

BARRAGEM JUCÁ

MÓDULO II – ESTUDOS BÁSICOS, ANTEPROJETOS E AVALIAÇÕES

VOLUME I – ESTUDOS BÁSICOS

TOMO 4 – ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

EDITADO EM MARÇO DE 2006

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	5
1 – INTRODUÇÃO	9
2 – GEOLOGIA	11
2.1 – GEOLOGIA REGIONAL	11
2.2 – GEOLOGIA LOCAL	13
3 – GEOTECNIA	19
3.1 – GENERALIDADES	19
3.2 – DESCRIÇÃO DAS SONDAGENS EXECUTADAS	19
3.2.1 – Sondagens a Pá e Picareta	19
3.2.2 – Sondagens a Percussão	20
3.2.3 – Sondagens Mistas	21
3.3 – ENSAIOS IN SITU	23
3.3.1 – Ensaios de Permeabilidade Com Carga Constante	23
3.3.2 – Ensaios de Perda d`Água Específica	23
3.4 – PESQUISA DE JAZIDAS	24
3.4.1 – Generalidades	24
3.4.2 – Jazidas de Solo (Empréstimos 1, 2, 3, 4, 5 e 6)	25
3.4.3 – Jazidas de Areia (AREAL 1)	28
3.4.4 – Pedreira (P1)	28
3.5 – ENSAIOS DE LABORATÓRIO	29

ANEXOS:

ANEXO A – ENSAIOS DE LABORATÓRIO

ANEXO B – SONDAgens

ANEXO C – DESENHOS

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O consórcio KL - Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A, no âmbito do contrato Nº11/PROGERIRH/CE/SRH/2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH tem por finalidade a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais, Econômicas, Eias - Rimas, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica referentes às Barragens: Mamoeiro, Riacho do Meio, Melancia, Jucá e Jatobá e Adutoras de Antonina do Norte, Granjeiro, Croatá e Ipueiras.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são apresentados na seqüência:

Módulo I: Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I: Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Adutoras

Módulo II: Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojetos

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Detalhamento do Projeto Executivo das Barragens

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final de Reassentamento

Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – Investigações Geotécnicas

VOLUME II: Anteprojeto

VOLUME III: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo

TOMO 2 – Memória de Cálculo

TOMO 3 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório que trata da **Barragem Jucá**, aqui nomeado como Volume I – Estudos Básicos, Tomo 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos, é parte integrante do Módulo II – Estudos Básicos, Anteprojeto e Avaliações.

1 – INTRODUÇÃO

As investigações executadas para caracterização geológico-geotécnica da região das obras, foram divididas em duas fases, a saber: estudos geológicos de superfície e investigações geotécnicas de subsuperfície.

Os estudos geológicos de superfície constaram do mapeamento geológico do sítio barrável, área do sangradouro e estudos de reconhecimento superficial dos materiais a serem utilizados na construção da barragem e estruturas adjacentes.

As sondagens de subsuperfície efetuadas ao longo do sítio barrável, área do sangradouro e jazidas de materiais terrosos e arenosos consistiram na Abertura de Poços de Inspeção a Pá e Picareta (SPP), Sondagens a Percussão (SP), Sondagens Mistas (SM) e Sondagens Rotativas (SR) com ensaios “in situ” do tipo Perda d’água Específica e Permeabilidade com carga constante (LE FRANC).

É interessante ressaltar que, quando da execução das investigações geotécnicas, houve extração de amostras deformadas de solo do eixo barrável e das jazidas, de modo a se proceder às análises de laboratório indispensáveis à caracterização dos materiais existentes na região.

Todos os procedimentos utilizados seguiram as normas preconizadas pela ABNT.

2 – GEOLOGIA

2.1 – GEOLOGIA REGIONAL

A descrição da Geologia Regional é apresentada neste relatório com base em pesquisa bibliográfica de trabalhos de geologia realizados na região, tendo como fonte o Mapa Geológico do Estado do Ceará, em escala 1:500.000, elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Mapa Geológico Preliminar do Estado do Ceará, elaborado pela CPRM.

No âmbito regional tem-se o contraste de dois tipos distintos de litologia que evidenciam rochas sedimentares e rochas cristalinas, constituindo as unidades litoestratigráficas que foram mapeadas e descritas, conforme a fonte supracitada, da seguinte forma:

Pré-Cambriano indiferenciado estratigraficamente - PI(B): É constituída por uma associação complexa de migmatitos e gnaisses diversos, encerrando jazimentos subordinados de corpos metacalcários, anfíbolitos, rochas calciosilicáticas e quartzitos. Os gnaisses apresentam-se laminados, algo migmatizados, gradando para anfíbolitos. A biotita-quartzo-feldspato gnaisse exibe tonalidades cinza-claro a cinza médio e cinza-escuro. A estrutura normalmente mostra uma intercalação de bandas escuras, enriquecidas em máficos, com bandas claras, quartzo-feldspáticas. A granulação é principalmente equigranular média podendo variar para fina. Os gnaisses próximos às falhas de Alto Alegre-Caraíbas e Melancia, exibem porfiroblastos estirados de feldspatos, caracterizando os gnaisses facoidais. Os quartzitos ocorrem dispersos, sob a forma de lentes, encaixadas concordantemente ao lineamento das rochas gnáissicas e migmatíticas. Exibem tonalidades esbranquiçadas, granulação que varia de média a grossa, laminadas, quando micáceas.

As estruturas regionais são designadas como lineamentos, geossuturas e ou zonas de cisalhamento. De um modo geral, os lineamentos, representando extensa zonas de falhas, condicionam a estruturação de sistemas de blocos afundados, posteriormente preenchidos por seqüências sedimentares. Normalmente, estes falhamentos são recobertos por sedimentos paleozóicos.

Diques Ácidos (PSy): Granitóides Cocotá, com caráter ácido a hiperácido, como granitóides a biotita, apresentando composições granítica a granodiorítica, de grã média a grosseira, porfiroblásticos, exibindo estrutura xenolítica, geralmente são de cor cinza-claro, biotíticos. Formam matacões quando intemperizados, devido a fraturas subperpendiculares a sua orientação, às vezes formando pequenas elevações. Os veios de quartzo e de sílica cripto-cristalina geralmente formam cristas alongadas e finas, mostrando-se bastante fraturados; são de cor creme ou branca leitosa e exibem

uma granulação microcristalina ou afanítica. Devido à degradação mecânica, facilitada pelo fraturamento, o solo, em torno estas rochas é coberto por pedregulho quartzoso.

Formação Serra Grande (SDsg): do Paleozóico, Siluro-Devoniana, a Formação Serra Grande é constituída de arenitos brancos, grosseiros e conglomeráticos na base, contendo leitos de até 20m , com seixos de até 20cm de diâmetro, com predomínio de arenitos finos no topo. Apresenta estratificação cruzada irregular e fraturas silicificadas. O seu contato inferior faz-se em nítida discordância angular com as rochas cristalinas. A Oeste das cidades de Parambu forma uma extensa escarpa, constituída inteiramente de arenitos e arenitos conglomeráticos, cujas camadas mergulham suavemente para Oeste, formando uma cuesta cujo frente é a escarpa da Serra Grande. Em certas regiões, aparecem intercalações de siltitos e folhelhos arroxeados, principalmente no topo da formação.

As unidades estratigráficas descritas a seguir, pertencem ao paleozóico-cambriano. São sedimentos maduros e comumente encontram-se preenchendo as partes baixas de grandes falhamentos, e são descrita da seguinte forma:

Formação Melancia (PPrjm): Os conglomerados apresentam-se geralmente com uma matriz grosseira, arenosa e com forte diagênese, leitos siltosos intercalados e alternados a arenitos litofeldspáticos, de tons avermelhados e, não raro, folhelhos amarronzados e siltitos arenosos, além de brechas. Esta unidade faz limite ao norte com as rochas pertencentes a Fundação Cococi. Ao oeste com a Formação Serra Grande (SDsg), ao sul com as rochas do Pré-Cambriano Indiferenciado PI(B) e a leste/sul com litologias da Formação Cococi e Formação Angico Torto.

Formação Cococi (PPrco): Sequência de ardósias, folhelhos, argilitos e siltitos calcíferos de tons cinzentos, violáceos, com intercalações esporádicas de arenitos grosseiros e conglomerados, ardósias cinzentas em zonas de falha. Sua distribuição na área limita-se ao norte/leste com as rochas da Formação Angico Torto e ao sul com a Formação melancia.

Formação Angico Torto (Pprjat): Conglomerados polimíticos, brechas, arcóseos, subarcóseos e arenitos litofeldspáticos, geralmente duros e compactos, às vezes calcíferos, com intercalações de arenitos mais finos, siltitos e argilitos no topo. A coloração oscila entre rósea e avermelhada. Esta ocorrência esta limitada ao norte com as rochas Pré-Cambrianas Indiferenciadas PI(B) e os granitóides Cocotá (PSy).

Coberturas Sedimentares de Espraimento Aluvial (TQc): essas coberturas, de idade Terciária, são sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos, de tons alaranjados, avermelhados e amarelados, localmente cascalhosos e laterizados na

base. Na porção ao Sul da área de implantação da barragem, no topo da sequência PI(B), há ocorrências desses materiais em grandes proporções.

Aluviões: de idade Quaternária (QHa): os sedimentos aluviais são constituídos de areias finas a grosseiras incluindo cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição. Ocorrem principalmente nos leitos e margens dos principais rios e riachos da região, destacando-se o Rio Jucá.

Do ponto de vista estrutural, destacam-se na área as Falha Normais de Alto Alegre-Caraíbas e Falha de Melancia, que tem direção aproximadamente E-W, nas proximidades da parte basal da Serra Grande, sendo marcada por uma retilinearidade, incomum. Esconsa a elas tem-se também outros dois importantes falhamentos, uma de movimentação transcorrente e outra normal. Esses dois falhamentos condicionam as lineações estruturais das rochas, que em alguns locais apresentam extensos dobramentos, e são responsáveis por uma extensa zona cataclástica, caracterizando o aumento de porfiroblastos de feldspato alcalino decimétricos, nas proximidades do plano de falha.

O padrão de drenagem dominante é dendrítico, com tendência a subdendrítico. Esse padrão está condicionado ao domínio das rochas cristalinas. De uma maneira geral os rios são pouco encaixados, formando setores de planícies fluviais muito restritas. No âmbito das rochas sedimentares da Formação Serra Grande, esse padrão tem comportamento diferenciado, apresentando uma drenagem com padrão subparalelo.

É apresentado a seguir (Figura 2.1.1) o esboço geológico regional, abrangendo a bacia hidráulica.

2.2 – GEOLOGIA LOCAL

A área em estudo está inserida geologicamente no domínio das rochas sedimentares, em que a litologia predominante é marcada pela presença de rochas das Formações Angico Torto (Pprjat), Cococi (Pprco) e Melancia (PPrjm).

A falha transcorrente descrita anteriormente, tem orientação NE/SW e é perfeitamente observada na estrada de acesso a localidade de Barra, à jusante do eixo barrável, na altura em que corta o rio Jucá. Esta ocorrência é caracterizada por apresentar ardósias extremamente fraturadas, em duas direções perpendiculares, N85°/20°SE e N135°/25SW, caracterizando a movimentação transcorrente da falha. A rocha apresenta uma coloração cinza arroxeadada.

FIGURA 2.1.1



Foto 1 – Zona de falha transcorrente, localizada no acesso a localidade Barra, na calha do Rio Jucá. Ardósia cinzentas.

Nas ombreiras, as coberturas de solo formam um manto de intemperismo que raramente ultrapassa a profundidade de 1,0m, constituído por duas camadas distintas: a camada mais superficial é de solo mais maduro de granulometria areno-argilosa, coloração avermelhada ou amarelada, que não conserva nenhuma aparência da rocha original; a camada mais profunda, adjacente ao topo da rocha, em média com 0,50m de espessura é um solo residual jovem proveniente de um arenito grosseiro ou conglomerado. A inexistência de afloramentos rochosos pode ser observada nas duas obreiras, ocorrendo sobre a capa de cobertura, blocos soltos de arenito grosseiro, por vezes conglomerático, arredondados, apresentando coloração amarronzada, cinza e amarela por fora e no seu interior apresenta uma coloração amarelo avermelhada. Esta ocorrência de blocos soltos é observada desde a estaca 0 até a estaca 52 e estaca 56 até a estaca 92.



Foto 2 – Ocorrência de blocos soltos, rolados, de arenitos grosseiros e por vezes congloméricos nas duas ombreiras do eixo da barragem

Nas proximidades da estaca 37, na variante de montante a cerca de 50m do eixo, ocorre afloramento de folhelhos extremamente fraturados, quebradiços, de coloração amarronzada e arroxeadada, granulação fina. As fraturas principais obedecem as direções preferenciais NE/SW e uma segunda família de fraturas se apresentam perpendiculares às primeiras

Nas margens do riacho Jatobá ocorrem os sedimentos aluvionares que formam terraços formados pela deposição de areias finas, siltes e argilas de coloração escura, com matéria orgânica em decomposição. Estas áreas são inundadas durante a estação chuvosa.



Foto 3 – Trecho de aluvião, argila arenosa tipo massapê, com ocorrência entre as estacas 56 e 63, margem direita do Rio Jucá.

Na calha do Rio são encontrados areias de granulometria fina, média e grossa com pedregulhos e cascalhos de vários tamanhos. Sedimento aluvionar mal selecionado. Não foram observados afloramentos rochosos neste trecho da calha do rio.



Foto 4 – Calha do Rio Jucá – eixo – estaca 54+10,00 com vista para montante

Na área destinada ao sangradouro, não foram encontrados afloramentos rochosos. O solo é representado por um silte areno-argiloso de coloração cinza claro a escuro, recoberto com blocos soltos e rolados de arenitos grosseiros e conglomeráticos descritos anteriormente nas ombreiras.

O mapa e perfil geológico do eixo e sangradouro estão apresentados no ANEXO C.

3 – GEOTECNIA

3.1 – GENERALIDADES

A presente investigação geotécnica teve como principal objetivo efetuar uma criteriosa inspeção no subsolo local, de forma a conhecer melhor as características da área, bem como dos materiais provenientes das jazidas a serem exploradas.

3.2 – DESCRIÇÃO DAS SONDAGENS EXECUTADAS

A investigação geotécnica iniciou-se com a execução de quatro tipos de sondagens, a saber:

- SPP: Sondagem a Pá e Picareta;
- SP: Sondagem a Percussão;
- SM: Sondagem Mista (iniciada a percussão e seguida em rotativa).

Todas as sondagens mencionadas acima seguiram as normas da ABNT.

A locação, bem como as cotas topográficas das bocas de furos foram fornecidas a partir dos estudos topográficos de campo.

Os itens a seguir descrevem, de forma sucinta, os processos executivos das sondagens.

Os perfis individuais de sondagem estão no ANEXO B - SONDAGENS. As localizações das sondagens em planta são representadas no desenho N° 3/5 e o Perfil Geológico-Geotécnico representado no desenho N° 4/5, ambos no ANEXO C – DESENHOS.

3.2.1 – Sondagens a Pá e Picareta

Os poços de inspeção localizados no eixo barrável foram realizados nos pontos onde haviam sido projetados furos de percussão e a ocorrência de rocha aflorando não permitiu a execução deste tipo de sondagem.

Todos os poços foram perfurados por meio de escavação manual com dimensões de 1,00m longitudinalmente por 1,00m transversalmente.

No quadro 3.1 são mostrados os dados gerais das sondagens.

QUADRO 3.1

SONDAGEM A PÁ E PICARETA

SONDAGEM	LOCALIZAÇÃO ESTACA	PROFUNDIDADE (m)	DIMENSÕES	INCLINAÇÃO
-*	-	-	-	-

* NÃO HOUVE POÇOS A PÁ E PICARETA

3.2.2 – Sondagens a Percussão

O objetivo básico destas sondagens foi o de definir a espessura dos depósitos aluvionais sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas através do “SPT” (STANDARD PENETRATION TEST), realizado a cada metro sondado.

O critério de paralisação das sondagens foi o de lavagem por tempo (menos de 5cm de penetração para 10 minutos de lavagem), ou a profundidade de projeto, no caso dos furos de percussão simples. Todas as sondagens foram realizadas com diâmetro de 2½” (duas e meia polegadas).

O quadro 3.2 mostra os dados técnicos gerais das sondagens realizadas.

QUADRO 3.2

SONDAGEM A PERCUSSÃO

SONDAGEM	LOCALIZAÇÃO ESTACA	PROFUNDIDADE(m)	DIMENSÕES	INCLINAÇÃO
SP – 01	41 + 00 m	1,67	2x ½ “	Vertical
SP – 02	45 + 00 m	1,43	2x ½ “	Vertical
SP – 03	49 + 00 m	1,62	2x ½ “	Vertical
SP – 04	53 + 00 m	2,18	2x ½ “	Vertical
SP – 05	54 + 00 m (MONT 30 m)	3,79	2x ½ “	Vertical
SP – 06	56 + 00 m (MONT 30 m)	4,50	2x ½ “	Vertical
SP – 07	52 + 00 m (JUS 40 m)	1,20	2x ½ “	Vertical
SP – 08	56 + 00 m (JUS 40 m)	3,82	2x ½ “	Vertical
SP – 09	60 + 00 m	6,80	2x ½ “	Vertical

SONDAGEM	LOCALIZAÇÃO ESTACA	PROFUNDIDADE(m)	DIMENSÕES	INCLINAÇÃO
SP – 10	63 + 00 m	1,40	2x ½ “	Vertical
SP – 11	66 + 00 m	0,75	2x ½ “	Vertical
SP – 601	TOMADA D'ÁGUA	1,09	2x ½ “	Vertical
SP – 602	VERTEDOURO	0,88	2x ½ “	Vertical
SP – 603	VERTEDOURO	0,74	2x ½ “	Vertical
SP – 604	VERTEDOURO	0,80	2x ½ “	Vertical
SP – 605	VERTEDOURO	0,46	2x ½ “	Vertical

3.2.3 – Sondagens Mistas

Sondagem mista é aquela executada por sondagem a percussão em todo os tipos de terreno penetráveis por esse processo, e executadas por meio de sondagem rotativa nos materiais impenetráveis a percussão.

Iniciou-se os furos com sondagem percussiva no diâmetro de 2½ “(duas e meia polegadas), no qual foi definida a espessura de solos sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas através do “SPT”. Prosseguiu-se com sonda rotativa, na qual usava-se a sonda MACH 920 de avanço manual, acoplada a um calibrador e a um barrilete duplo caixa de mola, tipo NX para recuperação do testemunho, do qual obteve-se informações da alteração, fraturamento e estanqueidade da rocha.

O quadro 3.3. mostra os dados técnicos gerais das sondagens realizadas.

QUADRO 3.3

SONDAGEM MISTA

SONDAGEM	LOCALIZAÇÃO DAS ESTACA	PROFUNDIDADE (m)		DIMENSÕES	INCLINAÇÃO
		SP	SR		
SM – 01	52 + 00 m	2,30	14,43	2 1/2” e NX	Vertical
SM – 02	54 + 00 m	1,10	15,00	2 1/2” e NX	Vertical
SM – 03	55 + 00 m	1,50	15,75	2 1/2” e NX	Vertical
SM – 04	56 + 00 m	3,70	6,62	2 1/2” e NX	Vertical

SONDAGEM	LOCALIZAÇÃO DAS ESTACA	PROFUNDIDADE (m)		DIMENSÕES	INCLINAÇÃO
		SP	SR		
SM – 05	55 + 00 m (MONT 30 m)	0,70	9,80	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 06	55 + 00 m (JUS 40 m)	-	9,81	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 07	86 + 00 m	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 08	89 + 00 m	-	10,23	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 09	91 + 10 m	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 10	88 + 00 m (JUS 95 m)	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 11	87 + 00 m (JUS 200m)	-	10,20	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 101	50 + 00 m	-	9,70	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 102	58 + 00 m	6,65	8,10	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 103	86 + 00 m (MONT 95 m)	-	8,68	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 104	88 + 00 m (MONT 95 m)	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 105	91 + 00 m (MONT 95 m)	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 106	86 + 00 m (JUS 95 m)	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 107	91 + 00 m (JUS 95 m)	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 108	87 + 00 m	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 109	88 + 00 m	-	10,00	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 501	TOMADA D'ÁGUA	1,20	2,80	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 502	TOMADA D'ÁGUA	0,95	3,05	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 503	VERTEDOURO	0,47	9,53	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 504	VERTEDOURO	0,90	4,10	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 505	VERTEDOURO	0,87	4,13	2 1/2" e NX	Vertical
SM – 506	VERTEDOURO	0,50	4,50	2 1/2" e NX	Vertical

3.3 – ENSAIOS IN SITU

3.3.1 – Ensaio de Permeabilidade Com Carga Constante

Nos ensaios de Permeabilidade “in situ” com carga constante, mantém-se constante a vazão até que as condições de fluxo se estabilizem e a carga (altura da água no furo), se torne constante. Nestas condições, medem-se a vazão e a carga, para aplicação das fórmulas apropriadas.

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

Foram executados 09 (nove) ensaios.

Os dados gerais destes ensaios encontram-se no quadro 3.4 e seus resultados no Anexo C – Ensaio de Laboratório.

QUADRO 3.4

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE COM CARGA CONSTANTE

SONDAGEM	Nº DE ENSAIOS	TRECHOS ENSAIADOS
SM - 01	02 (dois)	0,00 a 2,00
SM – 04	03 (três)	0,00 a 3,00
SM – 102	04 (quatro)	0,00 a 4,00

3.3.2 – Ensaio de Perda d`Água Específica

Ensaio de perda d`água sob pressão em furos de sondagem têm por objetivo a determinação da permeabilidade e do comportamento dos maciços rochosos frente à percolação da água através de suas fissuras.

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 dada pressão de injeção. O ensaio é realizado em 5 (cinco) estágios de pressão, sendo os 1º e o 5º estágios sob uma pressão mínima; os 2º e 4º estágios sob uma pressão intermediária; e o 3º estágio sob uma pressão máxima, conforme a seguir:

- 1º e 5º estágios - pressão de 0,10 Kg/cm²;
- 2º e 4º estágios - pressão intermediária = P_{máx}/2;
- 3º estágios - pressão máxima = P_{max}.

Os trechos ensaiados, sempre que possível foram de 3,00 m.

O quadro 3.5 mostra os dados técnicos gerais dos ensaios de perda d'água sob pressão.

QUADRO 3.5

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA

SONDAGEM	Nº DE ENSAIOS	TRECHOS ENSAIADOS
SM – 01	04 (quatro)	3,50 À 15,50
SM - 02	04 (quatro)	1,70 À 16,10
SM – 03	03 (três)	3,80 À 6,80 9,80 À 15,80
SM – 05	02 (dois)	4,50 À 10,50
SM – 06	02 (dois)	3,80 À 9,81
SM – 101	03 (três)	1,50 À 9,70
SM – 102	02 (dois)	7,70 À 13,70

3.4 – PESQUISA DE JAZIDAS

3.4.1 – Generalidades

Os trabalhos referentes à pesquisa de materiais a serem utilizados nas obras tiveram seu início a partir de um reconhecimento em campo, de modo a localizar e conferir os empréstimos existentes na área. Deve-se salientar que os estudos básicos existentes nortearam os trabalhos. Neste momento, levou-se em considerações duas variáveis importantes: qualidade e volume dos materiais detectados.

Assim sendo, pode-se identificar e estudar os seguintes empréstimos:

- J1: JAZIDA 1;
- J2: JAZIDA 2;
- J3: JAZIDA3;
- J4: JAZIDA 4;
- J5: JAZIDA 5;
- J6: JAZIDA 6;
- A1: AREAL;
- P1: PEDREIRA 1.

A localização das Jazidas é apresentada no desenho N° 5/5 – Locação das ocorrências, no ANEXO C – DESENHOS.

3.4.2 – Jazidas de Solo (Empréstimos 1, 2, 3, 4, 5 e 6)

Para que houvesse uma boa abrangência nos estudos dos empréstimos, lançou-se uma malha quadrática com 100,00 m de lado, onde procedeu-se à abertura de poços a pá e picareta para coleta de materiais e posterior realização de ensaios de laboratório.

Dentro de um afastamento econômico adequado do local da obra em estudo, foram identificados e caracterizados os materiais das áreas de empréstimo.

Em cada poço de inspeção foi feita uma descrição dos materiais, identificando suas características e quantificando suas potencialidades e distância média de transporte, conforme já comentado.

- Granulometria (com e sem sedimentação);
- Limites de “Atterberg”;
- Ensaios de Compactação (Proctor Normal);
- Umidade Natural;
- Peso Específico Real;

- Permeabilidade com carga variável;
- Cisalhamento direto lento.

A seguir resume-se as características das áreas potencialmente exploráveis:

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-1.

Área total estudada	210,000,00m ²
Número de furos realizados	30 und.
Profundidade média dos furos	0,95 m
Volume total de material	199.500,00m ³
Camada média de expurgo.....	0,10 m
Espessura média útil.....	0,85 m
Volume de material utilizável	178.500,00m ³
Distância do eixo barrável.....	5,79 km

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-2.

Área total estudada	50.000,00m ²
Número de furos realizados	10 und.
Profundidade média dos furos	1,13 m
Volume total de material	56.500,00m ³
Camada média de expurgo.....	0,10 m
Espessura média útil.....	1,03 m
Volume de material utilizável	51.500,00m ³
Distância do eixo barrável.....	4,94 km

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-3.

Área total estudada	30.000,00m ²
Número de furos realizados	06 und.

Profundidade média dos furos	1,18 m
Volume total de material	35.400,00m ³
Camada média de expurgo.....	0,10 m
Espessura média útil.....	1,08 m
Volume de material utilizável	32.400,00m ³
Distância do eixo barrável.....	4,10 km

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-4.

Área total estudada	380.000,00m ²
Número de furos realizados	48 und.
Profundidade média dos furos	0,61 m
Volume total de material	231.800,00m ³
Camada média de expurgo.....	0,10 m
Espessura média útil.....	0,51 m
Volume de material utilizável	193.800,00m ³
Distância do eixo barrável.....	0,00 km

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-5.

Área total estudada	360.000,00m ²
Número de furos realizados	50 und.
Profundidade média dos furos	0,60 m
Volume total de material	216.000,00m ³
Camada média de expurgo.....	0,10 m
Espessura média útil.....	0,50 m
Volume de material utilizável	180.000,00m ³
Distância do eixo barrável.....	0,74 km

DADOS GERAIS DA JAZIDA J-6.

Área total estudada	160.000,00m ²
Número de furos realizados	25 und.
Profundidade média dos furos	0,58 m
Volume total de material	92.800,00m ³
Camada média de expurgo	0,10 m
Espessura média útil	0,48 m
Volume de material utilizável	76.800,00m ³
Distância do eixo barrável	3,05 km

3.4.3 – Jazidas de Areia (AREAL 1)

Da mesma forma com o ocorrido na jazida terrosa, o areal foi identificado e posteriormente estudado, onde se lançou uma malha de sondagens, ao longo do depósito.

Amostras deste material também foram colhidas e encaminhadas ao laboratório para ensaios.

A jazida em questão encontra-se ao longo do leito do rio.

DADOS GERAIS DO AREIAL

Distância do areial ao eixo	0,00 km;
Extensão	1.000,00 m
Largura	10,00m
Altura a explorar	2,00m
Volume explorável	20.000,00m ³

3.4.4 – Pedreira (P1)

A pedreira encontrada localiza-se a jusante do eixo barrável.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PEDREIRA

Extensão	150,00m
Largura.....	100,00m
Altura a explorar.....	3,00 m
Volume explorável	45.000,00m ³
Distância para o eixo.....	6,10 km
Classificação.....	Arenito

3.5 – ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Todos os ensaios de laboratório seguiram o preconizado pelas normas técnicas da ABNT.

Os boletins que apresentam os resultados dos ensaios de laboratório encontram-se no ANEXO A – ENSAIO DE LABORATÓRIO.

De modo a facilitar a visualização, elaborou-se quadro resumos referente a cada ensaio, os quais são apresentados a seguir.

- Jazida de Solos:

Foram coletadas 30 (trinta) amostras para que fossem submetidas a ensaios normais de caracterização, constando de determinação dos Limites de Atterberg (LL e LP), Granulometria por peneiramento e com sedimentação, peso específico, Compactação Proctor Normal, Permeabilidade com carga variável e Cisalhamento Direto Lento.

Os ensaios de Granulometria com Sedimentação, peso específico, Permeabilidade com Carga Variável e Cisalhamento Direto Lento não foram executados para todas as amostras coletadas.

Os quadros 3.6 à 3.11 apresentam os resumos gerais dos ensaios de caracterização para as jazidas J1 a J5, o quadro 3.12 os dados dos ensaios de cisalhamento direto lento, o quadro 3.13 umidade natural e o quadro 3.14 permeabilidade carga variável.

- Jazida de Areia:

Foram 10 (dez) as amostras coletadas na jazida de areia A.1 e submetidas a Análise Granulométrica por Peneiramento e Permeabilidade com Carga Constante.

O quadro 3.15 apresenta os resultados da análise granulométrica e o 3.16 resume os valores obtidos para o ensaio de Permeabilidade com Carga Constante.

- Pedreira

Nas pedreiras P.1 foram realizados 03 (três) ensaios tipo “Los Angeles”, de acordo com o apresentado no quadro 3.17 que resume os valores obtidos nos ensaios.

ANEXO A – ENSAIOS DE LABORATÓRIO

SONDAGENS – ESTUDO COMPLEMENTAR

