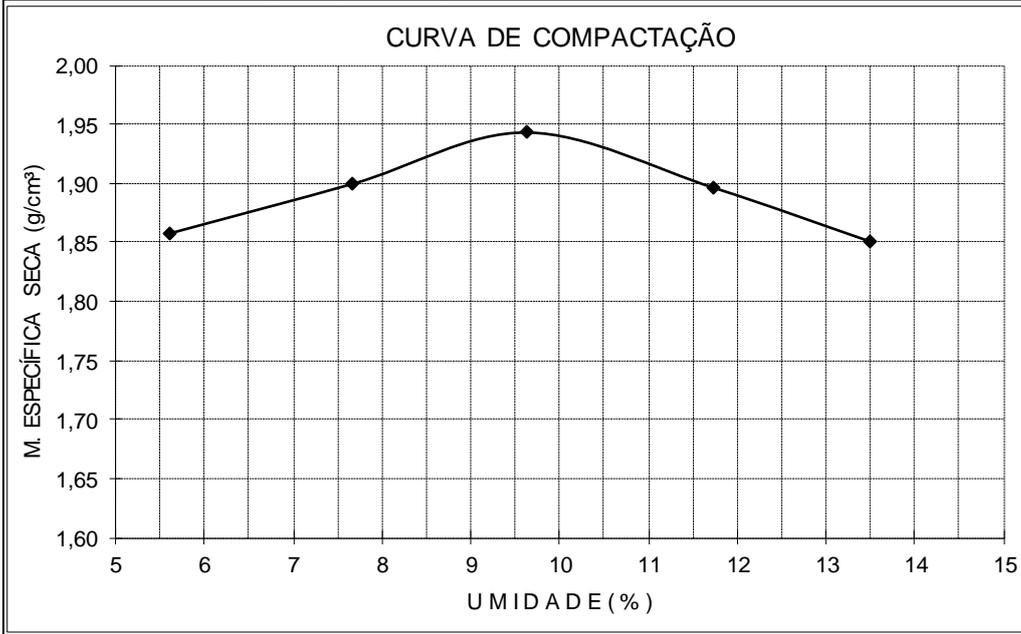
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR MODIFICADO
 AMOSTRA: AC 16 - AMOSTRA 01 - Prof.: 1,00m

RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,943 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 9,6 %

CILINDRO No.	16	VOLUME	2104	cm ³	PESO	5454	g
No. DE GOLPES	55	P.DA AMOSTRA	6000		g		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	9582	9758	9936	9912	9874		
PESO DA AMOSTRA (g)	4128	4304	4482	4458	4420		
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)	1,962	2,046	2,130	2,119	2,101		
CÁPSULA No.	71	1	8	13	15		
P.BRUTO ÚMIDO (g)	91,46	91,38	79,13	91,77	93,52		
P. BRUTO SECO (g)	87,33	85,84	73,35	84,85	85,42		
P.DA CÁPSULA (g)	13,64	13,63	13,33	25,86	25,37		
ÁGUA (g)	4,13	5,54	5,78	6,92	8,10		
SOLO (g)	73,69	72,21	60,02	58,99	60,05		
UMIDADE (%)	5,60	7,67	9,63	11,73	13,49		
MASSA ESP. SECA (g/cm ³)	1,858	1,900	1,943	1,896	1,851		



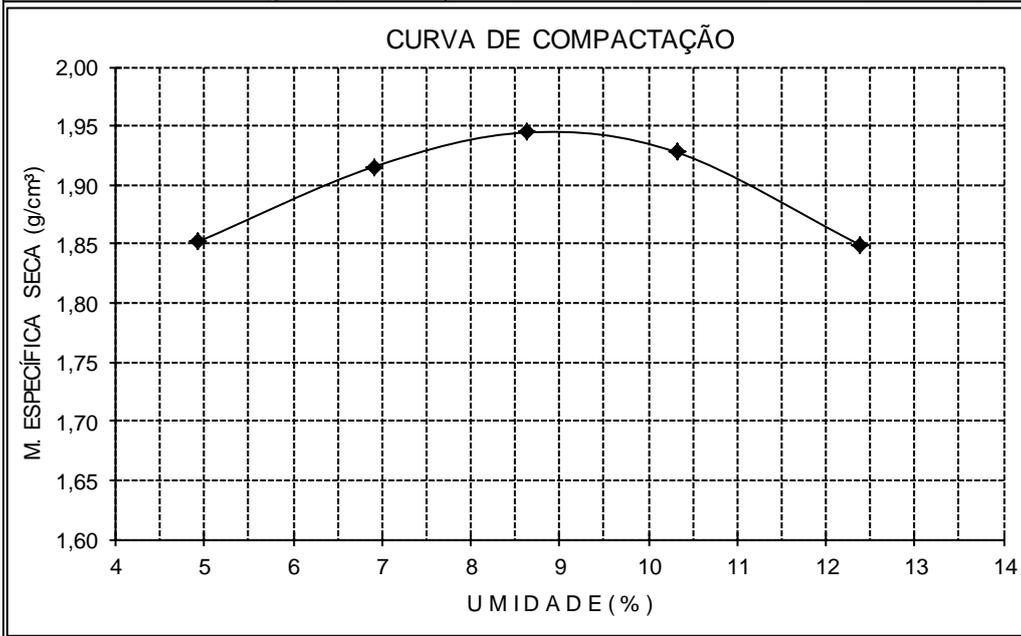
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR MODIFICADO
 AMOSTRA: AC 17 - AMOSTRA 02 - Prof.: 1,10m

RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,945 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 9,0 %

CILINDRO No.	16	VOLUME	2104	cm ³	PESO	5454	g
No. DE GOLPES	55	P.DA AMOSTRA	6000		g		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	9542	9762	9898	9928	9827		
PESO DA AMOSTRA (g)	4088	4308	4444	4474	4373		
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)	1,943	2,048	2,112	2,126	2,078		
CÁPSULA No.	30	1	8	13	15		
P. BRUTO ÚMIDO (g)	96,35	98,50	131,31	126,30	110,57		
P. BRUTO SECO (g)	93,00	93,80	122,65	116,66	101,00		
P.DA CÁPSULA (g)	24,98	25,74	22,32	23,28	23,67		
ÁGUA (g)	3,35	4,70	8,66	9,64	9,57		
SOLO (g)	68,02	68,06	100,33	93,38	77,33		
UMIDADE (%)	4,93	6,91	8,63	10,32	12,38		
MASSA ESP. SECA (g/cm ³)	1,852	1,915	1,944	1,927	1,850		



ANEXO 05 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

amostra -Solo 1

γ_s - PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO (g/cm ³)	1,833	
w - UMIDADE ÓTIMA DE COMPACTAÇÃO (%)	13,2	
M - MASSA ÚMIDA DO CORPO DE PROVA (g)	1620	
L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA (cm)	4,6	
A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA (cm ²)	181,46	
γ_s - PESO ESPECÍFICO SECO DO CORPO DE PROVA (g/cm ³)	1,740	
G - GRAU DE COMPACTAÇÃO (%)	95	
a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA (cm ²)	5,62	
CALCULO DA UMIDADE DE COMPACTAÇÃO DO CORPO DE PROVA	TARA	21,4
	P.B.H	97,8
	P.B.S.	89,90
	UMIDADE (%)	11,53

T - TEMPERATURA DO ENSAIO (°C)

Fc - FATOR DE CORREÇÃO (20°C)

h₀ - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)

h_f - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)

t - TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO (s)

RESULTADO: K₂₀ = 5,6E-05 cm/s

LEITURA	TEMPERATURA (°C)	FATOR DE CORREÇÃO	h ₀ (cm)	h _f (cm)	t (seg)	K ₂₀ (cm/s)
01	29	0,811	144,0	121,0	360	5,6E-05
02	29	0,811	144,0	121,0	360	5,6E-05
03	29	0,811	144,0	121,0	360	5,6E-05
MÉDIA						5,6E-05

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

amostra -Solo 2

γ_s - PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO (g/cm ³)	1,941	
w - UMIDADE ÓTIMA DE COMPACTAÇÃO (%)	11,0	
M - MASSA ÚMIDA DO CORPO DE PROVA (g)	1540	
L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA (cm)	4,2	
A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA (cm ²)	181,46	
γ_s - PESO ESPECÍFICO SECO DO CORPO DE PROVA (g/cm ³)	1,855	
G - GRAU DE COMPACTAÇÃO (%)	96	
a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA (cm ²)	5,62	
CALCULO DA UMIDADE DE COMPACTAÇÃO DO CORPO DE PROVA	TARA	22,17
	P.B.H	102,93
	P.B.S.	96,32
	UMIDADE (%)	8,91

T - TEMPERATURA DO ENSAIO (°C)

F_c - FATOR DE CORREÇÃO (20°C)

h₀ - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)

h_f - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA (cm)

t - TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO (s)

RESULTADO: K₂₀ = 6,7E-05 cm/s

LEITURA	TEMPERATURA (°C)	FATOR DE CORREÇÃO	h ₀ (cm)	h _f (cm)	t (seg)	K ₂₀ (cm/s)
01	29	0,811	144,0	107,0	468	6,7E-05
02	29	0,811	144,0	107,0	467	6,7E-05
03	29	0,811	144,0	107,0	469	6,7E-05
MÉDIA						6,7E-05

REGISTRO FOTOGRÁFICO

ENSAIO DE GRANULOMETRIA DO SOLO

PENEIRAMENTO

AM Solo - 01

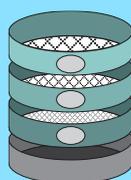


AM Solo - 02





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ



LMSP

**Laboratório de Mecânica dos Solos e
Pavimentação**



DEHA



**FUNDAÇÃO
ASTEF**

ANEXO 3 – ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM COMPLEMENTARES

ANEXO 3.1 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DO SOLO (JAZIDAS DE SOLO – JS 1 e JS 2)

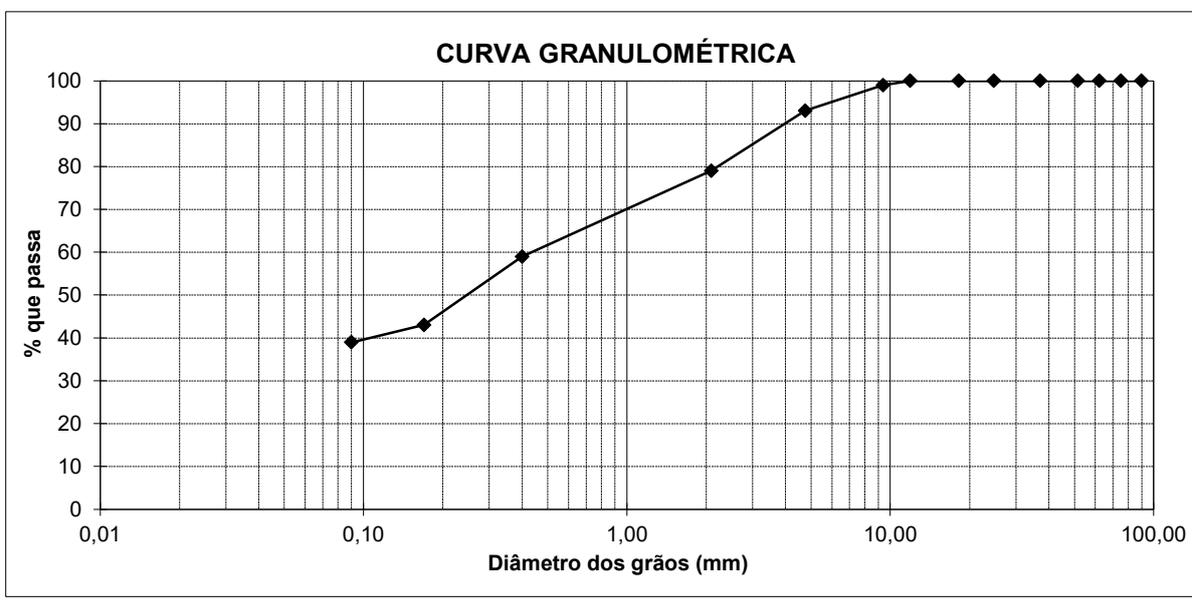
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE SOLO (JS 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 7	PROF. 2,40 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 1)	LADO:	AMOSTRA: 03

UMIDADE			
CÁPSULA Nº		AMOSTRA TOTAL	PARCIAL
16			
PESO BRUTO UMIDO	58,16	P. ÚMIDO	1000,00
PESO BRUTO SECO	57,55	P. RETIDO NA # Nº 10	212,12
TARA	13,84	P.h. PASSA # Nº 10	787,88
ÁGUA	0,61	P.s. PASSA # Nº 10	777,00
SOLO SECO	43,71	P. AMOSTRA SECA	989,12
UMIDADE %	1,40		

GRANULOMETRIA	PENEIRAS	P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
						POLEGADAS
GROSSA	3 1/2"	89,80	0,00	989,12		100
	3"	75,10	0,00	989,12		100
	2 1/2"	62,20	0,00	989,12		100
	2"	51,50	0,00	989,12		100
	1 1/2"	37,10	0,00	989,12		100
	1"	24,70	0,00	989,12		100
	3/4"	18,20	0,00	989,12		100
	1/2"	11,90	0,00	989,12		100
	3/8"	9,40	5,22	983,90	99	
FINA	Nº 4	4,75	65,12	918,78	93	
	Nº 10	2,09	141,78	777,00	79	
	Nº 40	0,40	25,59	73,03	59	
	Nº 100	0,17	18,78	54,25	43	
	Nº 200	0,09	5,11	49,14	39	

COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
PEDREGULHO:	7
AREIA GROSSA:	14
AREIA MÉDIA:	20
AREIA FINA:	20
SILTE+ARGILA:	39



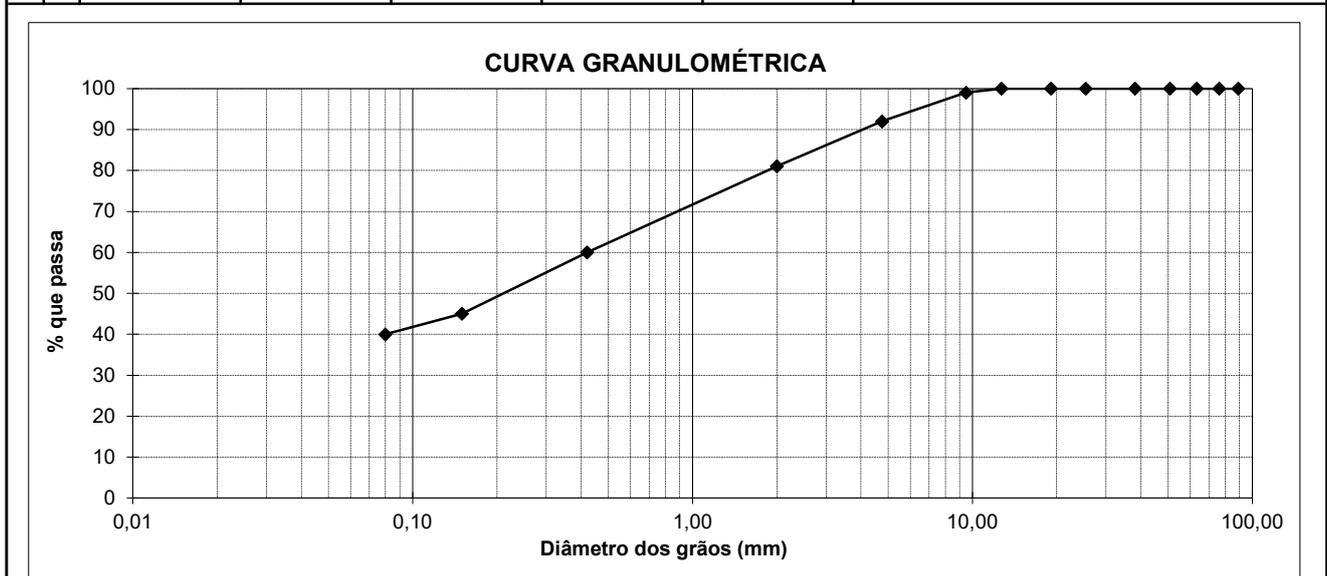
PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA-SEN. POMPEU/QUIXERAMOBIM-CE	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 1)	DATA: SET/2023
	Max Serviços Ambientais	FOLHA: 01

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 2	PROF. 2,50 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 6

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA Nº	27				
PESO BRUTO UMIDO	50,00	P. ÚMIDO		1000,00	
PESO BRUTO SECO	49,65	P. RETIDO NA # Nº 10		192,90	
TARA	15,66	P.h. PASSA # Nº 10		807,10	100,00
ÁGUA	0,35	P.s. PASSA # Nº 10		798,87	98,98
SOLO SECO	33,99	P. AMOSTRA SECA		991,77	98,98
UMIDADE %	1,03				

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
	GROSSA	3 1/2"	88,90	0,00	991,75	
3"		76,20	0,00	991,75	100	
2 1/2"		63,30	0,00	991,75	100	
2"		50,80	0,00	991,75	100	
1 1/2"		38,10	0,00	991,75	100	
1"		25,40	0,00	991,75	100	
3/4"		19,10	0,00	991,75	100	
1/2"		12,70	0,00	991,75	100	
3/8"		9,50	10,68	982,17	99	
Nº 4		4,76	68,60	913,60	92	
FINA	Nº 10	2,00	113,62	800,98	81	
	Nº 40	0,42	27,60	73,38	60	
	Nº 100	0,15	18,77	54,91	45	
	Nº 200	0,08	6,87	48,79	40	



PROJETO:	BARRAGEM BOA VISTA - SEN. POMPEU/QUIXERAMOBIM-CE	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
		LOCAL:	JAZIDA DE SOLO (JS 2)
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS			DATA: SET/2023
SRH		<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 02

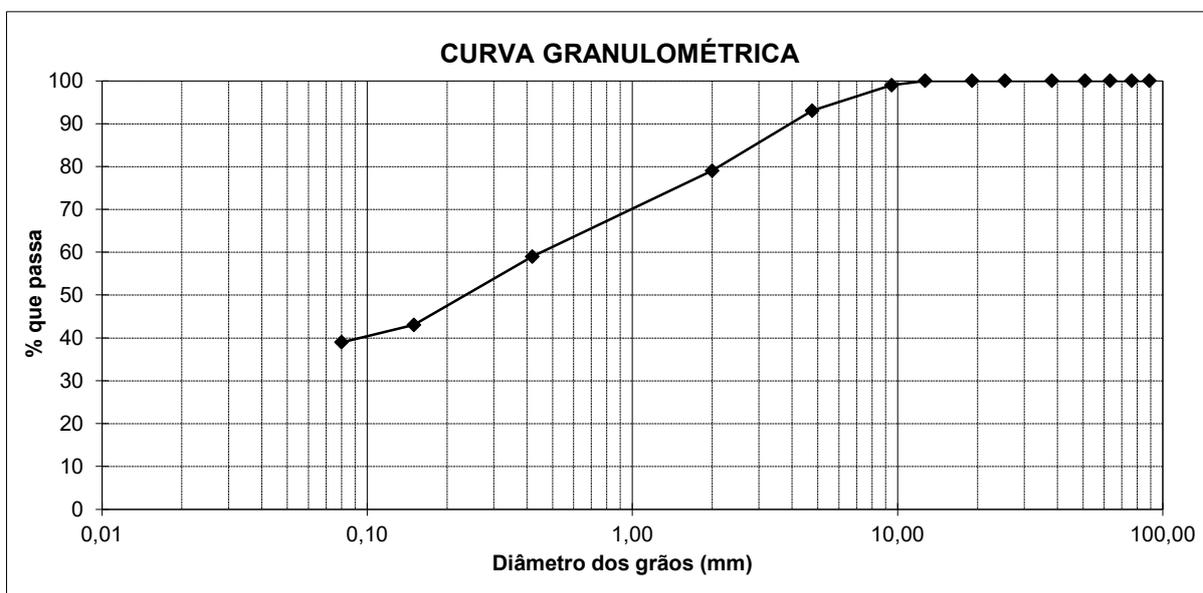
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 1	PROF. 2,40 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 01

UMIDADE			
CÁPSULA Nº		AMOSTRA TOTAL	PARCIAL
16			
PESO BRUTO UMIDO	58,16	P. ÚMIDO	1000,00
PESO BRUTO SECO	57,55	P. RETIDO NA # Nº 10	212,12
TARA	13,84	P.h. PASSA # Nº 10	787,88
ÁGUA	0,61	P.s. PASSA # Nº 10	777,00
SOLO SECO	43,71	P. AMOSTRA SECA	989,12
UMIDADE %	1,40		

GRANULOMETRIA	PENEIRAS	P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
						POLEGADAS
GROSSA	3 1/2"	88,90	0,00	989,12		100
	3"	76,20	0,00	989,12		100
	2 1/2"	63,30	0,00	989,12		100
	2"	50,80	0,00	989,12		100
	1 1/2"	38,10	0,00	989,12		100
	1"	25,40	0,00	989,12		100
	3/4"	19,10	0,00	989,12		100
	1/2"	12,70	0,00	989,12		100
FINA	3/8"	9,50	5,22	983,90	99	
	Nº 4	4,76	65,12	918,78	93	
	Nº 10	2,00	141,78	777,00	79	
	Nº 40	0,42	25,59	73,03	59	
	Nº 100	0,15	18,78	54,25	43	
	Nº 200	0,08	5,11	49,14	39	

COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
PEDREGULHO:	7
AREIA GROSSA:	14
AREIA MÉDIA:	20
AREIA FINA:	20
SILTE+ARGILA:	39



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA-SEN. POMPEU/QUIXERAMOBIM-CE	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	DATA: SET/2023
	<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 01

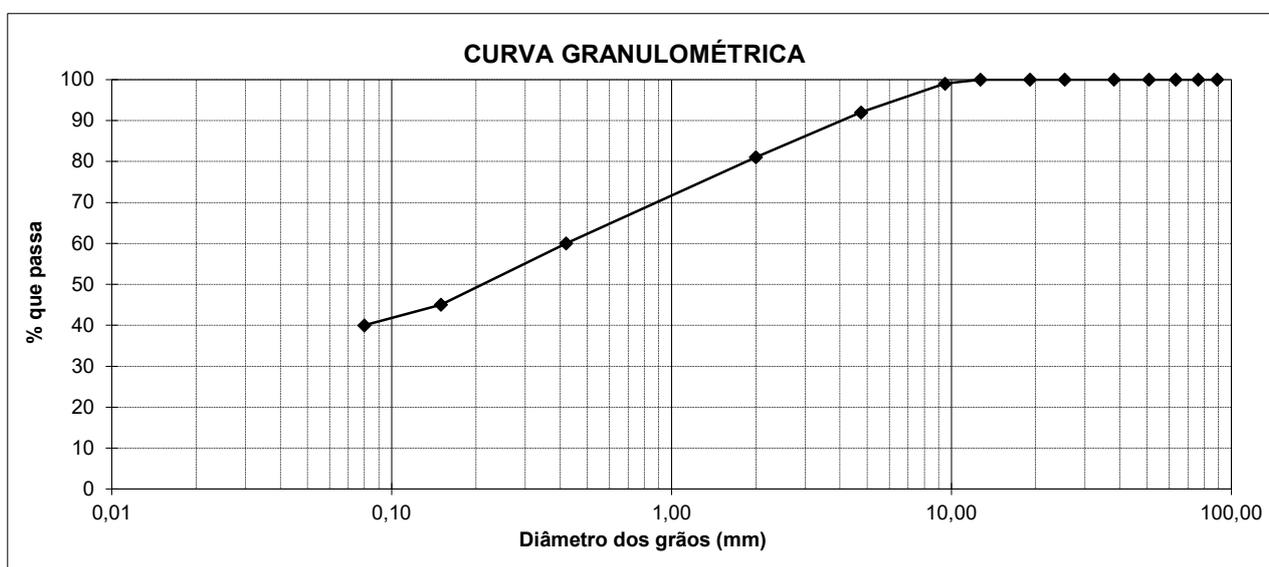
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 2	PROF. 2,50 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 2

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA Nº	27				
PESO BRUTO UMIDO	50,00	P. ÚMIDO		1000,00	
PESO BRUTO SECO	49,65	P. RETIDO NA # Nº 10		190,77	
TARA	15,66	P.h. PASSA # Nº 10		809,23	100,00
ÁGUA	0,35	P.s. PASSA # Nº 10		800,98	98,98
SOLO SECO	33,99	P. AMOSTRA SECA		991,75	98,98
UMIDADE %	1,03				

GRANULOMETRIA		PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
		POLEGADAS	mm				
GROSSA	3 1/2"	88,90	0,00	991,75	100		
	3"	76,20	0,00	991,75	100		
	2 1/2"	63,30	0,00	991,75	100		
	2"	50,80	0,00	991,75	100		
	1 1/2"	38,10	0,00	991,75	100		
	1"	25,40	0,00	991,75	100		
	3/4"	19,10	0,00	991,75	100		
	1/2"	12,70	0,00	991,75	100		
	3/8"	9,50	9,58	982,17	99		
	Nº 4	4,76	68,57	913,60	92		
FINA	Nº 10	2,00	112,62	800,98	81		
	Nº 40	0,42	25,60	73,38	60		
	Nº 100	0,15	18,47	54,91	45		
	Nº 200	0,08	6,12	48,79	40		

COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
PEDREGULHO:	8
AREIA GROSSA:	11
AREIA MÉDIA:	21
AREIA FINA:	20
SILTE+ARGILA:	40



PROJETO:	BARRAGEM BOA VISTA - SEN. POMPEU/QUIXERAMOBIM-CE	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
		LOCAL:	JAZIDA DE SOLO (JS 2)
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS			DATA: SET/2023
SRH		<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 02

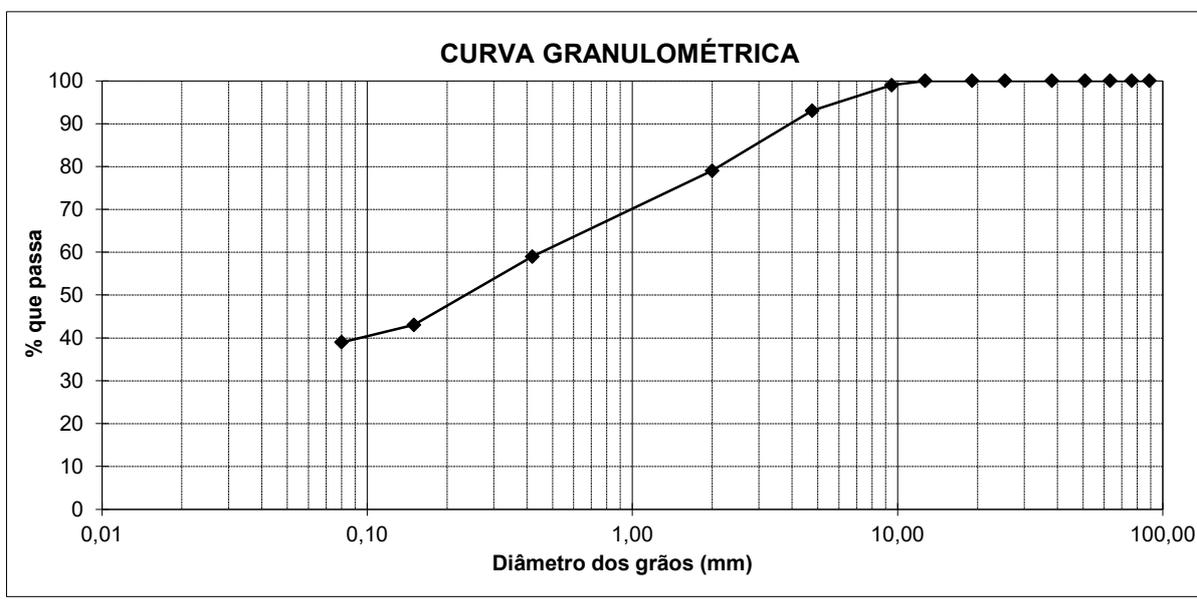
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 1	PROF. 2,40 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 05

UMIDADE			
CÁPSULA Nº		AMOSTRA TOTAL	PARCIAL
16			
PESO BRUTO UMIDO	58,16	P. ÚMIDO	1000,00
PESO BRUTO SECO	57,55	P. RETIDO NA # Nº 10	213,68
TARA	13,84	P.h. PASSA # Nº 10	786,32
ÁGUA	0,61	P.s. PASSA # Nº 10	775,46
SOLO SECO	43,71	P. AMOSTRA SECA	989,14
UMIDADE %	1,40		

GRANULOMETRIA	PENEIRAS	P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
						POLEGADAS
GROSSA	3 1/2"	88,90	0,00	989,12		100
	3"	76,20	0,00	989,12		100
	2 1/2"	63,30	0,00	989,12		100
	2"	50,80	0,00	989,12		100
	1 1/2"	38,10	0,00	989,12		100
	1"	25,40	0,00	989,12		100
	3/4"	19,10	0,00	989,12		100
	1/2"	12,70	0,00	989,12		100
	3/8"	9,50	5,98	983,90	99	
FINA	Nº 4	4,76	65,12	918,78	93	
	Nº 10	2,00	142,58	777,00	79	
	Nº 40	0,42	25,60	73,03	59	
	Nº 100	0,15	19,88	54,25	43	
	Nº 200	0,08	6,21	49,14	39	

COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
PEDREGULHO:	7
AREIA GROSSA:	14
AREIA MÉDIA:	20
AREIA FINA:	20
SILTE+ARGILA:	39



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA-SEN. POMPEU/QUIXERAMOBIM-CE	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	DATA: SET/2023
	<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 01

ANEXO 3.2 – ENSAIOS DOS LIMITES DE LIQUIDEZ E DE PLASTICIDADE DO SOLO

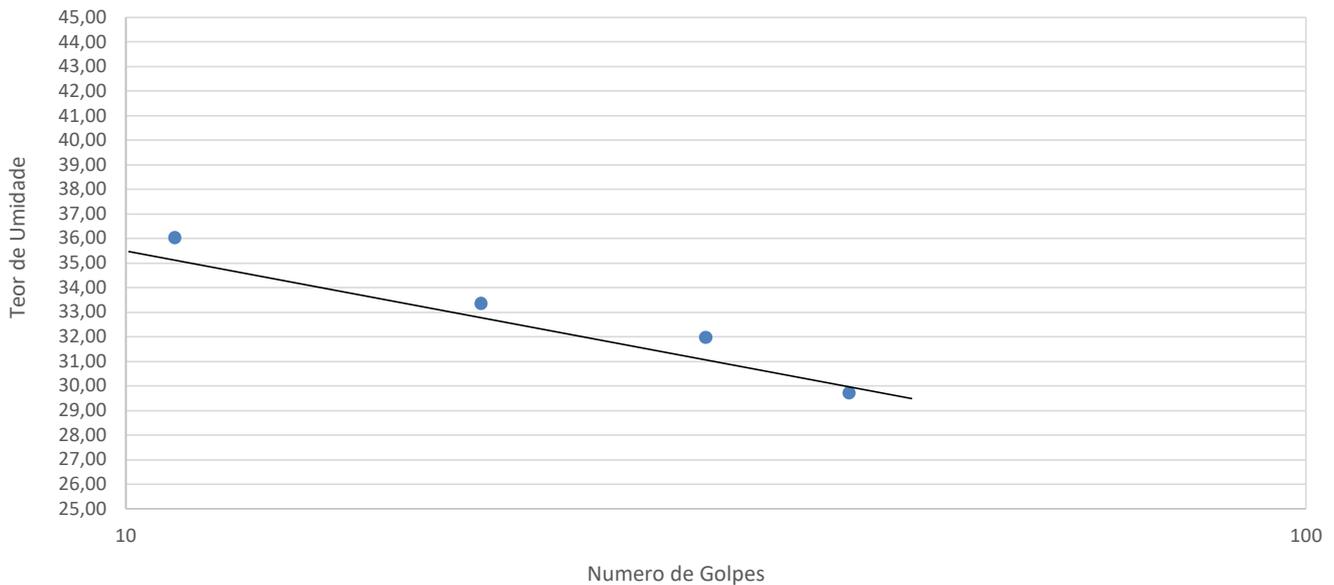
ENSAIO DE LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Max Serviços Ambientais

JAZIDA DE SOLO (JS 1)

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

Cápsula	Nº	145	146	147	148	DATA:	SET./2019
1	Golpes	Nº	9	19	30	42	
2	Peso Bruto Úmido	g	20,16	21,46	19,35	18,35	OPERADOR: ASSIS
3	Peso Bruto Seco	g	16,48	17,68	16,21	15,64	
4	Peso da Cápsula	g	6,27	6,35	6,39	6,52	CALCULISTA: AFRÂNIO
5	Peso da Água	2 - 3	3,68	3,78	3,14	2,71	
6	Peso do Solo Seco	3 - 4	10,21	11,33	9,82	9,12	L L (%)
7	Umidade (%)	5/6 x 100	36,04	33,36	31,98	29,71	32,8



L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

Cápsula	Nº	165	166	167	168	DATA:	SET./2023	
1	Peso Bruto Úmido	g	8,69	8,59	8,76	8,45		
2	Peso Bruto Seco	g	8,22	8,11	8,28	7,95	OPERADOR: ASSIS	
3	Peso da Cápsula	g	6,39	6,25	6,47	5,87		
4	Peso da Água	1 - 2	0,47	0,48	0,48	0,5	CALCULISTA: AFRÂNIO	
5	Peso do Solo Seco	2 - 3	1,83	1,86	1,81	2,08		
6	Umidade (%)	4/5 x 100	25,68	25,81	26,52	24,04	L P (%)	
	Umidade Média (%)		26					25,5

L I M I T E D E C O N T R A Ç Ã O

R E S U L T A D O S

Cápsula	Nº	165	166	167	168	Limite de Liquidez(%)	32,8
2	Peso Específico Real	g/cm³					
3	Peso Bruto Úmido	g					
4	Peso Bruto Seco	g					
5	Peso da Cápsula	g					
6	Peso do Solo Seco	4 - 5					
7	Volume Solo Seco	cm³					
8	Limite de Contração %	6/7 x 100					
							25,5
							7,3

Obra: BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES		Camada: -	
TRECHO:	AMOSTRA/ FURO:	Cidade: Sen. Pompeu-Ce	Prof.: cm
JAZIDA DE SOLO (JS 1)	19	Estaca: -	0,10/2,40m
			Data: SET./2023
Método para determinação de limite de liquidez, limite de plasticidade e cálculo de índice de plasticidade. NBR 6459; NBR 6457; NBR 7180.		LABORATORISTA	RESPONSÁVEL
		-	AFRÂNIO

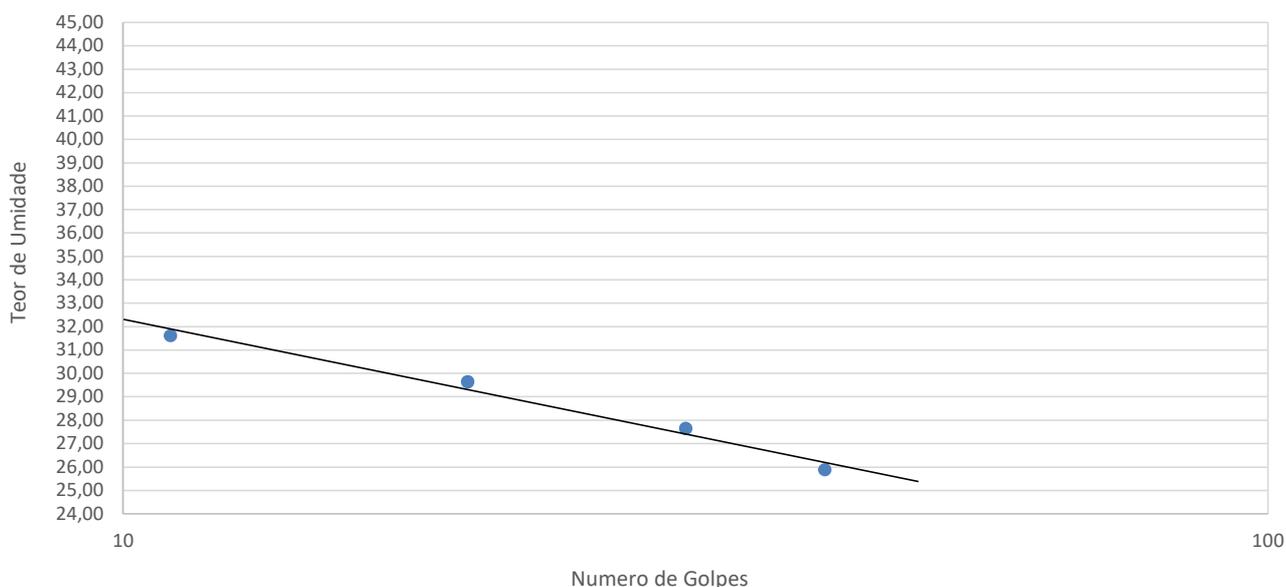
ENSAIO DE LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Max Serviços Ambientais

JAZIDA DE SOLO (JS 2)

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

	Cápsula	Nº	67	68	69	70		DATA:	SET.2023
1	Golpes	Nº	12	23	31	42			
2	Peso Bruto Úmido	g	19,80	21,00	18,9	18		OPERADOR:	RICARDO
3	Peso Bruto Seco	g	16,55	17,65	16,19	15,64			
4	Peso da Cápsula	g	6,27	6,35	6,39	6,52		CALCULISTA:	HUMBERTO
5	Peso da Agua	2 - 3	3,25	3,35	2,71	2,36			
6	Peso do Solo Seco	3 - 4	10,28	11,30	9,80	9,12		L L (%)	28,7
7	Umidade (%)	5/6 x 100	31,61	29,65	27,65	25,88			



L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

	Cápsula	Nº	99	100	101	102		DATA:	SET.2023	
1	Peso Bruto Úmido	g	8,55	8,5	8,62	8,33				
2	Peso Bruto Seco	g	8,14	8,12	8,28	7,95		OPERADOR:	Assis	
3	Peso da Cápsula	g	6,39	6,25	6,47	5,87				
4	Peso da Agua	1 - 2	0,41	0,38	0,34	0,38		CALCULISTA:	Afrânio	
5	Peso do Solo Seco	2 - 3	1,75	1,87	1,81	2,08				
6	Umidade (%)	4/5 x 100	23,43	20,32	18,78	18,27		L P (%)	20,2	
	Umidade Media (%)		20							

L I M I T E D E C O N T R A Ç Ã O

R E S U L T A D O S

	Cápsula	Nº						Limite de Liquidez(%)	28,7
2	Peso Especifico Real	g/cm³							
3	Peso Bruto Úmido	g						Limite de Plasticidade(%)	20,2
4	Peso Bruto Seco	g							
5	Peso da Cápsula	g						Indice de Plasticidade	8,5
6	Peso do Solo Seco	4 - 5							
7	Volume Solo Seco	cm³							
8	Limite de Contração %	6/7 x 100						Limite de Contração(%)	

Obra:		BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES			Camada:		-	
TRECHO:		AMOSTRA/ FURO :	Cidade:		Prof.:cm			
JAZIDA DE SOLO (JS 2)		1	Sen.Pompeu-Ce		0,10/2,40			
			Estaca:		Data:	Laboratorista:		
				SET./2019	Afrânio			
Método para determinação de limite de liquidez, limite de plasticidade e calculo de indice de plasticidade. NBR 6459; NBR 6457;NBR 7180.			LABORATORISTA			RESPONSÁVEL		

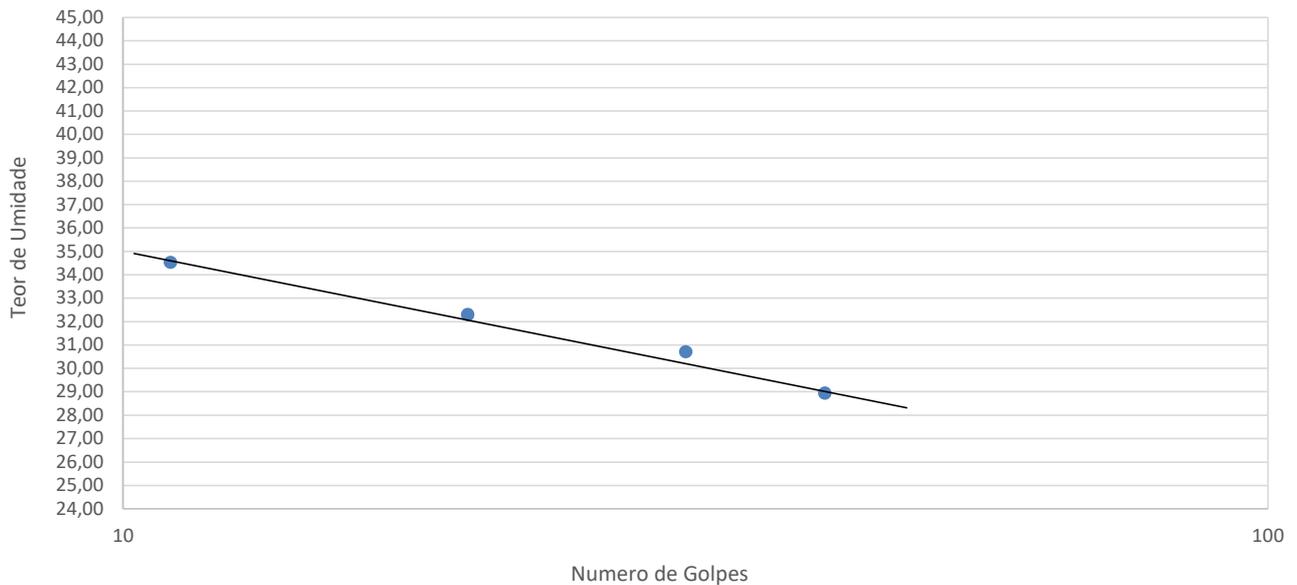
ENSAIO DE LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Max Serviços Ambientais

JAZIDA DE SOLO (JS 2)

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

	Cápsula	Nº	273	274	275	276		DATA:	SET.2023
1	Golpes	Nº	12	22	31	44			
2	Peso Bruto Úmido	g	20,10	21,30	19,2	18,28		OPERADOR:	
3	Peso Bruto Seco	g	16,55	17,65	16,19	15,64			
4	Peso da Cápsula	g	6,27	6,35	6,39	6,52		CALCULISTA:	
5	Peso da Agua	2 - 3	3,55	3,65	3,01	2,64			
6	Peso do Solo Seco	3 - 4	10,28	11,30	9,80	9,12		L L (%)	31,6
7	Umidade (%)	5/6 x 100	34,53	32,30	30,71	28,95			



L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

	Cápsula	Nº	277	278	279	280		DATA:	SET.2023	
1	Peso Bruto Úmido	g	8,62	8,58	8,67	8,40				
2	Peso Bruto Seco	g	8,15	8,15	8,28	7,95		OPERADOR:	Assis	
3	Peso da Cápsula	g	6,39	6,25	6,47	5,87				
4	Peso da Agua	1 - 2	0,47	0,43	0,39	0,45		CALCULISTA:	Afrânio	
5	Peso do Solo Seco	2 - 3	1,76	1,9	1,81	2,08				
6	Umidade (%)	4/5 x 100	26,70	22,63	21,55	21,63		L P (%)	23,1	
	Umidade Media (%)		23							

L I M I T E D E C O N T R A Ç Ã O

R E S U L T A D O S

	Cápsula	Nº						
2	Peso Especifico Real	g/cm³					Limite de Liquidez(%)	31,6
3	Peso Bruto Úmido	g					Limite de Plasticidade(%)	23,1
4	Peso Bruto Seco	g						
5	Peso da Cápsula	g					Indice de Plasticidade	8,5
6	Peso do Solo Seco	4 - 5						
7	Volume Solo Seco	cm³						
8	Limite de Contração %	6/7 x 100					Limite de Contração(%)	

Obra: BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES			Camada: -		
TRECHO:	AMOSTRA/ FURO :	Cidade:			Prof.:cm
JAZIDA DE SOLO (JS 2)	2	Sen. Pompeu-Ce			0,10/2,50m
		Estaca: 200	Data: SET./2023	Laboratorista: Afrânio	
Método para determinação de limite de liquidez, limite de plasticidade e calculo de indice de plasticidade. NBR 6459; NBR 6457;NBR 7180.			LABORATORISTA		RESPONSÁVEL

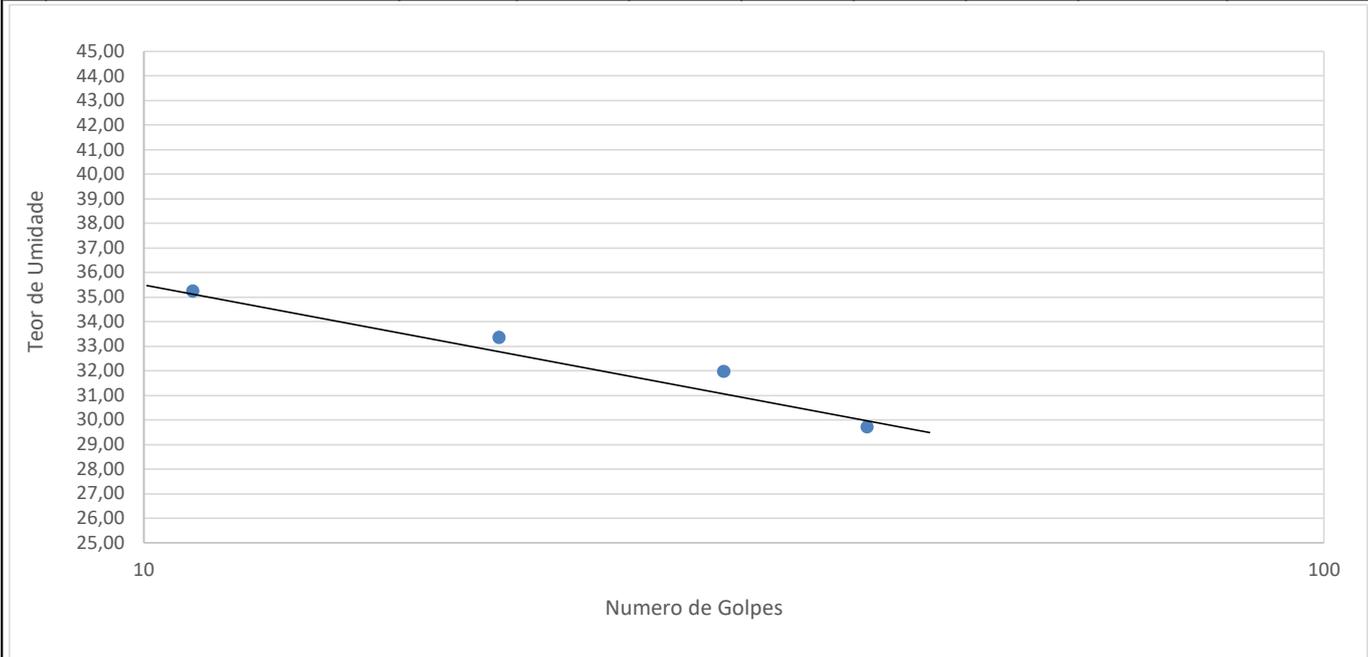
ENSAIO DE LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE

Max Serviços Ambientais

JAZIDA DE SOLO (JS 2)

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

Cápsula	Nº	145	146	147	148	DATA:	22/07/2019
1 Golpes	Nº	9	19	30	42	OPERADOR:	ASSIS
2 Peso Bruto Úmido	g	20,16	21,46	19,35	18,35		
3 Peso Bruto Seco	g	16,54	17,68	16,21	15,64	CALCULISTA:	AFRÂNIO
4 Peso da Cápsula	g	6,27	6,35	6,39	6,52		
5 Peso da Água	2 - 3	3,62	3,78	3,14	2,71	L L (%)	32,6
6 Peso do Solo Seco	3 - 4	10,27	11,33	9,82	9,12		
7 Umidade (%)	5/6 x 100	35,25	33,36	31,98	29,71		



L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

Cápsula	Nº	149	150	151	152	DATA:	SET./2023
1 Peso Bruto Úmido	g	8,62	8,55	8,7	8,40	OPERADOR:	ASSIS
2 Peso Bruto Seco	g	8,23	8,08	8,23	7,96		
3 Peso da Cápsula	g	6,39	6,25	6,47	5,87	CALCULISTA:	AFRÂNIO
4 Peso da Água	1 - 2	0,39	0,47	0,47	0,44		
5 Peso do Solo Seco	2 - 3	1,84	1,83	1,76	2,09	L P (%)	23,7
6 Umidade (%)	4/5 x 100	21,20	25,68	26,70	21,05		
Umidade Media (%)	24						

L I M I T E D E C O N T R A Ç Ã O

R E S U L T A D O S

Cápsula	Nº	149	150	151	152	Limite de Liquidez(%)	32,6
2 Peso Específico Real	g/cm ³					Limite de Plasticidade(%)	23,7
3 Peso Bruto Úmido	g						
4 Peso Bruto Seco	g					Índice de Plasticidade	8,9
5 Peso da Cápsula	g						
6 Peso do Solo Seco	4 - 5					Limite de Contração(%)	
7 Volume Solo Seco	cm ³						
8 Limite de Contração %	6/7 x 100						

Obra: BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES		Camada: -	
TRECHO:	AMOSTRA/ FURO:	Cidade:	Prof.:cm
JAZIDA DE SOLO (JS 2)	3	Sen. Pompeu-Ce	0,10/2,40
		Estaca:	Data: Laboratorista:
		-	SET./2019
Método para determinação de limite de liquidez, limite de plasticidade e calculo de indice de plasticidade. NBR 6459; NBR 6457; NBR 7180.		LABORATORISTA	RESPONSÁVEL
		AFRÂNIO	

ANEXO 3.3 – ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA DE SOLO (JS 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 6	PROF. 2,40 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO: JS 1)	LADO:	AMOSTRA: 3

RESULTADOS:

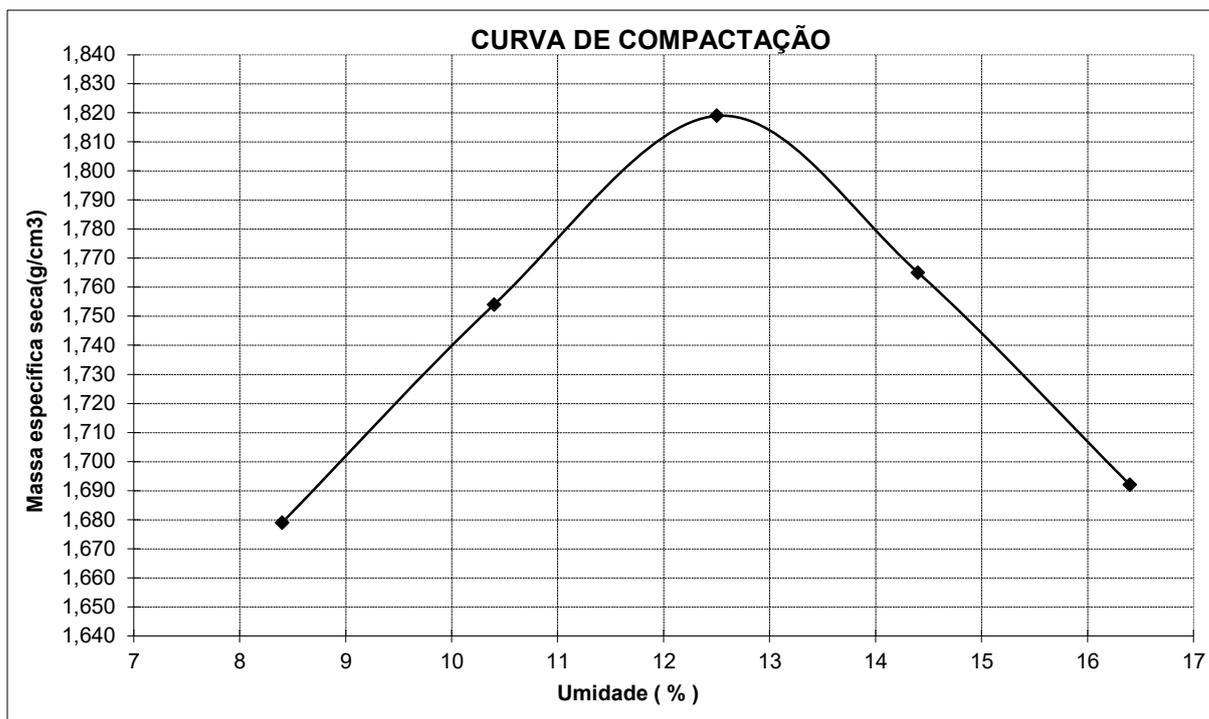
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: **1,819 g/cm³**

UMIDADE ÓTIMA: **12,5 %**

CILINDRO Nº: 2 VOLUME DO CILINDRO: 2214 cm³ PESO DO CILINDRO: 4050g

Nº DE GOLPE 12 PESO DA AMOSTRA: 6000 g

P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8078	8339	8580	8522	8410
PESO DA AMOSTRA (g)	4028	4289	4530	4472	4360
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,819	1,937	2,046	2,020	1,969
CÁPSULA No.	11	12	13	14	15
P. BRUTO ÚMIDO (g)	68,5	70,4	77,2	75,4	80,7
P. BRUTO SECO (g)	64,8	65,8	71,2	68,9	72,4
P. DA CÁPSULA (g)	19,7	22,5	23,0	23,6	21,5
ÁGUA (g)	3,8	4,5	6,0	6,5	8,3
SOLO (g)	45,1	43,3	48,2	45,3	50,9
UMIDADE (%)	8,4	10,4	12,5	14,4	16,4
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,679	1,754	1,819	1,765	1,692



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 1)	DATA: SET/2023
	Max Serviços Ambientais	FOLHA: 02

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 5	PROF. 2,50 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)		AMOSTRA: 4

RESULTADOS:

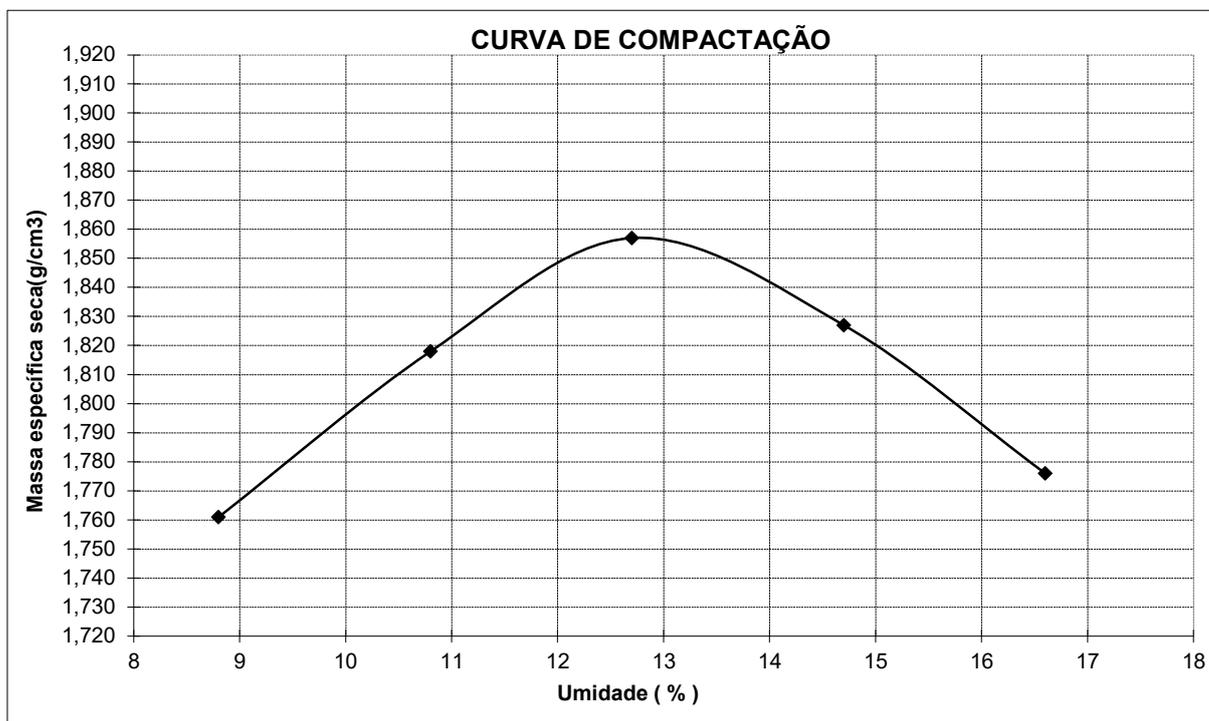
MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,857 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 12,7 %

CILINDRO Nº: 1 VOLUME DO CILINDRO: 2300 cm³ PESO DO CILINDRO: 4200g

Nº DE GOLPE 12 PESO DA AMOSTRA: 6000 g

P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8605	8832	9015	9018	8962
PESO DA AMOSTRA (g)	4405	4632	4815	4818	4762
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,915	2,014	2,093	2,095	2,070
CÁPSULA No.	11	12	13	14	15
P.BRUTO ÚMIDO (g)	65,5	71,7	76,2	74,6	76,6
P. BRUTO SECO (g)	61,2	66,1	69,2	66,8	67,7
P.DA CÁPSULA (g)	12,6	14,0	13,6	13,5	13,4
ÁGUA (g)	4,3	5,6	7,1	7,8	9,0
SOLO (g)	48,7	52,1	55,6	53,3	54,3
UMIDADE (%)	8,8	10,8	12,7	14,7	16,6
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,761	1,818	1,857	1,827	1,776



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	DATA: SET/2023
	<i>Mx Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 01

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 8	PROF. 2,50m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 6

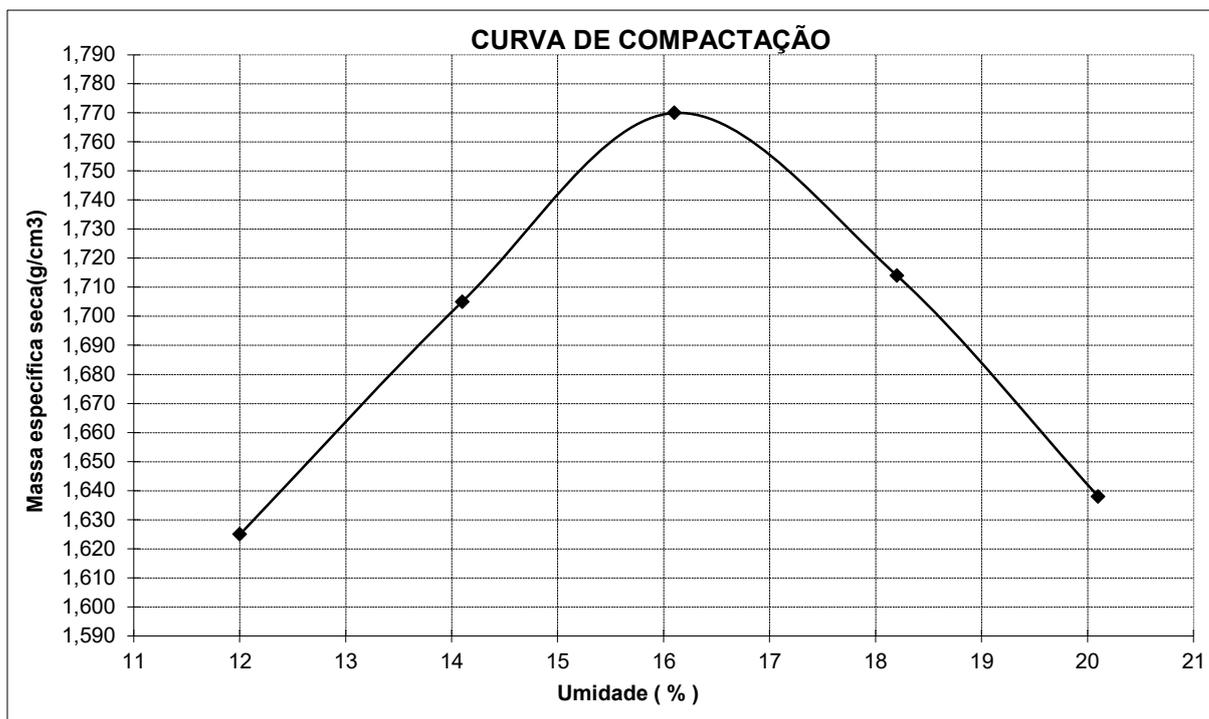
RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,770 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 16,1 %

CILINDRO Nº: 2 VOLUME DO CILINDRO: 2214 cm³ PESO DO CILINDRO: 4050g
 Nº DE GOLPE 12 PESO DA AMOSTRA: 6000 g

P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8080	8355	8600	8535	8405
PESO DA AMOSTRA (g)	4030	4305	4550	4485	4355
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,820	1,944	2,055	2,026	1,967
CÁPSULA No.	11	12	13	14	15
P. BRUTO ÚMIDO (g)	50,2	52,9	55,3	59,4	65,5
P. BRUTO SECO (g)	46,8	48,8	50,7	53,3	57,9
P. DA CÁPSULA (g)	18,7	19,4	22,2	19,7	19,9
ÁGUA (g)	3,4	4,1	4,6	6,1	7,6
SOLO (g)	28,1	29,4	28,5	33,6	38,0
UMIDADE (%)	12,0	14,1	16,1	18,2	20,1
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,625	1,705	1,770	1,714	1,638



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	DATA: SET/2023
	Max Serviços Ambientais	FOLHA: 03

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 07	PROF. 2,50 m
LOCAL: JAZIDA DE SOLO (JS 2)	LADO:	AMOSTRA: 5

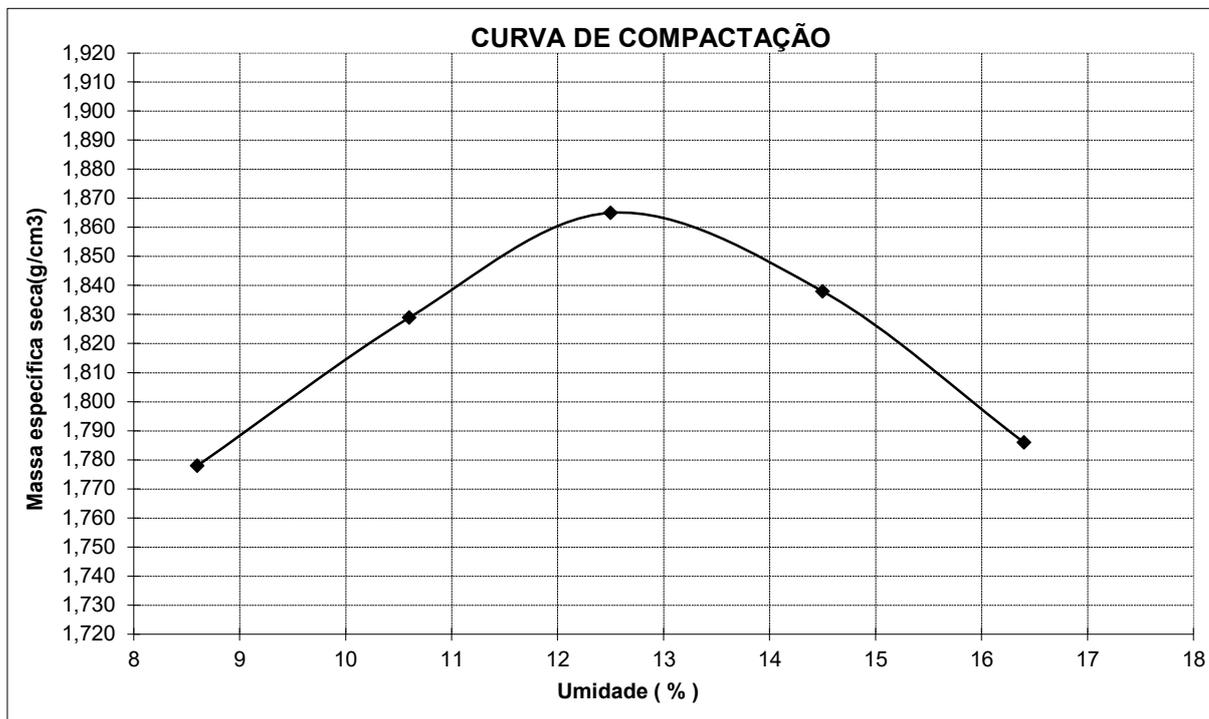
RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,865 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 12,5 %

CILINDRO Nº: 1	VOLUME DO CILINDRO: 2300 cm ³	PESO DO CILINDRO: 4200g
Nº DE GOLPE 12	PESO DA AMOSTRA: 6000 g	

P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8640	8850	9027	9040	8980
PESO DA AMOSTRA (g)	4440	4650	4827	4840	4780
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,930	2,022	2,099	2,104	2,078
CÁPSULA No.	11	12	13	14	15
P. BRUTO ÚMIDO (g)	78,1	76,5	82,4	84,1	87,3
P. BRUTO SECO (g)	73,0	70,6	75,0	75,2	77,0
P. DA CÁPSULA (g)	13,2	14,8	15,6	13,3	13,8
ÁGUA (g)	5,1	5,9	7,4	9,0	10,3
SOLO (g)	59,8	55,8	59,4	61,9	63,2
UMIDADE (%)	8,6	10,6	12,5	14,5	16,4
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,778	1,829	1,865	1,838	1,786



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA SOLO (JS 2)	DATA: SET/2023
	Max Serviços Ambientais	FOLHA: 01

ANEXO 3.4 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE DO SOLO COM CARGA VARIÁVEL

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

JAZIDA DE SOLO (JS 2)

PROJETISTA: MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES

MUNICÍPIO: SENADOR POMPEU/QUIXERAMOBIM - CEARÁ

γ_s - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
 h - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
 h_o - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
 h_f - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
 t - TEMPO DECORRIDO DO ENSAIO
 a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
 A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
 L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA
 γ_{SM} - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
 h_{ot} - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
 T - TEMPERATURA DO ENSAIO
 Fc - FATOR DE CORREÇÃO

	g/cm ³
	%
144	cm
121	cm
	s
5,620	cm ²
181,46	cm ²
4,60	cm
	g/cm ³
	%
29	°C
0,811	

JAZIDA (JS 2) FURO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h _o (cm)	h _f (cm)	t (seg)	K (cm/s)
JS 2-Amostra 1	4,60	1,806	12,9	29	157	121,0	360	5,3E-07
JS 2-Amostra 2	4,60	1,868	13,1	29		121,0	360	5,1E-07

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_o}{h_f}$$

ANEXO 3.6 – ENSAIOS DE GRANULOMETRIA DA AREIA

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE AREIA (JA 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: 03

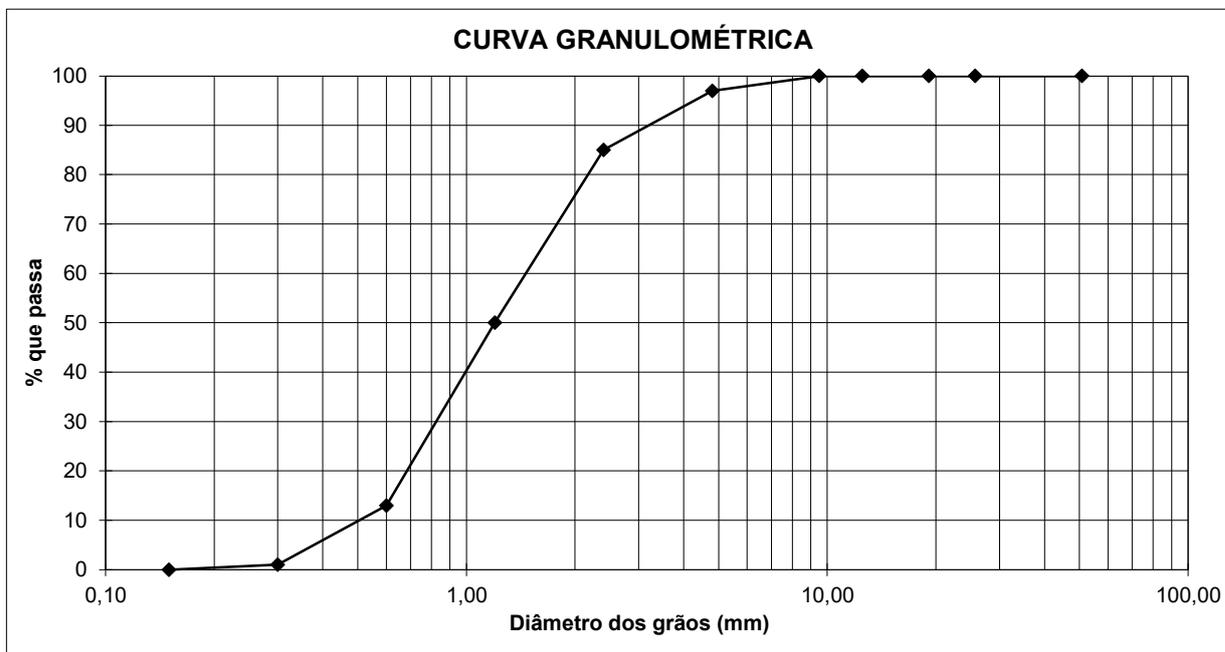
PROF. 1,20m

LOCAL: JAZIDA DE AREIA(JA 1) (RIO BANABUIÚ)

AMOSTRA: 1

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
	2"	50,80	0,00	1000	100	PÊSO TOTAL DA AMOSTRA (g) 1000
	1"	25,70	0,00	1000	100	
	3/4"	19,10	0,00	1000	100	
	1/2"	12,50	0,00	1000	100	
	3/8"	9,50	4,49	996	100	
	Nº 4	4,80	29,52	966	97	
	Nº 8	2,40	119,97	846	85	
	Nº 16	1,20	348,24	498	50	
	Nº 30	0,60	364,06	134	13	
	Nº 50	0,30	125,20	9	1	
	Nº 100	0,15	6,51	2	0	
	FUNDO	FUNDO	2,01	0	0	

DIÂMETRO MÁXIMO 4,8mm



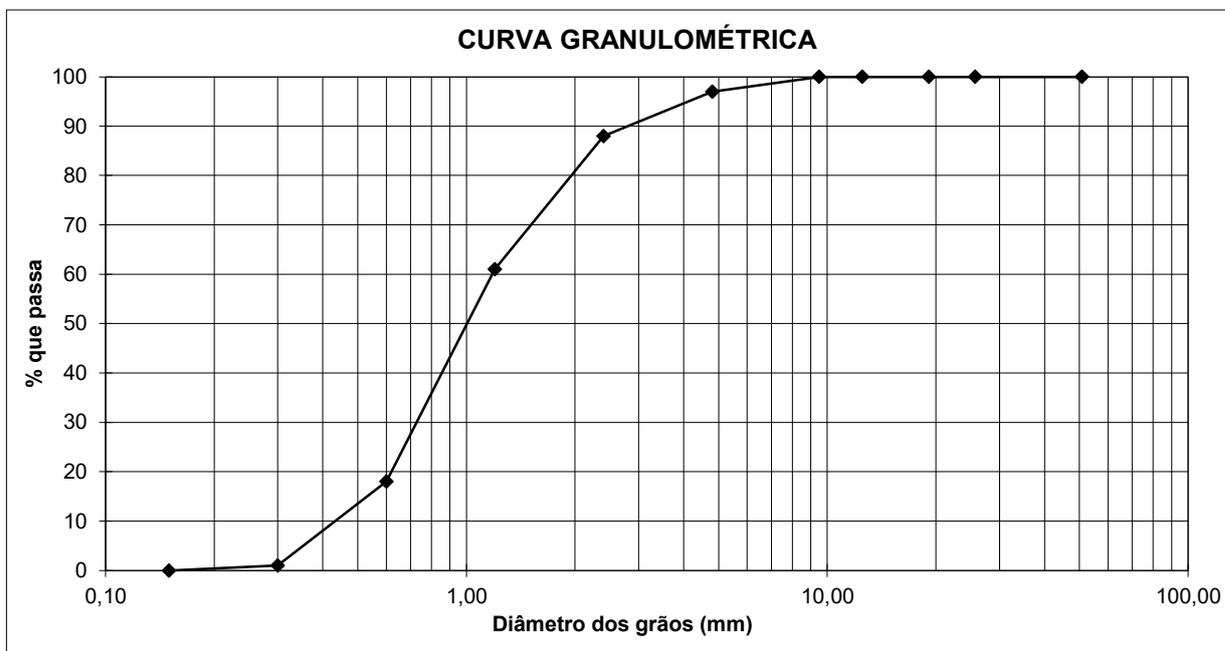
PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE AREIA 1 (RIO BANABUIÚ)	DATA: SET/2023
	<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 02

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE AREIA (JA 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	FURO: 8	PROF. 1,10m
LOCAL: JAZIDA DE AREIA (JA 1) - RIO BANABIÚ		AMOSTRA: 5

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
	2"	50,80	0,00	1000	100	PÊSO TOTAL DA AMOSTRA (g) 1000
	1"	25,70	0,00	1000	100	
	3/4"	19,10	0,00	1000	100	
	1/2"	12,50	0,00	1000	100	
	3/8"	9,50	0,00	1000	100	
	Nº 4	4,80	32,89	967	97	
	Nº 8	2,40	85,34	882	88	
	Nº 16	1,20	270,23	612	61	
	Nº 30	0,60	427,74	184	18	
	Nº 50	0,30	171,91	12	1	
	Nº 100	0,15	9,67	2	0	
	FUNDO	FUNDO	2,22	0	0	

DIÂMETRO MÁXIMO 4,8mm



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: JAZIDA DE AREIA (JA 1) RIO BANABIÚ	DATA: SET/2023
	<i>Max Serviços Ambientais</i>	FOLHA: 03

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE AREIA (JA 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: 10

PROF. 1,20m

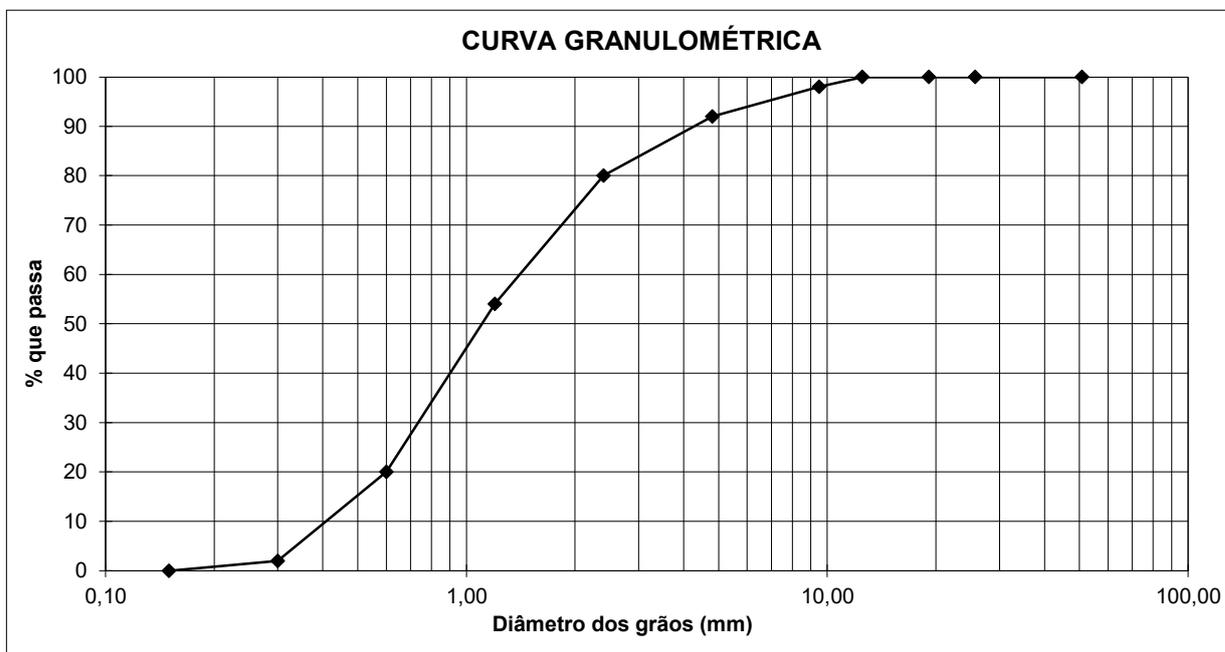
LOCAL: JAZIDA DE AREIA 1 (RIO BANABUIÚ)

AMOSTRA: 6

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
	2"	50,80	0,00	1000	100	PÊSO TOTAL DA AMOSTRA (g) 1000
	1"	25,70	0,00	1000	100	
	3/4"	19,10	0,00	1000	100	
	1/2"	12,50	0,00	1000	100	
	3/8"	9,50	19,22	981	98	
	Nº 4	4,80	58,25	923	92	
	Nº 8	2,40	125,26	798	80	
	Nº 16	1,20	255,97	542	54	
	Nº 30	0,60	341,50	201	20	
	Nº 50	0,30	182,53	18	2	
	Nº 100	0,15	14,78	3	0	
	FUNDO	FUNDO	2,49	1	0	

DIÂMETRO MÁXIMO

9,5mm



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
SRH**

LOCAL: **JAZIDA DE AREIA (JA 1)
RIO BANABUIÚ**

DATA:
SET/2023

Max Serviços Ambientais

FOLHA:
04

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA DE AREIA (JA 1)

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA

FURO: 04

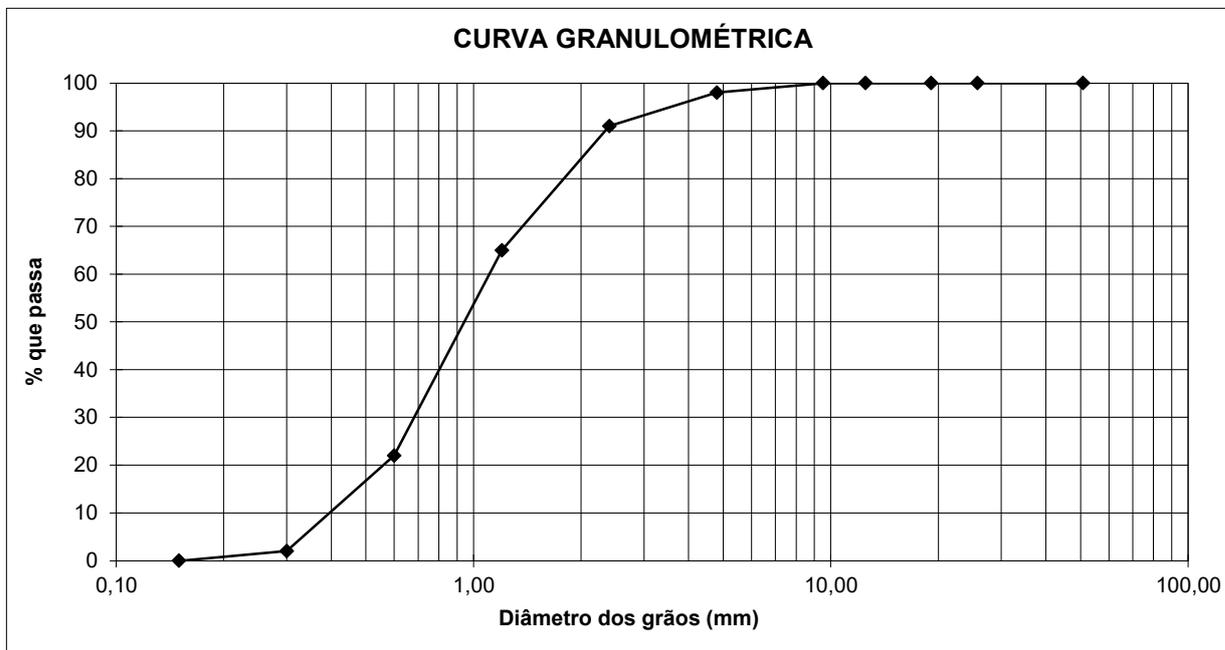
PROF. 1,20m

LOCAL: JAZIDA DE AREIA (JA 1) (RIO BANABUIÚ)

AMOSTRA: 2

GRANULOMETRIA	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES: PÊSO TOTAL DA AMOSTRA (g) 1000
	POLEGADAS	mm				
	2"	50,80	0,00	1000	100	
	1"	25,70	0,00	1000	100	
	3/4"	19,10	0,00	1000	100	
	1/2"	12,50	0,00	1000	100	
	3/8"	9,50	0,00	1000	100	
	Nº 4	4,80	21,39	979	98	
	Nº 8	2,40	66,49	913	91	
	Nº 16	1,20	266,66	646	65	
	Nº 30	0,60	428,60	217	22	
	Nº 50	0,30	201,65	15	2	
	Nº 100	0,15	12,83	2	0	
	FUNDO	FUNDO	2,38	0	0	

DIÂMETRO MÁXIMO 4,8mm



PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA

GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
SRH

LOCAL: JAZIDA DE AREA (JA 1)
(RIO BANABUIÚ)

DATA:
SET/2023

Max Serviços Ambientais

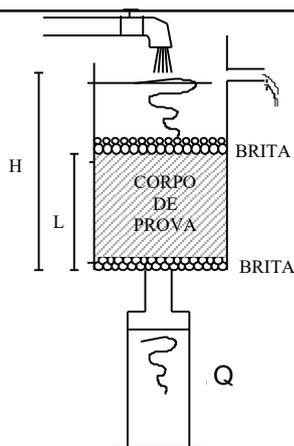
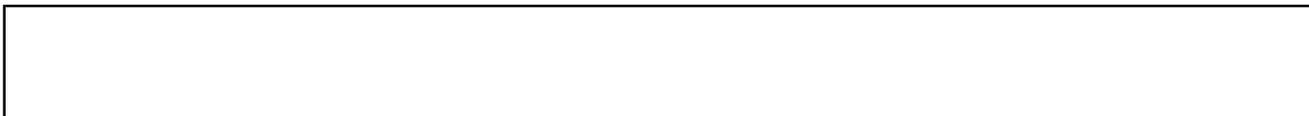
FOLHA:
01

ANEXO 3.7 – ENSAIOS DE PERMEABILIDADE DA AREIA COM CARGA CONSTANTE

ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

JAZIDA DE AREIA (JA 1) - RIO BANABUIÚ

BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES - SENADOR POMPEU/QUIXERAMOBIM - CEARÁ



- 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
- F_c - FATOR DE CORREÇÃO

cm/s
cm ³
cm
cm ²
cm
s
28,00
0,828

°C

AMOSTRA N°	ALTURA DO CP	ÁREA DO CP	CARGA HIDRÁULICA	Q (cm ³)	t (s)	K (cm/s)
1	5,57	181	170	10.000	205	7,3E-03
2	6,01	181	170	10.000	232	7,0E-03
3	6,07	181	170	10.000	242	6,7E-03
4	6,51	181	170	10.000	253	6,9E-03

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

ANEXO 3.8 – ENSAIOS LOS ANGELIS

ENSAIO LOS ANGELES

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES	FURO: -	PROF. -
LOCAL: PEDREIRA: 01	LADO: -	AMOSTRA: 02

MUNICÍPIO: SENADOR POMPEU/QUIXERAMOBIM-CEARÁ

PENEIRAS		FRAÇÕES DA AMOSTRA (g)			
PASSANDO (mm)	RETIDO (mm)	GRADUAÇÃO A	GRADUAÇÃO B	GRADUAÇÃO C	GRADUAÇÃO D
38,0	25,0	1.250 ± 25			
25,0	19,1	1.250 ± 25			
19,1	12,5	1.250 ± 25	2.500 ± 50		
12,5	9,5	1.250 ± 25	2.500 ± 50		
				2.500 ± 50	
				2.500 ± 50	
					5.000 ± 100
PESO TOTAL DA AMOSTRA A ENSAIAR (g)		5.000 ± 100	5.000 ± 100	5.000 ± 100	5.000 ± 100

MATERIAL: GNAISSE
 GRADUAÇÃO DA AMOSTRA: A
 NÚMEROS DE ESFERAS: 12

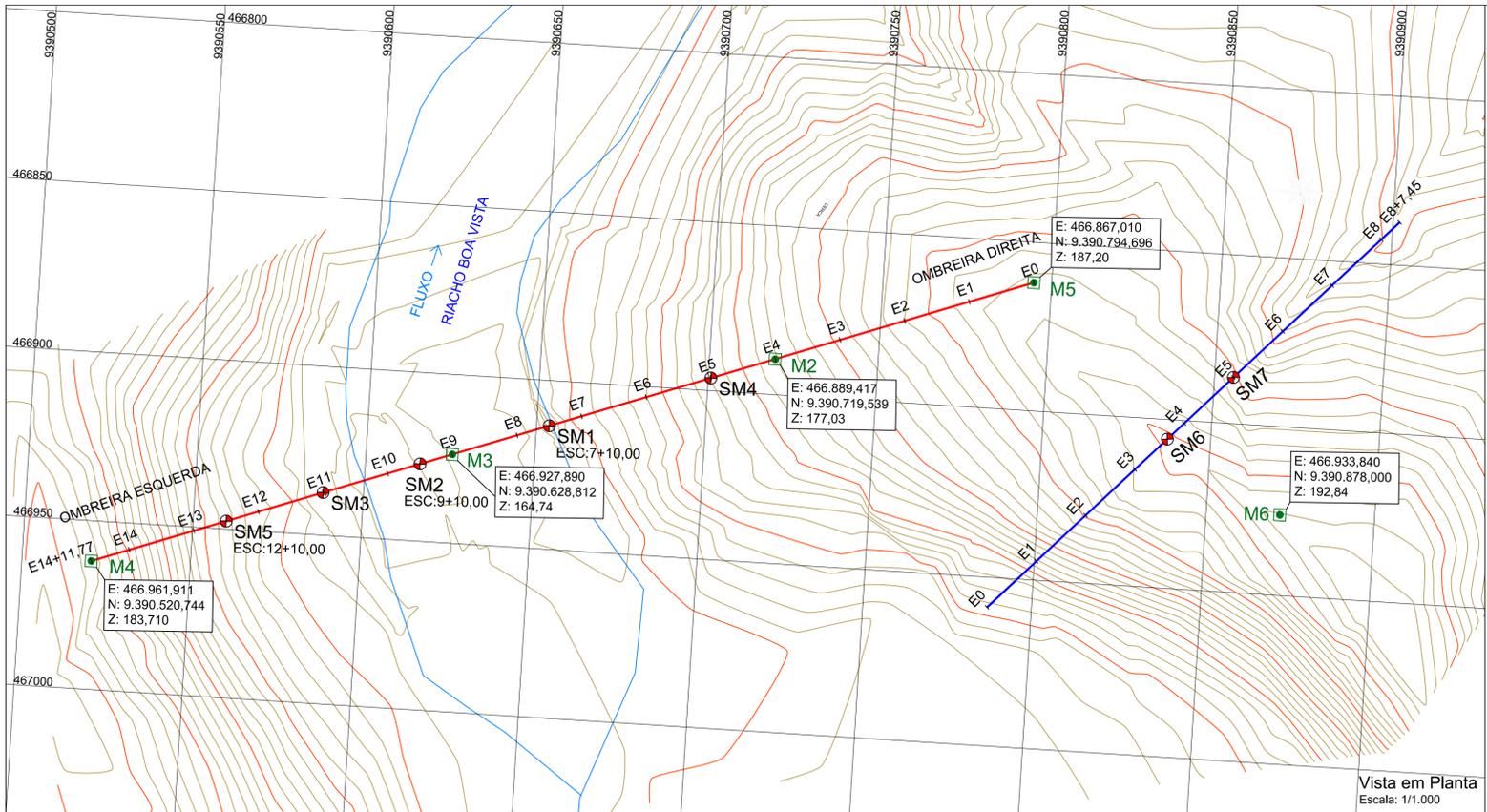
APÓS O ENSAIO	
MATERIAL RETIDO NA # Nº 12,5	1.250,00
MATERIAL PASSANTE NA # Nº 12,5	3.750,00

$$\text{LOS ANGELES} = \frac{5.000,00 - 3.750,00}{5.000,00} \times 100$$

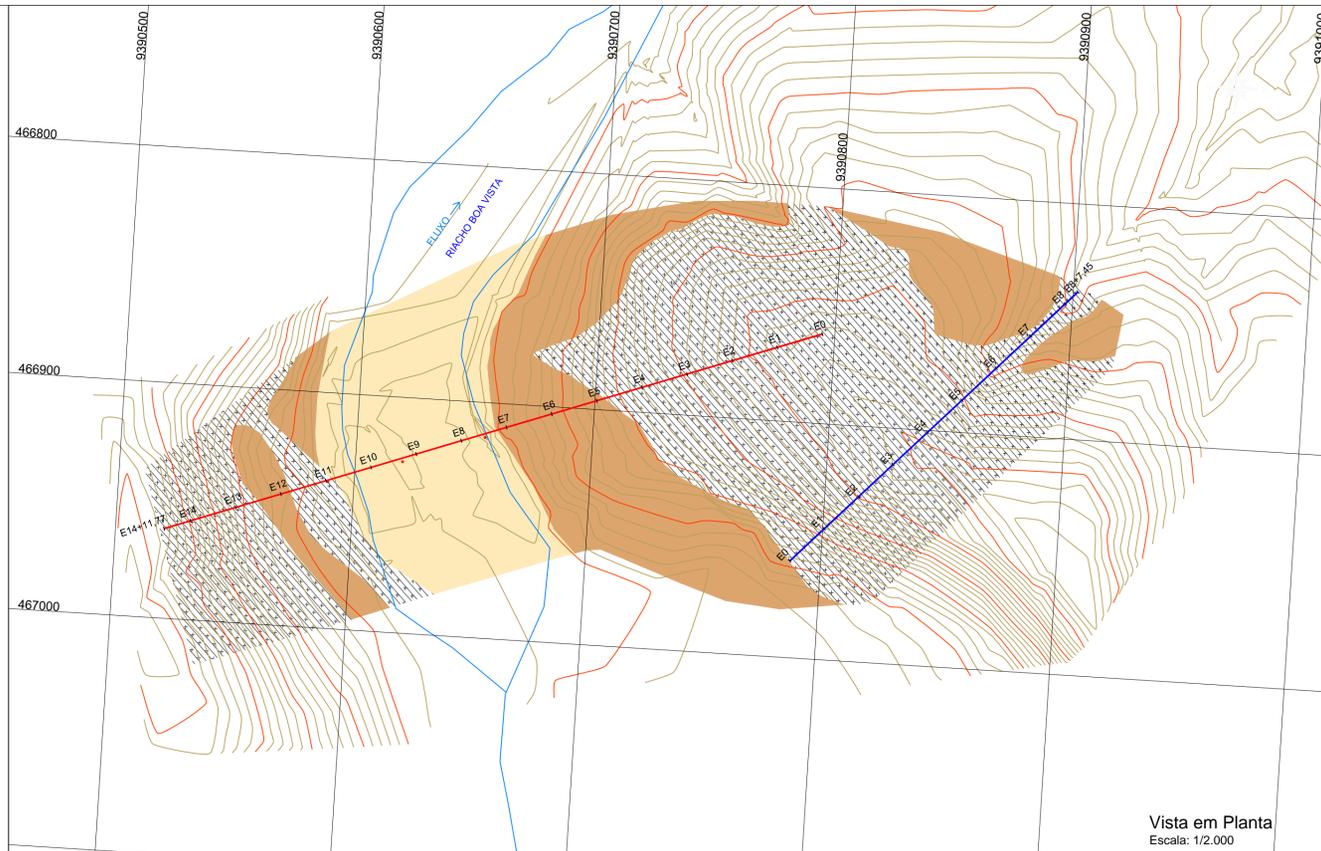
LOS ANGELES = 25,00%

PROJETO: BARRAGEM BOA VISTA	ENSAIOS LOS ANGELES	
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS SRH	LOCAL: PEDREIRA 01	DATA: SET./2023
	MAX SERVIÇOS AMBIENTAIS	FOLHA: 01

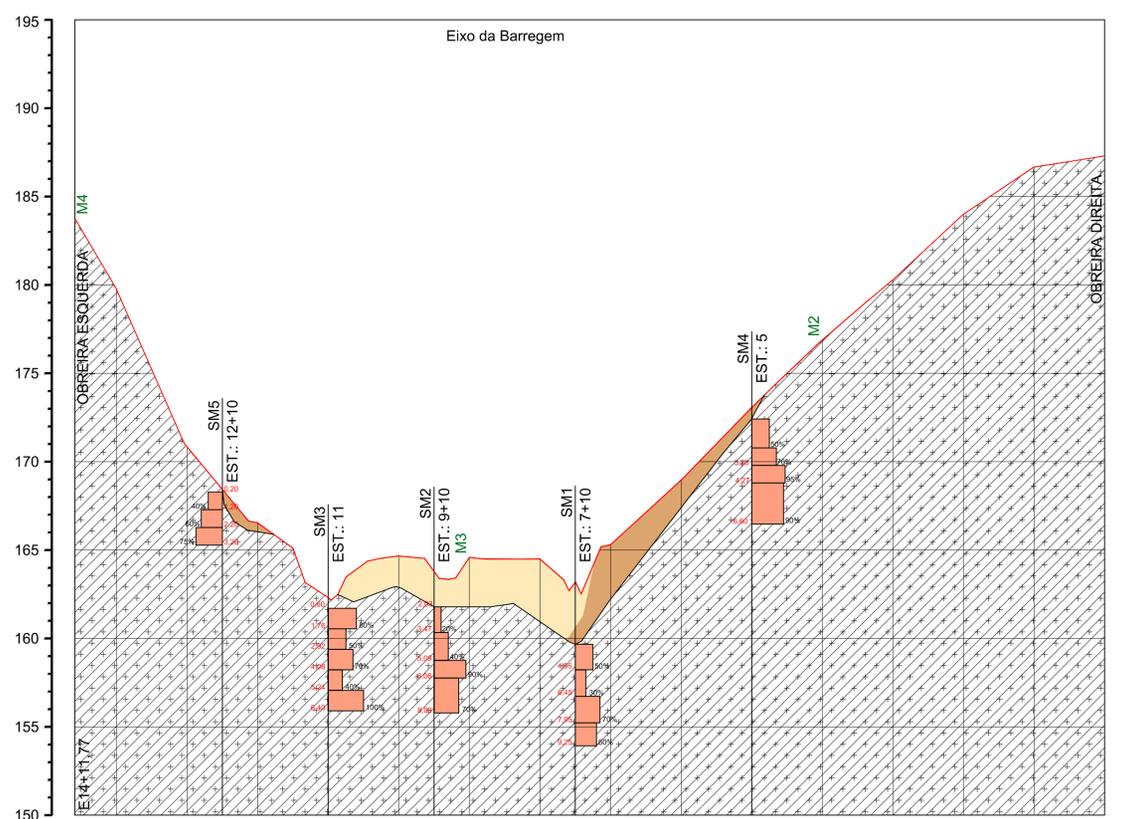
ANEXO 4 – DESENHOS



Vista em Planta
Escala: 1/1.000

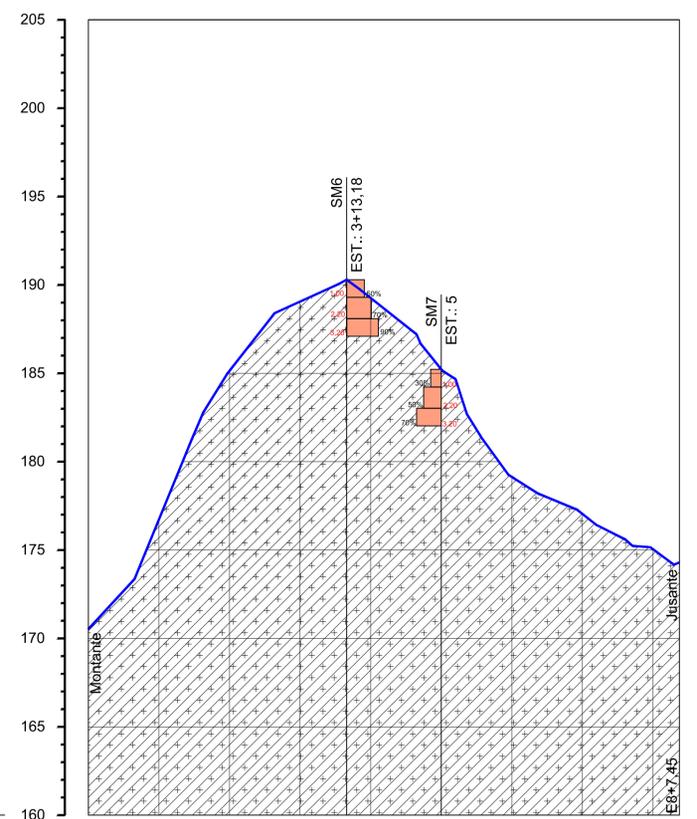


Vista em Planta
Escala: 1/2.000



Estaca	E14	E13	E12	E11	E10	E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0															
Cota do Terreno	271,77	183,66	280	179,76	240	166,54	220	162,31	200	164,67	180	164,59	160	164,49	140	165,31	120	168,96	100	173,07	80	176,88	60	180,29	40	184,00	20	186,67	0	187,29
Distância Acumulada	271,77	183,66	280	179,76	240	166,54	220	162,31	200	164,67	180	164,59	160	164,49	140	165,31	120	168,96	100	173,07	80	176,88	60	180,29	40	184,00	20	186,67	0	187,29

Perfil Longitudinal
Escala: V=1/200
H=1/1.000



Estaca	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Cota do Terreno	170,52	176,73	185,14	189,06	189,26	185,22	179,13	177,04	175,05
Distância Acumulada	0	20	40	60	80	100	120	140	160

Perfil Longitudinal
Escala: V=1/200
H=1/1.000

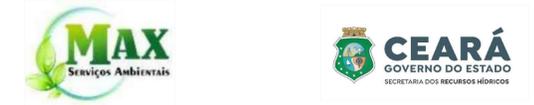
LEGENDA

- Curva de Nível
- Hidrografia
- Eixo da Barragem
- Eixo Transversal do Vertedouro
- Eixo Longitudinal do Vertedouro
- MO Marcos Topográfico
- SM0 Marco Base

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- AREIA FINA SILTOSA COM FRAGMENTOS DE ROCHA ESBRANQUIÇADO (ALTERAÇÃO DE ROCHA)
- SILTE ARGILOSO, ÀS VEZES COM PEDREGULHO
- ROCHA TIPO GNAISSE MACIÇO, RESISTENTE GRANULOMETRIA MÉDIA E COLORAÇÃO CINZA CLARO

SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM - DATUM SIRGAS 2000 - ZONA 24S



ESTUDOS BÁSICOS, ESTUDO E CONCEPÇÃO, ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL-EVA, PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL E DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES (MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU E QUIXERAMOBIM)

CONTEÚDO:	LOCAL:
PLANTA DE SONDÁGENS DA BARRAGEM E VERTEDOIRO	DISTRITO ENCANTADO
	DATA: Dezembro/2023
	ESCALA: INDICADA
DESENHISTA: Glauter Magalhães Coutinho	PRANCHAL: 1
	ARQUIVO: 1-BVP-GEO-P-SON-BAR-VER



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS
ESC: 1/10.000

LEGENDA

- EIXO DA BARRAGEM
- EIXO DO VERTEDOURO
- ÁREA DE JAZIDAS
- ESTRADA DE ACESSO
- F1 FUROS DE SONDAGEM
- JAZIDAS DE SOLO
- JAZIDAS DE PEDRA
- JAZIDAS DE AREIA

Jazida de Solo JS 1	
Proprietário	Lindomar dos Santos
Área Estudada (m²)	45000,00
Nº de Furos (Un)	9
Espessura Média do Expurgo (m)	0,10
Espessura Média do Solo (m)	2,30
Volume do Material Utilizável (m³)	103500,00
Volume do Expurgo (m³)	4500,00
Distância do Eixo da Barragem (Km)	7,05
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³)	1,941
Umidade Ótima (%)	11
Índice de Plasticidade (IP)%	9
Coefficiente de Plasticidade (k) cm/min	5,6E-05
Coesão (Kpa)	13,00
Ângulo de Atrito (°)	29,5

Jazida de Solo JS 2	
Proprietário	Raimundo Nonato Nogueira
Área Estudada (m²)	55000,00
Nº de Furos (Un)	9
Espessura Média do Expurgo (m)	0,10
Espessura Média do Solo (m)	2,50
Volume do Material Utilizável (m³)	137500,00
Volume do Expurgo (m³)	5500,00
Distância do Eixo da Barragem (Km)	7,05
Massa Específica Aparente Seca (g/cm³)	1,943
Umidade Ótima (%)	9,6
Índice de Plasticidade (IP)%	7,5
Coefficiente de Plasticidade (k) cm/min	6,7E-05

Resumo dos Volumes das Jazidas de Solo		
Local	Volume (m³)	
	Utilizável	Expurgo
Jazida de Solo (JS 1)	103500,00	4500,00
Jazida de Solo (JS 2)	137500,00	5500,00
Volume Total (m³)	241000,00	10000,00

Nota:
O Material rochoso destinado às obras de drenagem e proteção (Rock Fill, Rip Rap e proteção de talude) serão provenientes das escavações obrigatórias do vertedouro e escavações complementares, caso sejam necessários. Vale ressaltar que o material rochoso observado "in loco" não serve para fabricação de brita, devido a laminação da rocha. Portanto, o fornecimento de brita para concreto deverá ter seu fornecimento adquirido.

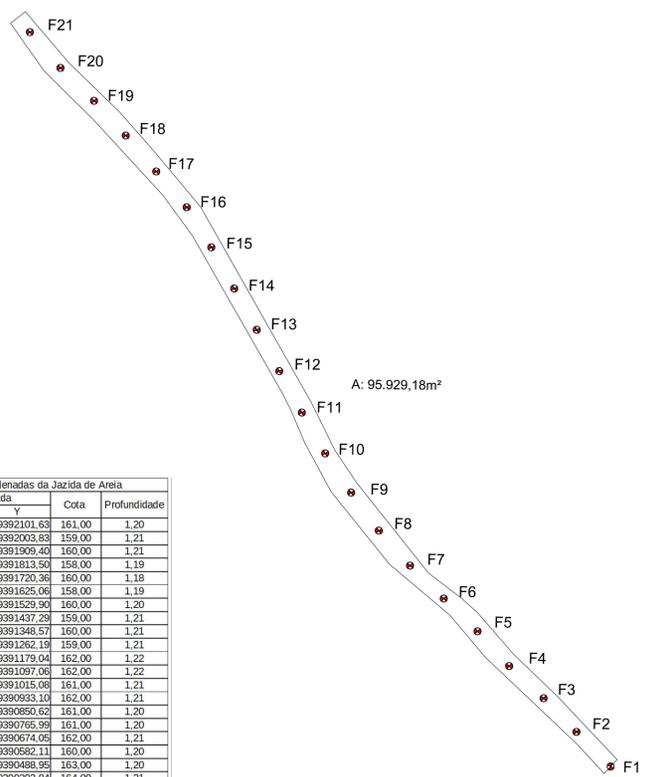
SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM - DATUM SIRGAS 2000 - ZONA 24S



ESTUDOS CARTOGRÁFICO PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM BOA VISTA DOS PARENTES (MUNICÍPIO DE SENADOR POMPEU E QUIXERAMOBIM)

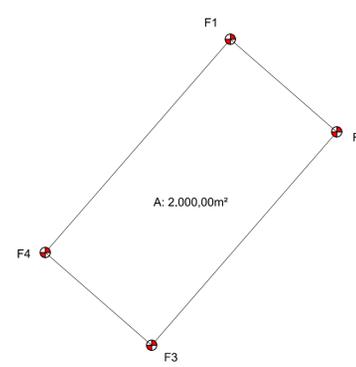
CONTEÚDO:	LOCAL: DISTRITO ENCANTADO
	DATA: Dezembro/2023
	ESCALA: INDICADA
	PRANCHA: 2
	ARQUIVO: 2-BVP-GEOT-LOC-JAZ

JAZIDA DE AREIA
ESC: 1/7.500



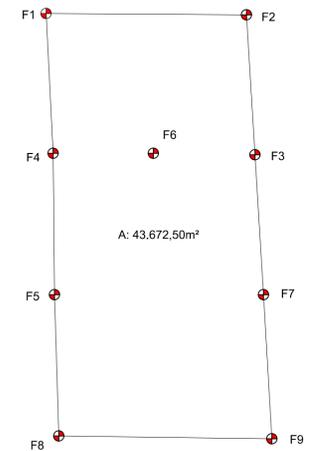
Quadro de Coordenadas da Jazida de Areia				
Furo	Coordenada		Cota	Profundidade
	X	Y		
F1	466235,43	9392101,63	161,00	1,20
F2	466201,88	9392003,83	159,00	1,21
F3	466168,96	9391909,40	160,00	1,21
F4	466140,62	9391813,50	158,00	1,19
F5	466104,32	9391720,36	160,00	1,18
F6	466074,15	9391625,06	158,00	1,19
F7	466043,40	9391529,90	160,00	1,20
F8	466006,55	9391437,29	159,00	1,21
F9	465960,41	9391348,57	160,00	1,21
F10	465910,19	9391262,19	159,00	1,21
F11	465854,69	9391179,04	162,00	1,22
F12	465797,43	9391097,06	162,00	1,22
F13	465740,16	9391015,06	161,00	1,21
F14	465682,89	9390933,10	162,00	1,21
F15	465626,37	9390850,62	161,00	1,20
F16	465573,49	9390765,99	161,00	1,20
F17	465534,15	9390674,05	162,00	1,21
F18	465494,81	9390582,11	160,00	1,20
F19	465458,75	9390490,95	163,00	1,20
F20	465427,90	9390393,84	164,00	1,21
F21	465388,93	9390301,75	164,00	1,19
Profundidade Média			1,20	

JAZIDA DE PEDRA
ESC: 1/2.500



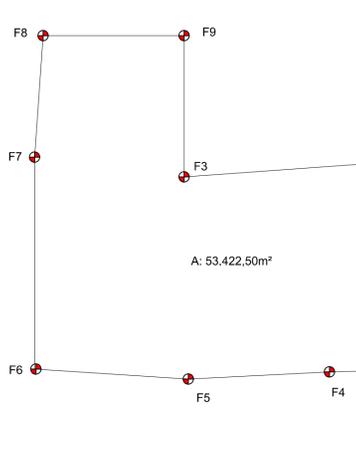
Quadro de Coordenadas da Jazida de Pedra				
Furo	Coordenada		Cota	Profundidade
	X	Y		
F1	467024,05	9391074,79	177,92	1,70
F2	467099,53	9391099,19	197,15	1,90
F3	466968,32	9390958,24	175,85	1,60
F4	466892,85	9390923,85	184,75	1,70
Profundidade Média			1,72	

JAZIDA 1
ESC: 1/2.500



Quadro de Coordenadas da Jazida 1				
Furo	Coordenada		Cota	Profundidade
	X	Y		
F1	471946,00	9391502,00	256,00	2,00
F2	472088,00	9391501,00	255,00	2,00
F3	472094,00	9391402,00	255,00	2,40
F4	471951,00	9391403,00	254,00	2,40
F5	471952,00	9391303,00	253,00	2,50
F6	472022,00	9391403,00	253,00	2,50
F7	472100,00	9391303,00	252,00	2,40
F8	471955,00	9391203,00	251,00	2,30
F9	472106,00	9391201,00	251,00	2,30
Profundidade Média			2,31	

JAZIDA 2
ESC: 1/2.500



Quadro de Coordenadas da Jazida 2				
Furo	Coordenada		Cota	Profundidade
	X	Y		
F1	471908,00	9391485,00	252,00	2,50
F2	471908,00	9391335,00	252,00	2,50
F3	471714,00	9391471,00	251,00	2,60
F4	471817,00	9391335,00	250,00	2,40
F5	471717,00	9391328,00	251,00	2,50
F6	471608,00	9391335,00	250,00	2,50
F7	471608,00	9391485,00	250,00	2,40
F8	471614,00	9391571,00	251,00	2,50
F9	471714,00	9391571,00	250,00	2,40
Profundidade Média			2,48	