

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA, JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO FINAL

I. INTRODUÇÃO:

Este documento descreve o orçamento e os trabalhos a serem realizados, em atendimento à solicitação do Condomínio Rural Solar da Serra referente a: i) estudo das características dos solos empregados em atividades de regularização das vias internas do condomínio, ii) orientação técnica para a compactação do solo atualmente espalhado nas vias não pavimentadas, iii) orientações em loco para a construção de soluções paliativas de drenagem e iv) fiscalização da execução das atividades de compactação e execução das soluções paliativas de drenagem das vias não pavimentadas. Como resultado do serviço serão entregues relatórios parciais e um relatório final.

II. ANTECEDENTES:

O Solar da Serra apresenta várias vias internas, delas uma parte tem pavimentação asfáltica ou pavimentação com blocos intertravados e outra parte são vias não pavimentadas. As vias não pavimentadas apresentam voçorocas e outros danos associados à incidência de processos erosivos. Para solucionar os danos por erosão nas vias internas o condomínio realizou algumas ações, primeiramente foram fechadas as voçorocas existentes com solo-cimento e posteriormente feita uma regularização das vias com solo procedente de várias jazidas (ARPLAN, ALEXANDRE, LEMOS e MARTINS).

O solo empregado na regularização foi apenas identificado pelo condomínio como terra e a colocação deste material sobre as vias foi com trator, não realizando a compactação adequada do solo colocado. Atualmente o solo encontra-se solto com possibilidade de deslizamentos e susceptibilidade ao desprendimento e arrastre pela água na evacuação das águas pluviais, podendo provocar danos nas vias e decorrentes acidentes dos usuários do condomínio. Se faz preciso compactar adequadamente este solo já colocado, assim como adaptar o perfil das vias às soluções de drenagem paliativas (escoamento superficial, canaletas laterais, travessias, ...).

Na visita inicial, por meio de uma análise tacto visual do solo, evidência-se que se trata de solo silto-argiloso a argiloso, que segundo Reatto et al. (2004) são do tipo CAMBISSOLO (CXd19): CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico lítico A moderado textura média cascalhenta fase Campo Cerrado e campestre + NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos típicos A moderado textura média muito cascalhenta fase pedregosa Campo Cerrado e campestre, ambos relevo forte-ondulado e montanhoso substrato quartzito + AFLORAMENTOS DE ROCHA. Sendo comum a presença de fragmentos (cascalho) de rocha e quartzo de veio; muitas vezes ocorrem associados a afloramentos rochosos. Segundo Campos *et al.* (2018), que fez uma análise mais abrangente do solo superficial do CRSS, do ponto de vista geotécnico a classe dos cambissolo háplicos, de acordo com a classificação de Casagrande (ASTM 1983,1990, Santos 2006), corresponde a solo grosso da classe GP ou a solo que se enquadram na classe LG' através da metodologia de classificação MTC (Nogami & Villivor 1980, 1995, DER-SP 1989, Marson 2004, Santos 2006). O potencial erosivo do cambissolo háplico é baixo, contudo, em função de geralmente ocuparem áreas de declividade moderadas a altas, sotopostos por saprolitos de baixa permeabilidade, esta feição é amplificada. Quanto à colapsividade estes solos apresentam índices moderados a altos.

Por outro lado, segundo o CPRM (2008) a Rocha é pertencente à FAIXA BRASÍLIA, ZONA EXTERNA, Bacia de Margem Passiva, Grupo Canastra, especificamente da Formação Paracatu com símbolo MPp e descrição: quartzo-sericita-clorita filito, às vezes carbonoso e lentes de ortoquartzito. Estas rochas encontradas, coincidem com a descrição de (Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal, 2008), consistem em quartzo-sericitaclorita xistos, por vezes, carbonosos, com lentes e níveis centimétricos a métricos de ortoquartzito branco e maciço e locais quartzo-sericita xistos carbonosos com níveis ricos em pirita e veios de quartzo, e intercalações centimétricas de quartzito, clorita-sericita xisto, xisto carbonoso e sericita-clorita xisto localmente calcítico e com lentes de mármore. Seu contato com as rochas do Grupo Paranoá é por falha inversa.

III. TRABALHOS EXECUTADOS

Para responder à solicitude realizada foram executadas as seguintes atividades:

i) Estudo das características dos solos empregados em atividades de regularização das vias internas do condomínio

No início dos trabalhos de caracterização dos solos se desconhecia o comportamento esperado dos solos e estes se encontravam espalhados nas vias não pavimentadas sem compactação. Uma vez realizados os ensaios, foi possível:

1. Definir que se continuaria trabalhando na regularização das vias com o material procedente de ARPLAN, solução esta que permitirá junto a outras soluções de drenagem manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS.
2. Estabelecer que a regularização com o material de ARPLAN é uma solução de baixo custo e de rápida execução pela eminente proximidade do período chuvoso, que por sua vez vai contribuir numa futura estrutura de pavimentação.
3. Selecionar o tipo de compactador, recomendando a execução da compactação com compactador tipo pé de carneiro vibratório na energia de vibração mínima para não ocasionar danos nos lotes, escolha justificada pelo tipo de material a compactar (solo granular com alto conteúdo de solos finos plásticos).
4. Definir os dados de referência para a execução e controle da compactação.
5. Recomendar a fiscalização dos trabalhos de compactação.

ii) Orientações em loco para a construção de soluções paliativas de drenagem em vias não pavimentadas

Por meio instruções em loco foi feita a orientação para execução de soluções paliativas de drenagem, que permitiram mudar o curso atual das águas, o qual era totalmente pelas vias, incorrendo no transporte do solo. Estas soluções emergenciais pela proximidade do início do período chuvoso são de baixo custo, atendendo à solicitude realizada durante a visita inicial à obra. Portanto, não foram correspondentes às soluções definidas pelas normas e manuais do DNIT que se referem a atividades de projeto, embora possam vir a contribuir num futuro projeto de drenagem definitivo. Vabe salientar que não foi encontrado nenhum documento normativo destas soluções para validar seu emprego. Portanto, foram seguidas as especificações do Manual Técnico para a Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra (Melhor Caminho) de 1997, da Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP), na forma de diretriz básica chamada em diante como CODASP (1997).

Logo da execução dos trabalhos pode ser esperado que: i) Mudem os volumes de água nas grotas existentes, pela canalização e devido a uma infiltração menor; ii) Ocorram ainda, arrastre de solos pela

água (cascalho e subleito em menor medida) aos elementos de drenagem, esperando atividade erosiva menor no subleito; iii) Ruptura ou mal funcionamento das soluções em algum dos trechos construídos, por não se tratar de um projeto, com a determinação explícita de volumes para cada caso; iv) Acúmulo de solos nas canaletas laterais e caixas de dissipação, que deverão ser extraídos regularmente em atividades de manutenção; v) Possam apresentar-se perdas de estabilidade locais nos extremos das vias, nas zonas de concentração de águas pluviais com canaletas laterais de maior profundidade; vi) Outros problemas de solução emergente, devido a precipitações abundantes ou outras causas.

Por sua vez, a execução das soluções possibilitou:

1. Reduzir a erosão nas vias não pavimentadas, permitindo maior durabilidade da regularização do subleito feita com cascalho procedente de ARPLAN.
2. Executar vários tipos de soluções paliativas de drenagem que possibilitaram enfrentar o período chuvoso 2018 – 2019 com volumes de solo transportado até as vias pavimentadas muito menores aos existentes inicialmente.
3. Garantir a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, com sinalização das obras.
4. Desviar os volumes de água precedentes dos lotes que escoavam pelos acessos destes até as valetas construídas, com isso reduzindo os danos nas vias não pavimentadas.
5. Eliminar a entrada e obstrução de sedimentos e água nos acessos dos lotes.
6. Recuperar o material transportado (sedimentos) nas caixas coletoras para seu emprego nas obras do condomínio, evitando sua deposição nas grotas, propiciando uma solução ambiental viável para esses sedimentos.
7. Capacitar aos membros da brigada construtiva do CRSS na execução das soluções executadas, o que permitirá reproduzi-las nas outras vias não pavimentadas do CRSS.
8. Criar e estabelecer uma metodologia própria para o CRSS resolver de forma rápida e de baixo custo os problemas relacionados com erosão e transporte de sedimentos, aplicável a todo o CRSS.
9. Recomendar a fiscalização da execução das soluções como parte da metodologia, garantindo a qualidade dos trabalhos realizados.

iii) Orientação técnica para a compactação do solo atualmente espalhado nas vias não pavimentadas

Tratou-se da melhoria em quanto à qualidade da compactação do solo já espalhado no condomínio, que foi colocado como medida paliativa aos danos por erosão das vias não pavimentadas. Espera-se que logo da execução dos trabalhos orientados:

- i) Aconteçam descolamentos da camada em áreas de pouca aderência por presença de afloramentos de rocha;
- ii) Possam ocorrer rupturas da camada, localizadas lateralmente próximas às valetas, devido que não foi possível compactar os 30 cm próximos às valetas para evitar a perda de estabilidade;
- iii) Ocorrência de panelas ou buracos na camada, devido a drenagem interna no solo-rocha e ao mergulho das rochas que em alguns trechos apresentam uma tendência à saída vertical ascendente de água nas vias. Este fato foi mitigado com a construção de valetas laterais que mudam o fluxo interno e diminuem a altura de ascensão da água;
- iv) Lavado de finos superficiais na camada compactada, devido que por não aumentar o custo da compactação e de que proximamente serão executadas atividades de pavimentação definitiva não foram criadas inclinações superficiais para as valetas. A solução de drenagem superficial foi diminuir a velocidade do escoamento superficial com lombadas que desviam o fluxo superficial até as caixas coletoras, as que foram mais próximas em vias de maior declive ou largura (diminuir área de contribuição). Esta solução de drenagem apresentou boa eficiência na retenção desses finos transportados nas caixas coletoras;
- v) Erosão nas bordas longitudinais das lombadas pela ação da água, que deverão ser solucionadas por meio da inspeção sistemática semanal e restituição do material lavado com solo-cimento;
- vi) Possam apresentar-se perdas de estabilidade nos extremos laterais das vias, maiormente em canaletas laterais de maior profundidade não revestidas. Devido isso, foram colocadas estacas de madeira delimitadoras com o intuito de proteger essas regiões do tráfego, assim como possíveis acidentes;
- vii) Outros problemas de solução emergente, devido a precipitações abundantes ou outras causas.

Nesta etapa foi possível:

1. Capacitar todo o pessoal que realizou os trabalhos de compactação.
2. Criar um sistema de trabalho ordenado para o correto desenvolvimento dos trabalhos de compactação.
3. Calibrar o caminhão pipa, fornecendo um gráfico para manter na obra que facilitou os ajustes no teor de umidade do solo a ser compactado.
4. Executar uma pista experimental que permitiu definir a energia de vibração, a velocidade de rodagem, a massa e o número de passadas necessárias do rolo compactador.
5. Selecionar os equipamentos para os trabalhos de compactação.
6. Compactar a camada de proteção para a regularização das vias não pavimentadas e proteger as vias da erosão pelo escoamento superficial da água.
7. Garantir a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, com sinalização das obras.
8. Compilar e relatar sucintamente os trabalhos feitos para garantir uma rápida e econômica execução da camada de proteção pela eminente proximidade do período chuvoso, de forma que a camada possa ser aproveitada num futuro projeto de pavimentação dessas vias.
9. Recomendar a fiscalização da execução da compactação, garantindo a qualidade dos trabalhos realizados.

iv) Fiscalização da execução das soluções paliativas de drenagem e execução das atividades de compactação das vias não pavimentadas

Uma vez executadas as soluções recomendadas para os trechos selecionados estarão terminadas no que diz das soluções paliativas de drenagem as atividades construtivas nesses trechos. No entanto, deverá manter-se a inspeção continua nas vias para remediar os problemas que forem ocasionando-se. Por sua vez, a compactação do cascalho foi eficiente, mas deverão ser mantidas inspeções semanais em períodos chuvosos para dar manutenção à camada compactada. Por outro lado, recomenda-se que em aproximadamente quatro meses antes do período de chuvas, seja realizada uma inspeção para manutenção da compactação.

iv) Relatórios

Nos relatórios parciais adjuntos podem ser encontrados em detalhe todos os trabalhos realizados, sendo estes: i) Estudo das características dos solos empregados em atividades de regularização das vias internas do condomínio, ii) Orientações em loco para a construção de soluções paliativas de drenagem em vias não pavimentadas, iii) Orientações em loco para a compactação do solo atualmente espalhado ou material de regularização nas vias não pavimentadas, iv) Fiscalização da execução das soluções paliativas de drenagem das vias não pavimentadas e v) Fiscalização da execução das atividades de compactação nas vias não pavimentadas.

IV. CONSIDERAÇÃO FINAL

Os trabalhos e procedimentos realizados podem ser replicados com êxito nas outras vias não pavimentadas do CRSS com o pessoal capacitado, ou por uma empresa especializada, ou por uma contratação como a atual.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 6459:2016 Solo – Determinação do Limite de Liquidez
- ABNT NBR 7182:2016 Solo – Ensaio de Compactação
- ABNT NBR 7180:2016 Solo- Determinação do Limite de Plasticidade
- ABNT NBR 7181: 2016 Solo- Análise Granulométrica
- ABNT NBR 9604:2016 Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas
- ASTM 1983. Annual book of ASTM standards. Philadelphia. American Society for Testing and Materials. Section 4: construction. v.04.08: soil and rock; dimension stone; geosynthetics.
- ASTM 1990. Annual book of ASTM standards. Philadelphia. American Society for Testing and Materials. Section 4: construction. v.04.08: soil and rock; dimension stone; geosynthetics.
- Campos, J.E.G.; Silva, F.H.F.; Moura, C.O. (2018) Relatório Técnico. Caracterização Hidrogeológica, *Avaliação e Locação de Poços Tubulares Profundos na Área do Condomínio Rural Solar da Serra - DF*
- DER-SP 1989. *Classificação de solos tropicais segundo a metodologia MCT*. São Paulo. Departamento de Estradas de Rodagem – SP. M196-89.
- DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço
- DNIT 137/2010-ES Pavimentação – Regularização do Subleito
- DNIT 172:2016 – ME Solos – Determinação do Índice de Suporte de Califórnia utilizando amostras DNER-ME 49/94 Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-ME 080/94 Solos – análise granulométrica por peneiramento

DNER-ME 082/94 Solos – determinação do limite de plasticidade

DNER-ME 122/94 Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito

DNER-ME 129/94 Solos – compactação de amostras não trabalhadas

DNER-Pro 003/94 Coleta de amostras deformadas em solos

Explicativo. *Documentos* 120. Embrapa. ISSN 1517-5111. Disponível em https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26344/1/doc_120.pdf

Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal *Escala 1:500.000* (2008). Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Cartografia-Geologica-Regional-624.html>.

Marson, M. 2004. *Análise crítica da classificação MCT para solos tropicais*. São José dos Campos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. 216p. Dissertação de Mestrado.

Nogami J.S. & VilliBor D.F.1995. *Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos*. São Paulo. Ed. Villibor. 213p.

Nogami, J.S.; VilliBor, D.F. 1980. *Caracterização e classificação gerais de solos para pavimentação: Limitações do método tradicional, apresentação de uma nova sistemática*. Em: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 15., 1980, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: 1980.

Reatto, A.; Martins, É.S.; Farias, M.F.R.; Silva, A.V.; Osmar Abílio de Carvalho, O.A.C. (2004). *Mapa Pedológico Digital – SIG Atualizado do Distrito Federal Escala 1:100.000 e uma Síntese do Texto*

Santos E.F. 2006. *Estudo comparativo de diferentes sistemas de classificação geotécnicas aplicadas aos solos tropicais*. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo. 99p + Anexos. Dissertação de Mestrado.

Por último, manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Relatórios Adjuntos

Relatório Parcial i: Estudo das características dos solos empregados em atividades de regularização das vias internas do condomínio.

SOLICITANTE: CONDOMINIO RURAL SOLAR DA SERRA

Brasília, 23 de dezembro de 2018.

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA, JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO PARCIAL i: Estudo das características dos solos empregados em atividades de regularização das vias internas do condomínio

1. INTRODUÇÃO:

Este documento relata os trabalhos feitos para a caracterização dos solos empregados na regularização de uma parte das vias internas não pavimentadas do Condomínio Rural Solar da Serra (CRSS). Trata-se da seleção de material ideal para regularização sobre afloramentos rochosos propensos à erosão, para isto consideraram-se normativas e recomendações nacionais e internacionais. O objetivo é manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, por meio de uma solução de baixo custo e de rápida execução pela eminente proximidade do período chuvoso, que por sua vez possa vir a contribuir numa futura pavimentação.

2. ANTECEDENTES:

O CRSS apresenta várias vias internas, delas uma parte tem pavimentação asfáltica ou pavimentação com blocos intertravados e outra parte são vias não pavimentadas. As vias não pavimentadas apresentam voçorocas e outros danos associados à incidência de processos erosivos. Para solucionar os danos por erosão nas vias internas o condomínio realizou primeiramente o fechamento das voçorocas existentes com solo-cimento e posteriormente feita uma regularização das vias com solo procedente de várias jazidas.

O solo empregado na regularização foi apenas identificado pelo condomínio como terra, e a colocação deste material sobre as vias foram com trator, não realizando a compactação adequada do solo colocado. No momento da visita inicial à obra, constatou-se que o solo espalhado encontrava-se solto em espessuras variáveis e com possibilidade de deslizamentos e susceptibilidade ao desprendimento e arraste pela água na evacuação das águas pluviais, podendo provocar danos nas vias e decorrentes

acidentes dos usuários do condomínio. Também foram encontrados vários afloramentos rochosos com sinais de intemperismo avançado, porém internamente estáveis visualmente.

3. TRABALHOS EXECUTADOS

Para a caracterização dos solos empregados, primeiramente foram estabelecidos os critérios técnicos adotados, e logo realizados os pertinentes ensaios e caracterização. O que foi possível após visita realizada no CRSS.

3.1. Critérios técnicos adotados

Na visita inicial às vias não pavimentadas, foi possível identificar que os solos espalhados nelas (como regularização após tratamento de erosões superficiais) apresentavam um conteúdo de finos plásticos não comuns em materiais empregados em vias não pavimentadas. Isto originou a necessidade de estudar por meio de ensaios laboratoriais as características físico-mecânicas destes solos, visando estimar quais seriam suas características após sua compactação, assim como a quantificação de finos plásticos.

Segundo DNIT 137/2010-ES os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente os do próprio, o que não foi possível nestas vias. Em caso de substituição ou adição de material, estes devem ser provenientes de ocorrências de materiais indicadas no projeto e apresentar as características estabelecidas na alínea “d” da subseção 5.1-Materiais, da Norma DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço, quais sejam, a melhor capacidade de suporte e expansão $\leq 2\%$, cabendo a determinação da compactação de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94, na energia definida no projeto;
- Ensaio de índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação.

Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94 (análise granulométrica), DNER-ME 082/94 (limite de plasticidade) e DNER-ME 122/94 (limite de liquidez) não devem possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76 mm (3 polegadas); O Índice de Grupo (IG) deve ser no

máximo igual ao do subleito indicado no projeto. Enquanto Keller & Sherar (2013), definem que o solo empregado para esse fim pode ser descrito como solo granulado ou de cascalho arenoso, úmido, bem graduado, com até 10% de partículas finas e sem pedras e que deve ser compactado com uma densidade de 90 a 95% da densidade máxima.

Para tanto, foi necessário realizar a amostragem do solo espalhado (das quatro procedências transportadas por ARPLAN, ALEXANDRE, LEMOS e MARTINS) para os ensaios geotécnicos descritos na Tabela 1, segundo os procedimentos descritos na mesma. A amostragem e ensaios foram realizados por empresa (JPS Geotecnia) contratada pelo CRSS; tanto para os solos (cascalho) já existentes no condomínio, como para os que foram adquiridos posteriormente à visita inicial.

Tabela 1. Descrição de ensaios geotécnicos a material espalhado.

Descrição	Procedimento	Observações
Amostragem	ABNT NBR 9604:2016 DNER-Pro 003/94	Amostras Deformadas
Limite Liquidez	ABNT NBR 6459:2016 DNER-ME 122/94	-
Limite Plasticidade	ABNT NBR 7180:2016 DNER-ME 082/94	-
Análise Granulométrica	ABNT NBR 7181:2016 DNER-ME 080/94	Com sedimentação
Massa específica dos grãos	ABNT NBR 6458:2016 DNER – ME 093/94	-
Proctor intermediário	ABNT NBR 7182:2016 DNER-ME 129/94	Sem reuso de material, amostras secas até a umidade higroscópica
CBR	NORMA DNIT 172:2016 – ME DNER-ME 49/94	Completo

ii) Ensaios laboratoriais realizados

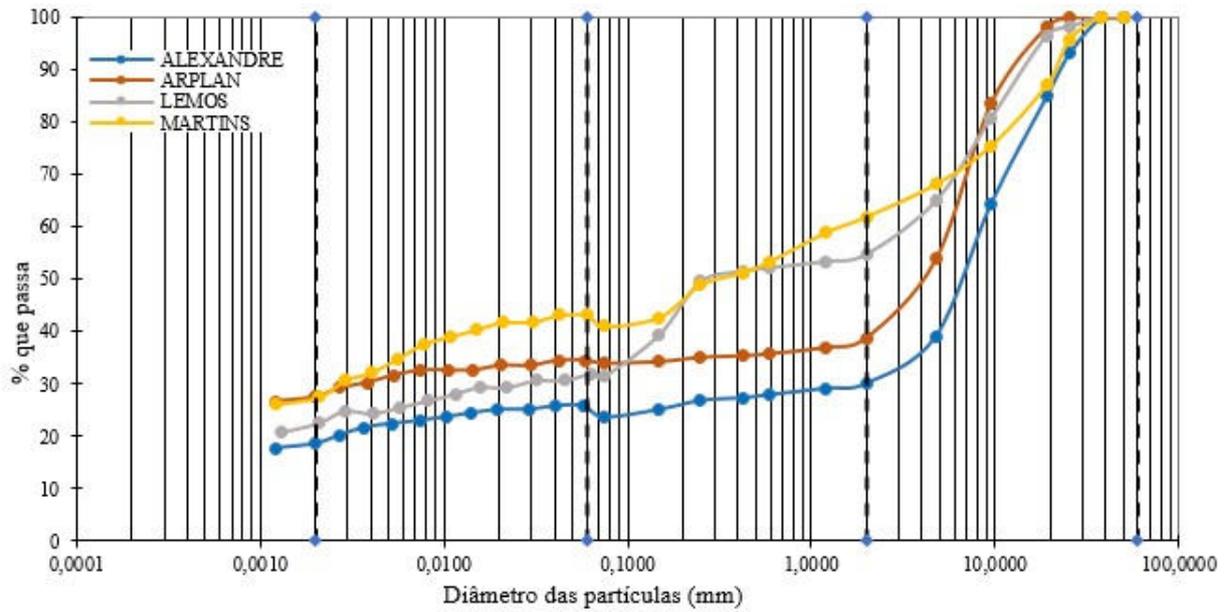
Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT de 2006 a classificação dos solos pelo método TRB (*Transportation Research Board*) antigo HRB é realizada por grupos e subgrupos, em função da sua granulometria, limites de consistência e do índice de grupo e uma vez classificado pode ser estimado seu comportamento como subleito (Tabela 2). Definindo que os solos transportados por ALEXANDRE, ARPLAN e LEMOS são solos granulares e apresentam um comportamento de

excelente a bom como material de subleito (A-2-7, A-2-7 e A-2-4), correspondente ao pedregulho ou areias siltosos ou argilosos. Enquanto o solo transportado por MARTINS corresponde a um solo com comportamento como subleito de sofrível a mau (A-4), comum em solos finos siltosos ou argilosos; embora se aprecie tacto-visualmente a presença de pedregulho e areia, fato corroborado pelo ensaio de granulometria na Figura 1.

Tabela 2 – Resultados de ensaios para classificação TRB.

Classificação	A-2-7	A-2-7	A-2-4	A-4
Resultado	Alexandre	Arplan	Lemos	Martins
% passa P-200	23,5	33,9	31,4	41,0
Tipo de material	Granular	Granular	Granular	Fino
% passa P-10	30	38,8	54,8	61,9
% passa P-40	27,2	35,3	51,5	51,2
LL (%)	44,4	44,4	28,0	34,2
IP (%)	16,6	17,7	8,8	8,4
IG	1	1	0	1
Pedras, Pedregulho fino, Areia.	-	-	-	-
Pedregulho, Areia Siltosa ou Argilosa	x	x	x	-
Solo siltoso	-	-	-	x
Solo argiloso	-	-	-	x

Durante a execução dos ensaios a estes materiais foram regularizadas algumas áreas com compactação mecanizada manual (sapo), mostrando um comportamento melhor ao compactar o material de ARPLAN, o que propiciou a continuidade de trabalhos de tapa-buracos nas vias não pavimentadas com esse material por decisão da brigada de trabalhadores do CRSS. Os quatro solos como observado na Figura 1 apresentam uma distribuição granulométrica evidentemente não uniforme, com maior conteúdo de pedregulho e de solos finos que de areia. Os resultados de granulometria e da classificação permitiram excluir a possibilidade de trabalhar com material de MARTINS, sendo indicada a retirada deste dos lugares onde foi colocado antes da realização dos ensaios e a substituição pelo cascalho de ARPLAN.



Solo	Argila	Silte	Areia			Pedregulho		
			Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
Alexandre	18,6	7,1	0,1	1,9	2,2	15,6	40,4	14
	25,7		74,2					
Arplan	27,5	7	0,1	1,1	3,2	22,8	36,9	1,5
	34,5		65,6					
Lemos	22,3	9,5	12,7	7,7	2,5	14,2	27,7	3,4
	31,8		68,2					
Martins	27,3	15,8	2,7	7,5	8,5	8,1	18,2	11,8
	43,1		56,8					

Figura 1 – Resultados dos ensaios de Granulometria.

Os resultados dos ensaios de compactação (Figura 2) evidenciaram que o solo de ARPLAN quando compactado com energia intermediária mostra uma maior massa específica aparente seca máxima em relação aos outros solos. Quanto aos resultados de ISC (Figura 2), é observado no solo de ARPLAN, que para um teor de umidade menor e próximo da umidade ótima pode ser obtido um valor de ISC superior de 44 %, o que resulta conveniente durante a compactação em obra se o material é compactado com um desvio de umidade em loco correspondente, permitindo ter segurança em caso de resultar graus de compactação entre 90 e 95%. Por outro lado, os resultados de expansão (Figura 2) para os quatro solos são menores de 2% o que é favorável, notando que para o solo de ARPLAN o valor é dos menores encontrados.

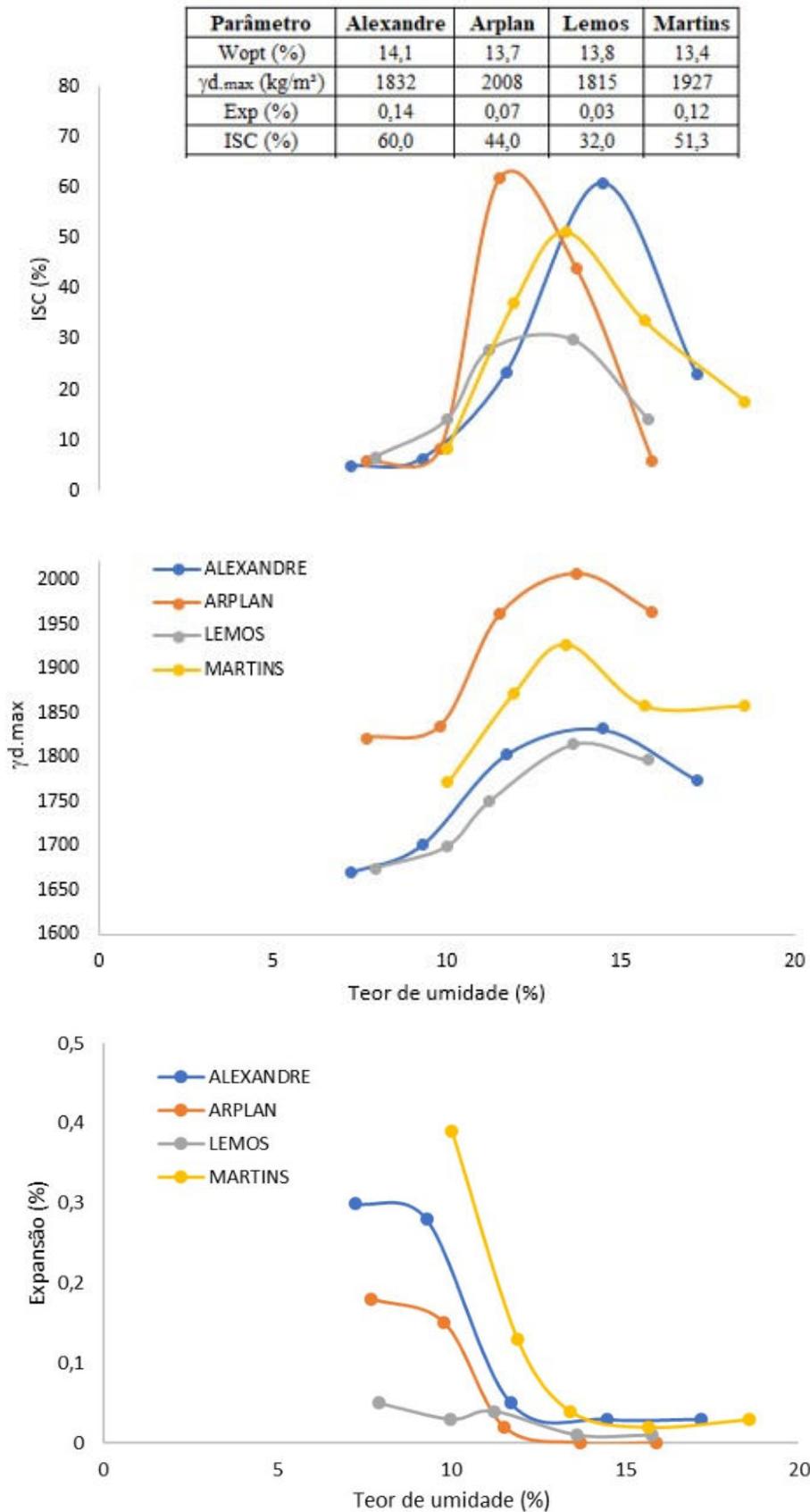


Figura 2 – Resultados dos ensaios de Proctor, ISC e Expansão para os quatro solos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início dos trabalhos de caracterização dos solos se desconhecia o comportamento esperado dos solos e estes se encontravam espalhados nas vias não pavimentadas sem compactação. Uma vez realizados os ensaios, foi possível:

1. Definir que se continuaria trabalhando na regularização das vias com o material procedente de ARPLAN, solução esta que permitirá junto a outras soluções de drenagem manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS.
2. Estabelecer que a regularização com o material de ARPLAN é uma solução de baixo custo e de rápida execução pela eminente proximidade do período chuvoso, que por sua vez vai contribuir numa futura estrutura de pavimentação.
3. Selecionar o tipo de compactador, recomendando a execução da compactação com compactador tipo pé de carneiro vibratório na energia de vibração mínima para não ocasionar danos nos lotes, escolha justificada pelo tipo de material a compactar (solo granular com alto conteúdo de solos finos plásticos).
4. Definir os dados de referência para a execução e controle da compactação.
5. Recomendar a fiscalização dos trabalhos de compactação.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6459:2016 Solo – Determinação do Limite de Liquidez

ABNT NBR 7182:2016 Solo – Ensaio de Compactação

ABNT NBR 7180:2016 Solo- Determinação do Limite de Plasticidade

ABNT NBR 7181: 2016 Solo- Análise Granulométrica

ABNT NBR 9604:2016 Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas

DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço

DNIT 137/2010-ES Pavimentação – Regularização do Subleito

DNIT 172:2016 – ME Solos – Determinação do Índice de Suporte de Califórnia utilizando amostras

DNER-ME 49/94 Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 080/94 Solos – análise granulométrica por peneiramento

DNER-ME 082/94 Solos – determinação do limite de plasticidade

DNER-ME 122/94 Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito

DNER-ME 129/94 Solos – compactação de amostras não trabalhadas

DNER-Pro 003/94 Coleta de amostras deformadas em solos

Por último, manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Anexo único do Relatório Parcial i:
“Ensaaios”

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - CBR

LOCAL: JAZIDA ALEXANDRE	Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,90 MPa
ENERGIA: INTERMEDIÁRIA	Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35 MPa
Laboratório: Solos	Diâmetro da base do pistão:	4,96 cm
Data: 14/08/2018	Área da base do pistão:	19,32 cm ²
FURO 01	Constante da prensa:	0,01 MPa/div

Penetração 01 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	9,00	0,09	
1,25	18,00	0,18	
2,50	31,00	0,31	4,49
5,00	52,00	0,52	5,02
7,50	69,00	0,69	
10,00	75,00	0,75	

Penetração 02 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	10,00	0,10	
1,25	20,00	0,20	
2,50	37,00	0,37	5,36
5,00	67,00	0,67	6,47
7,50	90,00	0,90	
10,00	102,00	1,02	

Penetração 03 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	23,00	0,23	
1,25	55,00	0,55	
2,50	155,00	1,55	22,46
5,00	242,00	2,42	23,38
7,50	306,00	3,06	
10,00	322,00	3,22	

Penetração 04 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	240,00	2,40	
1,25	335,00	3,35	
2,50	420,00	4,20	60,87
5,00	510,00	5,10	49,28
7,50	570,00	5,70	
10,00	597,00	5,97	

Penetração 05 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	26,00	0,26	
1,25	63,00	0,63	
2,50	140,00	1,40	20,29
5,00	240,00	2,40	23,19
7,50	308,00	3,08	
10,00	334,00	3,34	

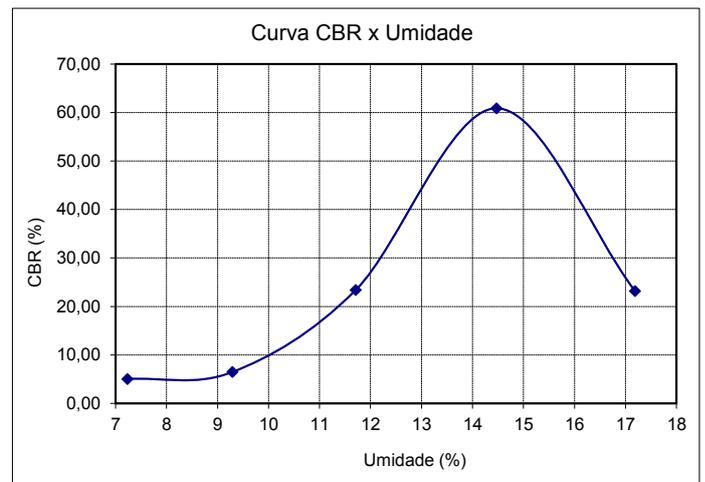
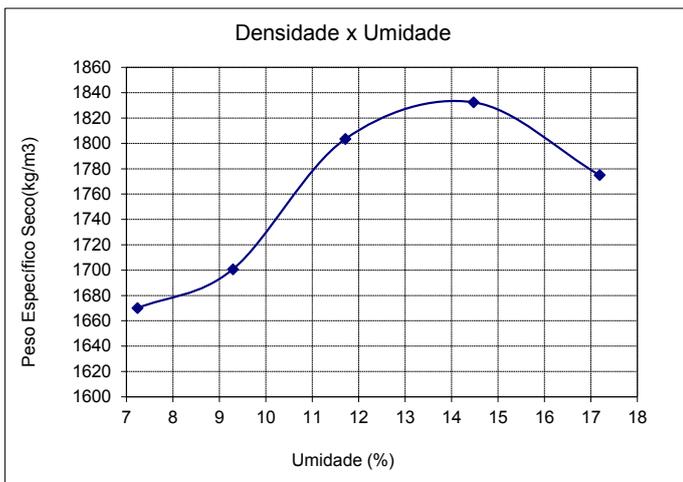
Umidade (%)	C.B.R. (%)	Umidade (%)	Densidade Kg/m ³
7,23	5,02	7,23	1670
9,29	6,47	9,29	1701
11,71	23,38	11,71	1803
14,47	60,87	14,47	1832
17,19	23,19	17,19	1775

ENSAIO DE EXPANSÃO

Molde N°.	2	27	24	50	43
Leitura Inicial	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00
Leitura Final	4,34	4,32	4,06	5,03	4,03
L.Final - L.Inicial	0,34	0,32	0,06	0,03	0,03
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,30	0,28	0,05	0,03	0,03
Média (%)	0,14				

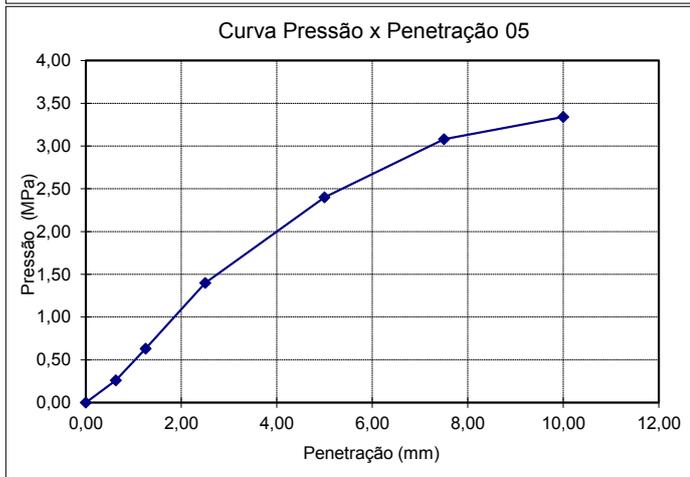
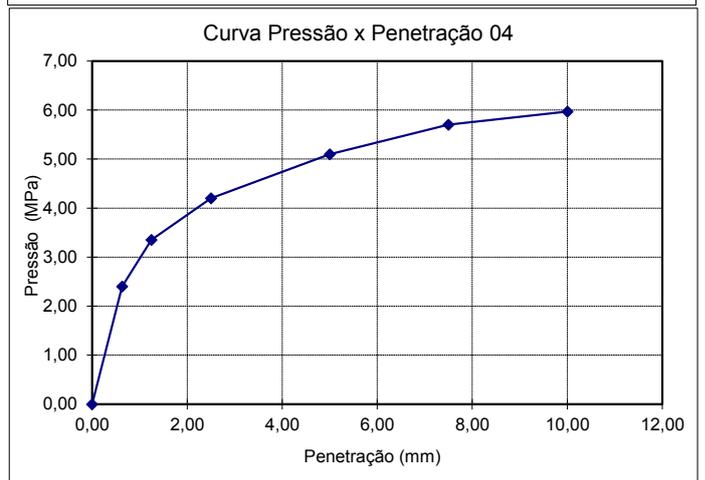
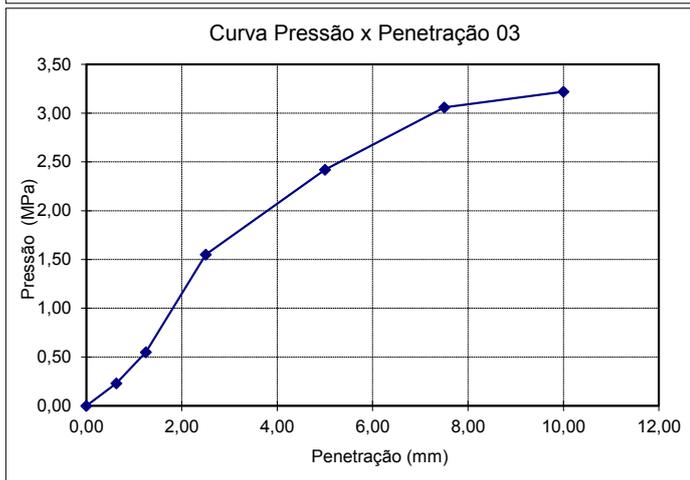
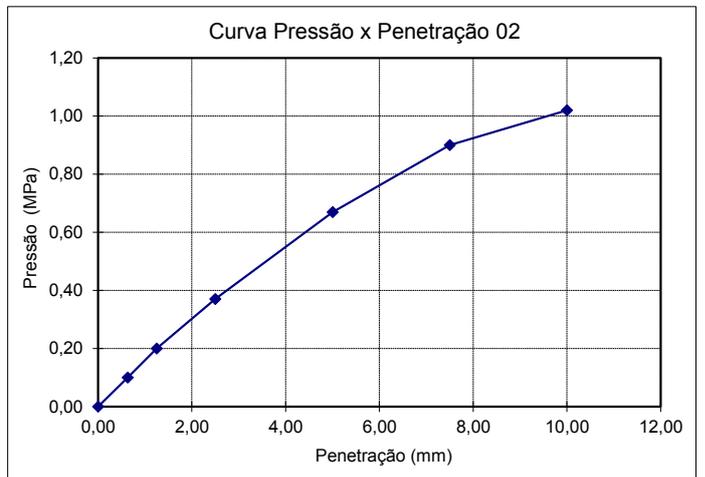
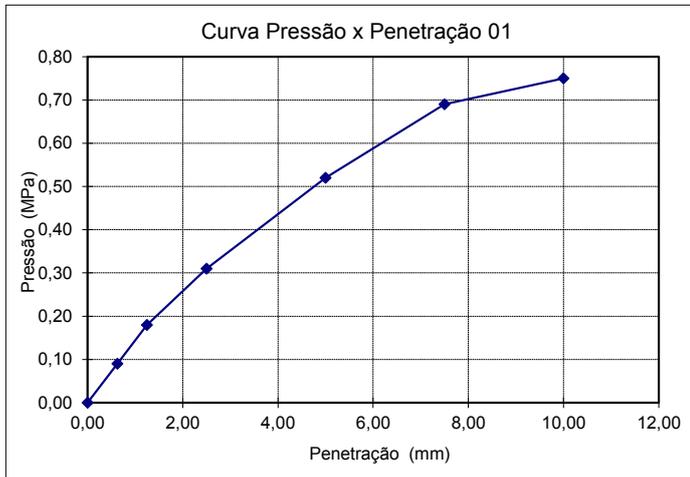
PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA					
Nº Molde	2	27	24	50	43
Solo+Água+M. (g)	8270	9320	8725	9770	8855
Peso Molde (g)	4710	5625	4720	5600	4720
Peso Solo+Ág. (g)	3560	3695	4005	4170	4135
Volume Molde (cm³)	1988	1988	1988	1988	1988
Dens. Solo Úm. (Kg/m³)	1791	1859	2015	2098	2080
Dens. Solo Seco (Kg/m³)	1670	1701	1803	1832	1775

CÁLCULO DAS UMIDADES DAS CÁPSULAS										
Cápsula Nº.	171	140	160	148	152	162	167	137	151	170
P. Solo Úm.+CA (g)	117,83	124,33	106,29	114,33	105,55	110,37	110,76	103,58	108,40	108,07
P. Solo S. + CA (g)	110,40	117,28	98,17	106,00	96,01	100,10	98,65	92,10	94,89	94,01
Peso Água (g)	7,43	7,05	8,12	8,33	9,54	10,27	12,11	11,48	13,51	14,06
Peso Cápsula (g)	13,36	13,75	13,72	13,08	13,47	13,51	13,73	13,89	13,58	14,84
P. Solo Seco (g)	97,04	103,53	84,45	92,92	82,54	86,59	84,92	78,21	81,31	79,17
Umidade (%)	7,66	6,81	9,62	8,96	11,56	11,86	14,26	14,68	16,62	17,76
Umid. Média (%)		7,23		9,29		11,71		14,47		17,19



RESUMO

UMIDADE ÓTIMA	=	14,1 %
DENSIDADE MÁXIMA	=	1832 Kg/m³
EXPANSÃO	=	0,14 %
ISC FINAL	=	60,0 %



ENSAIOS FÍSICOS

LOCAL:	JAZIDA ALEXANDRE	DATA:	14/08/18
TRECHO:		AMOSTRA:	1

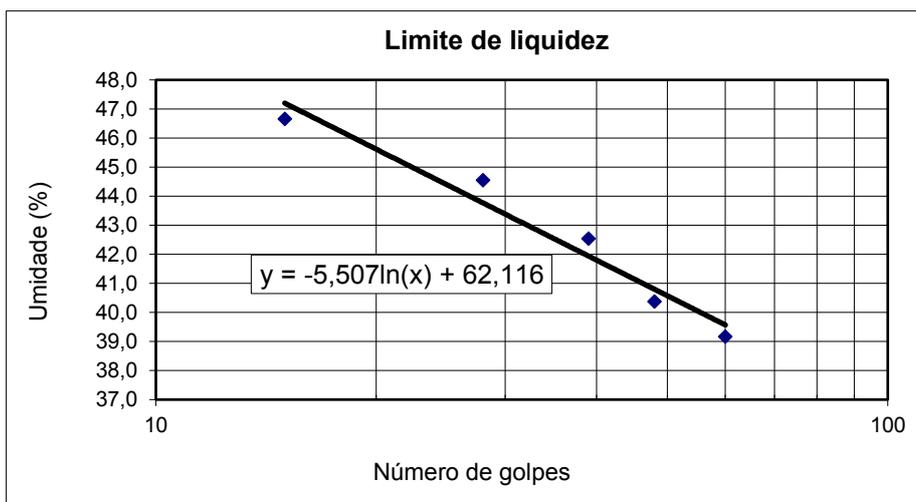
EN LIMITE DE LIQUIDEZ

CÁPSULA Nº:	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	Nº GOLPES	% DE ÁGUA
28	23,82	19,99	10,21	3,83	9,78	60	39,2
2	27,01	22,65	11,85	4,36	10,80	48	40,4
23	27,91	23,18	12,06	4,73	11,12	39	42,5
12	27,76	22,61	11,05	5,15	11,56	28	44,6
6	26,67	21,65	10,89	5,02	10,76	15	46,7

LIMITE DE PLASTICIDADE

CÁPSULA Nº	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	% DE ÁGUA	LIMITE DE PLASTICIDADE
106	7,18	6,86	5,72	0,32	1,14	28,07	
71	10,31	10,02	8,97	0,29	1,05	27,62	
66	7,25	6,96	5,91	0,29	1,05	27,62	27,8
60	6,84	6,55	5,54	0,29	1,01	28,71	
86	6,91	6,63	5,60	0,28	1,03	27,18	

LIMITE DE LIQUIDEZ:	44,4
LIMITE DE PLASTICIDADE:	27,8
ÍNDICE DE PLASTICIDADE:	16,5



ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra: 01	Local: SOLAR DA SERRA		
Jazida: ALEXANDRE	Cota: Coletada do monte	Operador: Ricardo	Data: 15/08/2018

Umidade higroscópica			Massa específica dos grãos # 2mm				
Capsula N°	69	11	3	Picnômetro N°	2	3	5
tara (g)	11,96	12,68	12,59	Temperatura (°C)	23,0	23,1	23,0
tara + SH (g)	63,17	57,19	57,47	Pic. + água (g)	608,44	618,77	675,36
tara + SS (g)	60,67	55,02	55,29	Pic.+água+solo(g)	639,02	649,39	705,91
Umidade (%)	5,13	5,13	5,11	Amostra (g)	50,00	50,02	50,01
w (%):			5,12	G (g/cm ³)	2,79	2,80	2,79
						G_s:	2,79
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			704,0	Massa total da amostra seca M _s (g) =			693,4

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	48,80	48,80	93,0
3/4"	19,1	56,35	105,15	84,8
3/8"	9,5	141,88	247,03	64,4
4	4,76	175,89	422,92	39,0
10	2,00	62,41	485,33	30,0

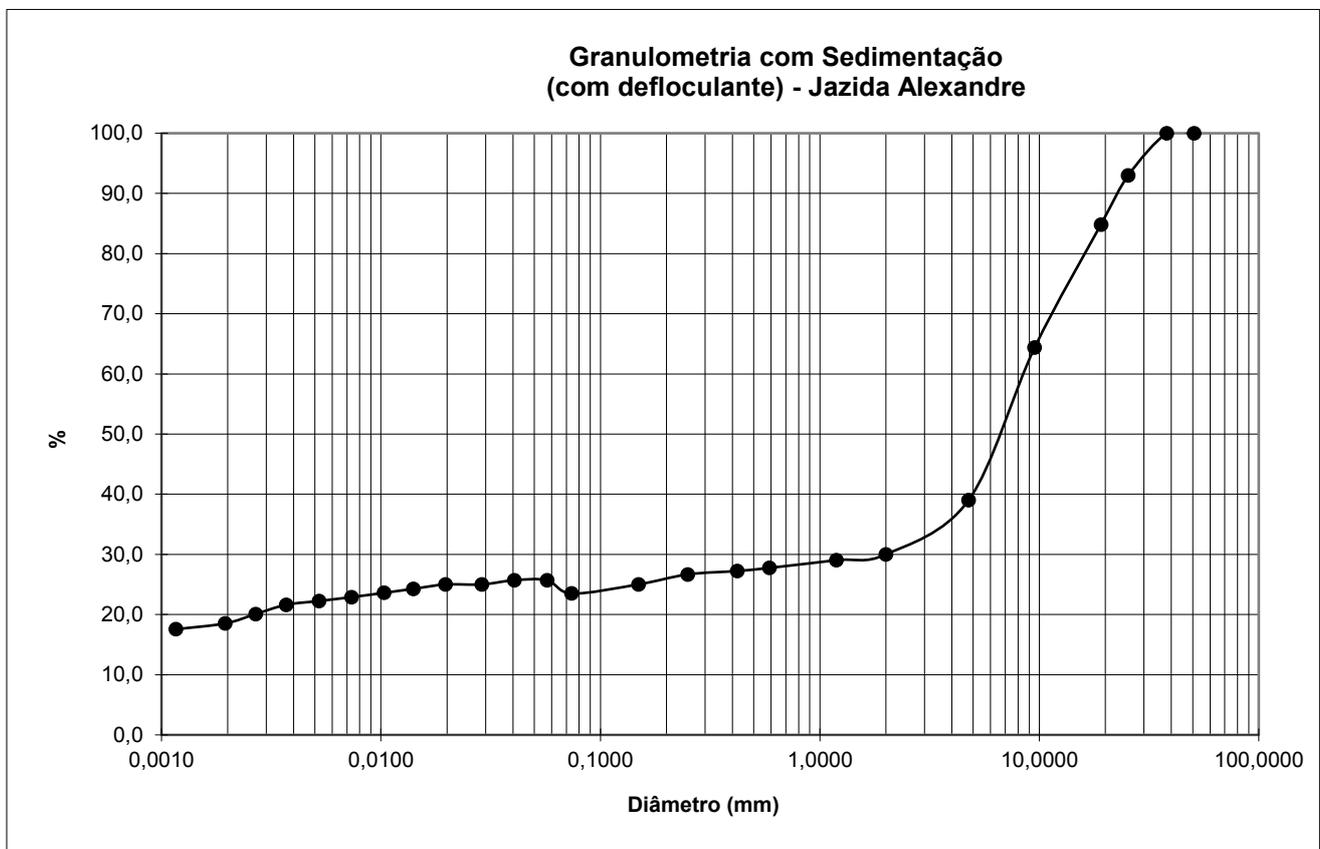
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
16	1,19	2,13	2,13	29,0
30	0,59	2,85	4,98	27,8
40	0,42	1,15	6,13	27,2
60	0,25	1,25	7,38	26,7
100	0,149	3,69	11,07	25,0
200	0,074	3,36	14,43	23,5

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M _h (g) =				70,00	Densímetro N°:34351		
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm ³)	Ld (g/cm ³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	25,0	1,033	0,9964	10,7	25,7	0,0572
1 min.	60	25,0	1,033	0,9964	10,7	25,7	0,0405
2 min.	120	25,0	1,032	0,9964	10,9	25,0	0,0289
4 min.	240	24,9	1,032	0,9964	10,1	25,0	0,0197
8 min.	480	24,8	1,031	0,9964	10,2	24,3	0,0140
15 min.	900	25,0	1,030	0,9964	10,4	23,6	0,0103
30 min.	1800	25,0	1,029	0,9964	10,6	22,9	0,0074
1 h	3600	25,4	1,028	0,9963	10,8	22,3	0,0052
2 h	7200	25,9	1,027	0,9962	10,9	21,6	0,0037
4 h	14400	25,0	1,025	0,9964	11,3	20,1	0,0027
8 h	28800	23,9	1,023	0,9966	11,6	18,5	0,0020
24 h	86400	22,0	1,022	0,9970	11,8	17,6	0,0012

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	MATERIAL*	% do material
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	14,0
38,10	100,0	0,0		
25,40	93,0	7,0		
19,10	84,8	15,2	6,0<Pedregulho médio<20,0	40,4
9,52	64,4	35,6		
4,76	39,0	61,0		
2,00	30,0	70,0	2,0<Pedregulho fino<6,0	15,6
1,190	29,0	71,0	0,60<Areia grossa<2,0	2,2
0,590	27,8	72,2	0,20<Areia média<0,6	1,9
0,420	27,2	72,8		
0,250	26,7	73,3		
0,149	25,0	75,0	0,06< Areia fina <0,20	0,1
0,074	23,5	76,5		
0,0572	25,7	74,3		
0,0405	25,7	74,3		
0,0289	25,0	75,0		
0,0197	25,0	75,0	0,002 < Silte < 0,06	7,1
0,0140	24,3	75,7		
0,0103	23,6	76,4		
0,0074	22,9	77,1		
0,0052	22,3	77,7		
0,0037	21,6	78,4		
0,0027	20,1	79,9		
0,0020	18,5	81,5		
0,0012	17,6	82,4		

* ABNT - NBR 6502, Rochas e Solos - setembro 1995 (unidade em mm)

100,0



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - CBR

LOCAL: JAZIDA ARPLAN	Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,90 MPa
ENERGIA: INTERMEDIÁRIA	Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35 MPa
Laboratório: Solos	Diâmetro da base do pistão:	4,96 cm
Data: 14/08/2018	Área da base do pistão:	19,32 cm ²
FURO 01	Constante da prensa:	0,01 MPa/div

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	11,00	0,11	
1,25	20,00	0,20	
2,50	35,00	0,35	5,07
5,00	63,00	0,63	6,09
7,50	86,00	0,86	
10,00	95,00	0,95	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	17,00	0,17	
1,25	30,00	0,30	
2,50	51,00	0,51	7,39
5,00	86,00	0,86	8,31
7,50	115,00	1,15	
10,00	126,00	1,26	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	85,00	0,85	
1,25	262,00	2,62	
2,50	428,00	4,28	62,03
5,00	570,00	5,70	55,07
7,50	685,00	6,85	
10,00	731,00	7,31	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	42,00	0,42	
1,25	166,00	1,66	
2,50	303,00	3,03	43,91
5,00	418,00	4,18	40,39
7,50	508,00	5,08	
10,00	546,00	5,46	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	5,00	0,05	
1,25	11,00	0,11	
2,50	25,00	0,25	3,62
5,00	62,00	0,62	5,99
7,50	100,00	1,00	
10,00	123,00	1,23	

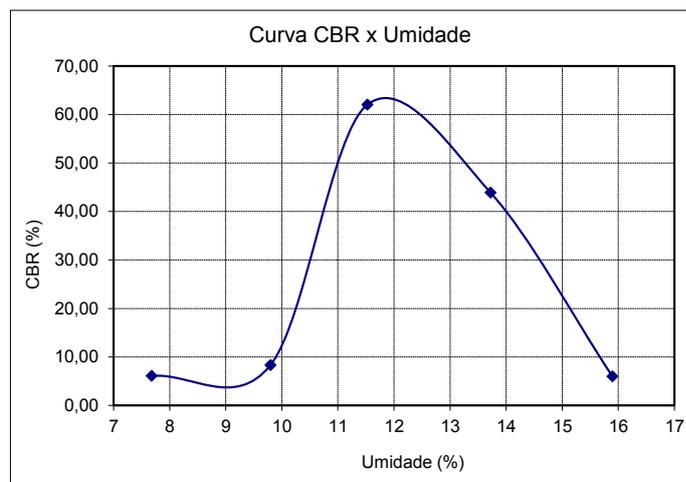
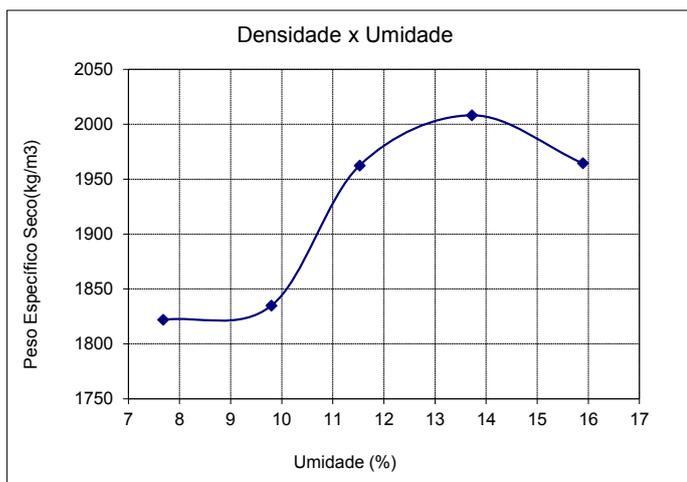
Umidade (%)	C.B.R. (%)	Umidade (%)	Densidade Kg/m ³
7,68	6,09	7,68	1822
9,80	8,31	9,80	1835
11,52	62,03	11,52	1962
13,72	43,91	13,72	2008
15,89	5,99	15,89	1964

ENSAIO DE EXPANSÃO

Molde N°.	31	17	40	29	20
Leitura Inicial	4,00	6,00	4,00	4,00	4,00
Leitura Final	4,21	6,17	4,02	4,00	4,00
L.Final - L.Inicial	0,21	0,17	0,02	0,00	0,00
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,18	0,15	0,02	0,00	0,00
Média (%)	0,07				

PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA					
Nº Molde	31	17	40	29	20
Solo+Água+M. (g)	8670	8795	9075	9285	9110
Peso Molde (g)	4770	4790	4665	4745	4625
Peso Solo+Ág. (g)	3900	4005	4410	4540	4485
Volume Molde (cm ³)	1988	1988	2015	1988	1970
Dens. Solo Úm. (Kg/m ³)	1962	2015	2189	2284	2277
Dens. Solo Seco (Kg/m ³)	1822	1835	1962	2008	1964

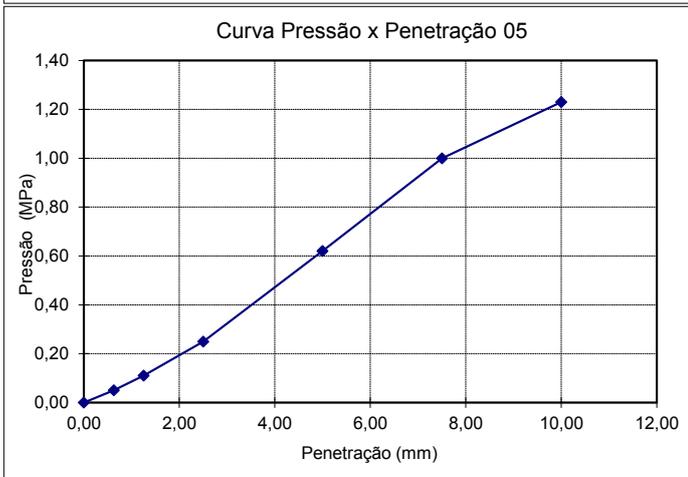
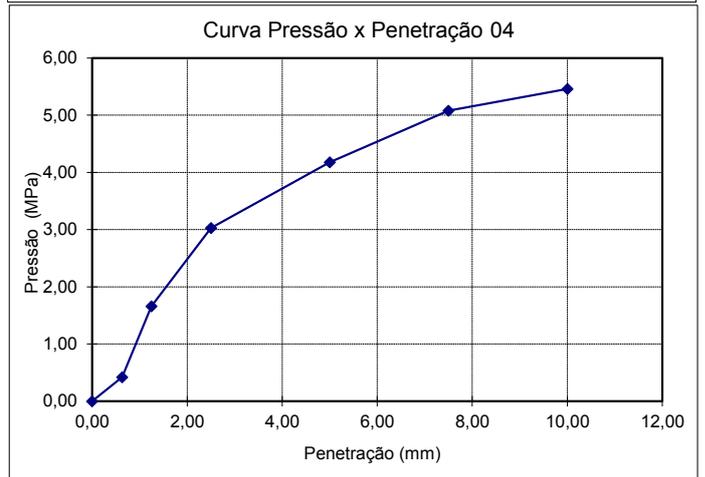
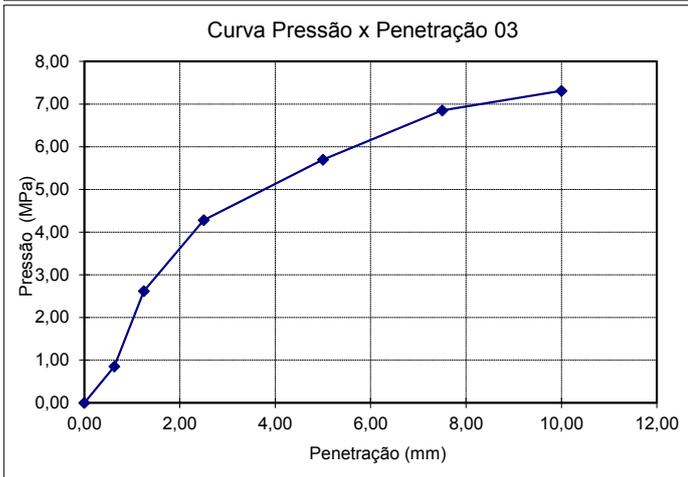
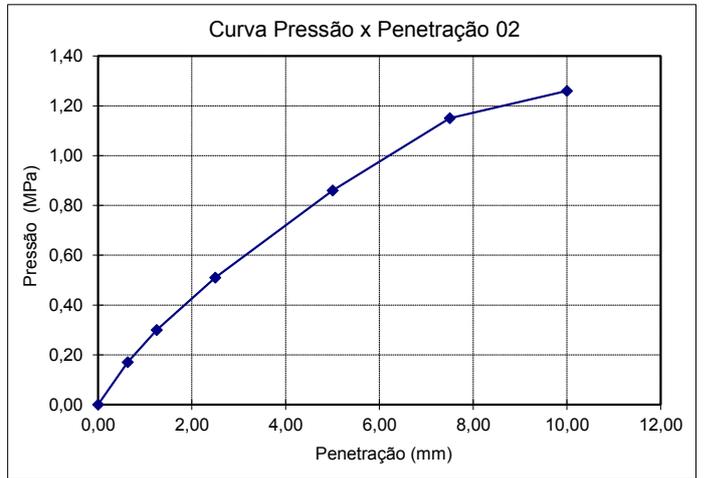
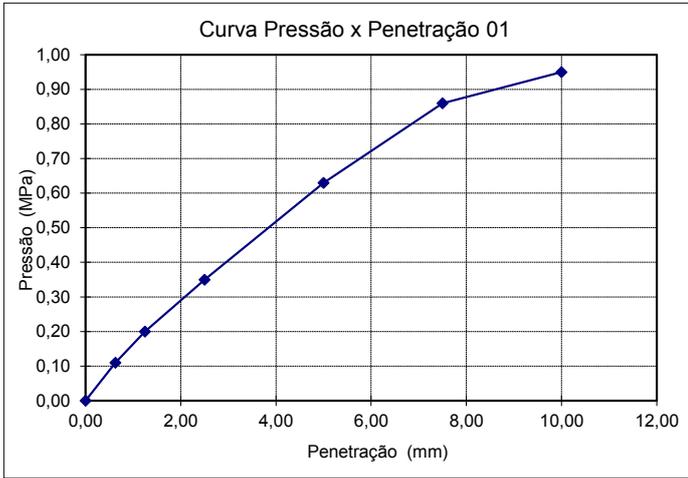
CÁLCULO DAS UMIDADES DAS CÁPSULAS										
Cápsula Nº.	144	146	159	172	136	155	161	150	141	145
P. Solo Úm.+CA (g)	128,29	130,01	127,18	131,73	118,15	117,24	111,86	114,92	121,20	108,10
P. Solo S. + CA (g)	120,40	121,49	117,37	120,91	108,01	106,04	100,04	102,58	106,33	95,20
Peso Água (g)	7,89	8,52	9,81	10,82	10,14	11,20	11,82	12,34	14,87	12,90
Peso Cápsula (g)	13,74	14,41	13,50	14,30	13,92	14,76	13,55	12,99	13,34	13,54
P. Solo Seco (g)	106,66	107,08	103,87	106,61	94,09	91,28	86,49	89,59	92,99	81,66
Umidade (%)	7,40	7,96	9,44	10,15	10,78	12,27	13,67	13,77	15,99	15,80
Umid. Média (%)		7,68		9,80		11,52		13,72		15,89



RESUMO

UMIDADE ÓTIMA = 13,7 %
DENSIDADE MÁXIMA = 2008 Kg/m³

EXPANSÃO = 0,07 %
ISC FINAL = 44,0 %



ENSAIOS FÍSICOS

LOCAL:	JAZIDA ARPLAN	DATA:	15/08/18
TRECHO:		AMOSTRA:	1

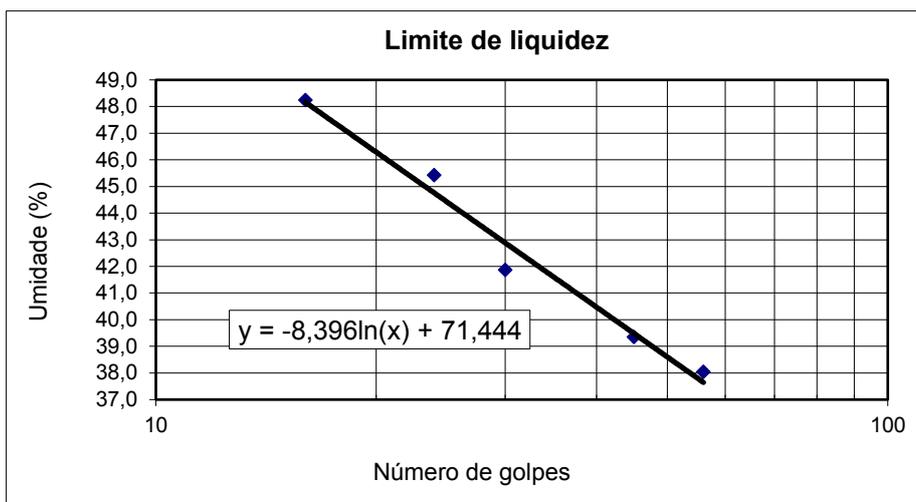
LIMITE DE LIQUIDEZ

CÁPSULA Nº:	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	Nº GOLPES	% DE ÁGUA
21	26,13	22,12	11,58	4,01	10,54	56	38,0
29	27,08	22,59	11,18	4,49	11,41	45	39,4
35	26,69	21,90	10,46	4,79	11,44	30	41,9
16	30,61	25,09	12,94	5,52	12,15	24	45,4
44	28,16	22,82	11,75	5,34	11,07	16	48,2

LIMITE DE PLASTICIDADE

CÁPSULA Nº	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	% DE ÁGUA	LIMITE DE PLASTICIDADE
63	7,47	7,20	6,15	0,27	1,05	25,71	
61	6,76	6,48	5,43	0,28	1,05	26,67	
104	7,02	6,72	5,64	0,30	1,08	27,78	26,7
88	6,97	6,70	5,68	0,27	1,02	26,47	
67	6,92	6,64	5,59	0,28	1,05	26,67	

LIMITE DE LIQUIDEZ:	44,4
LIMITE DE PLASTICIDADE:	26,7
ÍNDICE DE PLASTICIDADE:	17,8



ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra: 01	Local: SOLAR DA SERRA	
Jazida: ARPLAN	Cota: Coletada do monte	Operador: Ricardo
		Data: 19/08/2018

Umidade higroscópica			Massa específica dos grãos # 2mm				
Capsula N°	18	52	65	Picnômetro N°	4	5	3
tara (g)	12,56	11,96	11,83	Temperatura (°C)	21,9	21,9	21,9
tara + SH (g)	75,13	119,27	115,68	Pic. + água (g)	624,08	675,21	618,22
tara + SS (g)	69,43	109,82	106,06	Pic.+água+solo(g)	653,32	704,39	647,31
Umidade (%)	10,02	9,66	10,21	Amostra (g)	50,00	50,00	50,01
w (%):			10,12	G (g/cm ³)	2,80	2,79	2,78
						G_s:	2,79
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			701,0	Massa total da amostra seca M _s (g) =			674,5

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	0,00	0,00	100,0
3/4"	19,1	11,64	11,64	98,3
3/8"	9,5	98,26	109,90	83,7
4	4,76	201,42	311,32	53,8
10	2,00	101,17	412,49	38,8

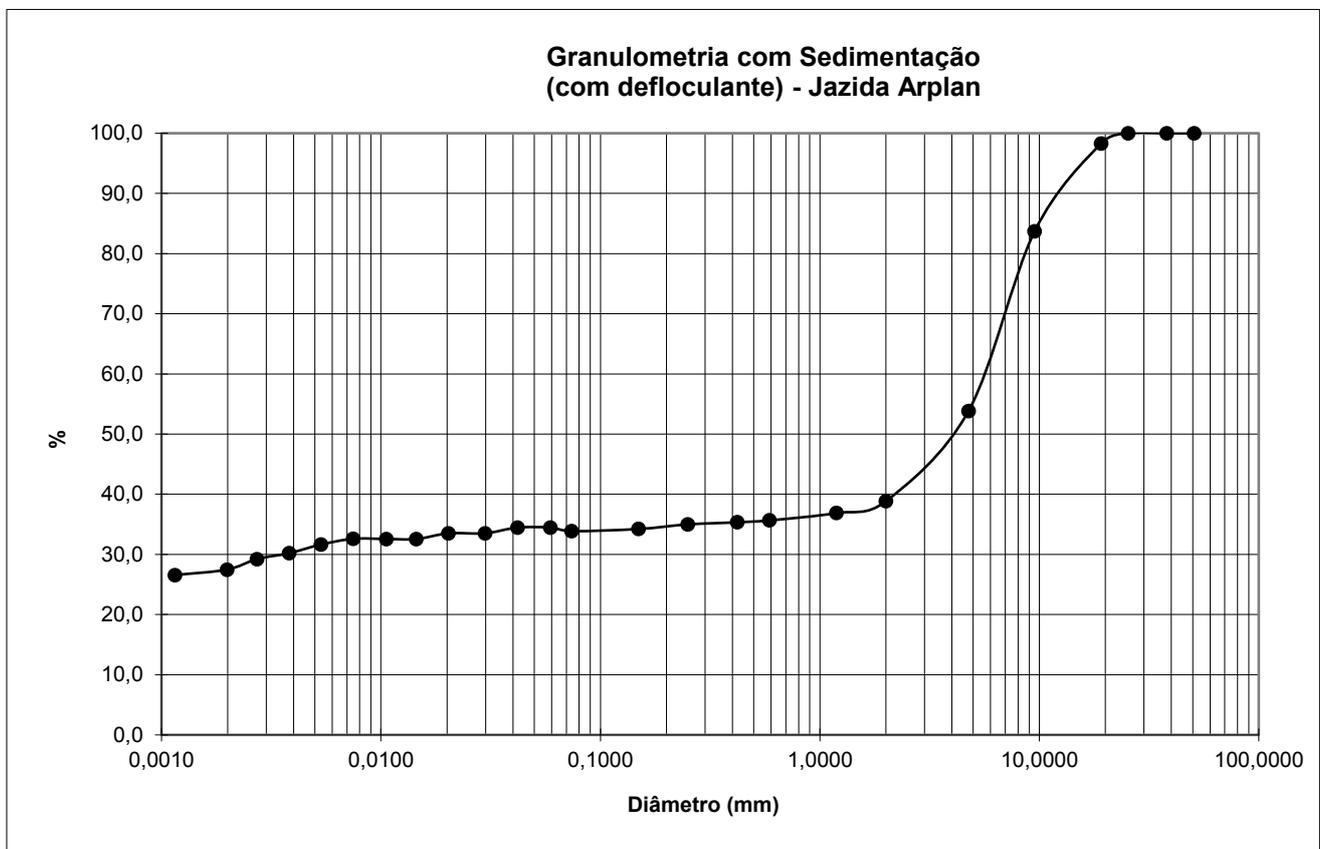
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
16	1,19	3,23	3,23	36,9
30	0,59	1,99	5,22	35,7
40	0,42	0,52	5,74	35,3
60	0,25	0,58	6,32	35,0
100	0,149	1,25	7,57	34,2
200	0,074	0,58	8,15	33,9

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M _h (g) =				70,00	Densímetro N°:34351		
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm ³)	Ld (g/cm ³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	22,4	1,033	0,9969	10,7	34,5	0,0592
1 min.	60	22,4	1,033	0,9969	10,7	34,5	0,0419
2 min.	120	22,4	1,032	0,9969	10,9	33,5	0,0298
4 min.	240	22,4	1,032	0,9969	10,1	33,5	0,0203
8 min.	480	22,4	1,031	0,9969	10,2	32,6	0,0145
15 min.	900	22,5	1,031	0,9969	10,2	32,6	0,0106
30 min.	1800	22,6	1,031	0,9969	10,2	32,6	0,0075
1 h	3600	22,6	1,030	0,9969	10,4	31,6	0,0053
2 h	7200	22,6	1,029	0,9969	10,7	30,2	0,0038
4 h	14400	22,5	1,028	0,9969	10,9	29,2	0,0027
8 h	28800	20,8	1,026	0,9972	11,1	27,5	0,0020
24 h	86400	21,1	1,025	0,9972	11,3	26,6	0,0012

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	MATERIAL*	% do material
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	1,5
38,10	100,0	0,0		
25,40	100,0	0,0		
19,10	98,3	1,7	6,0<Pedregulho médio<20,0	36,9
9,52	83,7	16,3		
4,76	53,8	46,2	2,0<Pedregulho fino<6,0	22,8
2,00	38,8	61,2		
1,190	36,9	63,1	0,60<Areia grossa<2,0	3,2
0,590	35,7	64,3	0,20<Areia média<0,6	1,1
0,420	35,3	64,7		
0,250	35,0	65,0		
0,149	34,2	65,8	0,06< Areia fina <0,20	0,1
0,074	33,9	66,1		
0,0592	34,5	65,5		
0,0419	34,5	65,5		
0,0298	33,5	66,5		
0,0203	33,5	66,5	0,002 < Silte < 0,06	7,0
0,0145	32,6	67,4		
0,0106	32,6	67,4		
0,0075	32,6	67,4		
0,0053	31,6	68,4		
0,0038	30,2	69,8		
0,0027	29,2	70,8		
0,0020	27,5	72,5		
0,0012	26,6	73,4	Argila < 0,002	27,5

* ABNT - NBR 6502, Rochas e Solos - setembro 1995 (unidade em mm)

100,0



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - CBR

LOCAL: JAZIDA LEMOS	Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,90 MPa
ENERGIA: INTERMEDIÁRIA	Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35 MPa
Laboratório: Solos	Diâmetro da base do pistão:	4,96 cm
Data: 14/08/2018	Área da base do pistão:	19,32 cm ²
FURO 01	Constante da prensa:	0,01 MPa/div

Penetração 01 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	12,00	0,12	
1,25	22,00	0,22	
2,50	39,00	0,39	5,65
5,00	70,00	0,70	6,76
7,50	95,00	0,95	
10,00	102,00	1,02	

Penetração 02 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	24,00	0,24	
1,25	55,00	0,55	
2,50	97,00	0,97	14,06
5,00	140,00	1,40	13,53
7,50	167,00	1,67	
10,00	184,00	1,84	

Penetração 03 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	68,00	0,68	
1,25	150,00	1,50	
2,50	193,00	1,93	27,97
5,00	240,00	2,40	23,19
7,50	266,00	2,66	
10,00	288,00	2,88	

Penetração 04 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	70,00	0,70	
1,25	161,00	1,61	
2,50	207,00	2,07	30,00
5,00	251,00	2,51	24,25
7,50	384,00	3,84	
10,00	401,00	4,01	

Penetração 05 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	20,00	0,20	
1,25	35,00	0,35	
2,50	99,00	0,99	14,35
5,00	143,00	1,43	13,82
7,50	189,00	1,89	
10,00	208,00	2,08	

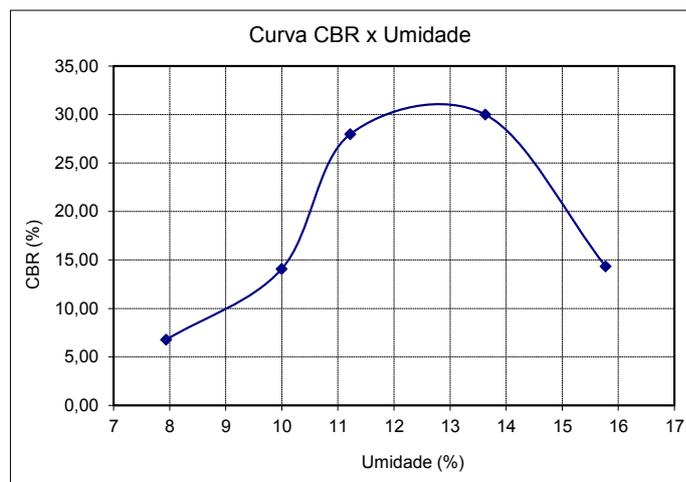
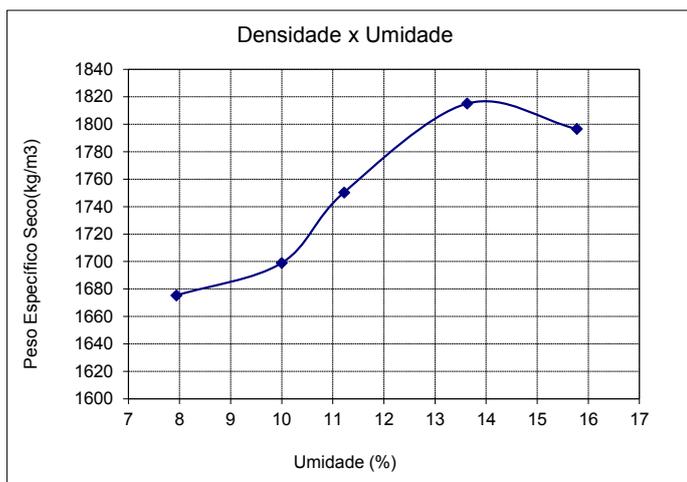
Umidade (%)	C.B.R. (%)	Umidade (%)	Densidade Kg/m ³
7,93	6,76	7,93	1675
9,99	14,06	9,99	1699
11,22	27,97	11,22	1750
13,63	30,00	13,63	1815
15,77	14,35	15,77	1797

ENSAIO DE EXPANSÃO

Molde N°.	21	46	19	47	32
Leitura Inicial	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00
Leitura Final	4,06	5,03	5,04	4,01	4,01
L.Final - L.Inicial	0,06	0,03	0,04	0,01	0,01
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,05	0,03	0,04	0,01	0,01
Média (%)	0,03				

PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA					
Nº Molde	21	46	19	47	32
Solo+Água+M. (g)	8385	8440	8565	8835	8885
Peso Molde (g)	4745	4725	4695	4735	4750
Peso Solo+Ág. (g)	3640	3715	3870	4100	4135
Volume Molde (cm³)	2013	1988	1988	1988	1988
Dens. Solo Úm. (Kg/m³)	1808	1869	1947	2062	2080
Dens. Solo Seco (Kg/m³)	1675	1699	1750	1815	1797

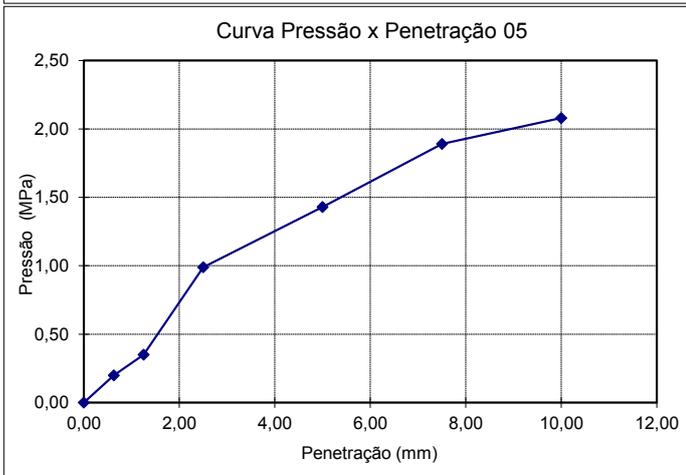
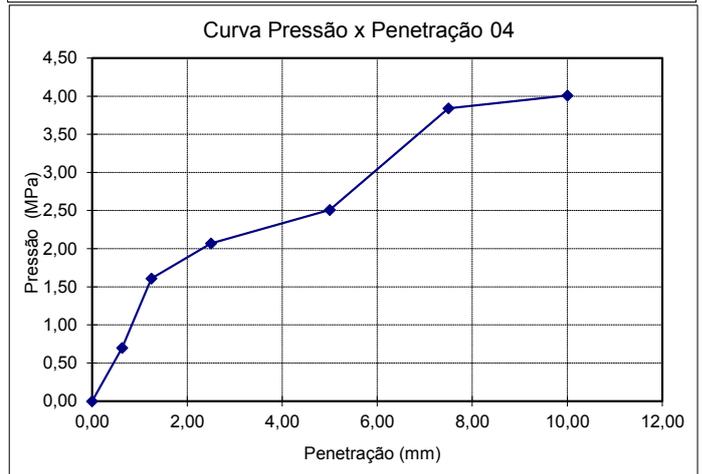
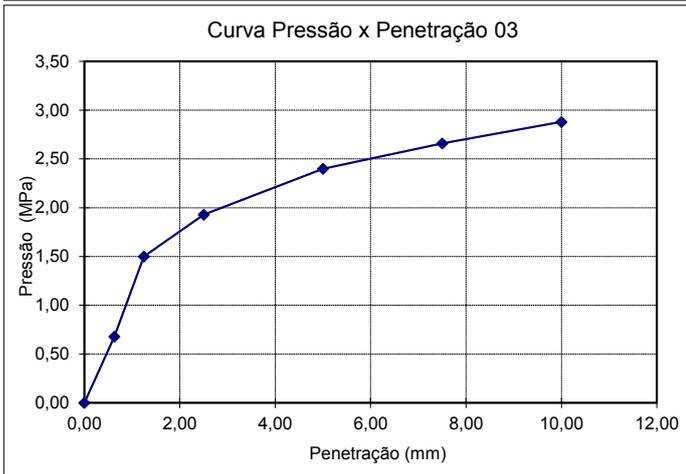
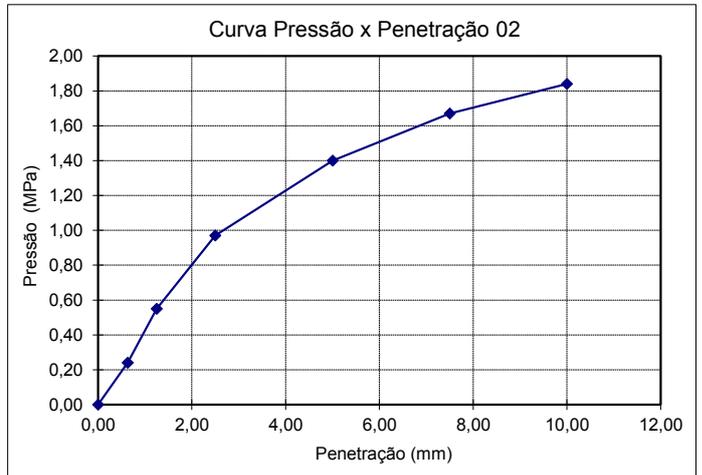
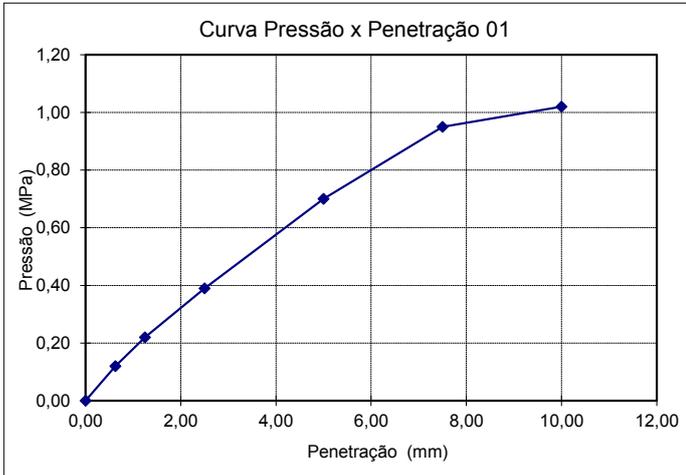
CÁLCULO DAS UMIDADES DAS CÁPSULAS										
Cápsula Nº.	13	60	40	91	47	71	86	20	53	102
P. Solo Úm.+CA (g)	102,77	108,43	87,97	88,14	81,74	85,11	77,72	85,26	96,48	89,02
P. Solo S. + CA (g)	96,09	101,51	81,19	81,07	74,57	77,87	69,77	76,93	85,06	78,48
Peso Água (g)	6,68	6,92	6,78	7,07	7,17	7,24	7,95	8,33	11,42	10,54
Peso Cápsula (g)	13,08	13,05	12,30	11,40	11,97	11,95	13,36	13,63	12,50	11,80
P. Solo Seco (g)	83,01	88,46	68,89	69,67	62,60	65,92	56,41	63,30	72,56	66,68
Umidade (%)	8,05	7,82	9,84	10,15	11,45	10,98	14,09	13,16	15,74	15,81
Umid. Média (%)		7,93		9,99		11,22		13,63		15,77



RESUMO

UMIDADE ÓTIMA = 13,8 %
 DENSIDADE MÁXIMA = 1815 Kg/m³

EXPANSÃO = 0,03 %
 ISC FINAL = 32,0 %



ENSAIOS FÍSICOS

LOCAL:	JAZIDA LEMOS	DATA:	14/08/18
TRECHO:		AMOSTRA:	1

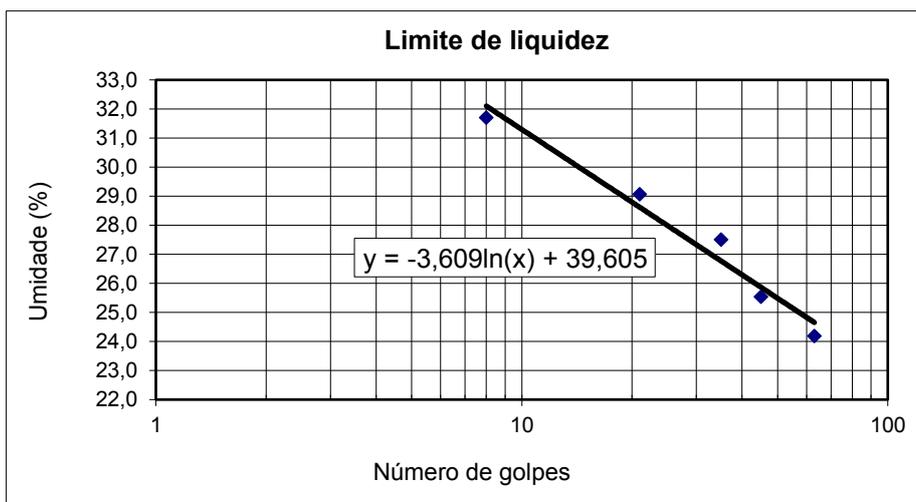
LIMITE DE LIQUIDEZ

CÁPSULA Nº:	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	Nº GOLPES	% DE ÁGUA
22	27,45	24,08	10,15	3,37	13,93	63	24,2
48	26,30	22,89	9,54	3,41	13,35	45	25,5
1	27,66	24,06	10,97	3,60	13,09	35	27,5
33	24,85	21,69	10,82	3,16	10,87	21	29,1
10	25,86	22,03	9,95	3,83	12,08	8	31,7

LIMITE DE PLASTICIDADE

CÁPSULA Nº	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	% DE ÁGUA	LIMITE DE PLASTICIDADE
80	7,02	6,75	5,45	0,27	1,30	20,77	
117	7,30	7,07	5,79	0,23	1,28	17,97	
113	7,14	6,88	5,52	0,26	1,36	19,12	19,2
79	7,41	7,14	5,74	0,27	1,40	19,29	
92	7,69	7,42	5,97	0,27	1,45	18,62	

LIMITE DE LIQUIDEZ:	28,0
LIMITE DE PLASTICIDADE:	19,2
ÍNDICE DE PLASTICIDADE:	8,8



ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra: 01		Local: SOLAR DA SERRA
Jazida: LEMOS	Cota: Coletada do monte	Operador: Ricardo
		Data: 16/08/2018

Umidade higroscópica			Massa específica dos grãos # 2mm				
Capsula N°	67	8	14	Picnômetro N°	4	1	7
tara (g)	13,17	13,02	12,68	Temperatura (°C)	23,1	23,0	23,1
tara + SH (g)	75,65	75,41	69,41	Pic. + água (g)	624,01	628,33	630,01
tara + SS (g)	72,44	72,24	66,51	Pic.+água+solo(g)	654,11	658,45	660,08
Umidade (%)	5,42	5,35	5,39	Amostra (g)	50,00	50,00	50,01
		w (%):	5,40	G (g/cm ³)	2,73	2,73	2,72
						G_s:	2,73
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			703,0	Massa total da amostra seca M _s (g) =			682,8

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	13,78	13,78	98,0
3/4"	19,1	10,67	24,45	96,4
3/8"	9,5	107,43	131,88	80,7
4	4,76	107,97	239,85	64,9
10	2,00	69,03	308,88	54,8

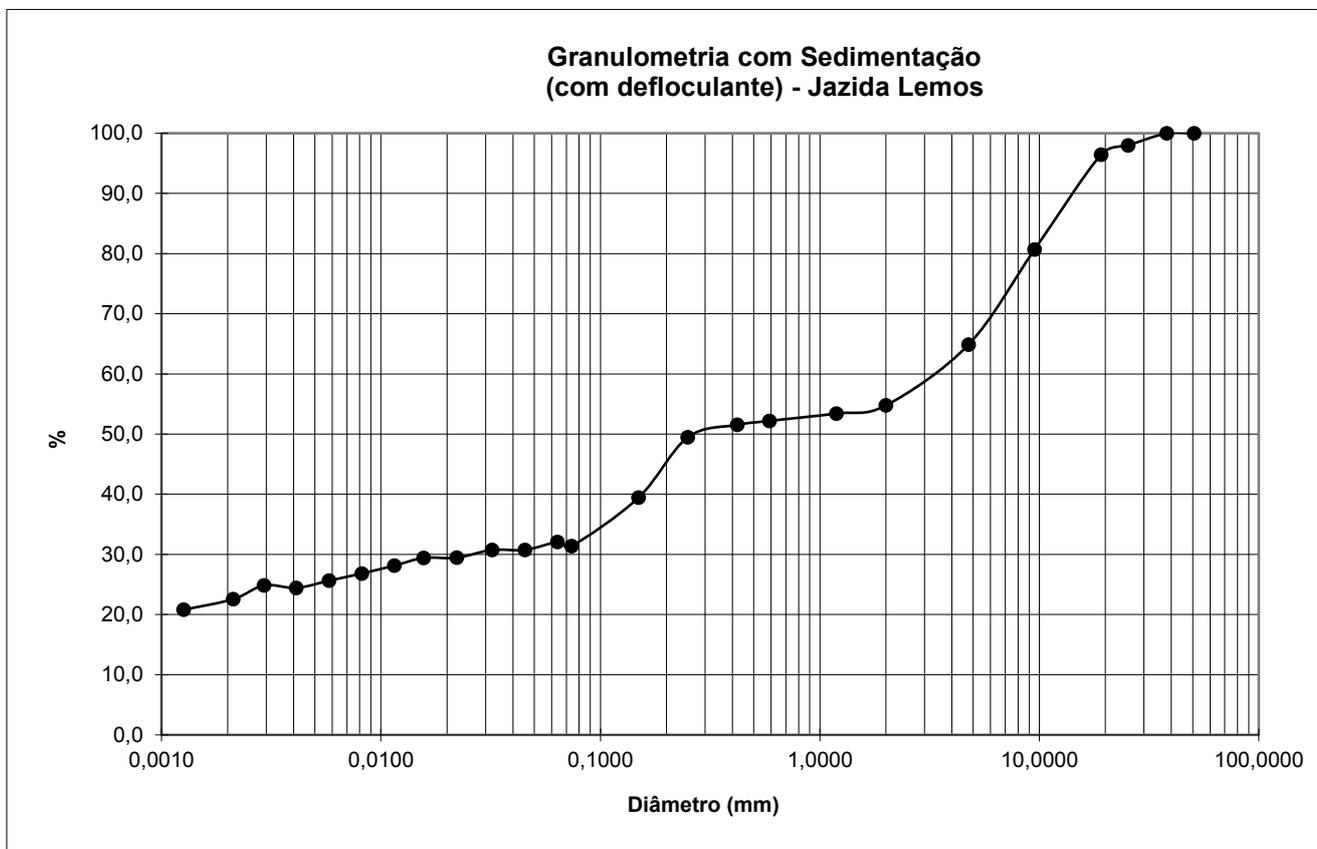
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
16	1,19	1,63	1,63	53,4
30	0,59	1,48	3,11	52,2
40	0,42	0,82	3,93	51,5
60	0,25	2,49	6,42	49,5
100	0,149	12,19	18,61	39,4
200	0,074	9,73	28,34	31,4

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M _h (g) =				70,00	Densímetro N°:34351		
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm ³)	Ld (g/cm ³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	25,0	1,021	0,9964	12,8	32,0	0,0637
1 min.	60	25,0	1,020	0,9964	12,9	30,7	0,0454
2 min.	120	25,0	1,020	0,9964	12,9	30,7	0,0321
4 min.	240	25,0	1,019	0,9964	12,3	29,4	0,0221
8 min.	480	24,9	1,019	0,9964	12,3	29,4	0,0157
15 min.	900	25,0	1,018	0,9964	12,5	28,1	0,0115
30 min.	1800	25,0	1,017	0,9964	12,7	26,8	0,0082
1 h	3600	25,4	1,016	0,9963	12,9	25,6	0,0058
2 h	7200	25,8	1,015	0,9962	13,0	24,4	0,0041
4 h	14400	24,9	1,016	0,9964	12,9	24,9	0,0029
8 h	28800	23,6	1,014	0,9967	13,2	22,6	0,0021
24 h	86400	21,8	1,013	0,9970	13,4	20,8	0,0013

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	MATERIAL*	% do material		
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	3,4		
38,10	100,0	0,0				
25,40	98,0	2,0				
19,10	96,4	3,6	6,0<Pedregulho médio<20,0	27,7		
9,52	80,7	19,3				
4,76	64,9	35,1	2,0<Pedregulho fino<6,0	14,2		
2,00	54,8	45,2				
1,190	53,4	46,6	0,60<Areia grossa<2,0	2,5		
0,590	52,2	47,8	0,20<Areia média<0,6	7,7		
0,420	51,5	48,5				
0,250	49,5	50,5				
0,149	39,4	60,6	0,06< Areia fina <0,20	12,7		
0,074	31,4	68,6				
0,0637	32,0	68,0				
0,0454	30,7	69,3				
0,0321	30,7	69,3				
0,0221	29,4	70,6	0,002 < Silte < 0,06	9,5		
0,0157	29,4	70,6				
0,0115	28,1	71,9				
0,0082	26,8	73,2				
0,0058	25,6	74,4				
0,0041	24,4	75,6				
0,0029	24,9	75,1				
0,0021	22,6	77,4				
0,0013	20,8	79,2			Argila < 0,002	22,3

* ABNT - NBR 6502, Rochas e Solos - setembro 1995 (unidade em mm)

100,0



INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - CBR

LOCAL: JAZIDA MARTINS	Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,90 MPa
ENERGIA: INTERMEDIÁRIA	Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35 MPa
Laboratório: Solos	Diâmetro da base do pistão:	4,96 cm
Data: 14/08/2018	Área da base do pistão:	19,32 cm ²
FURO 01	Constante da prensa:	0,01 MPa/div

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	12,00	0,12	
1,25	24,00	0,24	
2,50	50,00	0,50	7,25
5,00	87,00	0,87	8,41
7,50	113,00	1,13	
10,00	132,00	1,32	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	60,00	0,60	
1,25	148,00	1,48	
2,50	229,00	2,29	33,19
5,00	364,00	3,64	35,17
7,50	411,00	4,11	
10,00	442,00	4,42	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	125,00	1,25	
1,25	250,00	2,50	
2,50	354,00	3,54	51,30
5,00	420,00	4,20	40,58
7,50	475,00	4,75	
10,00	515,00	5,15	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	20,00	0,20	
1,25	40,00	0,40	
2,50	160,00	1,60	23,19
5,00	348,00	3,48	33,62
7,50	420,00	4,20	
10,00	455,00	4,55	

Penetração (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	15,00	0,15	
1,25	35,00	0,35	
2,50	90,00	0,90	13,04
5,00	183,00	1,83	17,68
7,50	260,00	2,60	
10,00	306,00	3,06	

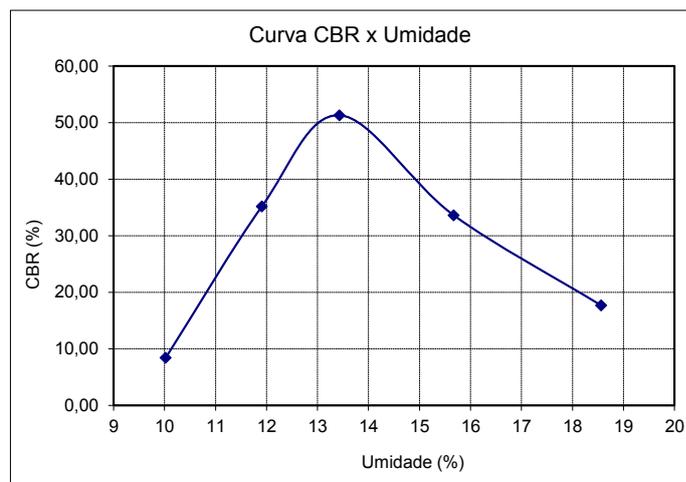
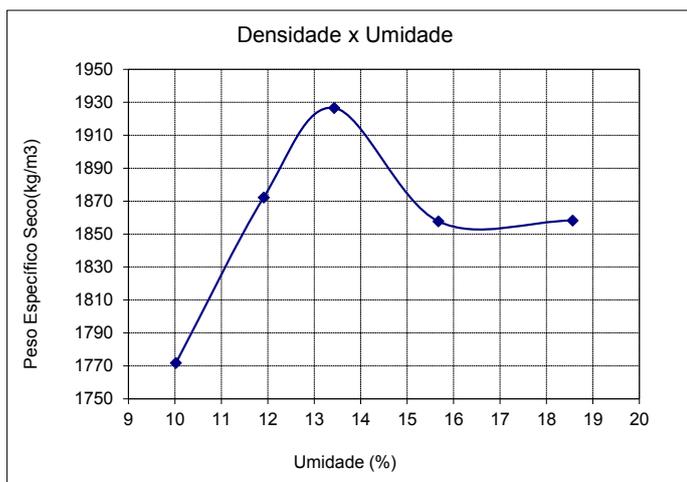
Umidade (%)	C.B.R. (%)	Umidade (%)	Densidade Kg/m ³
10,02	8,41	10,02	1772
11,91	35,17	11,91	1872
13,43	51,30	13,43	1927
15,67	33,62	15,67	1858
18,56	17,68	18,56	1858

ENSAIO DE EXPANSÃO

Molde N°.	6	44	1	33	57
Leitura Inicial	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00
Leitura Final	4,44	4,15	5,04	4,02	4,03
L.Final - L.Inicial	0,44	0,15	0,04	0,02	0,03
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,39	0,13	0,04	0,02	0,03
Média (%)	0,12				

PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA					
Nº Molde	6	44	1	33	57
Solo+Água+M. (g)	8605	9685	9080	9100	9190
Peso Molde (g)	4765	5520	4775	4770	4810
Peso Solo+Ág. (g)	3840	4165	4305	4330	4380
Volume Molde (cm ³)	1970	1988	1970	2015	1988
Dens. Solo Úm. (Kg/m ³)	1949	2095	2185	2149	2203
Dens. Solo Seco (Kg/m ³)	1772	1872	1927	1858	1858

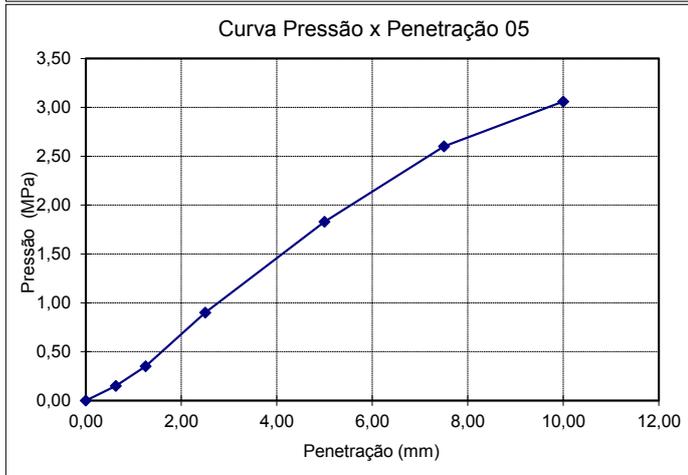
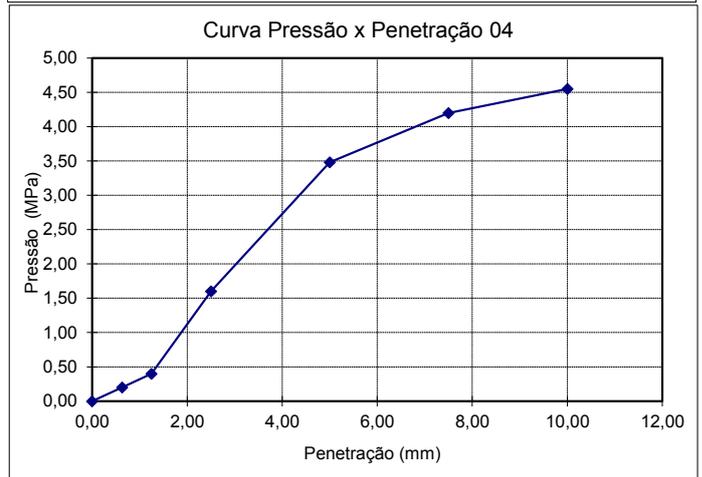
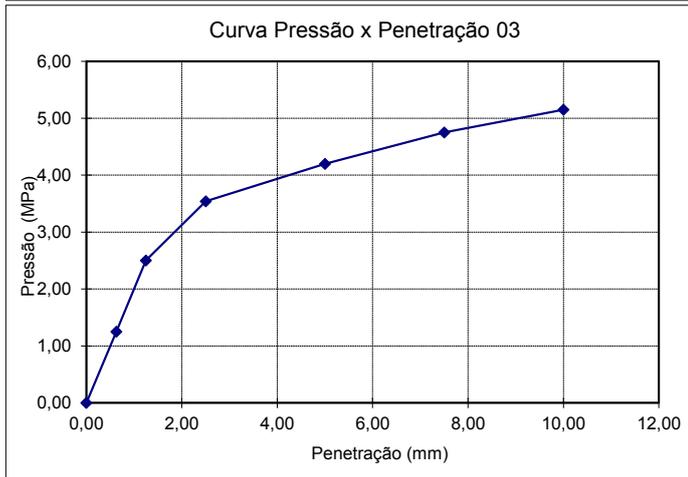
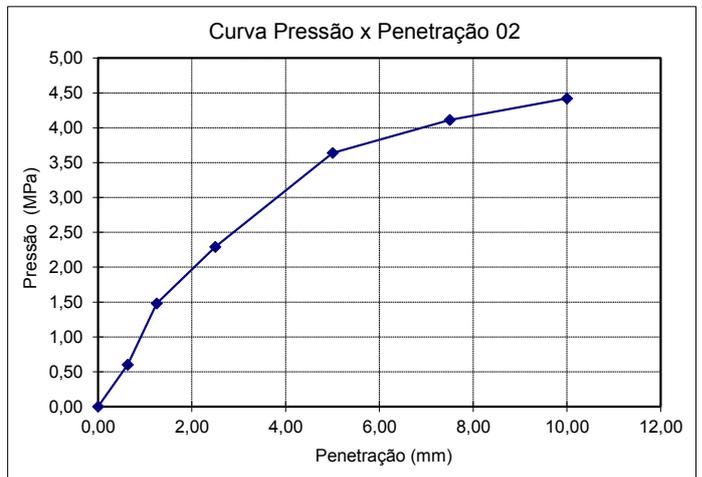
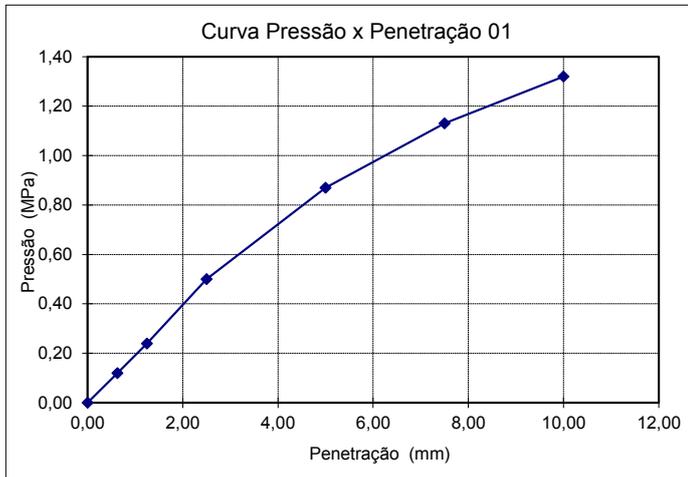
CÁLCULO DAS UMIDADES DAS CÁPSULAS										
Cápsula Nº.	156	158	169	173	157	163	138	154	153	142
P. Solo Úm.+CA (g)	109,18	109,67	97,95	102,07	118,15	107,83	106,40	104,01	100,29	102,56
P. Solo S. + CA (g)	100,18	101,15	89,05	92,52	105,51	96,86	93,78	91,74	86,77	88,65
Peso Água (g)	9,00	8,52	8,90	9,55	12,64	10,97	12,62	12,27	13,52	13,91
Peso Cápsula (g)	13,80	12,62	12,90	13,78	13,31	13,41	13,77	12,93	13,83	13,83
P. Solo Seco (g)	86,38	88,53	76,15	78,74	92,20	83,45	80,01	78,81	72,94	74,82
Umidade (%)	10,42	9,62	11,69	12,13	13,71	13,15	15,77	15,57	18,54	18,59
Umid. Média (%)		10,02		11,91		13,43		15,67		18,56



RESUMO

UMIDADE ÓTIMA = **13,4 %**
DENSIDADE MÁXIMA = **1927 Kg/m³**

EXPANSÃO = **0,12 %**
ISC FINAL = **51,3 %**



ENSAIOS FÍSICOS

LOCAL:	JAZIDA MARTINS	DATA:	16/08/18
TRECHO:		AMOSTRA:	1

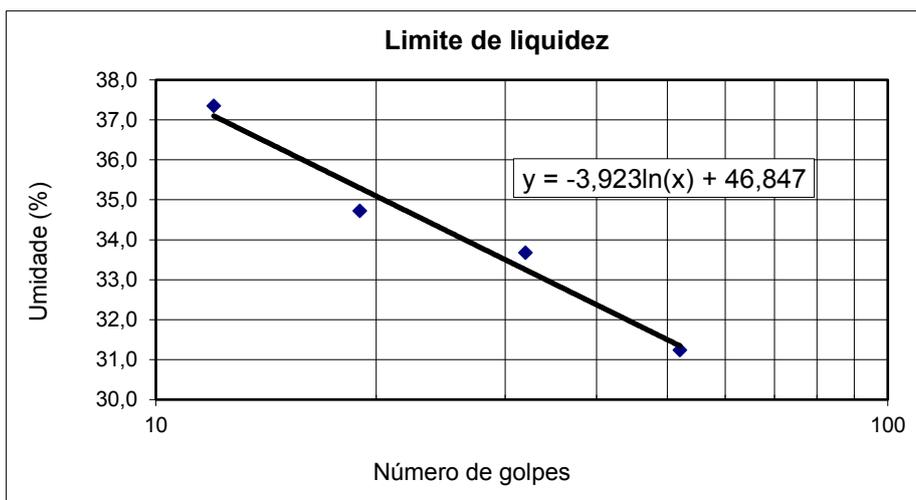
LIMITE DE LIQUIDEZ

CÁPSULA Nº:	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	Nº GOLPES	% DE ÁGUA
45	26,23	22,70	11,40	3,53	11,30	52	31,2
53	26,71	22,77	11,07	3,94	11,70	32	33,7
7	26,79	22,54	10,30	4,25	12,24	19	34,7
30	24,98	20,64	9,02	4,34	11,62	12	37,3

LIMITE DE PLASTICIDADE

CÁPSULA Nº	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	% DE ÁGUA	LIMITE DE PLASTICIDADE
70	8,53	8,18	6,86	0,35	1,32	26,52	
62	7,39	7,04	5,64	0,35	1,40	25,00	
133	7,59	7,21	5,81	0,38	1,40	27,14	25,8
56	6,99	6,59	4,99	0,40	1,60	25,00	
122	7,95	7,53	5,86	0,42	1,67	25,15	

LIMITE DE LIQUIDEZ:	34,2
LIMITE DE PLASTICIDADE:	25,8
ÍNDICE DE PLASTICIDADE:	8,5



ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra: 01		Local: SOLAR DA SERRA
Jazida: MARTINS	Cota: Coletada do monte	Operador: Ricardo
		Data: 18/08/2018

Umidade higroscópica			Massa específica dos grãos # 2mm				
Capsula N°	63	29	22	Picnômetro N°	2	1	6
tara (g)	11,64	12,65	12,25	Temperatura (°C)	21,7	21,7	21,8
tara + SH (g)	78,85	76,21	69,37	Pic. + água (g)	608,54	628,42	615,28
tara + SS (g)	77,89	75,29	68,49	Pic.+água+solo(g)	640,54	660,51	647,18
Umidade (%)	1,45	1,47	1,56	Amostra (g)	50,00	50,00	50,01
		w (%):	1,51	G (g/cm ³)	2,85	2,86	2,83
						G_s:	2,85
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			704,0	Massa total da amostra seca M _s (g) =			697,5

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	30,61	30,61	95,6
3/4"	19,1	60,16	90,77	87,0
3/8"	9,5	81,05	171,82	75,4
4	4,76	50,46	222,28	68,1
10	2,00	43,64	265,92	61,9

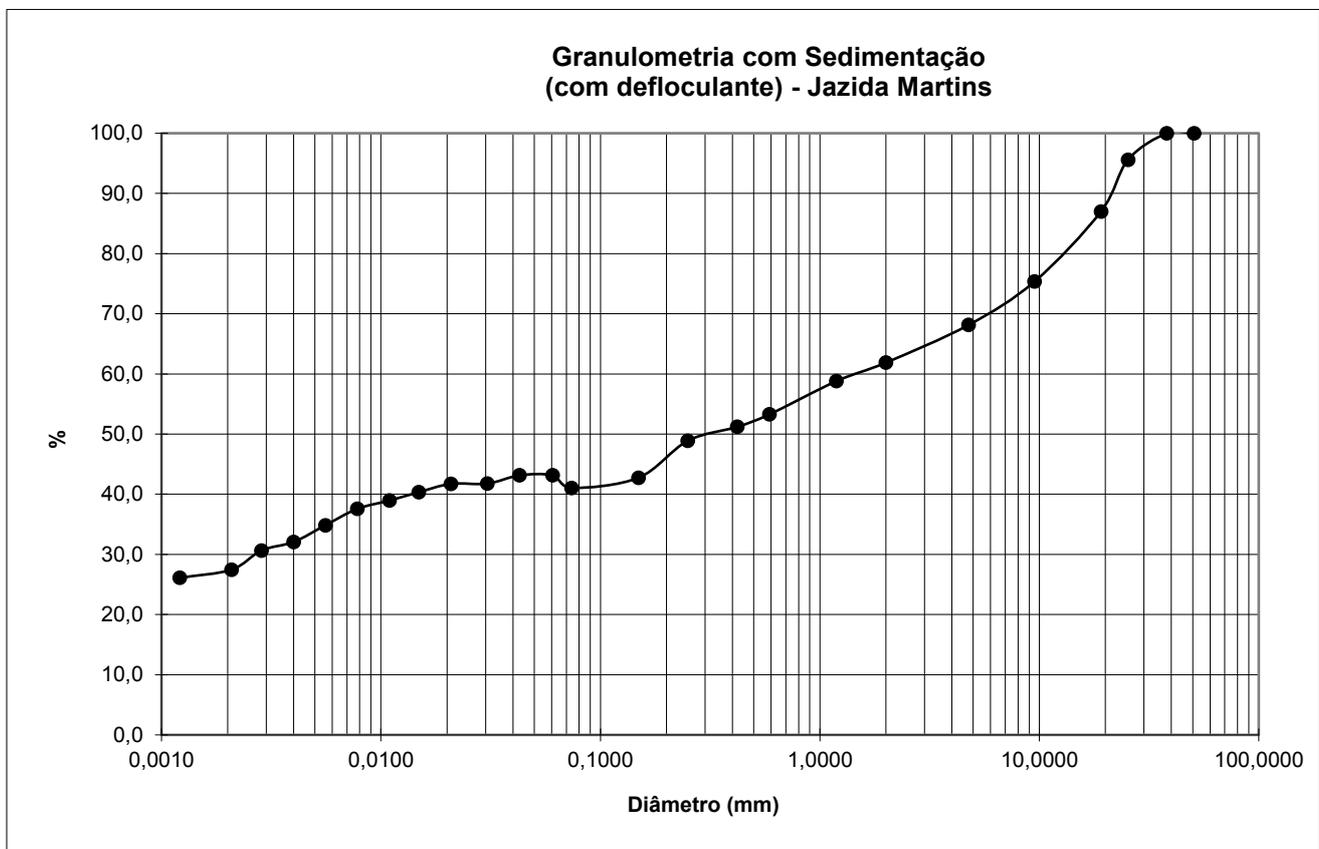
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material passa
16	1,19	3,43	3,43	58,8
30	0,59	6,14	9,57	53,3
40	0,42	2,33	11,90	51,2
60	0,25	2,58	14,48	48,9
100	0,149	6,85	21,33	42,7
200	0,074	1,88	23,21	41,0

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M _h (g) =				70,00	Densímetro N°:34351		
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm ³)	Ld (g/cm ³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	22,5	1,028	0,9969	11,6	43,1	0,0606
1 min.	60	22,5	1,028	0,9969	11,6	43,1	0,0428
2 min.	120	22,5	1,027	0,9969	11,7	41,8	0,0305
4 min.	240	22,4	1,027	0,9969	10,9	41,7	0,0209
8 min.	480	22,4	1,026	0,9969	11,1	40,3	0,0149
15 min.	900	22,4	1,025	0,9969	11,3	39,0	0,0109
30 min.	1800	22,4	1,024	0,9969	11,5	37,6	0,0078
1 h	3600	22,6	1,022	0,9969	11,8	34,8	0,0056
2 h	7200	22,6	1,020	0,9969	12,2	32,1	0,0040
4 h	14400	22,5	1,019	0,9969	12,3	30,7	0,0029
8 h	28800	21,0	1,017	0,9972	12,7	27,5	0,0021
24 h	86400	21,1	1,016	0,9972	12,9	26,1	0,0012

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	MATERIAL*	% do material
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	11,8
38,10	100,0	0,0		
25,40	95,6	4,4		
19,10	87,0	13,0	6,0<Pedregulho médio<20,0	18,2
9,52	75,4	24,6		
4,76	68,1	31,9		
2,00	61,9	38,1	2,0<Pedregulho fino<6,0	8,1
1,190	58,8	41,2	0,60<Areia grossa<2,0	8,5
0,590	53,3	46,7	0,20<Areia média<0,6	7,5
0,420	51,2	48,8		
0,250	48,9	51,1		
0,149	42,7	57,3	0,06< Areia fina <0,20	2,7
0,074	41,0	59,0		
0,0606	43,1	56,9		
0,0428	43,1	56,9		
0,0305	41,8	58,2		
0,0209	41,7	58,3	0,002 < Silte < 0,06	15,8
0,0149	40,3	59,7		
0,0109	39,0	61,0		
0,0078	37,6	62,4		
0,0056	34,8	65,2		
0,0040	32,1	67,9		
0,0029	30,7	69,3		
0,0021	27,5	72,5		
0,0012	26,1	73,9		

* ABNT - NBR 6502, Rochas e Solos - setembro 1995 (unidade em mm)

100,0



Relatório Parcial ii: Orientações em loco para a construção de soluções paliativas de drenagem em vias não pavimentadas

SOLICITANTE: CONDOMINIO RURAL SOLAR DA SERRA

Brasília, 23 de dezembro de 2018.

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA, JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO PARCIAL ii: Orientações em loco para a construção de soluções paliativas de drenagem em vias não pavimentadas

1. INTRODUÇÃO:

Este documento relata os trabalhos feitos para a realização de soluções paliativas de drenagem de uma parte das vias internas não pavimentadas do Condomínio Rural Solar da Serra (CRSS). Trata-se de um conjunto de orientações em loco para a execução de soluções que reduzam a erosão nas vias não pavimentadas. Neste relatório realiza-se uma compilação das soluções empregadas. O objetivo é manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, por meio de uma solução de baixo custo e de rápida execução pela eminente proximidade do período chuvoso, que por sua vez possa vir a contribuir num futuro projeto de drenagem e de pavimentação.

2. ANTECEDENTES:

O CRSS apresenta várias vias internas, delas uma parte tem pavimentação asfáltica ou pavimentação com blocos intertravados e outra parte são vias não pavimentadas. As vias não pavimentadas apresentam vários danos associados à incidência de processos erosivos. Para solucionar os danos por erosão nas vias internas, o condomínio primeiramente realizou o fechamento dos buracos e sulcos existentes com solo-cimento e posteriormente executou uma regularização das vias com solo transportado por ARPLAN maiormente.

No entanto, o material colocado corre risco de ser erodido devido que não está compactado, podendo ser transportado até as grotas do CRSS. No momento da visita inicial à obra constatou-se que nas vias não pavimentadas existem poucas obras de arte e de drenagem de forma geral, isto provoca que o escoamento pluvial seja pelas ruas. Vários moradores mostraram vídeos com evidências dos volumes de água que incidiram no período chuvoso do ano 2017-2018, podendo observar a magnitude dos danos ocasionados nas vias, assim como dos volumes de solo transportado até as vias pavimentadas. Outro

fato observado foi irregularidade arquitetônica nas vias dos acessos aos lotes, na maioria dos casos sem nenhuma barreira para evitar a entrada de água e sedimentos.

3. TRABALHOS EXECUTADOS

Por meio de instruções em loco, foi feita a orientação para execução de soluções paliativas de drenagem, sendo apresentados croquis e desenhos esquemáticos, quando necessário, para a boa compreensão dos executantes. Note-se que, são apenas soluções paliativas que visam a proteção da camada de cascalho espalhada a ser compactada ou a já compactada, a que por sua vez serve de proteção ao subleito susceptível à erosão. Por outra parte, estas soluções permitiram mudar o curso atual das águas, que era pelas vias, incorrendo no transporte do solo. Foram entregues croquis quando necessário com detalhes dos trabalhos que deviam ser executados, os que não constituem um projeto de drenagem.

As soluções são emergenciais pela proximidade do início do período chuvoso e são de baixo custo atendendo à solicitude realizada durante a visita inicial à obra. Portanto, não são correspondentes às soluções definidas pelas normas e manuais do DNIT que se referem a atividades de projeto, embora possam vir a contribuir num futuro projeto de drenagem definitivo. Cabe salientar que não foi encontrado nenhum documento normativo destas soluções ou que validem seu emprego. Portanto, serão seguidas as especificações do Manual Técnico para a Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra (Melhor Caminho) de 1997, da Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP), na forma de diretriz básica chamada em diante como CODASP (1997).

Espera-se que logo da execução dos trabalhos orientados:

- i) Mudem os volumes de água nas grotas existentes, pela canalização e devido a uma infiltração menor;
- ii) Ocorram ainda, arrastre de solos pela água (cascalho e subleito em menor medida) aos elementos de drenagem, esperando atividade erosiva menor no subleito;
- iii) Ruptura ou mal funcionamento das soluções em algum dos trechos construídos, por não se tratar de um projeto, com a determinação explícita de volumes para cada caso;
- iv) Acumulo de solos nas canaletas laterais e caixas de dissipação, que deverão ser extraídos regularmente em atividades de manutenção;

- v) Possam apresentar-se perdas de estabilidade locais nos extremos das vias, nas zonas de concentração de águas pluviais com canaletas laterais de maior profundidade;
- vi) Outros problemas de solução emergente, devido a precipitações abundantes ou outras causas.

Para a definição das soluções escolheram-se três vias não pavimentadas como teste (Figura 1) e nelas foram executadas várias soluções a modo de exemplo, objetivando diminuir o tempo de aprendizado do pessoal da brigada e buscar maior produtividade no resto das vias ao extrapolar as mesmas soluções. Primeiramente foram recorridas as ruas e logo foi indicado o que fazer em cada trecho, a continuação serão descritos os principais tipos de soluções e no anexo se compilaram os trabalhos realizados até final de dezembro de 2018.

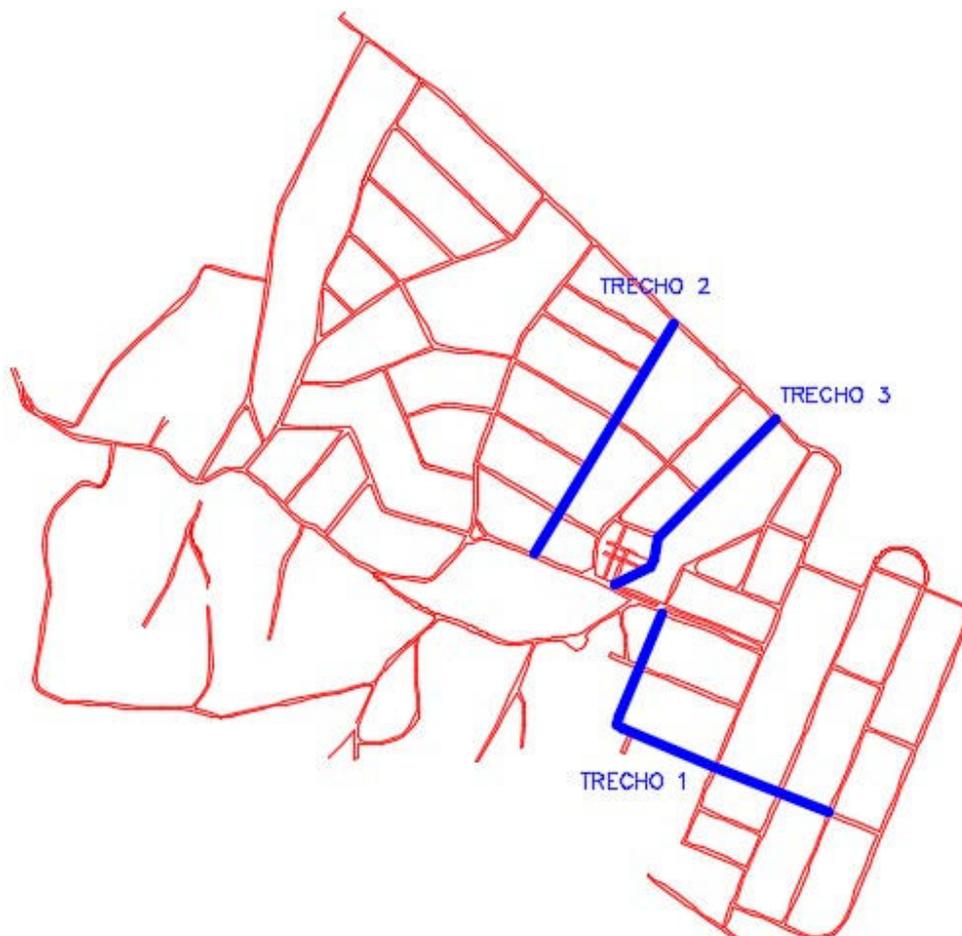


Figura 1 – Identificação dos trechos escolhidos.

3.1 Soluções típicas paliativas de drenagem e proteção contra a erosão

A continuação apresenta-se algumas das soluções típicas que podem ser empregadas como proteção das vias contra a erosão por chuvas, as que basicamente consistem em soluções de drenagem emergenciais de baixo custo e rápida execução com o objetivo de evitar o fluxo de água pelas vias. As soluções se consideram como paliativas, por solucionar emergencialmente o escoamento ordenado das águas nas vias ante o iminente início do período chuvoso (2018 – 2019) e não substituem um projeto de drenagem de detalhe que deverá ser realizado no qual estas soluções podem vir a contribuir. As soluções foram indicadas ao subsíndico José Antônio verbalmente durante as visitas às vias e em algumas ocasiões diretamente à brigada do CRSS (aos trabalhadores Zeca e Roberto), entregando quando necessário o croqui do que deveria ser executado. A continuação se apresentam algumas destas soluções recomendadas segundo as especificações do CODASP (1997).

3.1.1 Valas de escoamento

As valas de escoamento são canais abertos fora do corpo das estradas, com a finalidade de dar continuidade ao escoamento superficial das saídas de bueiros, segmentos de terraço (bigodes), ou outros dispositivos de drenagem, até o talvegue natural ou artificial, ou drenagem prevista no projeto. O desague não poderá ser realizado diretamente em áreas exploradas com culturas anuais ou perenes, exceto pastagem.

3.1.2 Sangras

As águas devem ser retiradas da plataforma através de canaletas laterais. Essas valetas ou levam as águas diretamente para uma drenagem natural, ou as conduzem para terrenos vizinhos através de sangras (Figura 2). No segundo caso, deverão ser conduzidas em curvas de nível para evitar erosões nesses terrenos.

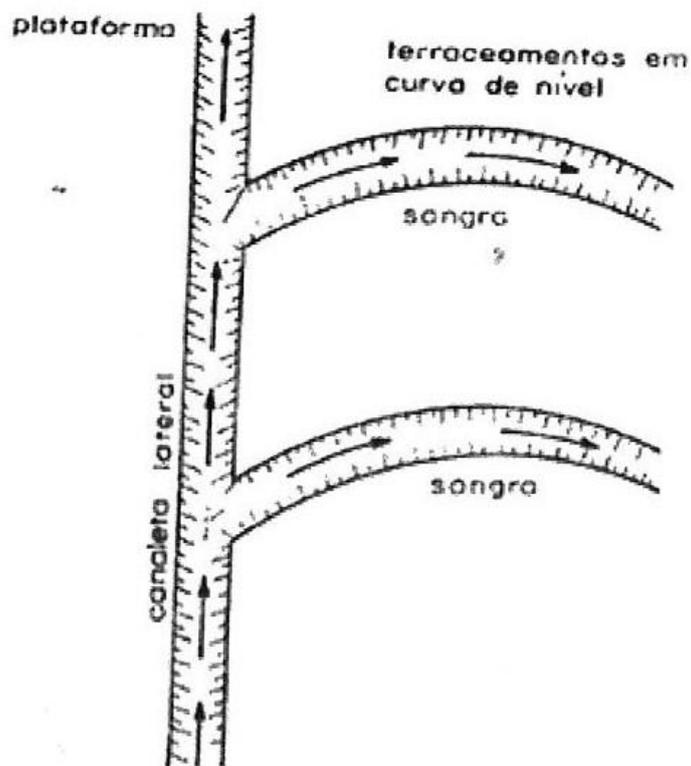


Figura 2 – Disposição de canaleta lateral e sangras.

O espaçamento das sangras depende:

- Da declividade do leito da via;
- Do tipo de material de revestimento da canaleta lateral ou do tipo de solo, se a canaleta não for revestida como é caso do CRSS e;
- Do volume de água da canaleta, que é função da área de contribuição de águas superficiais que convergem para a via, que no caso do CRSS foram sobre dimensionados conservadoramente por não conhecer o volume de água em cada caso.

Como sugestão prática, o espaçamento inicial médio entre sangras deverá ser de 20 m para trechos inclinados e de 40 m para trechos mais planos. Este espaçamento deverá ser diminuído de acordo com as observações de desempenho e atendendo isto alguns espaçamentos foram reduzidos no CRSS.

Em regiões cultivadas, as sangras devem jogar as águas nos terraceamentos de curvas de nível, nota que se deixa como especificação para trabalhos futuros, devido que no período da execução não se encontrou nenhum caso de regiões cultivadas.

Em certas situações é necessária a execução de lombadas (camaleão) para forçar a água a sair pela sangra (Figura 3), o espaçamento das lombadas também depende da declividade da via. Nesse caso, é importante sinalizar o trecho visando dar maior segurança ao usuário.

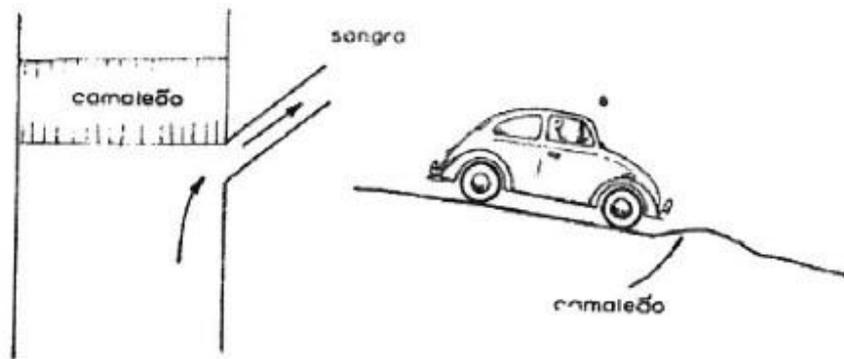


Figura 3 – Disposição de camaleão e sangras.

Na impossibilidade de implantar a sangra de um dos lados da estrada, há necessidade de se fazer bueiros (Figura 4) ou passagens molhadas (Figura 5) para que a água possa ter saída do lado oposto.

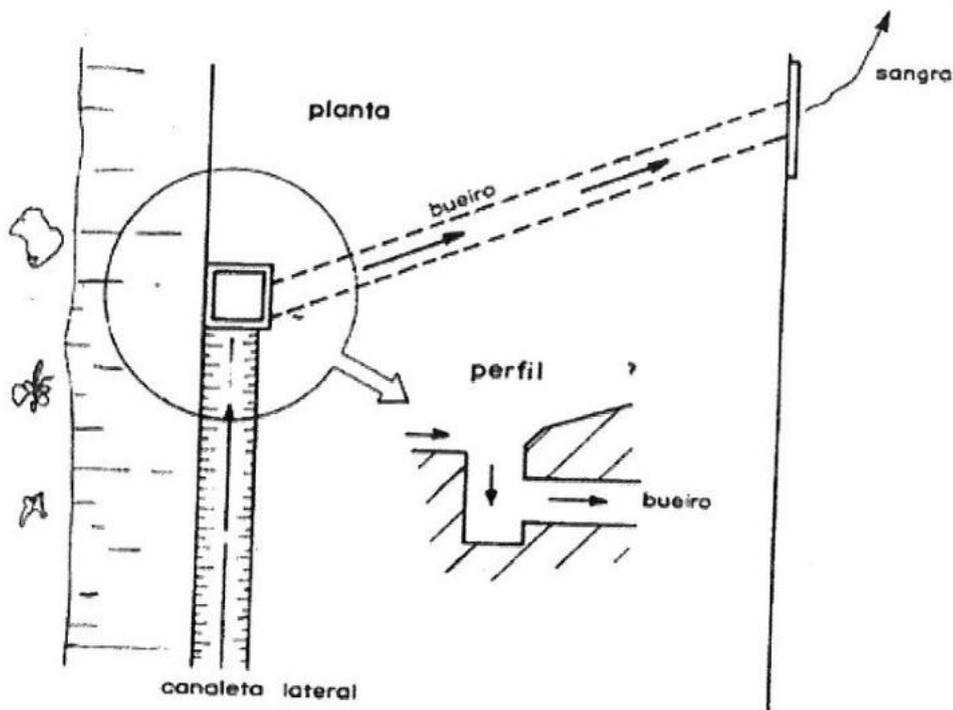


Figura 4 – Disposição de canaleta, bueiro e sangras.

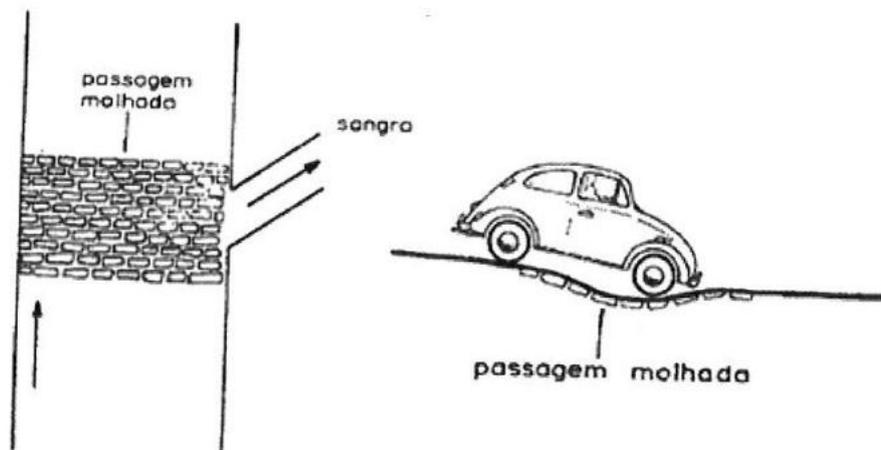


Figura 5 – Disposição de passagem molhada e sangras.

As dimensões do bueiro devem ser calculadas através dos métodos usuais. Deve ter no mínimo 40 cm de diâmetro, podendo ser de tubo de concreto ou feito com pedra de mão rejuntada com argamassa, sendo que seu topo deverá estar a uma profundidade no mínimo igual a uma vez e meia seu diâmetro. No caso do CRSS foram empregados tubos de PVC de 40 cm e 60 cm de diâmetro.

Os bueiros são elementos de drenagem que servem para transpor a água de um lado para outro da estrada ou dar passagem livre a drenagens naturais permanentes (córregos) ou temporárias (enxurradas). Os bueiros podem ser construídos com tubos de concreto, alvenaria, latões tratados e etc. Deve-se, em qualquer caso, obedecer ao esquema construtivo abaixo, lembrando que seu topo deverá estar a uma profundidade mínima igual a uma vez e meia seu diâmetro ou altura (Figura 6).

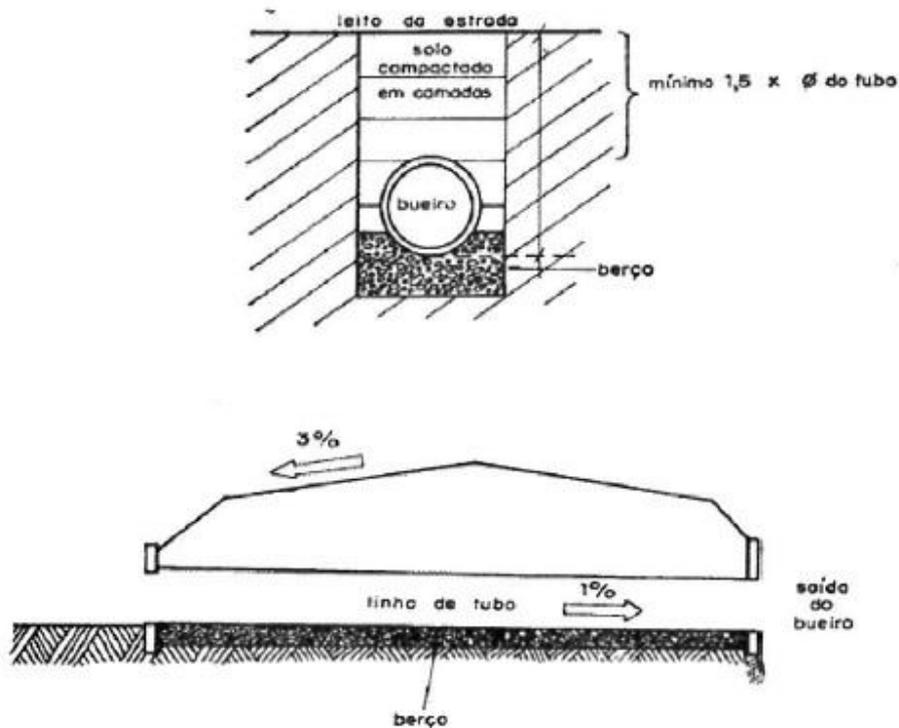


Figura 6 – Esquema construtivo do bueiro.

A caixa do bueiro deve ter no mínimo 0,50 x 0,50 x 1,10 m, devendo ser aumentada de acordo com o aumento do volume de água que corre nas valetas. Deve ser feita preferencialmente de concreto ou pedra rejuntada com argamassa. Devido ao tipo de solo e rocha presente no CRSS podem ser executadas as caixas sem revestimento em presença de rocha e na sua parte superior (solo) deverá empregar-se solo-cimento, em ocorrência de espessura superior de 20 cm de solo argilo siltoso será empregado um revestimento com argamassa.

Quando a via não pavimentada intercepta uma via pavimentada e a declividade da primeira contribui no transporte de sedimentos pelas valetas, deve ser adotada uma contenção de sedimentos com uso de geotêxtil não tecido agulhado, desta forma os sedimentos são acumulados na caixa e não transbordam até a via pavimentada. Estas caixas e as dos bueiros devem ser limpidas de sedimentos constantemente para garantir o correto funcionamento.

3.1.3 Proteção de saídas de água

Se houver necessidade (solo muito erodível) como no caso do CRSS, deve-se proteger as saídas das sangras. Como exemplo, tem-se a proteção com pedras e estacas de madeira tratada, colocadas na forma de escada (Figura 7).

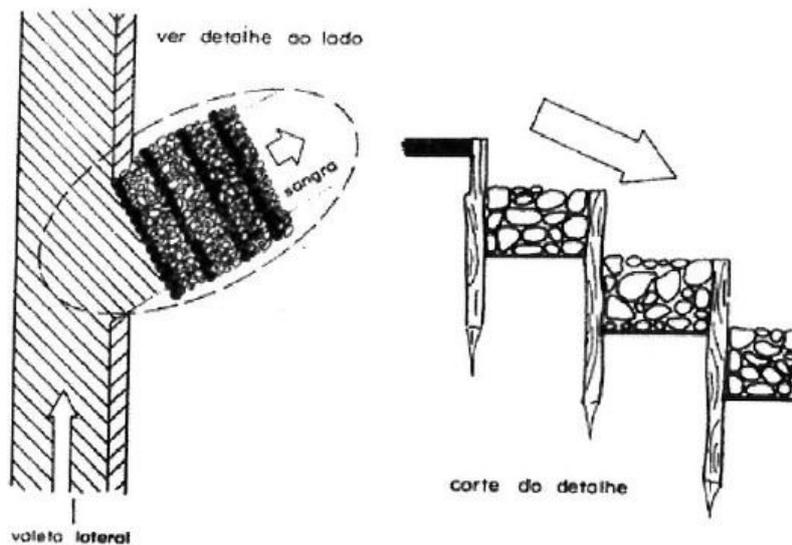


Figura 7 – Proteção de sangras em solo muito erodível.

3.1.3 Dissipadores de energia

No caso de estradas encaixadas no terreno, tornando impossível a execução das sangras, há necessidade de se diminuir a velocidade e dissipar a energia da água até a sangra ou bueiro mais próximo, o que se faz com pequenas barragens de estacas e pedra (Figura 8 e 9), escadas ou caixas de dissipação. Em caso de baixa declividade poderá se economizar a solução executando as pequenas barragens apenas com pedras. Quanto menor for o espaço entre os dissipadores mais eficiente será o sistema.

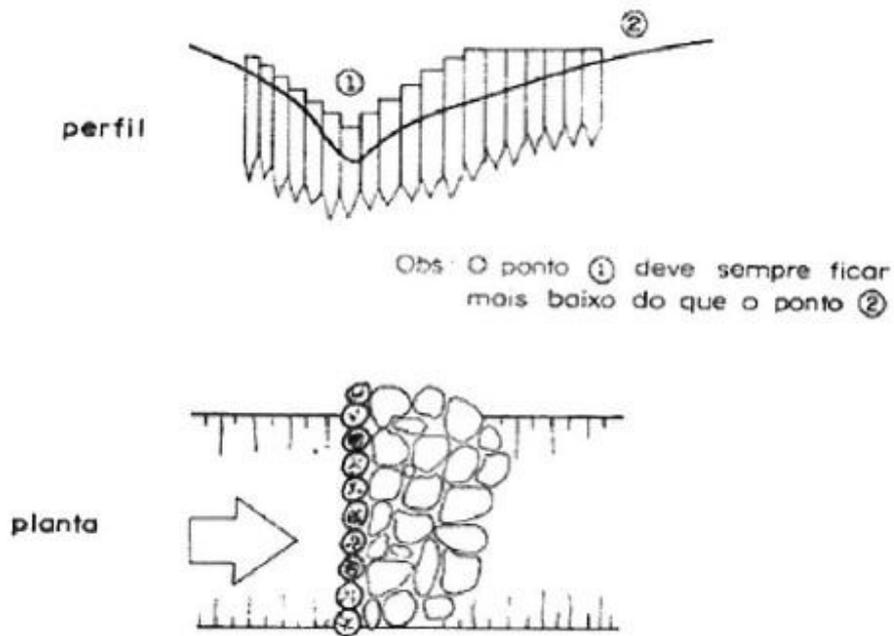


Figura 8 – Dissipadores de energia em valetas laterais.

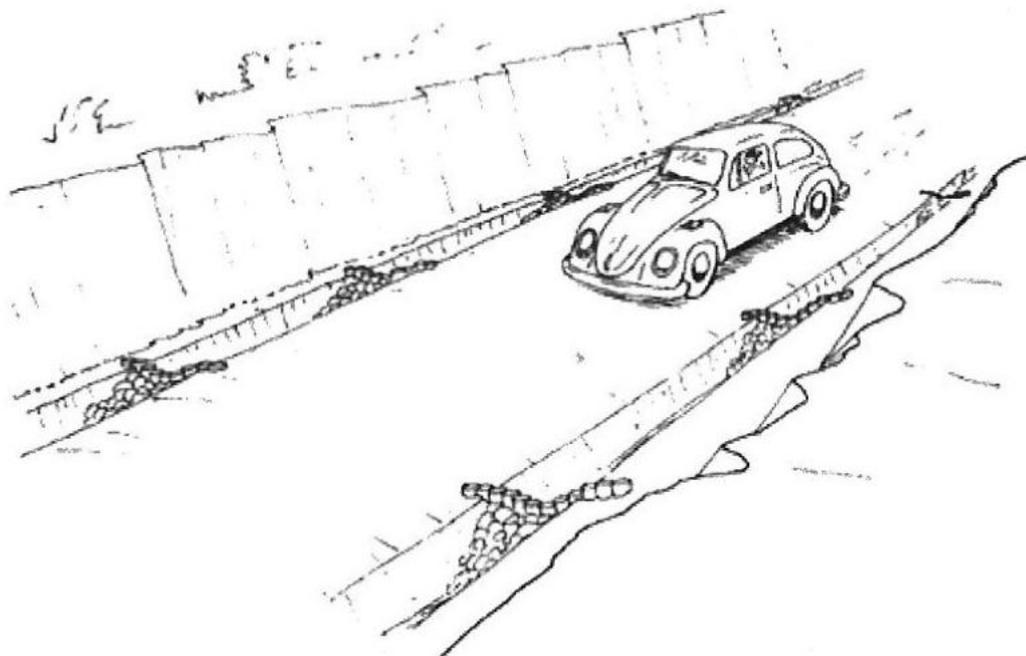


Figura 9 – Dissipadores de energia em valetas laterais com pequeno espaçamento.

No caso de não haver pedras e estacas disponíveis, pode-se fazer pequenas barragens ou escadas, com sacos de aniagem preenchidos com solo cimento, para o que poderá ser empregado todo o material estacado na administração do CRSS. Faz-se uma mistura de solo cal com cimento numa proporção que

varia de 10:1 a 20:1, dependendo do tipo de solo. Umedece-se a mistura, que é colocada dentro do saco, e compacta-se com soquete manual. A disposição dos sacos deve, sempre que possível, ser igual à parede de tijolo.

3.1.4 Soluções para problemas de erosão por escoamento pelas vias

Uma alternativa para solucionar o problema de erosão em trechos encaixados longos é o erguimento do leito da estrada de forma a possibilitar a implantação de sangras. Para isto, a operação mais prática e económica consiste no preenchimento do corte da estrada aproveitando-se o material originado do abatimento dos taludes laterais, utilizando-se preferencialmente um trator de esteira (Figura 10).

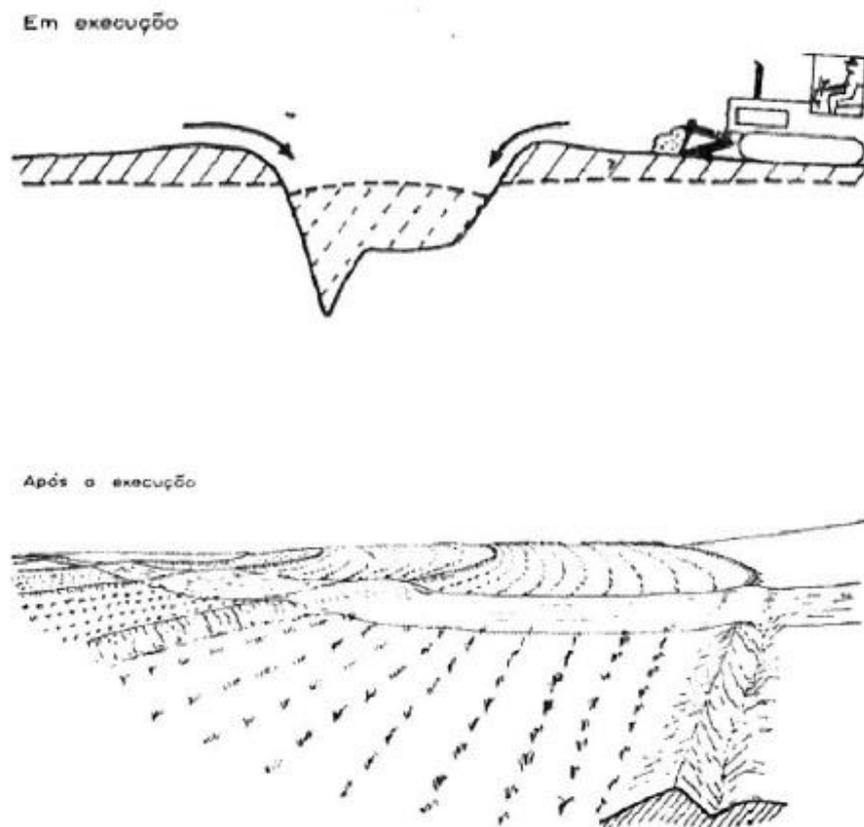


Figura 10 – Durante e depois do preenchimento do corte da estrada com material do talude.

Por outro lado, a proteção vegetal é fundamental no combate à erosão. Deve-se plantar o máximo possível de touceiras de bambu, grama, capim e etc., para proteger os pontos vulneráveis, tais como saídas de sangras, canaletas longitudinais e erosões já existentes fora da plataforma.



Figura 11 – Proteção Vegetal em pontos vulneráveis.

3.2 Soluções típicas paliativas de drenagem e proteção contra a erosão executadas nos trechos

A continuação mostra-se algumas das soluções executadas nos trechos, na Figura 12 se apresentam várias soluções no início do Trecho 1.



Figura 12 – Proteção Vegetal em pontos vulneráveis.

Na figura 12 pode ser observado que as valetas podem ser contínuas como a da direita que vem coletando a água que desce pela lateral direita da via, desde o topo desta e também descontínuas como a da esquerda que coleta apenas a água que desce da grotta natural. As valetas conduzem a água até as

caixas coletoras e por meio de travessias nas vias a água chega ao bueiro. As lombadas conduzem a água que escorrega pela via até as caixas coletoras e nas caixas os sedimentos na água sedimentam, reduzindo possíveis obstruções dos sedimentos nas travessias e no bueiro. Nas Figuras 13 e 14 mostram-se alguns dos casos onde este sistema de separação dos sedimentos da água mostra um bom funcionamento, sendo que à brigada do condomínio foi indicada a limpeza das caixas e retirada de sedimentos frequentemente após cada chuva.



Trecho 3



Trecho 1



Trecho 2



Trecho 2



Trecho 2

Figura 13 – Acumulação de sedimento.



Caixa com dissipador de energia no fundo

Água saindo da caixa para a grotta

Sedimentos retidos na caixa coletora

Figura 14 – Caixa coletora com dissipadores no fundo e na lateral.

A caixa coletora mostrada na Figura 14 se encontra na via pavimentada com revestimento asfáltico que conecta o trecho 2 com o 3. Devido o volume de água que chega nesse ponto foi necessário colocar dissipadores na lateral das manilhas, no caso da água transbordar a manilha passa pelos dissipadores de energia e se incorpora à grotta com menor velocidade. Os dissipadores empregados nas caixas coletoras são blocos intertravados de baixa qualidade e pedras estocadas no CRSS, como mostrado na Figuras 14 e 16. Outra solução para diminuir a velocidade da água em vias de maior declive pode ser adotada, empregando degraus nas caixas coletoras, como pode ser observado na Figura 15.

No final dos trechos 2 e 3 as vias não pavimentadas terminam perpendicularmente numa via pavimentada com revestimento asfáltico. Onde foi relatado pelos vizinhos e confirmado durante as visitas ao local, que durante as chuvas os sedimentos transportados das vias não pavimentadas acumulam-se na via pavimentada interditando-a. Para solucionar esse problema adotou-se uma solução na qual a água continuaria fluindo à via pavimentada, porém sem sedimentos. Para isto foi construída uma caixa coletora no final da valeta da via não pavimentada, na intercepção com a via pavimentada, para os trechos 2 e 3. As caixas foram revestidas com argamassa e empregada uma barreira de retenção de sedimentos que consiste em um geotêxtil não tecido agulhado suportado por uma malha agarrada de quatro estacas, com um espaço depois da barreira como segunda proteção para provocar a sedimentação dos grãos que consigam passar da primeira barreira, além dos dissipadores no fundo das

caixas, como mostrado na Figura 16 e 17. Após sua execução verificou-se seu funcionamento durante as chuvas como observado nas Figuras 18 até 20, mostrando a correta eficiência da solução empregada.



Caixa coletora antiga aproveitada



Degraus e revestimento realizados

Figura 15 – Caixa coletora com degraus para diminuir a velocidade da água.



Figura 16 – Dupla barreira de retenção de sedimentos na caixa coletora com dupla barreira do trecho 2.



Escavação da caixa (Solo Argiloso)



Dupla barreira em trecho 3, 24 horas após finalizar a chuva

Figura 17 – Dupla barreira de retenção de sedimentos na caixa coletora com dupla barreira do trecho 3.



Figura 18 – Conjunto de soluções de drenagem funcionando durante a chuva no trecho 2.



Pavimento asfáltico limpo (Trecho 2).



Pavimento asfáltico limpo (Trecho 3).

Figura 19 – Caixas coletoras após 24 horas de finalizar a chuva.



Figura 20 - Sedimentos a retirar na caixa coletora após 48 horas de finalizar a chuva.

As valetas laterais foram revestidas com argamassa apenas nos trechos com solo muito argilo siltoso solto (Figura 20), devido que a maioria destas foram escavadas na rocha (Figura 21).



Figura 21 – Valetas escavadas na rocha por métodos manuais e mecanizados.

Nas sangras dos lugares em que o solo era muito erodível foram empregadas manilhas de concreto (Figura 22), evitando a erosão dos taludes naturais. Na figura 22 se observam quatro sangras com manilha de concreto, antes de cada sangra tem uma pequena caixa coletora escavada com dissipadores para reter os sedimentos, exceto na primeira devido que está no início da contribuição da água e o volume a escoar é baixo.



Figura 22 – Sangras com proteção em solos muito erodíveis.

Também foram empregadas manilhas de concreto ou revestimento com argamassa (menor volume de água) nas saídas de água de caixas coletoras para valetas não revestidas de solo argilo siltoso (Figura 23), mostrando-se eficientes para prevenir a erosão das valetas.



Figura 23 – Sangras com proteção em solos muito erodíveis.

Foram usadas travessias entre caixas coletoras, para permitir o fluxo de água por baixo das vias, podendo ser perpendiculares ou não às vias. Devido que se tratou de obras emergências e paliativas, excepcionalmente foram colocados os tubos de PVC com pouca profundidade, já que estes devem ser retirados e reaproveitados nas soluções definitivas de drenagem e o tráfego é baixo. Como mostrado na Figura 24, as caixas coletoras que não foram revestidas pela ocorrência de rocha tiveram um acabamento na parte superior com solo-cimento.



Figura 24 – Caixas coletoras e tubos de travessias cobertos com solo-cimento.

Por outro lado, a erosão nas vias pelos acessos dos lotes (Figura 25) foi solucionada cortando o fluxo de água e conduzindo está às valetas como mostrado na Figura 26. Durante as visitas realizadas durante as chuvas, foi possível observar os danos ainda persistentes nas vias após as soluções executadas (Figura 27), isto permitiu ter critério para a diminuição dos espaçamentos das lombadas de condução da água, dos dissipadores, realizar novas valetas laterais, caixas coletoras e sangras. Uma vez resolvidas as causas dos novos danos, estes foram solucionados com solo-cimento compactado, mostrando-se eficiente esta solução (Figura 28).



Figura 25 – Danos (erosão) por saída de água pelos acessos dos lotes.



Figura 26 – Solução da erosão nos acessos dos lotes.



Danos típicos



Danos (erosão) persistentes por falta de valetas e lombadas.

Figura 27 – Danos ainda persistentes nas vias após as soluções executadas.

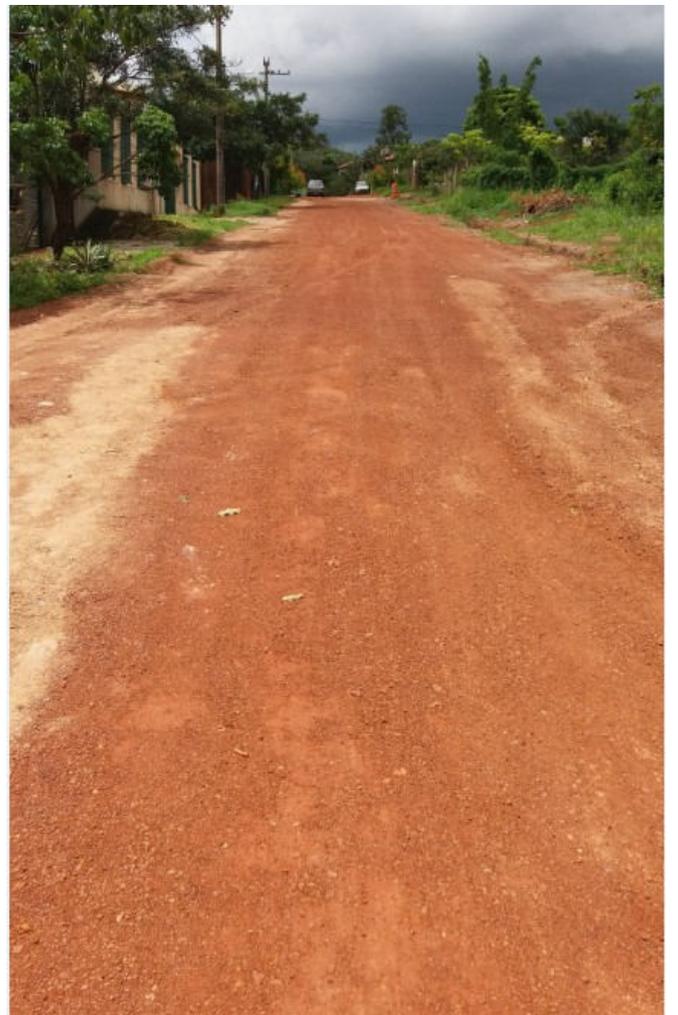


Figura 28 – Exemplos de solução de danos nas vias com solo-cimento compactado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início das obras paliativas de drenagem o volume de água fluindo pelas vias era muito maior que o atual. Uma vez executadas as soluções detalhadas no anexo 1 nesses trechos (escolhidos a modo de exemplo) foi possível:

1. Reduzir a erosão nas vias não pavimentadas, permitindo maior durabilidade da regularização do subleito feita com cascalho procedente de ARPLAN.
2. Executar vários tipos de soluções paliativas de drenagem que possibilitaram enfrentar o período chuvoso 2018 – 2019 com volumes de solo transportado até as vias pavimentadas muito menores aos existentes inicialmente.
3. Garantir a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, com sinalização das obras.
4. Desviar os volumes de água precedentes dos lotes que escoavam pelos acessos destes até as valetas construídas, com isso reduzindo os danos nas vias não pavimentadas.
5. Eliminar a entrada e obstrução de sedimentos e água nos acessos dos lotes.
6. Recuperar o material transportado (sedimentos) nas caixas coletoras para seu emprego nas obras do condomínio, evitando sua deposição nas grotas, propiciando uma solução ambiental viável para esses sedimentos.
7. Capacitar aos membros da brigada construtiva do CRSS na execução das soluções executadas, o que permitirá reproduzi-las nas outras vias não pavimentadas do CRSS.
8. Criar e estabelecer uma metodologia própria para o CRSS resolver de forma rápida e de baixo custo os problemas relacionados com erosão e transporte de sedimentos, aplicável a todo o CRSS.
9. Recomendar a fiscalização da execução das soluções como parte da metodologia, garantindo a qualidade dos trabalhos realizados.

REFERÊNCIAS

Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP). *Melhor Caminho. Estradas Vicinais de Terra. Manual Técnico para Conservação e Recuperação*. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Governo do estado de São Paulo. 1997. Brasil. 89p.

DEMARCHI, Luís César et al. Adequação de Estradas Rurais, Campinas, CATI, 2003. 64p. ilus. 28cm (Manual Técnico, 77)

Por último, manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Anexo 1 do Relatório Parcial ii:

Relatório Parcial iii: Orientações em loco para a compactação do solo atualmente espalhado ou material de regularização nas vias não pavimentadas.

SOLICITANTE: CONDOMINIO RURAL SOLAR DA SERRA

Brasília, 23 de dezembro de 2018.

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA (CRSS), JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO PARCIAL iii: Orientações em loco para a compactação do solo atualmente espalhado ou material de regularização nas vias não pavimentadas.

1. INTRODUÇÃO:

Este documento relata os trabalhos feitos para a execução da compactação de uma camada de regularização em vias não pavimentadas, com o objetivo de regularizar a superfície das vias visando manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, por meio de uma solução de baixo custo e de rápida execução. O solo do condomínio é facilmente erodível pela chuva e vários trechos das vias não pavimentadas apresenta alto risco de acidentes. Trata-se de um conjunto de orientações em loco para a execução da camada de proteção para a regularização das vias não pavimentadas. Neste relatório realiza-se uma compilação dos trabalhos feitos para garantir uma rápida execução da camada de proteção pela eminente proximidade do período chuvoso, de forma que a camada possa ser aproveitada num futuro projeto de pavimentação dessas vias.

2. ANTECEDENTES:

O CRSS apresenta várias vias internas, delas uma parte tem pavimentação asfáltica ou pavimentação com blocos intertravados e outra parte são vias não pavimentadas. As vias não pavimentadas apresentam vários danos associados à incidência de processos erosivos. Para solucionar os danos por erosão nas vias internas o condomínio realizou algumas ações, primeiramente foram fechados os buracos e sulcos existentes com solo-cimento e posteriormente feita uma regularização das vias com solo transportado por ARPLAN maiormente. No momento da visita inicial o material (cascalho) encontrava-se solto, apresentando risco de ser erodido devido que não estava compactado, podendo ser transportado até as grotas do CRSS com consequentes afetações ambientais. Isto, combinado à drenagem deficiente para a evacuação das águas pluviais propiciou uma intervenção nos processos que estavam sendo realizados.

3. TRABALHOS EXECUTADOS

Por meio instruções em loco foi feita a orientação para execução da compactação da camada de regularização. Estes trabalhos foram executados pela brigada do CRSS, inexperiente neste tipo de trabalho. Inicialmente precisou-se realizar uma capacitação do pessoal da brigada sobre as atividades de compactação, equipamentos usados e técnicas empregadas. Procurando economizar no aluguel de equipamentos tentou-se aproveitar o mais possível os equipamentos já existentes no CRSS. Realizou-se um trecho experimental para definir o número de passadas de compactador e foi preciso também calibrar o caminhão pipa. Finalmente foi executada a compactação, controlando os desvios de unidade por meio de ensaios de teor de umidade (método do álcool) realizados por empresa contratada pelo CRSS.

Espera-se que logo da execução dos trabalhos orientados:

- i) Aconteçam descolamentos da camada em áreas de pouca aderência por presença de afloramentos de rocha;
- ii) Possam ocorrer rupturas da camada, localizadas lateralmente próximas às valetas, devido que não foi possível compactar os 30 cm próximos às valetas para evitar a perda de estabilidade;
- iii) Ocorrência de panelas ou buracos na camada, devido a drenagem interna no solo-rocha e ao mergulho das rochas que em alguns trechos apresentam uma tendência à saída vertical ascendente de água nas vias. Este fato foi mitigado com a construção de valetas laterais que mudam o fluxo interno e diminuem a altura de ascensão da água;
- iv) Lavado de finos superficiais na camada compactada, devido que por não aumentar o custo da compactação e de que proximamente serão executadas atividades de pavimentação definitiva não foram criadas inclinações superficiais para as valetas. A solução de drenagem superficial foi diminuir a velocidade do escoamento superficial com lombadas que desviam o fluxo superficial até as caixas coletoras, as que foram mais próximas em vias de maior declive ou largura (diminuir área de contribuição). Esta solução de drenagem apresentou boa eficiência na retenção desses finos transportados nas caixas coletoras;
- v) Erosão nas bordas longitudinais das lombadas pela ação da água, que deverão ser solucionadas por meio da inspeção sistemática semanal e restituição do material lavado com solo-cimento;

- vi) Possam apresentar-se perdas de estabilidade nos extremos laterais das vias, maiormente em canaletas laterais de maior profundidade não revestidas. Devido isso, foram colocadas estacas de madeira delimitadoras com o intuito de proteger essas regiões do tráfego, assim como possíveis acidentes;
- vii) Outros problemas de solução emergente, devido a precipitações abundantes ou outras causas.

A compactação das vias foi realizada nos trechos 1, 2 e 3 mostrados na Figura 1, onde foram executadas as soluções paliativas de drenagem. Foi definido um funcionário da brigada (Zeca) como chefe da equipe de compactação e lhe foi entregue um caderno para registrar as atividades diárias, as que foram acompanhadas durante as visitas, objetivando maior produtividade e testar a capacitação realizada aprimorando-a. Foram recorridas as ruas e logo foi indicado o que fazer em cada trecho, a continuação serão descritos os procedimentos indicados, os que servem como base para os trabalhos de compactação nas outras vias não pavimentadas do condomínio.

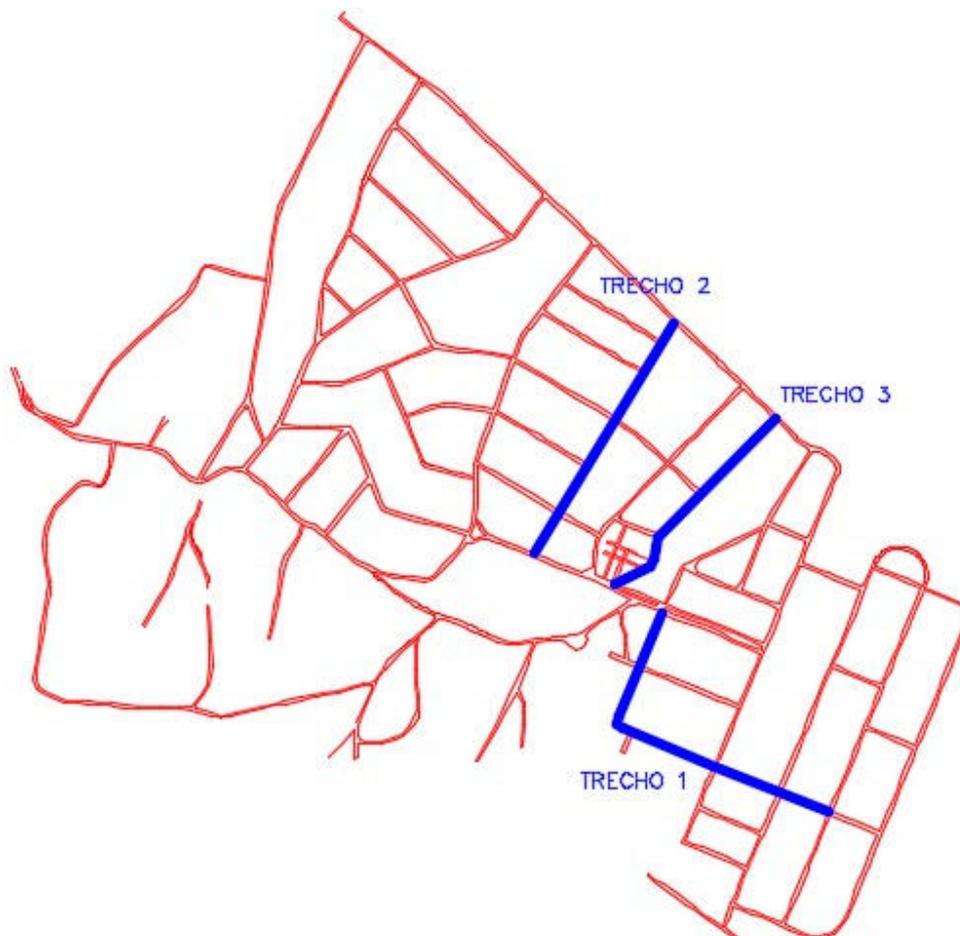


Figura 1 – Identificação dos trechos escolhidos.

3.1 Breve introdução à compactação de solos

Compactação é o processo pelo qual se obtém mecanicamente o aumento de resistência do solo. Os solos são geralmente divididos em três grupos: granulares, coesivos e orgânicos. Para fins de compactação, consideraremos separadamente os granulares e os coesivos. Em qualquer deles, apenas no teor de umidade ótimo se atinge o máximo peso específico seco, que corresponde à maior resistência do solo. São raras as exceções, principalmente com argilas muito plásticas, que adensadas com rolos médios ou leves, um pouco acima da umidade ótima, atingem resultados comparáveis aos obtidos com rolos pesados na umidade ótima. Nesses casos, apenas testes em pistas experimentais permitem argumentação. Também nos solos muito arenosos o efeito de variações no teor de umidade real na compactação é menos sensível, e pequenas variações não chegam a causar densidade real abaixo das especificações de projeto. Para o adensamento de areias e materiais granulares, é preferível o efeito dinâmico da vibração. Até pressões de 0,5 a 1 kg/cm² (na profundidade mais desfavorável), aplicadas com placas vibratórias, são suficientes, trabalhando em camadas de até 50 cm.

Nos solos argilosos, a compactação é obtida principalmente pelo efeito da compressão e cisalhamento, com a vibração exercendo pouco efeito sobre o aumento de densidade, tanto menor quanto maior for a coesão do material. Vale dizer que quanto maior a coesão do solo, maior deverá ser a pressão aplicada pelo rolo. Estas variam, geralmente, de 3 a 5 kg/cm² na profundidade mais desfavorável da camada. O equipamento ideal de compactação é o rolo pé-de-carneiro (Figura 1), de elevado peso próprio, que produz efeito de amassamento aliado à grande pressão estática. Nestes solos, uma compactação feita fora da umidade ótima é desastrosa.

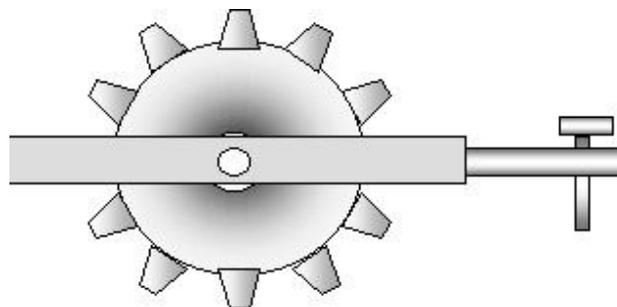


Figura 1 - Rolo pé-de-carneiro

Nos solos misturados, ou misturas de solos, é mais difícil prever com segurança qual o equipamento de compactação que dará os melhores resultados. Os rolos combinados, como pés-de-carneiro vibratórios, autopropelidos e de grande peso atingem ampla faixa de solos, como os argilo-siltosos, siltosos, silto-arenosos, etc., o mesmo acontecendo com os rolos de pneus pesados (Figura 2), e com grande pressão nos pneus, ou os rolos mais leves com pneus oscilantes (estes últimos são melhores quando predomina a areia nas misturas).

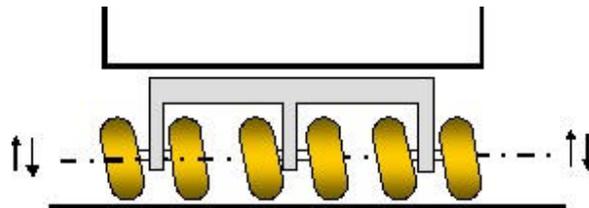


Figura 2 - Rolo pneumático (oscilante)

Por essa razão se executam PISTAS EXPERIMENTAIS para testar o equipamento ideal para cada solo, e obter os outros parâmetros que influem no processo, como ESPESSURA DA CAMADA SOLTA, NÚMERO DE PASSADAS, VELOCIDADE DO EQUIPAMENTO, UMIDADE, PESO DO LASTRO, etc. A Figura 3 e a Tabela 1 que se seguem são apenas indicações, uma orientação geral para os tipos de compactadores mais frequentemente usados conforme os tipos de solo.

SOLOS COESIVOS		MISTURAS (Argila+silte+areia)	SOLOS GRANULARES		CARACTERÍSTICAS
ARGILA	SILTE		100 % AREIA	PEDRAS	
← pé de carneiro →					Peso estático e amassamento
← pé de carneiro vibratório (padfoot) →					Peso estático e vibração
			← rolo liso vibratório →		Vibração
			← rolo pneus leve →		Peso estático e amassamento
← rolo pneus. pesado, rodas de grande diâmetro →					Amassamento
				← rolo de grade ou malha →	
			← rolo liso metálico estático (3 rodas) →		Peso estático
				← rolo de placas →	
← rolos combinados: padfoot vibratório pesado, autopropelido →					Peso estático, amassamento, vibração, impacto

Figura 3 - Escolha do rolo compactador

Tabela 1 – Escolha do rolo compactador.

Tipo de rolo	Peso máximo (toneladas)	Espessura máxima após compactação	Uniformidade da camada	Tipo de solo
Pé de carneiro estático	20	40 cm	Boa	Argilas e siltes
Pé de carneiro vibratório	30	40 cm	Boa	Misturas de areia com silte e argila
Pneumático leve	15	15 cm	Boa	Misturas de areia com silte e argila
Pneumático pesado	35	35 cm	Muito boa	Praticamente todos
Vibratório com rodas metálicas lisas	30	50 cm	Muito boa	Areias, cascalhos, material granular
Liso metálico estático, 3 rodas	20	10 cm	Regular	Materiais granulares, brita
Rolo de grade ou malha	20	20 cm	Boa	Materiais granulares ou em blocos
Combinados	20	20 cm	Boa	Praticamente todos

3.1.1 Fatores que influem na compactação

a) **Energia de Compactação:** $E = f (P \cdot N / (v \cdot e))$

Para obter maiores graus de adensamento, deve-se PELA ORDEM, tentar:

- aumentar o peso (P) do rolo;
- aumentar o número (N) de passadas ;
- diminuir a velocidade (v) do equipamento de compactação ;
- reduzir a espessura (e) da camada .

b) **Número de Passadas:**

O grau de compactação aumenta substancialmente nas primeiras passadas, e as seguintes não contribuem significativamente para essa elevação. Além disso, resultados experimentais indicam que um número excessivo de passadas produz super compactação superficial, principalmente em se tratando de rolo vibratório. Isto é: insistir em aumentar o número de passadas pode produzir perda no grau de compactação, por destruição de uma estrutura que acabou de ser formada, além de perda de produção e desgaste excessivo do equipamento, principalmente por impacto em superfície já endurecida. Geralmente é preferível aumentar o peso e/ou diminuir a velocidade, e adotar número de passadas entre 6 e 12.

c) Espessura da Camada:

Razões econômicas fazem preferir que a espessura seja a maior possível. Mas características do material, tipo de equipamento e finalidade do aterro são fatores que devem predominar. Equipamentos diversos exigem espessuras de camada diferentes. A Tabela 1, vista anteriormente, é uma orientação inicial, devendo a escolha levar em consideração os demais fatores. Geralmente se adotam espessuras menores que as máximas, para garantir compactação uniforme em toda a altura da camada. Em obras rodoviárias, fixa-se em 30 cm a espessura máxima compactada de uma camada, após compactação, aconselhando-se como normal 20 cm, para garantir a homogeneidade. Para materiais granulares, recomenda-se no máximo 20 cm compactados. Resultados obtidos com aterros experimentais podem modificar tais especificações.

d) Homogeneização da camada:

Feita com motoniveladoras, grades e arados especiais, a camada solta deve estar bem pulverizada, sem torrões muito secos, blocos ou fragmentos de rocha, antes da compactação, principalmente se for necessário aumentar o teor de umidade.

e) Velocidade de Rolagem:

A movimentação dos pé-de-carneiro em baixa velocidade acarreta maior esforço de compactação, mas a medida que a parte inferior da camada se adensa, a velocidade aumenta naturalmente. A velocidade de um rolo compactador é função da potência do trator, já que são necessários cerca de 250 kg de força tratora por tonelada de peso para vencer a resistência à rolagem, no caso de material solto. Ao início, usar 1ª marcha, mas à medida que o solo se adensa, passamos à segunda marcha. Rolos pneumáticos admitem velocidades da ordem de 10 a 15 km/h, rolos pé-de-carneiro 5 a 10 km/h e vibratórios de 3 a 4 km/h. Aos primeiros são recomendadas essas velocidades maiores, porque as ações dinâmicas oriundas do seu grande peso acusam os pontos fracos de compactação, principalmente quando esta é feita em umidade superior à ótima (aparecem borrachudos). A baixa velocidade recomendada para o equipamento vibratório permite a compactação com menor número de passadas, pelo efeito mais intenso das vibrações.

f) Influência da amplitude e frequência das vibrações (rolos vibratórios)

A frequência recomendada é de 1500 a 3000 vibrações por minuto, mas alteração entre esses valores altera pouco o efeito da compactação. Já a amplitude aumentada causa sensível aumento no grau de compactação, para todas as frequências pois acrescenta ao peso do rolo vibratório o efeito de impacto.

g) Influência da forma das patas (Variações do Pé-De-Carneiro)

A observação sobre o efeito da amplitude, no caso anterior, levou ao desenvolvimento de novos desenhos de patas para produzir impacto (tamping), em compactadores autopropelidos com velocidades maiores. A experimentação permite definir a velocidade que produza melhor compactação para o conjunto formado pelo solo e pelo rolo propulsor.

Para alguns solos e usos, podem ser obtidas características indesejáveis, principalmente com respeito à homogeneização da camada. Outros desenhos de patas também alteram a produção do rolo compactador (Figura 4).

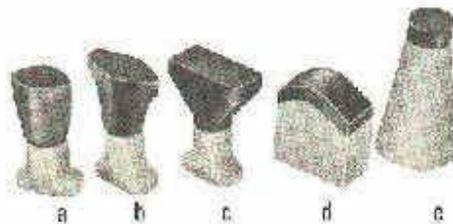


Figura 4 – Diferentes formas das patas.

3.2 Calibração do caminhão pipa

Inicialmente tentou-se calibrar um caminhão existente no condomínio, isto não resultou, devido que o veículo consistia em um depósito de água pequeno acima do caminhão com saída da água por um tubo com vários furos perpendiculares ao sentido de movimento do veículo, que não distribuía a água uniformemente e tratava-se do único caminhão do CRSS necessário em outras atividades ao mesmo tempo. Após essa tentativa foi indicado ao solicitante do serviço o aluguel de um caminhão pipa para atividades de terraplenagem. O veículo que foi recebido no CRSS tinha a saída de água na forma de “rabo de pavão” também com distribuição não uniforme da água, mais utilizado para a molhagem de grandes áreas a compactar e não de vias. Após gestão de administração do CRSS foi enviado para o

CRSS o veículo mostrado na Figura 5, porém com um motorista sem experiência nesse tipo de trabalho e sem controle da vazão vs velocidade.



Figura 5 – Caminhão pipa usado.

Foram capacitados o motorista do caminhão e o responsável da compactação pela brigada sobre o procedimento para calibrar a pipa e sobre o procedimento de regado de água para a compactação usando a calibração, por fim realizou-se a calibração. Para isso, empregaram-se três bandejas para coletar o volume de água regado para diferentes velocidades, utilizando provetas plásticas graduadas para medir o volume coletado nas bandejas. Se calculou a massa de água por metro quadrado regada considerando a área das bandejas e o volume de água coletado em diferentes velocidades do caminhão. Os resultados para bandeja número 2 foram desconsiderados para a obtenção do valor médio, pois estes foram discordantes com os obtidos nas bandejas 1 e 3, na Tabela 2 e Figura 6 são apresentados os resultados considerados para a calibração.

Logo foi indicada à empresa contratada para a realização dos ensaios aos solos, a determinação da massa específica aparente solta do cascalho procedente de ARPLAN, resultando em 1331 kg/m^3 (ensaio no anexo). Então foram determinados os conteúdos de água necessários para atingir teores de

umidade específicos para quatro espessuras mais usadas de cascalho solto espalhado (5, 10, 15 e 20 cm), resultando nos valores mostrados na Tabela 3.

Tabela 2 – Amostragem considerada na calibração

Velocidade km/h	Bandeja 1 kg/m²	Bandeja 3 kg/m²	Média kg/m²
3	1,68	1,73	1,71
6	0,94	1,00	0,97
9	0,61	0,60	0,60
12	0,54	0,53	0,54
15	0,51	0,51	0,51
18	0,48	0,48	0,48

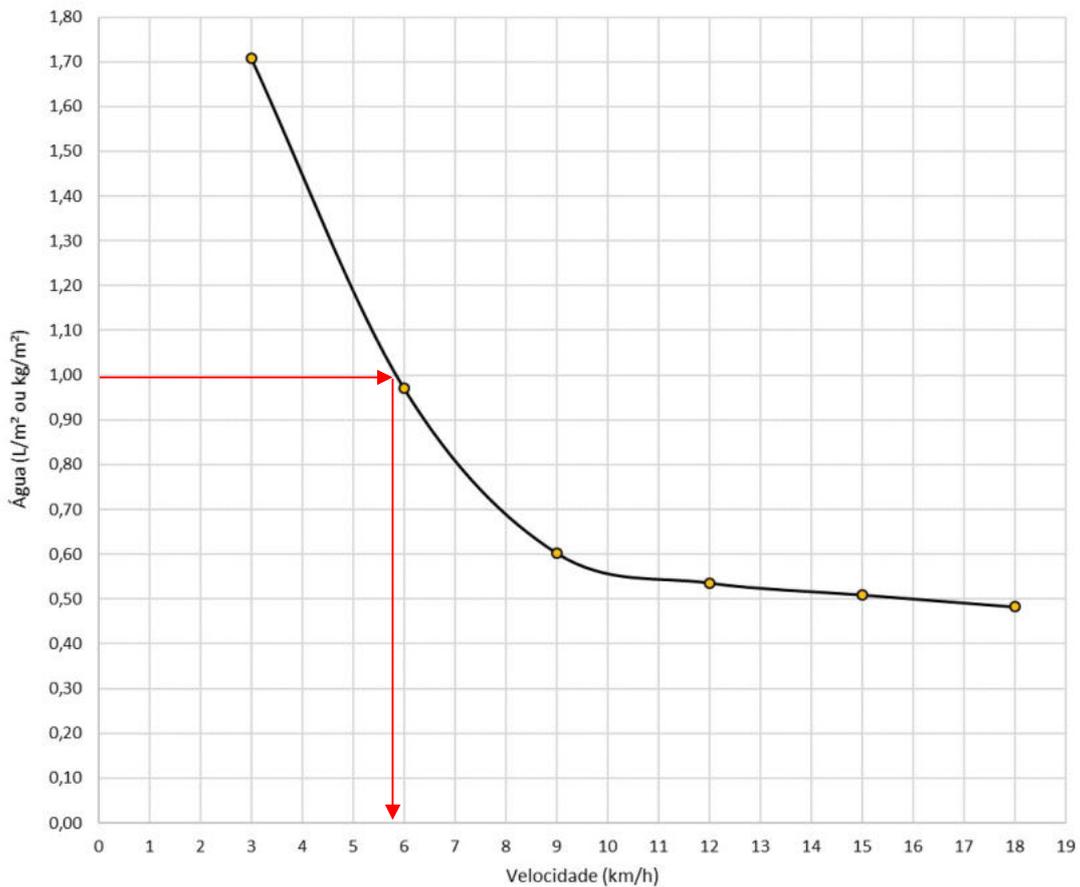


Figura 6 - Calibração da água regada pelo caminhão pipa para diferentes velocidades.

Tabela 3 – Conteúdos de água para teores de umidade específicos.

Teor de umidade a acrescentar (%)	Kg/m ² de água para a camada de espessura (cm)			
	5	10	15	20
1	0,7	1,3	2,0	2,7
2	1,3	2,7	4,0	5,3
3	2,0	4,0	6,0	8,0
4	2,7	5,3	8,0	10,6
5	3,3	6,7	10,0	13,3
6	4,0	8,0	12,0	16,0
7	4,7	9,3	14,0	18,6
8	5,3	10,6	16,0	21,3
9	6,0	12,0	18,0	24,0
10	6,7	13,3	20,0	26,6
11	7,3	14,6	22,0	29,3
12	8,0	16,0	24,0	31,9
13	8,7	17,3	26,0	34,6
14	9,3	18,6	28,0	37,3
15	10,0	20,0	29,9	39,9

Então o procedimento para determinar o número de passes do caminhão pipa é o seguinte:

- 1 – Espalhar o solo (cascalho), numa espessura em estado solto de 5, 10, 15 ou 20 cm;
- 2 – Determinar a umidade desse solo e comparar com a umidade ótima de compactação, se o solo está mais úmido (>2%) deverá esperar até secar, em caso de estar muito úmido e ter pouco tempo para compactar por precipitações eminentes poderá ser misturado com cimento (1 – 3 %), mas deverão ser evitados os trabalhos durante as chuvas. Por outro lado, se o teor de umidade do solo é menor de 2%, deverá ser umedecido com o caminhão pipa.
- 3 – A modo de exemplo sobre a determinação do número de passes do caminhão pipa:

Se o teor de umidade do solo é de 7,7% e a espessura da camada de solo (Cascalho – ARPLAN) é de 5 cm. Para uma umidade ótima de compactação de 13,7% seria preciso acrescentar um 6% no teor de umidade.

Da Tabela 2 obtemos que precisamos de 4,0 kg/m² (L/m²) de água.

Da Tabela 1 e da Figura 3 obtemos que o caminhão à velocidade de 6 km/h consegue regar aproximadamente 1 L/m². Portanto, precisam-se de quatro passes da pipa para regar os 4,0 kg/m² (L/m²) de água necessários para acrescentar um 6% no teor de umidade no cascalho procedente de ARPLAN.

3.3 Pista experimental de compactação

Primeiramente foi selecionado o tipo de compactador que melhor pode compactar este solo. Sendo escolhido segundo o item 3.1 um compactador Pé de Carneiro Vibratório de 13 toneladas (Figura 7), considerando que:

- o solo a compactar é um cascalho com areia silte e argila
- a espessura máxima após a compactação é de 40 cm
- a camada a compactar é uniforme
- o peso do compactador é de 13 toneladas e com três energias dinâmicas (sendo empregada a menor energia) devido que se compactará próximo as casas (Figura 7).



Figura 7 – Compactador selecionado.

Logo foi definido o trecho de pista experimental, sendo este, o início do trecho 1 mostrado na Figura 8, por ser um lugar acessível dos equipamentos e o único com as valetas já construídas. O subleito foi inicialmente compactado e logo foi espalhado o material a compactar com uma espessura de 20 cm em estado solto. Por razões econômicas e segundo as características do material, o tipo de equipamento e a finalidade da camada compactada foi fixado como espessura máxima compactada 50 cm, mas executada em quatro camadas de espessuras máximas de 10 cm. O que foi possível pelos resultados obtidos na pista experimental.



Figura 8 – Pista experimental.

A homogeneização das camadas foi feita com retroscavadeira equipada com pá frontal com escarificadores (Figura 9). Após a determinação do teor de umidade e feita a homogeneização da camada (solo espalhado com a retroscavadeira) até um valor próximo à umidade ótima de compactação (Figura 10). Procedendo-se logo à compactação da camada.



Figura 9 – Equipamento empregado para a colocação e homogeneização da camada.



Figura 9 – Equipamento homogeneizando a camada.

Para a compactação adotou-se uma velocidade de rolagem de 4 km/h, tornando-se difícil manter essa velocidade devido que a medida que a parte inferior da camada se adensa, a velocidade aumenta naturalmente. A referência empregada para os cálculos de Grau de Compactação (GC) foi de 1,896 g/cm³ (massa específica aparente máxima do solo seco, $\gamma_{d.máx}$) por ser a média dos quatro tipos de solos a compactar e de 13,7% (umidade ótima). Obtendo uma camada de 5 cm de espessura com os resultados mostrados na Tabela 4, adotando 10 passadas como o número de passadas para a compactação. Note-se que o emprego de um desvio maior de 2% foi intencionado, visando atingir um CBR maior, segundo a Figura 2 do Relatório i.

Com estes resultados realizou-se a compactação nos trechos 1, 2 e 3, adotando a compactação em camadas até a camada final atingir uma espessura mínima de 10 cm. As lombadas executadas com solo-cimento foram compactadas com compactador manual tipo “Sapo”, depois de compactar a camada de regularização e antes desta sempre foi compactado com 10 passadas o subleito. Os reparos nas vias com solo-cimento após as primeiras chuvas, também foram compactadas com “Sapo”. Os ensaios de teor de umidade e massa específica aparente no trecho experimental se anexam ao relatório. Por fim, indicou-se ao responsável da compactação segundo os procedimentos antes descritos.

Tabela 4 – Resultados da pista experimental

Determinações no eixo a 15m do início	Número de passadas	Laboratório		Pista		Desvio de W (%)	GC (%)
		$\gamma_d.máx$ (g/cm ³)	Wót (%)	γ_d (g/cm ³)	W (%)		
1) 13/09/2018	6	1,896	13,7	1,70	10,48	3,22	90
2) 13/09/2018	8			1,74	9,73	3,97	92
3) 13/09/2018	10			1,78	9,93	3,77	94

Nota: $\gamma_d.máx$ – Massa específica aparente seca máxima em laboratório ; Wót – Teor de umidade ótima em laboratório ; γ_d - Massa específica aparente seca máxima na pista; W - Teor de umidade na pista e GC – Grau de compactação.

A boa eficiência da solução de compactação da camada de regularização para a proteção contra a erosão das vias pode ser observada na Figura 10.



Via erosionada sem regularização com cascalho



Via regularizada com cascalho sem compactar e sem soluções de drenagem



Via regularizada com cascalho compactado e com soluções de drenagem

Figura 10 – Boa eficiência das soluções paliativas de drenagem e da compactação da camada de regularização.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização dos trabalhos relatados foi possível:

1. Capacitar todo o pessoal que realizou os trabalhos de compactação.
2. Criar um sistema de trabalho ordenado para o correto desenvolvimento dos trabalhos de compactação.
3. Calibrar o caminhão pipa, fornecendo um gráfico para manter na obra que facilitou os ajustes no teor de umidade do solo a ser compactado.
4. Executar uma pista experimental que permitiu definir a energia de vibração, a velocidade de rodagem, a massa e o número de passadas necessárias do rolo compactador.
5. Selecionar os equipamentos para os trabalhos de compactação.
6. Compactar a camada de proteção para a regularização das vias não pavimentadas e proteger as vias da erosão pelo escoamento superficial da água.
7. Garantir a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, com sinalização das obras.
8. Compilar e relatar sucintamente os trabalhos feitos para garantir uma rápida e econômica execução da camada de proteção pela eminente proximidade do período chuvoso, de forma que a camada possa ser aproveitada num futuro projeto de pavimentação dessas vias.
9. Recomendar a fiscalização da execução da compactação, garantindo a qualidade dos trabalhos realizados.

REFERÊNCIAS

DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço

DNER-ME 088/94 Solo – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool

DNER-ME 092/94 Solo – Determinação da massa específica aparente, “in situ”, como emprego do frasco de areia

DNER-ME 129/94 Solos – compactação de amostras não trabalhadas

DNIT 137/2010-ES Pavimentação – Regularização do Subleito

DNIT 172:2016 – ME Solos – Determinação do Índice de Suporte de Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 49/94 Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas

Por último, manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Anexo do Relatório Parcial iii:

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras L/O - Solar 1

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018
Espessura da Camada (cm)	5	6	5
Furos	1	2	3
Localização	EIXO	EIXO	EIXO
j) Massa do Frasco Antes (g)	7095	7050	6980
k) Massa do Frasco Depois (g)	5410	5415	5300
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	1685	1635	1680
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1115	1065	1110
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	780,7	745,7	777,2
o) Massa do Solo Úmido (g)	1470	1425	1520
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	1,88	1,91	1,96

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	11,99	13,94	13,35
	Tara + Solo Úmido (g)	102,67	117,65	101,44
	Tara + Solo Seco (g)	94,07	108,45	93,48
	Umidade (%)	q) w (%):		
		10,48	9,73	9,93
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100)))	1,70	1,74	1,78
Proctor (g/cm ³) =	1,896	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	90	92	94	

Observações:

Os três ensaios foram realizados no mesmo ponto para teste. Início da rua 1 (15 m do início). Referência ajustada à média dos quatro solos pelo responsável.

Realizado por:	Francisco Vieira	Assinatura	13/09/2018	Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	Assinatura	13/09/2018	Data

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE SOLTA - NBR 7251/82

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA 17/16, SOLAR 2 (RUA 2)**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO**
 MATERIAL: **CASCALHO - CASCALHEIRA ARPLAN**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª	2ª	3ª
02/10/2018	Cápsula N°	1	2	11
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	815,93	738,84	760,15
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	799,38	723,69	745,21
	Peso da Água (g)	16,55	15,15	14,94
	Peso da Cápsula (g)	50,58	50,91	49,88
	Peso do Solo Seco (g)	748,80	672,78	695,33
	Umidade (%)	2,21	2,25	2,15
	Umidade Média (%)	2,21		

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE SOLTA - M.U.

Verificação:		1ª	2ª	3ª
02/10/2018	Peso do Solo + Tara (kg)	16,305	16,125	16,145
	Tara (kg)	7,605	7,605	7,605
	Peso do Solo (kg)	8,700	8,520	8,540
	Volume (m3)	0,0064	0,0064	0,0064
	Massa Esp. Aparente Solta (kg/m3)	1359	1331	1334
	Massa Esp. Apar. Solta Seca (kg/m3)	1330	1331	1334
	Média-Massa Esp. Apar. Solta Seca (kg/m3)	1331		
Verificação:				
	Peso do Solo + Tara (kg)			
	Tara (kg)			
	Peso do Solo (kg)			
	Volume (m3)			
	Massa Esp. Aparente Solta (kg/m3)			
	Massa Esp. Apar. Solta Seca (kg/m3)			
	Média-Massa Esp. Apar. Solta Seca (kg/m3)			

OBSERVAÇÃO: Material seco ao sol.

Relatório Parcial iv: Fiscalização da execução das soluções paliativas de drenagem das vias não pavimentadas.

SOLICITANTE: CONDOMINIO RURAL SOLAR DA SERRA

Brasília, 23 de dezembro de 2018.

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA (CRSS), JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO PARCIAL iv: Fiscalização da execução das soluções paliativas de drenagem das vias não pavimentadas.

1. INTRODUÇÃO:

Este documento relata os problemas detectados durante a fiscalização à execução dos trabalhos feitos para a realização de soluções paliativas de drenagem de uma parte das vias internas não pavimentadas do Condomínio Rural Solar da Serra (CRSS). Os problemas detectados foram resolvidos nos dias seguintes a serem notificados aos executores e são compilados apenas para servir de prevenção na execução das soluções nas outras vias não pavimentadas. O objetivo é manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, por meio da generalização das soluções definidas e executadas nos trechos escolhidos.

2. PROBLEMAS DETECTADOS

2.1 Erosão no encontro das lombadas com as caixas coletoras

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução foi o preenchimento com solo-cimento, reforçando o solo próximo às lombadas para evitar sua erosão. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 3



Trecho 3



Trecho 2

2.2 Bueiros das grotas obstruídos

Na última visita este problema estava completamente solucionado como mostrado na imagem a seguir, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral mensalmente e em caso de obstrução proceder à limpeza.



2.3 Caixas coletoras sem preenchimento lateral

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução foi o preenchimento com solo compactado. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 3



2.4 Obstrução nas valetas

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução é a eliminação das obstruções. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



2.5 Caixas coletoras sem terminação

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução é execução com solo-cimento da terminação superficial das caixas coletoras, de forma que os tubos não fiquem expostos. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 2



Trecho 2

2.6 Lombadas destruídas

Este problema não é frequente, embora que em vários pontos dos três trechos o dimensionamento das lombadas es irregular. Na imagem a continuação apresenta-se uma lombada que deverá ser substituída. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 3

2.7 Obstrução do fluxo da água com elementos de sinalização

Este problema não é frequente, a solução é retirar a sinalização do curso da água. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 3

2.8 Demora na retirada de sedimentos das caixas coletoras

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução é a limpeza periódica das caixas. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 3



Trecho 1



Trecho 2



Trecho 2



Entre Trechos 2/3

2.9 Obstrução do escoamento da água das vias para as valetas laterais

Este problema é frequente em vários pontos dos três trechos selecionados como mostrado nas imagens a continuação, a solução é a retirada da obstrução. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 2

2.10 Construção de Valetas laterais e lombadas incorreta

Este problema não é frequente, a solução é a reconstrução dessas valetas laterais e lombadas. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 2



Trecho 1

2.11 Erosão significativa nas vias após soluções

Este problema não é frequente, a solução é a construção de valetas laterais e caixas coletoras, a diminuição dos espaçamentos das lombadas e dos dissipadores, assim como a desobstrução do acesso da água às valetas, finalizando com o preenchimento dos danos com solo-cimento. Na última visita este problema não estava completamente solucionado, recomenda-se indicar à brigada uma revisão geral e execução da solução.



Trecho 1

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez executadas as soluções recomendadas os trechos 1, 2 e 3 estarão terminados no que diz das soluções paliativas de drenagem as atividades construtivas nesses trechos. No entanto, deverá manter-se a inspeção continua nas vias para remediar os problemas que forem ocasionando-se. Considerando finalmente que as soluções relatadas podem ser replicadas com êxito nas outras vias não pavimentadas do CRSS.

Manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Relatório Parcial v: Fiscalização da execução das atividades de compactação nas vias não pavimentadas.

SOLICITANTE: CONDOMINIO RURAL SOLAR DA SERRA

Brasília, 23 de dezembro de 2018.

ASSESSORIA TÉCNICA PARA REGULARIZAÇÃO DE VIAS INTERNAS DO CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA

LOCALIZAÇÃO: CONDOMÍNIO RURAL SOLAR DA SERRA (CRSS), JARDIM BOTÂNICO, BRASÍLIA - DF

DATA DA SOLICITUDE: 26/07/2018

ASSUNTO: RELATÓRIO PARCIAL v: Fiscalização da execução das atividades de compactação nas vias não pavimentadas

1. INTRODUÇÃO:

Este documento relata os problemas detectados durante a fiscalização à execução dos trabalhos feitos para a compactação nas vias internas não pavimentadas do Condomínio Rural Solar da Serra (CRSS). Os problemas detectados foram resolvidos nos dias seguintes a serem notificados aos executores e são compilados apenas para servir de prevenção na execução das soluções nas outras vias não pavimentadas. O objetivo é manter a trafegabilidade segura nas vias não pavimentadas do CRSS, por meio da generalização das soluções definidas e executadas nos trechos escolhidos. A compactação foi finalizada no trecho 3 antes da sua conclusão, devido o início das chuvas, sendo que os trechos 1 e 2 já tinham sido compactados.

As fiscalizações incluíram lançamento e espalhamento, homogeneização, e compactação do solo (cascalho). Foram efetuados os ensaios de campo para determinação do grau de compactação e da determinação dos desvios em relação a umidade ótima durante os trabalhos de compactação. Isto foi realizado atendendo o descrito na NORMA DNIT 138/2010 – ES. Foram realizados ensaios de umidade higroscópica e de massa específica aparente seca “in situ” do material por cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente. Embora que a norma especifica um GC de 100% para estradas, considerou-se o Grau de compactação aceitável a partir de 90 %, por se tratar de estradas vicinais de pouco tráfego e a solução ser de caráter temporal (2 anos).

2. PROBLEMAS DETECTADOS

De forma geral os principais problemas foram no início dos trabalhos por desconhecimento e inexperiência neste tipo de trabalhos por parte dos membros da brigada do condomínio. Após a

capacitação dos mesmos os problemas foram diminuindo. Sendo necessário relatar os problemas que aconteceram:

1 - No trecho 1, nos últimos 50 m da subida até o topo da via, onde encontra-se o depósito de água, a compactação não foi eficiente. As causas foram o afloramento rochoso com superfície lisa e pouco aderente, e, que devido a declividade o compactador precisou ser guinchado durante as subidas. Isto provocou que durante as chuvas o material compactado foi arrancado pela água, a solução adotada foi diminuir o volume de água na via durante e após as chuvas. Foram construídas mais valetas laterais, lombadas, caixas, dissipadores, se restitui-o e a camada com solo cimento (observado na última visita). Se desconhece como tem-se comportado essa última solução nessa seção do trecho 1.

2 - Excepcionalmente e por negligencia no seguimento das orientações anotadas no caderno da obra, no trecho 3, houve desconhecimento da umidade inicial do material lançado a compactar. Isto provocou que a compactação dos primeiros 50 m compactados fosse deficiente ($GC < 90\%$). Consequentemente a camada foi retirada e todo o processo refeito, obtendo um melhor resultado.

O resumo dos ensaios para o controle de qualidade realizados se apresenta a continuação na Tabela 1 e 2 a seguir.

Tabela 1 – Determinação da umidade higroscópica e da umidade de compactação.

Data	Trecho	Laboratório	Pista	Desvio de W (%)	Observações
		Wót (%)	Wh (%)		
19/09/18	1	13,7	17,82	-4,12	Secou-se ao ar
19/09/18	1	13,7	13,20	0,5	
25/09/18	1	13,7	13,16	0,54	ok
26/09/18	1	13,7	13,86	-0,16	ok
28/09/18	1	13,7	21,77	-8,07	Secou-se ao ar
28/09/18	1	13,7	14,58	-0,88	
01/10/18	-2	13,7	10,83	2,87	Molhou-se com C. Pipa
01/10/18	-2	13,7	11,65	2,05	
01/10/18	-2	13,7	13,18	0,52	
03/10/18	-2	13,7	17,86	-4,16	Secou-se ao ar
03/10/18	-2	13,7	16,00	-2,3	
03/10/18	-2	13,7	14,83	-1,13	
05/10/18	-2	13,7	21,70	-8	Secou-se ao ar
05/10/18	-2	13,7	17,90	-4,2	
05/10/18	-2	13,7	15,00	-1,3	

Nota: $\gamma_d.máx$ – Massa específica aparente seca máxima em laboratório ; Wót – Teor de umidade ótima em laboratório ; γ_d - Massa específica aparente seca máxima na pista; Wh - Teor de umidade higroscópica ou de compactação e GC – Grau de compactação. (-) – Distancia Medida do final do trecho.

Para os trechos 1 e 2 como mostrado na Tabela 1, o cascalho foi compactado com o teor de umidade próximo do valor ótimo, secando ou molhando o material segundo a sua umidade higroscópica. Enquanto no trecho 3 não foi determinada a umidade e não se atingiu o grau de compactação. Após retirar o material e compactar o subleito durante uma janela sem chuva de 10 horas, foi lançado o material úmido misturado com cimento para secá-lo rápido e se homogeneizou e compactou, resultando em um GC aceitável. Na Tabela 2, os teores de umidade correspondem ao dia seguinte da compactação, com grandes desvios do valor ótimo, o que pode ser explicado pelo intenso sol e chuva nesses dias, considerando que o ensaio foi realizado sempre ao dia seguinte da compactação. Pode ser observado que o GC mínimo foi 90%, sendo todos os trechos aceitos com boa compactação.

Tabela 2 – Determinação do Grau de compactação.

Data	Trecho/ a X m do início	Laboratório		Pista		Desvio de W (%)	GC (%)
		γ_d .máx (g/cm ³)	Wót (%)	γ_d (g/cm ³)	W (%)		
19/09/18	1/ a 45 m	1,896	13,7	1,90	12,6	1,1	100,1
20/09/18	1/ a 166 m	2,008	13,7	2,26	10,77	2,93	101,7
25/09/18	1/ a 268 m	1,896	13,7	2,00	11,40	2,3	105,7
25/09/18	1/ a 364 m	1,896	13,7	1,80	8,59	5,11	95,1
26/09/18	1/ a 470 m	1,896	13,7	1,99	12,95	0,75	105,0
26/09/18	1/ a 541 m	1,896	13,7	1,96	12,76	0,94	103,4
28/09/18	1/ a 610 m	2,008	13,7	1,85	12,18	1,52	92,1
28/09/18	1/ a 680 m	2,008	13,7	1,80	13,95	-0,25	90,0
02/10/18	-2/ a 20 m	2,008	13,7	2,06	12,73	0,97	102,8
02/10/18	-2/ a 120 m	2,008	13,7	1,98	11,74	1,96	98,8
02/10/18	-2/ a 220 m	2,008	13,7	1,87	13,41	0,29	93,0
02/10/18	-2/ a 240 m	2,008	13,7	2,04	12,65	1,05	101,7
03/10/18	-2/ a 280 m	2,008	13,7	2,04	13,77	-0,07	101,5
03/10/18	-2/ a 370 m	2,008	13,7	2,00	15,88	-2,18	99,4
05/10/18	-2/ a 420 m	2,008	13,7	2,12	15,44	-1,74	105,6
05/10/18	-2/ a 520 m	2,008	13,7	2,01	17,14	-3,44	99,9
05/10/18	-2/ a 610 m	2,008	13,7	2,00	13,33	0,37	99,7
09/10/18	-3/ a 25 m	1,909	16,8	1,75	10,30	6,5	91,5
09/10/18	-3/ a 125 m	1,909	16,8	1,76	16,02	0,78	92,1
09/10/18	-3/ a 225 m	1,909	16,8	1,77	13,18	3,62	92,9

Nota: γ_d .máx – Massa específica aparente seca máxima em laboratório ; Wót – Teor de umidade ótima em laboratório ; γ_d - Massa específica aparente seca máxima na pista; W - Teor de umidade na pista e GC – Grau de compactação. (-) – Distancia Medida do final do trecho.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral a compactação do cascalho foi eficiente, porém deverão ser mantidas inspeções semanais em períodos chuvosos para dar manutenção à camada compactada. Por outro lado, recomenda-se que em aproximadamente quatro meses antes do período de chuvas, seja realizada uma inspeção para manutenção da compactação. Considerando finalmente que os trabalhos e procedimentos relatados podem ser replicadas com êxito nas outras vias não pavimentadas do CRSS com o pessoal capacitado, ou por uma empresa especializada ou por uma contratação como a atual.

Manifesta-se a disponibilidade para eventuais esclarecimentos ou dúvidas que possam surgir na leitura e análise do presente relatório ou dos trabalhos executados.

Nelson Padrón Sánchez
Especialista de Projeto e Engenharia

Mahammed Vasconcelos Soares
Consultor de Projeto e Engenharia

Anexo do Relatório Parcial v:

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras L/O - Solar 1

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	13/09/2018	13/09/2018	13/09/2018
Espessura da Camada (cm)	5	6	5
Furos	1	2	3
Localização	EIXO	EIXO	EIXO
j) Massa do Frasco Antes (g)	7095	7050	6980
k) Massa do Frasco Depois (g)	5410	5415	5300
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	1685	1635	1680
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1115	1065	1110
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	780,7	745,7	777,2
o) Massa do Solo Úmido (g)	1470	1425	1520
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	1,88	1,91	1,96

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	11,99	13,94	13,35
	Tara + Solo Úmido (g)	102,67	117,65	101,44
	Tara + Solo Seco (g)	94,07	108,45	93,48
	Umidade (%)	q) w (%):		
		10,48	9,73	9,93
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	1,70	1,74	1,78
Proctor (g/cm ³) =	1,896	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	90	92	94	

Observações:

Os três ensaios foram realizados no mesmo ponto para teste. Início da rua 1 (15 m do início). Referência ajustada à média dos quatro solos pelo responsável.

Realizado por: _____	Francisco Vieira	Assinatura	13/09/2018	Data
Revisado por: _____	João Pedro Vieira	Assinatura	13/09/2018	Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadra - Solar 1 - CONJ - M/U

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	19/09/2018		
Espessura da Camada (cm)	10		
Furos	1		
Localização	EIXO		
j) Massa do Frasco Antes (g)	6870		
k) Massa do Frasco Depois (g)	4345		
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2525		
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1955		
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1368,8		
o) Massa do Solo Úmido (g)	2925		
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,14		

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	12,85			
	Tara + Solo Úmido (g)	97,75			
	Tara + Solo Seco (g)	88,25			
	Umidade (%)	q) w (%):	12,60		
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	1,90			
	Proctor (g/cm ³) =	1,896	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	100,1				

Observações:

Rua 1 - Após a segunda lombada (48 m do início).

Realizado por:	Francisco Vieira	Assinatura	19/09/2018	Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	Assinatura	19/09/2018	Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadra - Solar 1 - CONJ - M/U

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	20/09/2018		
Espessura da Camada (cm)	7		
Furos	1		
Localização	EIXO		
j) Massa do Frasco Antes (g)	6770		
k) Massa do Frasco Depois (g)	5045		
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	1725		
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1155		
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	808,7		
o) Massa do Solo Úmido (g)	1830		
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,26		

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	0,01			
	Tara + Solo Úmido (g)	121,85			
	Tara + Solo Seco (g)	110,00			
	Umidade (%)	q) w (%):	10,77		
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	2,04			
	Proctor (g/cm ³) =	2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	101,7				

Observações:

Rua 1 (166 m do início).

Realizado por:	Francisco Vieira	Assinatura	20/09/2018	Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	Assinatura	20/09/2018	Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras - Solar 1 - CONJ M/P

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	25/09/2018	25/09/2018	
Espessura da Camada (cm)	8	8	
Furos	1	2	
Localização	EIXO	EIXO	
j) Massa do Frasco Antes (g)	6750	6660	
k) Massa do Frasco Depois (g)	4470	4475	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2280	2185	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1710	1615	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1197,3	1130,7	
o) Massa do Solo Úmido (g)	2345	2525	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	1,96	2,23	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	13,12	13,53	
	Tara + Solo Úmido (g)	102,35	112,62	
	Tara + Solo Seco (g)	95,29	102,48	
	Umidade (%)	q) w (%):		
		8,59	11,40	
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100)))	1,80	2,00	
Proctor (g/cm ³) =	1,896	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	95,1	105,7		

Observações:

Rua 1 (Ponto 1: Localizado a 364 m do início; Ponto 2: Localizado a 268m do início).

Realizado por:	Francisco Vieira	25/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	25/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras - Solar 1 - CONJ M/P

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	26/09/2018	26/09/2018	
Espessura da Camada (cm)	8	6,5	
Furos	1	2	
Localização	EIXO	EIXO	
j) Massa do Frasco Antes (g)	6640	6550	
k) Massa do Frasco Depois (g)	4390	4615	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2250	1935	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1680	1365	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1176,3	955,7	
o) Massa do Solo Úmido (g)	2600	2150	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,21	2,25	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	21,85	22,05		
	Tara + Solo Úmido (g)	139,85	152,85		
	Tara + Solo Seco (g)	126,50	137,85		
	Umidade (%)	q) w (%):	12,76	12,95	
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))			1,96	1,99
	Proctor (g/cm ³) =	1,896	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =		103,4	105,0		

Observações:

Rua 1 (Ponto 1: localizado a 541 m do início; Ponto 2: Localizado a 470 m do início, na esquina).

Realizado por:	Francisco Vieira	26/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	26/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras - Solar 1 - CONJ M/P

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	28/09/2018	28/09/2018	
Espessura da Camada (cm)	7	8	
Furos	1	2	
Localização	EIXO	EIXO	
j) Massa do Frasco Antes (g)	7405	7330	
k) Massa do Frasco Depois (g)	5410	5310	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	1995	2020	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1425	1450	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	997,7	1015,2	
o) Massa do Solo Úmido (g)	2070	2085	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,07	2,05	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	20,25	21,75	
	Tara + Solo Úmido (g)	140,00	130,00	
	Tara + Solo Seco (g)	127,00	116,75	
	Umidade (%)	q) w (%):		
		12,18	13,95	
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100)))	1,85	1,80	
Proctor (g/cm ³) =	2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	92,1	89,8		

Observações:

Rua 1, na subida (Ponto 1: Localizado a 610 m do início; Ponto 2: Localizado a 680 m do início).

Realizado por:	Francisco Vieira	28/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data
Revisado por:	João Pedro Vieira	28/09/2018
	Nome e sobrenome	Assinatura Data

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA SOLAR 1 - CONJ M/U**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO** VERIFICAÇÃO: **1ª**
 ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³) **1896** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª	2ª		
19/09/2018	Cápsula N ^o	78	78		
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	92,85	111,50		
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	80,75	100,00		
	Peso da Água (g)	12,10	11,50		
	Peso da Cápsula (g)	12,85	12,85		
	Peso do Solo Seco (g)	67,90	87,15		
	Umidade (%)	17,82	13,20		
	Cápsula N ^o				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				
	Cápsula N ^o				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				

OBSERVAÇÕES:

--	--

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA SOLAR 1 - CONJ M/P**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO** VERIFICAÇÃO: **1ª**
 ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**
 Densidade máx (kg/m³) **1896** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

25/09/2018	Cápsula N ^o	130			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	174,11			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	156,40			
	Peso da Água (g)	17,71			
	Peso da Cápsula (g)	21,82			
	Peso do Solo Seco (g)	134,58			
	Umidade (%)	13,16			
	Cápsula N ^o				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				
	Cápsula N ^o				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				

OBSERVAÇÕES:

--	--

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA SOLAR 1 - CONJ M/P**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO** VERIFICAÇÃO: **1ª**
 ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³) **1896** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª		
26/09/2018	Cápsula N°	33		
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	145,03		
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	128,99		
	Peso da Água (g)	16,04		
	Peso da Cápsula (g)	13,01		
	Peso do Solo Seco (g)	115,98		
	Umidade (%)	13,83		
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)			
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)			
	Umidade (%)			
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)			
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)			
	Umidade (%)			

OBSERVAÇÕES:

--	--

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA SOLAR 1 - CONJ M/P**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO** VERIFICAÇÃO: **1ª**
 ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**
 Densidade máx (kg/m³) **1896** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª	2ª		
28/09/2018	Cápsula N°	132	130		
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	135,00	132,25		
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	114,75	118,00		
	Peso da Água (g)	20,25	14,25		
	Peso da Cápsula (g)	21,75	20,25		
	Peso do Solo Seco (g)	93,00	97,75		
	Umidade (%)	21,77	14,58		
	Cápsula N°				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				
	Cápsula N°				
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)				
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)				
	Peso da Água (g)				
	Peso da Cápsula (g)				
	Peso do Solo Seco (g)				
	Umidade (%)				

OBSERVAÇÕES:

--	--

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras 16/15 - Solar 2 (RUA 2)

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800

Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro			
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃	
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6	
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =	
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1	
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43	

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	02/10/2018	02/10/2018	
Espessura da Camada (cm)	11	12	
Furos	1	2	
Localização	EIXO	BD	
j) Massa do Frasco Antes (g)	7270	7215	
k) Massa do Frasco Depois (g)	4595	4455	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2675	2760	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	2105	2190	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1473,8	1533,3	
o) Massa do Solo Úmido (g)	3430	3400	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,33	2,22	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	21,25	21,75		
	Tara + Solo Úmido (g)	129,75	136,00		
	Tara + Solo Seco (g)	117,50	124,00		
	Umidade (%)	q) w (%):	12,73	11,74	
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	2,06	1,98		
Proctor (g/cm ³) =		2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =		102,8	98,8		

Observações: Furo 1 a aproximadamente 20m; Furo 2 a aproximadamente 120m.

Realizado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

Revisado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras 16/17 - Solar 2 (RUA 2)

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	02/10/2018	02/10/2018	
Espessura da Camada (cm)	10	12	
Furos	3	4	
Localização	EIXO	BD	
j) Massa do Frasco Antes (g)	7055	7010	
k) Massa do Frasco Depois (g)	4640	4335	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2415	2675	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1845	2105	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1291,8	1473,8	
o) Massa do Solo Úmido (g)	2735	3390	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,12	2,30	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	20,25	20,25	
	Tara + Solo Úmido (g)	121,75	136,00	
	Tara + Solo Seco (g)	109,75	123,00	
	Umidade (%)	q) w (%):		
		13,41	12,65	
Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100)))	1,87	2,04		
Proctor (g/cm ³) =	2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	93,0	101,7		

Observações: Furo 3 a aproximadamente 220m; Furo 4 a aproximadamente 240m.

Realizado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

Revisado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras 21/19 e 21/18 - Solar 2 (RUA 2)

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	03/10/2018	03/10/2018	
Espessura da Camada (cm)	12	10	
Furos	1	2	
Localização	BD	BE	
j) Massa do Frasco Antes (g)	6900	6865	
k) Massa do Frasco Depois (g)	4260	4485	
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2640	2380	
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	2070	1810	
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1449,3	1267,3	
o) Massa do Solo Úmido (g)	3360	2930	
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,32	2,31	

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	22,50	21,50	
	Tara + Solo Úmido (g)	132,00	125,50	
	Tara + Solo Seco (g)	118,75	111,25	
	Umidade (%)	q) w (%):		
		13,77	15,88	
	Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100)))	2,04	2,00	
Proctor (g/cm ³) =	2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	101,5	99,4		

Observações: Furo 1 a aproximadamente 280m; Furo 2 a aproximadamente 370m.

Realizado por:

Nome e sobrenome

Assinatura

Data

Revisado por:

Nome e sobrenome

Assinatura

Data

Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras 21/19 - Solar 2 (RUA 2)

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	05/10/2018	05/10/2018	05/10/2018
Espessura da Camada (cm)	10	11	12
Furos	1	2	3
Localização	EIXO	BD	BD
j) Massa do Frasco Antes (g)	6840	6650	6690
k) Massa do Frasco Depois (g)	4275	4135	3980
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2565	2515	2710
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	1995	1945	2140
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1396,8	1361,8	1498,3
o) Massa do Solo Úmido (g)	3420	3200	3400
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	2,45	2,35	2,27

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	21,50	22,25	21,50
	Tara + Solo Úmido (g)	139,25	135,00	153,25
	Tara + Solo Seco (g)	123,50	118,50	137,75
	Umidade (%)	q) w (%):		
		15,44	17,14	13,33
Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	2,12	2,01	2,00	
Proctor (g/cm ³) =	2,008	Umidade(%) =	13,7	
Grau de Compactação-GC (%) =	105,6	99,9	99,7	

Observações: Furo 1 a aproximadamente 420m; Furo 2 a aproximadamente 520m; Furo 3 a aproximadamente 610m.

Realizado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

Revisado por: _____ / /
Nome e sobrenome Assinatura Data

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA 17/16, SOLAR 2 (RUA 2)**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO**

ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³) **2008** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª	2ª	3ª
01/10/2018	Cápsula N°	128	130	15
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	120,00	131,25	132,02
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	109,75	120,50	118,60
	Peso da Água (g)	10,25	10,75	13,42
	Peso da Cápsula (g)	21,75	21,25	16,75
	Peso do Solo Seco (g)	88,00	99,25	101,85
	Umidade (%)	11,65	10,83	13,18
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)	0,00		
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)	0,00		
	Umidade (%)	#DIV/0!		
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)	0,00		
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)	0,00		
	Umidade (%)	#DIV/0!		

OBSERVAÇÕES:

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA 21/19, SOLAR 2 (RUA 2)**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO**

ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³) **2008** Umidade ótima (%): **13,7**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Verificação:		1ª	2ª	3ª
03/10/2018	Cápsula N°	128	130	15
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)	145,50	137,25	140,25
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)	126,75	121,25	124,30
	Peso da Água (g)	18,75	16,00	15,95
	Peso da Cápsula (g)	21,75	21,25	16,75
	Peso do Solo Seco (g)	105,00	100,00	107,55
	Umidade (%)	17,86	16,00	14,83
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)	0,00		
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)	0,00		
	Umidade (%)	#DIV/0!		
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)	0,00		
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)	0,00		
	Umidade (%)	#DIV/0!		

OBSERVAÇÕES:

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**

LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**

TRECHO: **QUADRA 21/19, SOLAR 2 (RUA 2)**

CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO**

ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³)

2008

Umidade ótima (%):

13,7

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE - ÁLCOOL - DNER-ME 088/94

Verificação:		1ª	2ª	3ª
05/10/2018	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)	0,00	0,00	0,00
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)	0,00	0,00	0,00
	Umidade (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE - SPEEDY - ABNT NBR 16097/2016

Verificação:		1ª	2ª	3ª
05/10/2018	Pressão do Manômetro	8	7,6	7,3
	Umidade (%) - (Pela curva de calibra	21,70	17,90	15,00
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)			
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)			
	Umidade (%)			

OBSERVAÇÕES:

--	--

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA - CBR

LOCAL: SOLAR DA SERRA	Pressão padrão p/ penetração de 2,54 mm:	6,90 MPa
ENERGIA: INTERMEDIÁRIA	Pressão padrão p/ penetração de 5,08 mm:	10,35 MPa
Laboratório: Solos	Diâmetro da base do pistão:	4,96 cm
Data: 18/10/2018	Área da base do pistão:	19,32 cm ²
CASCALHEIRA ARPLAN	Constante da prensa:	0,01 MPa/div

Penetração 01 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	6,00	0,06	
1,25	18,00	0,18	
2,50	27,00	0,27	3,91
5,00	36,00	0,36	3,48
7,50	45,00	0,45	
10,00	51,00	0,51	

Penetração 02 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	25,00	0,25	
1,25	40,00	0,40	
2,50	60,00	0,60	8,70
5,00	85,00	0,85	8,21
7,50	109,00	1,09	
10,00	118,00	1,18	

Penetração 03 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	91,00	0,91	
1,25	175,00	1,75	
2,50	242,00	2,42	35,07
5,00	316,00	3,16	30,53
7,50	349,00	3,49	
10,00	355,00	3,55	

Penetração 04 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	95,00	0,95	
1,25	166,00	1,66	
2,50	280,00	2,80	40,58
5,00	402,00	4,02	38,84
7,50	470,00	4,70	
10,00	496,00	4,96	

Penetração 05 (mm)	Leitura (div)	Pressão calculada (MPa)	CBR (%)
0,00	0,00	0,00	
0,63	21,00	0,21	
1,25	44,00	0,44	
2,50	82,00	0,82	11,88
5,00	139,00	1,39	13,43
7,50	186,00	1,86	
10,00	199,00	1,99	

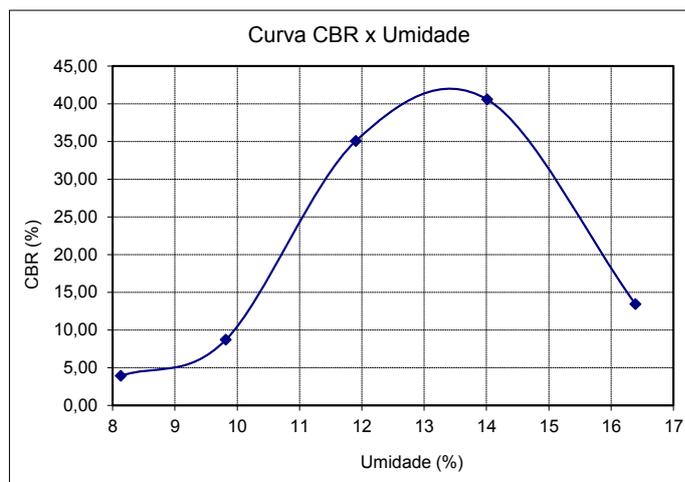
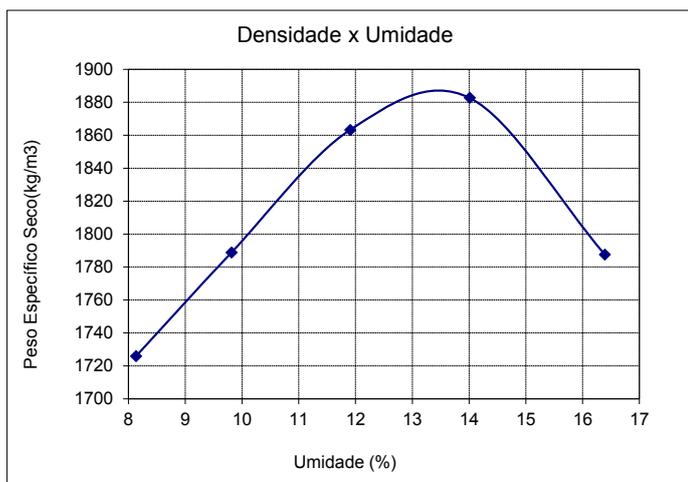
Umidade (%)	C.B.R. (%)	Umidade (%)	Densidade Kg/m ³
8,13	3,91	8,13	1726
9,82	8,70	9,82	1789
11,90	35,07	11,90	1863
14,01	40,58	14,01	1883
16,39	13,43	16,39	1788

ENSAIO DE EXPANSÃO

Molde N°.	31	20	2	33	3
Leitura Inicial	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Leitura Final	4,32	4,21	4,06	4,00	3,99
L.Final - L.Inicial	0,32	0,21	0,06	0,00	-0,01
Altura cilindro	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
(LF-LI) / Altura (%)	0,28	0,18	0,05	0,00	-0,01
Média (%)	0,10				

PESO ESPECÍFICO DOS CORPOS DE PROVA					
Nº Molde	31	20	2	33	3
Solo+Água+M. (g)	8480	8495	8855	9095	8760
Peso Molde (g)	4770	4625	4710	4770	4605
Peso Solo+Ág. (g)	3710	3870	4145	4325	4155
Volume Molde (cm³)	1988	1970	1988	2015	1997
Dens. Solo Úm. (Kg/m³)	1866	1964	2085	2146	2081
Dens. Solo Seco (Kg/m³)	1726	1789	1863	1883	1788

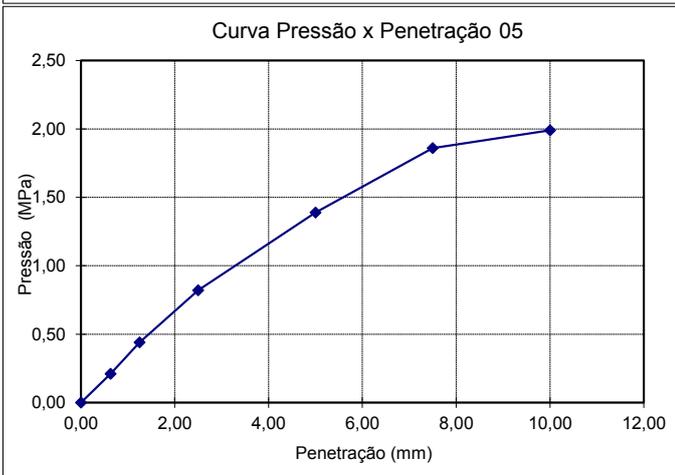
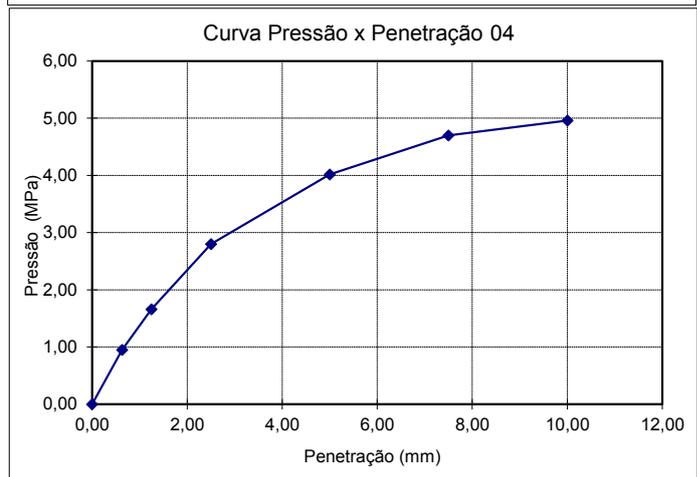
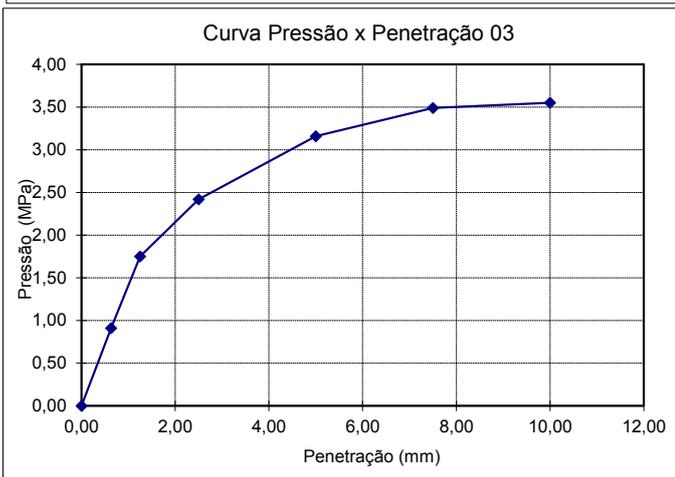
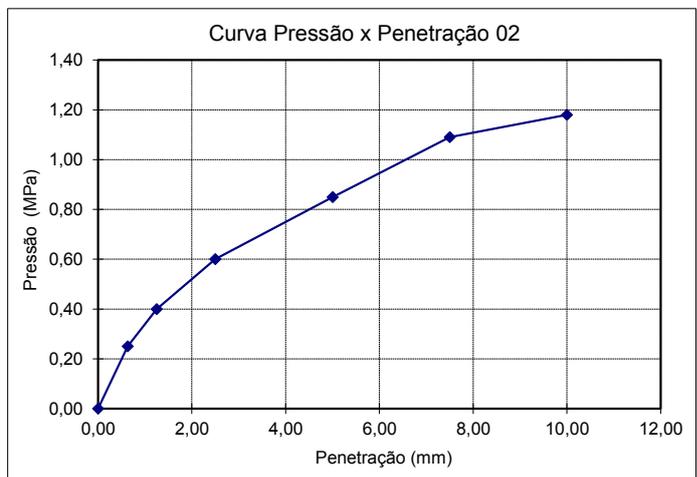
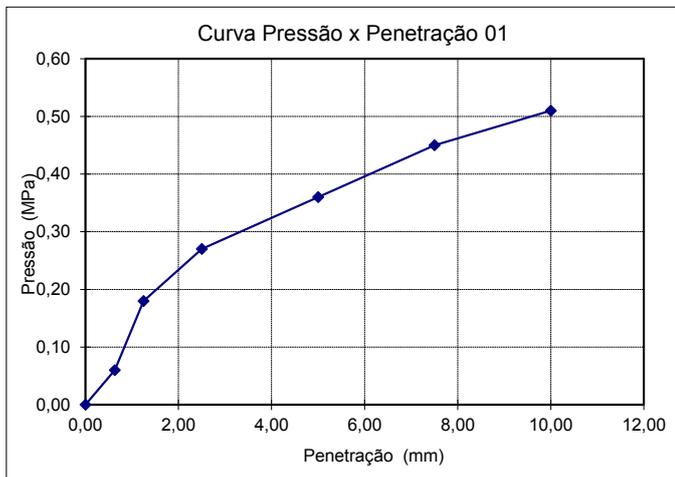
CÁLCULO DAS UMIDADES DAS CÁPSULAS											
Cápsula Nº.	24	72	25	96	81	42	73	101	46	30	
P. Solo Úm.+CA (g)	94,22	109,17	111,24	96,02	99,28	92,85	85,27	104,00	102,12	88,23	
P. Solo S. + CA (g)	88,26	101,65	102,25	88,84	89,95	84,31	76,21	92,77	89,63	77,23	
Peso Água (g)	5,96	7,52	8,99	7,18	9,33	8,54	9,06	11,23	12,49	11,00	
Peso Cápsula (g)	11,99	12,65	13,24	13,52	12,36	11,83	11,87	12,19	11,56	11,69	
P. Solo Seco (g)	76,27	89,00	89,01	75,32	77,59	72,48	64,34	80,58	78,07	65,54	
Umidade (%)	7,81	8,45	10,10	9,53	12,02	11,78	14,08	13,94	16,00	16,78	
Umid. Média (%)		8,13		9,82		11,90		14,01		16,39	



RESUMO

UMIDADE ÓTIMA = **13,5 %**
DENSIDADE MÁXIMA = **1888 Kg/m³**

EXPANSÃO = **0,10 %**
ISC FINAL = **42,0 %**



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

LOCAL	SOLAR DA SERRA - CASCALHEIRA ARPLAN	DATA:	19/10/18
TRECHO		AMOSTRA:	1

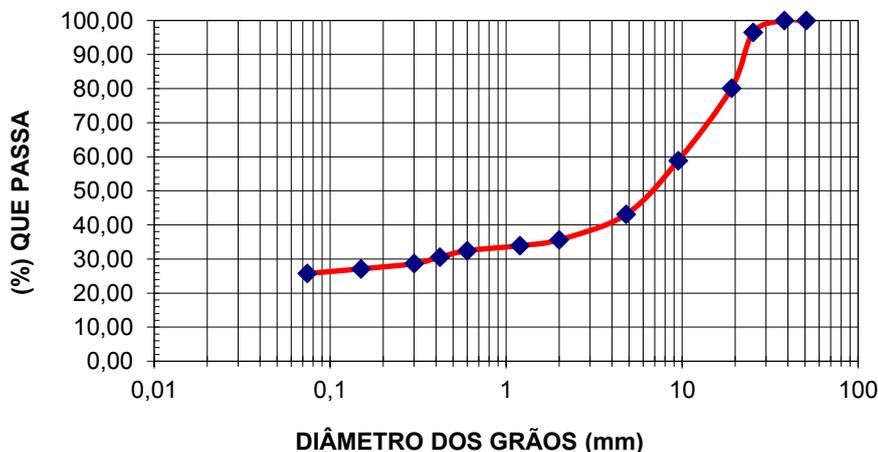
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

UMIDADE HIGROSCÓPICA		AMOSTRA TOTAL		RESUMO DA GRANULOMETRIA	
CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	119,67	AMOSTRA TOTAL ÚMIDA (g)	718	PEDREGULHO: ACIMA DE 2,0 mm (%)	64,35
CÁPSULA E SOLO SECO (g)	114,56	PEDREGULHO (g)	428,45	AREIA GROSSA: 2,0 - 0,42 mm (%)	5,11
CÁPSULA Nº	109	PASSANDO NA Nº 10 ÚMIDA (g)	289,55	AREIA FINA: 0,42-0,05 mm (%)	4,79
PESO DA UMIDADE (g)	5,11	PESO DA UMIDADE (g)	14,04	ARGILA : AB. DE 0,001 mm (%)	25,74
PESO DO SOLO SECO (g)	100,28	PASSANDO NA Nº 10 SECA (g)	275,51	TOTAL (%)	100,00
UMIDADE HIGROSCÓPICA (%)	5,096	AMOSTRA TOTAL SECA (g)	703,96		
FATOR DE CORREÇÃO 100/100+H	0,952				

PENEIRAÇÃO DA AMOSTRA TOTAL

PENEIRA	PESO (g)	PENEIRA (mm)	MATERIAL RETIDO		% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
			% DA AMOSTRA TOTAL	% ACUMULADA	
2"		50,8	0,00	0,00	100,00
1 1/2"		38,1	0,00	0,00	100,00
1"	24,56	25,4	3,49	3,49	96,51
3/4"	115,22	19,1	16,37	19,86	80,14
3/8"	149,63	9,5	21,26	41,11	58,89
Nº 4	111,34	4,8	15,82	56,93	43,07
Nº 10	52,26	2,0	7,42	64,35	35,65
N,16	12,19	1,2	1,73	66,08	33,92
N,30	10,39	0,6	1,48	67,56	32,44
N,40	13,41	0,42	1,90	69,46	30,54
N,50	13,44	0,30	1,91	71,37	28,63
N,100	10,65	0,15	1,51	72,89	27,11
N,200	9,64	0,074	1,37	74,26	25,74

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO



ENSAIOS FÍSICOS

LOCAL:	SOLAR DA SERRA - CASCALHEIRA ARPLAN	DATA:	18/10/18
TRECHO:		AMOSTRA:	1

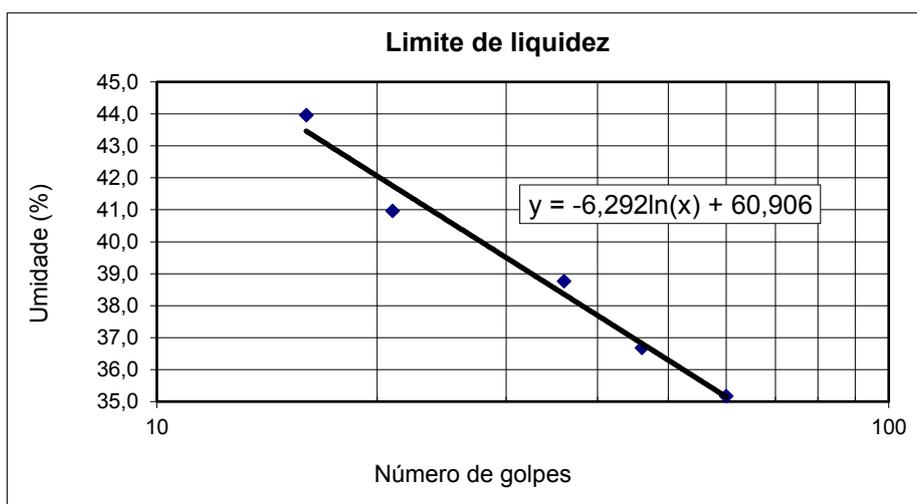
LIMITE DE LIQUIDEZ

CÁPSULA Nº:	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	Nº GOLPES	% DE ÁGUA
42	29,37	24,32	9,96	5,05	14,36	60	35,2
8	31,12	25,86	11,52	5,26	14,34	46	36,7
36	30,61	25,07	10,78	5,54	14,29	36	38,8
10	26,40	21,62	9,95	4,78	11,67	21	41,0
17	31,41	25,26	11,27	6,15	13,99	16	44,0

LIMITE DE PLASTICIDADE

CÁPSULA Nº	CÁPSULA E SOLO ÚMIDO (g)	CÁPSULA E SOLO SECO (g)	CÁPSULA (g)	ÁGUA (g)	SOLO SECO (g)	% DE ÁGUA	LIMITE DE PLASTICIDADE
106	7,30	6,94	5,70	0,36	1,24	29,03	
88	7,26	6,91	5,68	0,35	1,23	28,46	
102	7,14	6,82	5,62	0,32	1,20	26,67	28,1
84	7,07	6,73	5,53	0,34	1,20	28,33	
130	8,08	7,74	6,52	0,34	1,22	27,87	

LIMITE DE LIQUIDEZ:	40,7
LIMITE DE PLASTICIDADE:	28,1
ÍNDICE DE PLASTICIDADE:	12,6



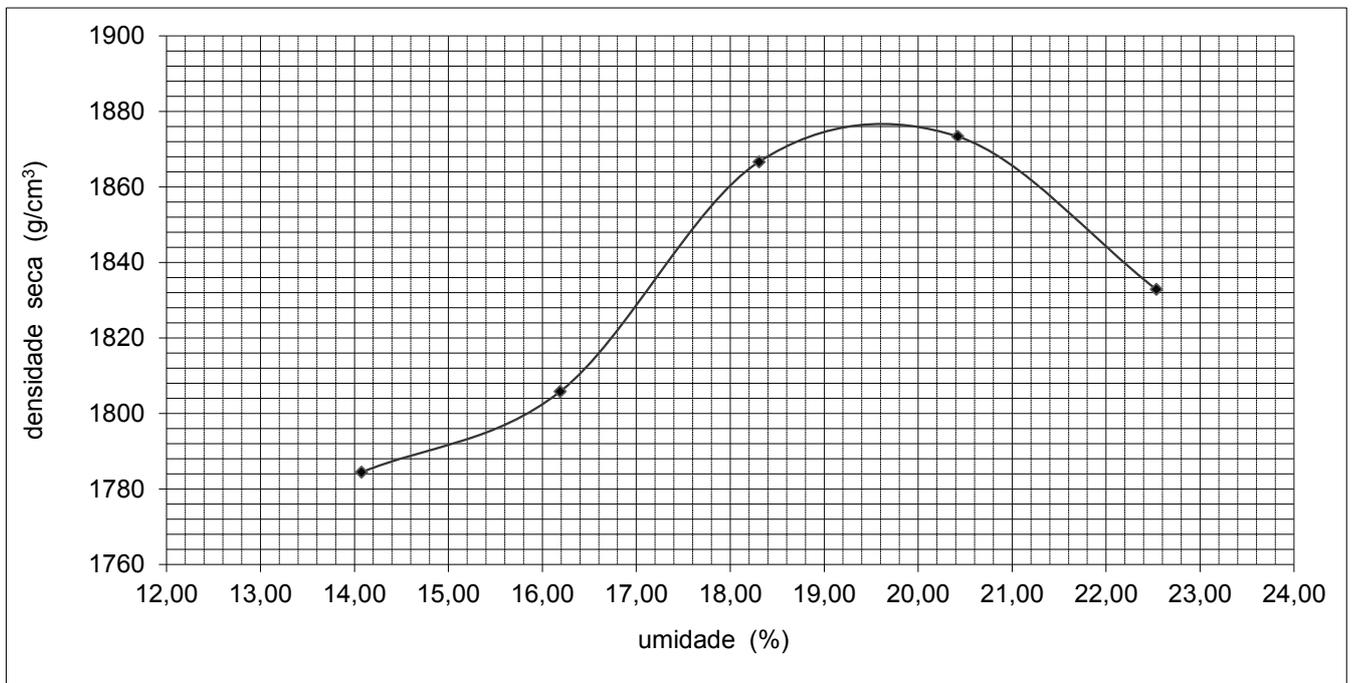
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLO

Firma: Condomínio Solar da Serra
Data: 16/10/18
Local e Trecho: Quadras 22/23 - Solar 2 - Rua 3

Operador: Adair
Material: Cascalho amarelo
Camada: Reforço de Subleito

						Umidade Higroscópica	
Cápsula N°	F.C. : 0,9454989					105	52
C+S+A						111,200	104,980
C+S						105,810	99,860
A - Água						5,39	5,12
C - Cápsula						11,420	11,860
S - Solo Seco						94,390	88,000
Umidade - H						5,71	5,82
Umidade Média	5,76						
Umidade Calculada	14,07	16,19	18,30	20,42	22,54		
Água Adicionada (g)	550	140	140	140	140	PROCTOR	Intermediária
% Água Adicionada	8,31	2,12	2,12	2,12	2,12	Golpes	29
M+S+A	8575	8700	8920	9015	8995	Peso do Material	7000
M - Molde	4510					Peso do Material Seco	6618
S+A	4065	4190	4410	4505	4485	MOLDES	
Densidade Umida	2036	2098	2208	2256	2246	N	PESO
Densidade Convertida						7	VOLUME
Densidade Seca	1784	1806	1867	1873	1833	4510	1997

DENSID. MÁX. SECA - PROCTOR 1876 (Kg/m3)
UMIDADE ÓTIMA 19,5 (%)



Ensaio: Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia

Procedimento (Norma): ABNT NBR 7185:2016

Obra: Condomínio Solar da Serra.

Local: Quadras 22/23 - Solar 2 (RUA 3)

MASSA DA AREIA NO CONE E BANDEJA

a) Massa do Frasco Antes (g)	7450
b) Massa do Frasco Depois (g)	6880
c) Massa da Areia no Cone e Bandeja (g) (a-b)	570

MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA

d) Massa do Frasco Antes (g)	7450					
e) Massa do Frasco Depois (g)	6080					
f) Massa da Areia Deslocada (g) (d-e)	1370					
g) Massa da Areia no Cilindro (g) (f-c)	800					
Volume do cilindro	Altura do Cilindro			Diâmetro do Cilindro		
	h ₁	h ₂	h ₃	d ₁	d ₂	d ₃
	5,2	5,2	5,5	11,6	11,6	11,6
	-----	h _{média} =		5,30	-----	d _{médio} =
h) Volume do Cilindro (cm ³)						560,1
i) Massa Específica Aparente da Areia (g/cm ³) (g/h)						1,43

MASSA ESPECÍFICA APARENTE IN SITU

Data	09/10/2018	09/10/2018	09/10/2018
Espessura da Camada (cm)	11	9,5	10,5
Furos	1	2	3
Localização	EIXO	EIXO	EIXO
j) Massa do Frasco Antes (g)	6550	6440	6440
k) Massa do Frasco Depois (g)	3605	4035	3365
l) Massa da Areia Deslocada (g) (j-k)	2945	2405	3075
m) Massa de Areia na Cavidade (g) (l-c)	2375	1835	2505
n) Volume do Solo (cm ³) (m/i)	1662,9	1284,8	1753,9
o) Massa do Solo Úmido (g)	3205	2620	3520
p) Massa Esp. Aparente do Solo Úmido (g/cm ³) (o/n)	1,93	2,04	2,01

Procedimento: Método do álcool (DNER-ME 088/94)

Umidade	Tara (g)	21,75	24,80	24,80
	Tara + Solo Úmido (g)	142,25	139,20	133,00
	Tara + Solo Seco (g)	131,00	123,40	120,40
	Umidade (%)	q) w (%):		
		10,30	16,02	13,18
Massa Esp. Aparente do Solo Seco (g/cm ³) (p(100/(q+100))	1,75	1,76	1,77	
Proctor (g/cm ³) =	1,909	Umidade(%) =	16,8	
Grau de Compactação-GC (%) =	91,5	92,1	92,9	

Observações: Furo 1 a aproximadamente 25m; Furo 2 a aproximadamente 125m; Furo 3 a aproximadamente 205m.

Realizado por:

Nome e sobrenome

Assinatura

Data

Revisado por:

Nome e sobrenome

Assinatura

Data

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DE CAMPO

FIRMA: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 LOCAL: **CONDOMÍNIO SOLAR DA SERRA**
 TRECHO: **QUADRA 22/23, SOLAR 2 (RUA 3)**
 CAMADA: **REFORÇO DE SUBLEITO**

ENERGIA DE COMPACTAÇÃO: **INTERMEDIÁRIA**

Densidade máx (kg/m³) **1909** Umidade ótima (%): **16,8**

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE - ÁLCOOL - DNER-ME 088/94

Verificação:		1ª	2ª	3ª
Cápsula N°		132		
Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)		142,80		
Peso do Solo Seco + Cápsula (g)		124,60		
Peso da Água (g)		18,20	0,00	0,00
Peso da Cápsula (g)		24,80		
Peso do Solo Seco (g)		99,80	0,00	0,00
Umidade (%)		18,24	#DIV/0!	#DIV/0!

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE - SPEEDY - ABNT NBR 16097/2016

Verificação:		1ª	2ª	3ª
05/10/2018	Pressão do Manômetro			
	Umidade (%) - (Pela curva de calibra	21,70	17,90	15,00
	Cápsula N°			
	Peso do Solo Úmido + Cápsula(g)			
	Peso do Solo Seco + Cápsula (g)			
	Peso da Água (g)			
	Peso da Cápsula (g)			
	Peso do Solo Seco (g)			
	Umidade (%)			

OBSERVAÇÕES:

--	--