



PM
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

PROJETO DE ENGENHARIA

PAVIMENTAÇÃO EM
PEÇAS PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO.

OUTUBRO/2021



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1 CONTEÚDO

1 ESTUDOS INICIAIS.....	5
1.1 Serviços Preliminares.....	5
2 PROJETO GEOMÉTRICO.....	8
2.1 Introdução.....	8
2.2 Projeto Planialtimétrico.....	8
2.2.1 Projeto Planialtimétrico.....	8
2.2.2 Projeto Altimétrico.....	8
2.2.3 Seções Transversais.....	8
2.2.4 Locação dos Sistema Viário.....	8
3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	11
3.1 Descrição.....	11
3.2 Metodologia e serviços pertinentes.....	11
3.3 Escavação Mecânica de solos de 1ª categoria.....	11
3.4 Reforço de Subleito.....	11
3.5 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m).....	21
3.6 Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.....	21
3.7 Regularização e compactação de subleito.....	24
4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	26
4.1 Dimensionamento.....	26
4.2 Serviços.....	26
4.2.1 Execução do Pavimento em Peças pré-moldadas em Concreto.....	26
4.2.2 Execução de meio-fio pré-moldado, inclusive carga, transporte.....	30
4.2.3 Regularização e compactação de passeios.....	31
5 ESTUDO HIDROLÓGICO E PROJETO DE DRENAGEM.....	33
5.1 Introdução.....	33
5.2 Estudo Hidrológico.....	33
5.2.1 Caracterização Da Região.....	33
5.2.2 Caracterização Pluviométrica.....	34
5.2.3 Estudos estatísticos das chuvas.....	35
5.2.4 Estudos das Bacias Hidrográficas.....	49
5.2.5 Coeficientes Relativos A Bacia Hidrográfica.....	49
5.2.6 Tempo de Recorrência Hidrológico (Tr).....	50
5.2.7 Tempo de Concentração.....	51



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

5.2.8 Declividade.....	51
5.2.9 Método Racional.....	52
5.3 Dimensionamento Hidráulico.....	52
5.4 Concepção do Sistema de Drenagem.....	53
5.5 Critérios de Projeto.....	53
5.6 Critérios de Dimensionamento.....	53
5.7 Dimensionamento Rede Pluvial.....	54
5.8 Especificações do serviço de drenagem.....	54
5.9 Escavação mecânica de valas mat. 1ª cat. prof. até 2,50 m.....	54
5.10 Tubulação Ø 400 PS-1 e PA-1 - PB – Fornecimento e Assentamento.....	55
5.11 Embasamento da tubulação.....	56
5.12 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m).....	56
5.13 Reaterro compactado de vala pluvial com material local.....	57
6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	60
6.1 Introdução.....	60
6.2 Sinalização Vertical.....	60
6.2.1 Placas de regulamentação.....	60
6.2.2 Placas de advertência.....	61
6.2.3 Material das placas.....	62
6.3 Sinalização Horizontal.....	64
6.3.1 Limpeza e varrição da pista.....	64
6.3.2 Materiais para Sinalização Horizontal.....	64
6.3.3 Tipos de Pintura.....	64
6.3.4 Parâmetros para sinalização horizontal.....	65



**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

ESTUDOS INICIAIS



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1 ESTUDOS INICIAIS

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade expor de maneira detalhada as normas técnicas, materiais, e acabamentos que irão definir os serviços de **TERRAPLANAGEM, DRENAGEM PLUVIAL, PAVIMENTAÇÃO EM PEÇAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO (PAVs), SINALIZAÇÃO HORIZONTAL e VERTICAL**, da Rua **ALAMEDA 2** no município de **CAPELA DE SANTANA/RS**, elaborado pela Secretaria de Planejamento do município e foi orientado visando atender as Normas Técnicas vigentes e as exigências legais e técnicas desta Prefeitura Municipal.

A planilha de orçamento em anexo apresenta a extensão, largura e áreas, assim como os respectivos custos de material e mão de obra, os preços unitários extraídos da tabela SINAPI (Agosto/2021), do DNIT (abril/2021). Foram utilizadas as diversas fontes, pois isoladamente não contemplam a composição de serviços específicos necessários para execução da obra, racionalizando e direcionando para cada caso específico o seu respectivo código a referência financeira.

1.1 Serviços Preliminares

Inicialmente a empresa executora da obra (contratada):

a) **Placa de obra**, tem por objetivo informar a população e aos usuários da rua, os dados da obra. As placas deverão ser afixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento, e suas medidas terão que ser igual ou superior a maior placa existente na obra, respeitado a seguinte medida: **2,00m x 1,12m**.

A placa deverá ser confeccionada em chapas de aço galvanizada, com espessura de 1,25 mm para placas laterais à rua.

Terá dois suportes e serão de madeira de lei beneficiada (7,50 cm x 7,50 cm, com altura livre de 2,50m).

A medição deste serviço será por m² aplicada na pista e instalada somente uma para a via.

b) **Topografia**. Deverá ser realizado lançado todos os pontos do projeto para planejamento de início de obras em consonância com a fiscalização do município, sendo que a equipe de topografia deverá atender as demandas solicitadas pela referida fiscalização na aferição de dados, este serviço não será ressarcido separadamente, sendo considerado obrigação da contratada.

c) **Vias contempladas:**

-Alameda - 2, parcial do km 0+329,23 ao km 0+608,50., Bairro Parque Primavera;

d) Nas tratativas iniciais de execução a empreiteira deverá apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica;

e) A ordem de início dos trabalhos será emitida após a devida visita técnica entre o Responsável Técnico ou profissional habilitado da empreiteira juntamente com os profissionais do departamento de fiscalização de obras do município, a fim de



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

definir as diretrizes que deverão adotadas durante a realização dos serviços e a elaboração do cronograma de execução.

f) Estudos de distâncias

Foram realizadas as pesquisas para transporte dos insumos necessários para execução da obra e o local para bota-fora do material inservível.

Os estudos levaram em conta estabelecimentos em operação com pedreira, instalação de britagem, usina de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) e jazida de areia mais próximos ao município. A pesquisa resultou em distâncias as quais definimos como máxima de 30 km para o transporte de material pétreo, arenoso e asfáltico.

O local de "bota-fora" foi devidamente indicado pelo município, junto ao parque de eventos municipais, outro local a ser utilizado deverá ser devidamente licenciado e previamente apresentado à fiscalização, sendo a distância máxima ressarcida entre 400,00 a 600,00 metros a partir da obra, definido pelo memorial e planilha de quantidades e preços.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

PROJETO GEOMÉTRICO



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

2 PROJETO GEOMÉTRICO

2.1 Introdução

O Projeto Geométrico do trecho, formado por via urbana do sistema viário do município existente, foi desenvolvido com base no traçado utilizando-se os espaços necessários para a boa circulação de veículos e pedestres.

O passeio será em concreto acabado devidamente compatibilizado regularizado e compactado em ambos os lados com largura máxima de 2,50 m.

A via foi concebida adequando a geometria de forma a não haver prejuízo às economias existentes, não sendo necessário deslocamento de postes com isso racionalizando a mobilidade urbana e economicidade do projeto.

2.2 Projeto Planialtimétrico

A projeção média diária de veículos é baixa, concomitante à topografia enquadrada com aliche para análise dos condicionantes geométricos e a definição de Velocidade Diretriz de 40km/h, determinaram que a maioria das características planialtimétricas projetadas atendessem os parâmetros para cada caso.

2.2.1 Projeto Planialtimétrico

O Projeto planimétrico apresenta semelhança a configuração existente.

Os passeios serão executados em momento oportuno.

2.2.2 Projeto Altimétrico

O projeto altimétrico, levou em consideração a cota do piso pronto das edificações e por se tratar de uma região acidentada optou por desenvolver um ajuste no ponto de maior aliche assim diminuindo a inclinação da rampa.

Foram diretrizes para o lançamento do greide:

- base a pista existente;
- preservar a maioria das soleiras existentes no lançamento do greide da via;
- reduzir interferências nas soleiras já projetadas;
- escoamento superficial das águas pluviais;

O resumo das características altimétricas projetadas para o sistema viário ficam evidente no greide.

2.2.3 Seções Transversais

As seções transversais do pavimento tipo esta representada no projeto pavimentação, com os gabaritos para a rua apresentada em planta.

A seção-tipo apresentada na prancha indica ainda as alturas em relação ao final do pavimento projetado e os espelhos de meio-fio que deverão ser observados.

2.2.4 Locação dos Sistema Viário

A locação do sistema viário deverá ser realizada por equipe de topografia, equipada com estação total, precisão 2", nível óptico, trena e baliza. Os trabalhos deverão iniciar pela locação do eixo das vias, marcando todas as estacas



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

prevista no projeto. Os pontos demarcados com uso de piquetes e testemunhas de madeira.

Deverá ainda ser executada a marcação dos offsets e o nivelamento das seções transversais, realizado no máximo a cada 100,00 m.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

PROJETO DE TERRAPLENAGEM



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

3 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.1 Descrição

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes dos materiais destinados à conformação da plataforma das vias, tendo como referência os elementos básicos obtidos através do projeto geométrico e pavimentação.

3.2 Metodologia e serviços pertinentes

Na elaboração do Projeto de Terraplenagem parte-se dos seguintes requisitos básicos:

O projeto de terraplanagem resume-se em escavação dos caixões ao largo da pista existente para implantação da estrutura, como existem cortes e aterros tendo em vista que a plataforma da pista existente definiu as soleiras das edificações, portanto sendo necessárias as adequações e a perfeita regularização para as inclinações finais do pavimento.

3.3 Escavação Mecânica de solos de 1ª categoria

Este tipo de serviço se dá, pela escavação de materiais nitidamente instáveis, apresentados em geral nos bordos da pista e remoção de material para conformação de greide nos trechos a serem implantados. A instabilidade do solo se dá por excessiva umidade e de aeração inviável, e/ou por características intrínsecas de baixo poder de suporte. Apresenta sob forma de bolsões ou em áreas restritas, que afetou o bom desempenho do pavimento existente.

Operações de remoção compreendem:

Escavação, carregamento e retirada de material de baixa capacidade de suporte (1ª categoria), através de escavadeiras hidráulicas e/ou similares e caminhões transportadores.

A definição da área do "bota-fora" para este tipo de material bem como a devida liberação ambiental (se for o caso) e quaisquer ônus financeiro fica por conta da **CONTRATANTE**, caso não seja utilizado a área definida pela fiscalização.

O material depositado na área denominada bota-fora, será utilizado posteriormente, caso haja necessidade, para fechamento de valas existentes e outros locais necessários nas cercanias da obra.

Serão empregados equipamentos apropriados a este serviço, retroescavadeira ou escavadeira hidráulica e transportes diversos.

A medição será efetuada em m³ separadamente da escavação e o transporte do mesmo volume.

3.4 Reforço de Subleito

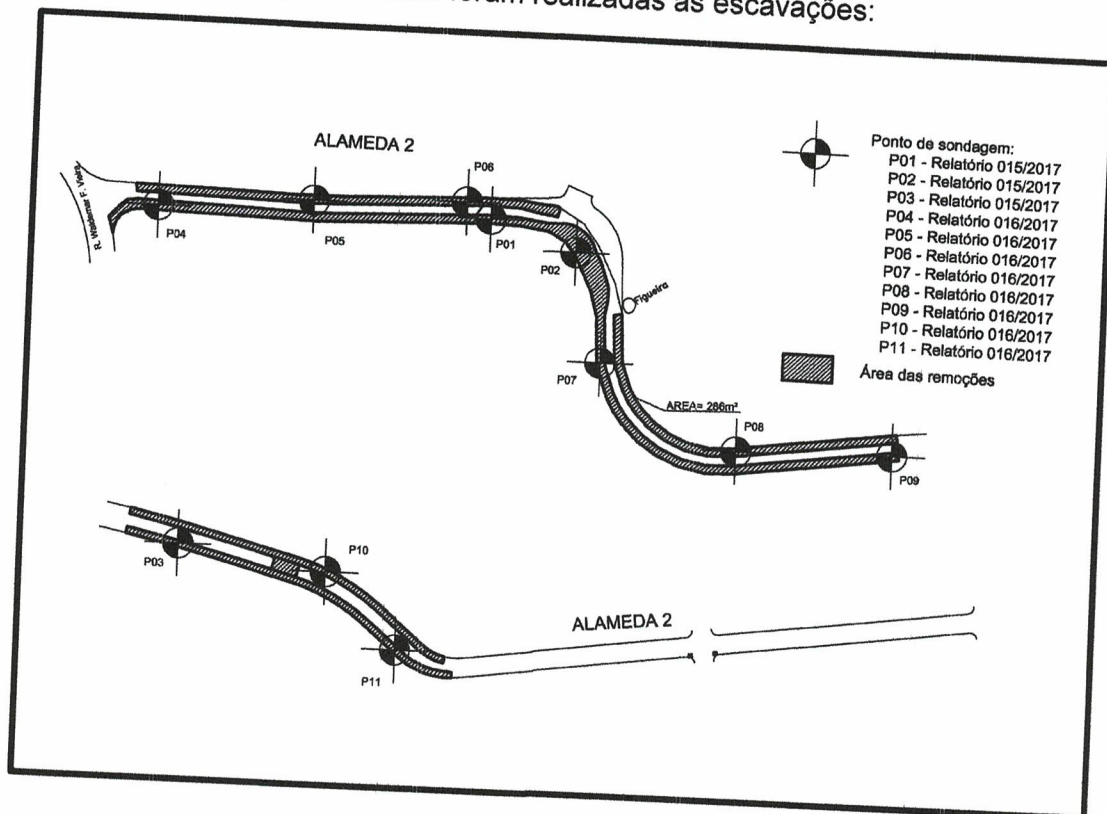
Foram realizados nos dias 08/11/17 e 18/12/17 investigações complementares com utilização de retroescavadeira em vários pontos da



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Alameda 02 ao longo do trecho para verificar a necessidade de reforços em de subleito.

Abaixo segue a localização da área com pretensão de ser realizado o reforço e todos os pontos onde foram realizadas as escavações:



Quadro 1, Localização furos de Sondagem.

Foram realizados ao total 11 pontos de investigação indicados no quadro 1, onde será utilizado neste projeto os pontos 10 e 11, que compreende do km 0+329,23 ao km 0+450 m. A profundidade de cada local permeou uma altura de 2,00m a contar do nível do terreno.

PONTO DE INVESTIGAÇÃO 10:



FOTO:1 Material escavado

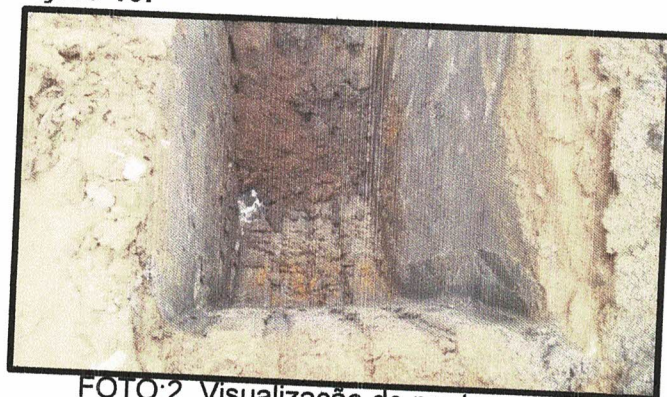


FOTO:2 Visualização do ponto



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

No ponto de investigação 10 possui uma camada de argila superficial com espessura de 40,00cm aproximadamente na parte superior da vala. A partir desta profundidade constatamos um solo arenoso/siltoso com pequena quantidade de material orgânico (húmus/argiloso). Também podemos visualizar a presença de água que brotava no local da escavação pelo fundo.

PONTO DE INVESTIGAÇÃO 11:



FOTO:3 Material escavado



FOTO:4 Visualização do ponto

No ponto de investigação 11 possui uma camada de argila superficial com espessura de 40,00cm aproximadamente na parte superior da vala. A partir desta profundidade constatamos um solo arenoso/siltoso com grande quantidade de material orgânico (húmus/argiloso), inclusive com presença de entulhos orgânicos. O solo não demonstrou ter quantidade expressiva de água que pudesse prejudicar sua funcionalidade.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DADOS TÉCNICOS:

encopav
Engenharia Ltda

ENSAIOS FÍSICOS

ÍNDICES FÍSICOS E GRANULOMETRIA							
OBRA		CIDADE	RUA	DATA	LOCAL		
CAPELA DE SANTANA		CAPELA DE SANTANA	Alameda 2	19/08/2016	05		
TIPO	ESTACADA	CLASSIFICAÇÃO VISUAL	TIPO				
5	7 e 15	ARGILA CINZA ESCURA					
SERVIÇO				Equipe			

LÍMITE DE LIQUIDEZ

DNER-ME 122/94

CAPSLULA No	Peso da capsula e solo úmido	Peso da capsula e solo seco	Peso da capsula	Peso da água	Peso do solo seco	Porcentagem de água	Numero de golpes
6	9,70	7,80	4,82	1,90	2,98	63,3	11
20	10,50	9,00	5,98	1,70	3,03	56,1	20
47	11,00	9,47	6,47	1,53	3,09	51,0	31
46	12,70	11,40	8,50	1,30	3,90	44,8	42

LÍMITE DE PLASTICIDADE

DNER-ME 082/94

CAPSLULA No	Peso da capsula e solo úmido	Peso da capsula e solo seco	Peso da capsula	Peso da água	Peso do solo seco	Porcentagem de água	LÍMITE DE Plasticidade
54	13,31	12,80	11,00	0,51	1,80	28,3	29,1
56	13,38	12,80	10,80	0,58	2,00	29,0	
63	13,60	13,00	11,00	0,60	2,00	30,0	
110	18,70	18,15	16,25	0,55	1,90	28,9	

GRANULOMETRIA

44 DNER 080/91

PREPARAÇÃO DO MATERIAL		PENEIRAMENTO			
UNIDADE		PENEIRA	PESO DA AMOSTRA		% PASSANDO
			RETIDO	PASSADO	PARTIAL TOTAL
Capítulo n°	36				
Amostra - úmida (g)	70,76		0,00	476,5	100,0
Amostra - seca (g)	67,36		0,00	476,5	100,0
Tubo (g)	10,66	11,2	0,00	476,5	100,0
Umidade (%)	5,11	1	0,00	476,5	100,0
PENEIRAMENTO GROSSO		3,5	4,00	472,5	99,2
Amostra total úmida (g)	500,00	4	2,00	471,5	99,6
Solo seco < 60 (g)	18,00	10	18,00	458,5	96,2
Solo úmido passando < 60 (g)	482,00	40	73,00	407,67	84,7
Solo seco pass. < 10 (g)	158,55	200	25,00	450,67	94,7
Amostra total Secca (g)	476,55				91,2
PENEIRAMENTO FINO					
Peso da amostra úmida (g)	500,00				
Peso da amostra seca (g)	475,67				

RESULTADOS

ÍNDICES FÍSICOS	
L.L.	46,3
L.P.	29,1
L.I.P.	17,3
GRANULOMETRIA	
# 10	96,2
# 40	81,5
# 200	91,2
L.G.	12
HRB	A-7-6

LÍMITE DE LIQUIDEZ

UNIDADE %

Nº DE GOLPES

LABORATÓRIO

ENCOPAV ENGENHARIA LTDA
João Rosa do Nascimento
Coord. Laboratório



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

encopav															
INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA															
OBRA		377		CIDADE		CAPELA DE SANTANA		RUA		Alameda 2		CLASSIFICAÇÃO VISUAL			
AMOSTRA		1		EMP. CAMADA		7 a 15		HORIZONTAL		L/D/LE		OPERADOR		Equipe	
ESTACADORA		7 a 15		SERVIÇO		REMOÇÃO		DATA		19/08/2016		RECEBIMENTO			
UMIDADE CALC		17,0		19,2		21,3		23,4		25,5		HIGROSCÓPICA			
% AGUA ADICIONADA		10,5		12,5		14,5		16,5		18,5		CAP. No			
CILINDRO No		1		71		13		6		74		CAP. No			
CILINDRO + SOLO UMIDO		8213		8460		8750		8700		8478		CAP. No			
PESO DO CILINDRO		4689		4689		4689		4689		4689		CAP. No			
SOLO UMIDO		3524		3771		4061		4011		3789		CAP. No			
VOLUME DO CILINDRO		2068		2068		2068		2068		2068		CAP. No			
DENSIDADE UMIDA		1,704		1,824		1,964		1,940		1,832		CAP. No			
CAPSULA No												CAP. No			
AGUA ADICIONADA		627		747		867		987		1107		CAP. No			
CAPSULA + SOLO SECO												CAP. No			
PESO DA AGUA												CAP. No			
TARA DA CAPSULA												CAP. No			
PESO DO SOLO SECO												CAP. No			
TEOR DE UMIDADE		17,0		19,2		21,3		23,4		25,5		CAP. No			
DENSIDADE SECA		1,456		1,531		1,619		1,572		1,460		CAP. No			
IL INICIAL				11,54		11,44		11,44				CAP. No			
DATA		19/08/2016		20/08/2016		21/08/2016		22/08/2016				CAP. No			
TEMPO		0 h		24 h		48 h		72 h				CAP. No			
DIFERENÇA				4,30		2,20		2,30				CAP. No			
% de Expansão				3,30		2,20		1,30				CAP. No			
				2,86		1,92		1,14				CAP. No			
DNER - 049-94															
RESULTADOS															
Hot 21,6 %															
Dmax 1,621 g/cm3															
I.S.C. 4,4 %															
EXP. 1,79 %															
ENSAIO DE PENETRAÇÃO															
No PRENSA															
K															
P/ 2,54 mm															
P/ 5,08 mm															
PC/ 70,7031															
ISC/ 1,0546															
ADOTADO															
2,32															
4,44															
1,92															

ENCOPAV ENGENHARIA LTDA
João Rosa de Nascimento
Coord. Laboratório



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

encopav

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

OBRA 377	CIDADE CAPELA DE SANTANA	RUA Alameda 2	CLASSIFICAÇÃO VISUAL ARGILA CINZA ESCURA
TUBO 1	ESP. CAMADA 0,0 1,0	HORIZONTE 1.D/1.E	OPERADOR Equipe
ESTACAD. LOCAL 7 a 15	SERVIÇO REMOÇÃO	DATA 19/08/2016	REGISTRO 05

UNIDADE CALC	17,0	19,2	21,3	23,4	25,5	HIGROSCÓPICA			P AM UM	6000
% ÁGUA ADICIONADA	10,5	12,5	14,5	16,5	18,5	CAP. N°	15	30	P AM S	5662
CILINDRO N°	1	21	33	46	59	CAP. N°	30	45	CONDIÇÕES DO ENSAIO	
CILINDRO + SOLO UMIDO	825,3	846,0	875,0	906,0	947,8	CAP. N°	45	60		
PESO DO CILINDRO	408,9	408,9	408,9	408,9	408,9	CAP. N°	60	75		
SOLO UMIDO	3524	3771	4061	4911	3789	CAP. N°	75	90	ENERGIA	Nº
VOLUME DO CILINDRO	2008	2008	2008	2008	2008	CAP. N°	90	105	N GOLP	12
DENSIDADE UMIDA	1,704	1,824	1,964	1,940	1,832	CAP. N°	105	120	N CAM	5
CAPSULA N°						CAP. N°	120	135	SOQ	400000
ÁGUA ADICIONADA	627	747	867	987	1107	CAP. N°	135	150	DISCO	2000
CAPSULA + SOLO SECO						RESULTADOS Hot 21,6 % Dmax 1,621 g/cm3				
PESO DA ÁGUA										
TARA DA CAPSULA										
PESO DO SOLO SECO										
TEOR DE UMIDADE	17,0	19,2	21,3	23,4	25,5					
DENSIDADE SECA	1,456	1,531	1,619	1,572	1,460					

Compactação

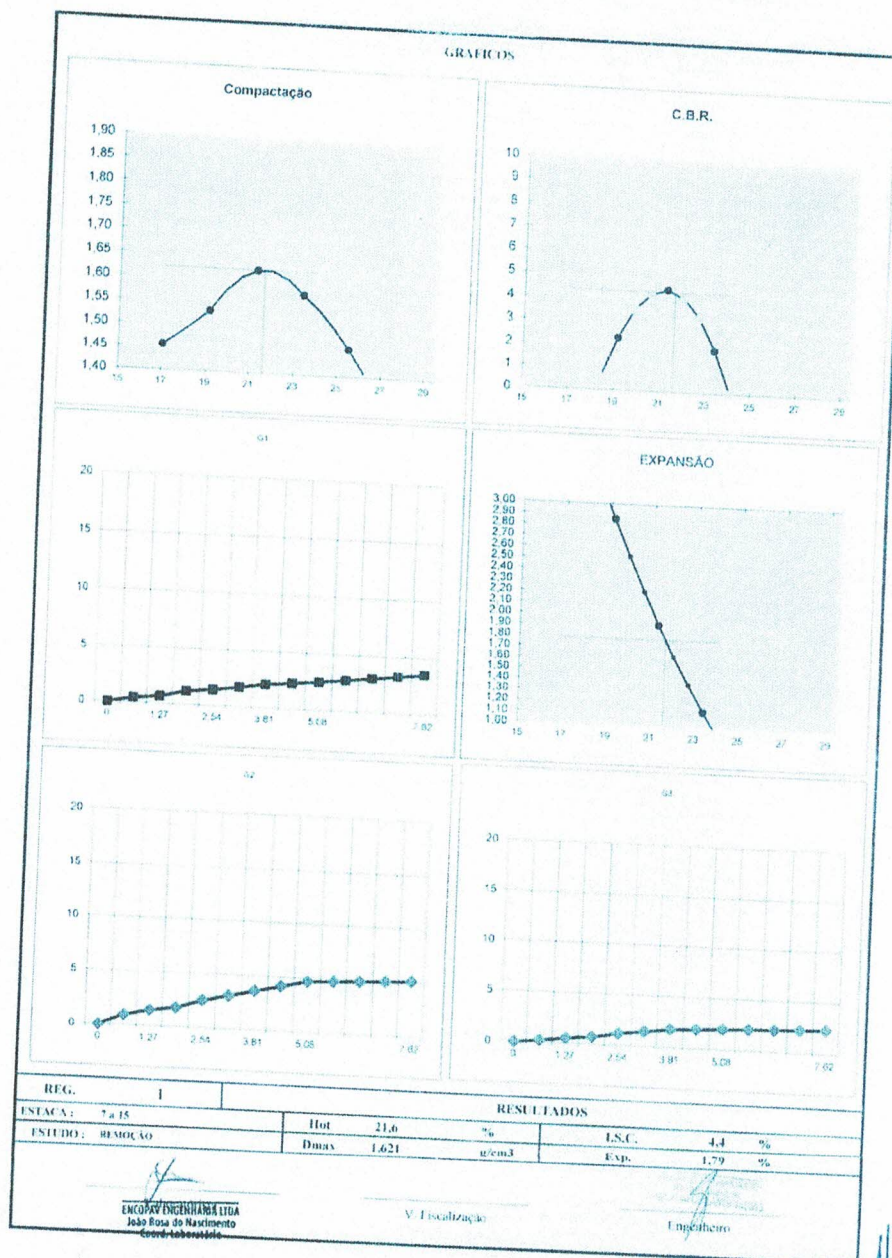
Assinaturas:

- Fiscalizadora
- Eng. Fiscal
- Enc. Laboratório
- Legitimado

ENCOPAV ENGENHARIA LTDA
Rua São José do Patrocínio, 100
Capela de Santana, RS



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL





PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES:

Nas investigações realizadas no dia 08 de novembro de 2017 e no dia 18 de dezembro de 2017 percebemos claramente a presença considerável de material orgânico em todos os pontos escavados. Sua presença é constatada em cota média aproximada de 42,00cm, a partir desta cota até o fundo da investigação realizada, a grande maioria dos pontos apresentou este material orgânico. Também percebemos a presença de quantidade de água considerável na grande maioria dos pontos investigados.

Através destes pontos investigados e de referências técnicas apontadas ao longo deste relatório, foi possível obter informações suficientes para concluir sobre a necessidade de substituição dos solos averiguados.

CONSIDERAÇÕES:

Com este relatório queremos demonstrar a existência estimável de matéria orgânica na localidade, além da presença de água em quantidade significativa e demonstrar a importância de ser realizada uma intervenção a fim de viabilizar a execução do objeto, constante do contrato 115/2015. Não realizamos ensaios de STP, pois entendemos que não se trata de uma obra para uma rodovia, tanto que o projeto original só apresentou um ensaio de CBR no trecho em questão.

Tabela-2: Correlação número CBR x Sistemas de Classificação

CBR Nº	Qualidade	Utilização	Sistema de Classificação	
			Unificado	AASHTO
0-3	péssimo	sub-base	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	ruim a regular	sub-base	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	regular	sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	bom	base, sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	excelente	base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Tabela 1 - Site Geotecnia e Fundações



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Na Tabela 1, é correlacionada a classificação do solo, segundo os sistemas unificado e AASHTO, com o número de CBR.

A capacidade de suporte de um solo compactado pode ser medida através do método do Índice de suporte, que fornece o "Índice de Suporte Califórnia – ISC ou CBR". Trata-se de um método de ensaio empírico, adotado por grande parcela de órgãos rodoviários, no Brasil e no mundo. O objetivo do ensaio é determinar o CBR e a expansão (E).

O ensaio CBR consiste na determinação da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão num corpo de prova de solo, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa mistura padrão de brita estabilizada granulometricamente. Essa relação é expressa em porcentagem.

Pela Tabela 01 nossa amostra é considerada uma amostra de qualidade "Ruim a Regular". Considerando somente o CBR este material poderia ser usado para sub-base, no entanto se analisarmos suas outras características ele seria descartado para esta finalidade, pois para torná-la uma sub-base adequada graduada seria necessário modificar várias de suas características, que inviabilizariam economicamente, tal como sua expansão de 1,79% (deve ser menor que 0,5%), presença de matéria orgânica (constatação visual), Limite de Liquidês de 46,3% ($LL_{19ax} < 25$), Índice de Plasticidade de 17,3% ($IP_{19ax} \leq 6$), material passante na peneira #400 de 91,2% (Máx. 66,7%), dentre outros.

Em minha pesquisa encontrei uma informação que acredito ser pertinente acrescentar neste relatório. Encontrei uma indicação num trabalho do Programa de Pós graduação da Univesidade Federal do Amazonas – UFAM sobre Técnicas de Construção de Pavimentos – Parte I Bases e Subbases. Em seu estudo tem uma indicação no que se segue abaixo:

"A camada de reforço do subleito pode ou não existir. Sua presença se dá quando a resistência do subleito, em termos de CBR, é baixa, da ordem de 2 a 5%."

(Programa de Pós graduação da Univesidade Federal do Amazonas – UFAM sobre Técnicas de Construção de Pavimentos – Parte I Bases e Subbases página 77)

De acordo com a citação indicada acima nosso subleito está dentro da faixa especificada, apresentando os CBR 3,60%, 4,4% e 4,54%. Portanto, condiz realizar tal reforço do subleito.

O projeto original indica os locais onde será necessário realizar remoções de camada de solo com espessura de 60,00cm. Também indica que será recomposto com solo compactado, entendemos que este reforço seja o reforço de subleito de projeto.

Neste cenário, no momento da compactação do solo recomposto com o rolo compactador, este não conseguirá atingir o grau de compactação de 100% exigida pela norma DNIT 138/2010-ES, pois as camadas inferiores estão comprometidas com a presença de matéria orgânica e água, possuindo um



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Limite de Plasticidade muito alto, sendo que a espessura máxima de compactação é de 20,00cm, então esta pequena camada de solo para reforço de subleito estaria sob um "colchão mole" de terra orgânica, não tendo suporte para si, nem para as outras duas camadas de 20,00cm sobre ela.

Reiteramos que um solo com material orgânico seja prejudicial à estabilidade do subleito, consequentemente das camadas superiores.

Pelo relatório 015/2017 informamos que o limite de plasticidade da amostra é de 29,10. A amostra em questão refere-se ao material rico em matéria orgânica coletado no local. Este limite é o teor de umidade abaixo do qual o solo passa do estado plástico para o estado semi-sólido, ou seja, ele perde a capacidade de ser moldado e passa a ficar quebradiço. Quanto maior é este índice, menor será a quantidade de água necessária nele para torná-lo plástico.

3.4 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

Índice de Plasticidade (IP)

- IP:
 - determina o caráter de plasticidade de um solo
 - quando maior mais plástico será o solo

- Classificação (Jenkins):

Fracamente plásticos	$1 < IP \leq 7$
Medianamente plásticos	$7 < IP \leq 15$
Altamente plásticos	$IP > 15$

Prof. Fabio Toni

Tabela 2 - Aula de Plasticidade UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR

Na Tabela 2, na classificação de Jenkins percebemos que nossa amostra está classificada como altamente plástica, portanto tende a passar do estado semi-sólido para o estado plástico mais facilmente.

Em nosso caso estamos falando de uma rua urbana que terá um tráfego bem menor do que uma rodovia, mesmo assim nos parece que o projeto original não levou em consideração a grande presença da matéria orgânica no local, não estabelece as espessuras de Sub-Base e Subleito, tão pouco estabelece as condições de tráfego para a região.

É de conhecimento local que a via existente já passou ao longo dos anos, por várias intervenções com reforços, principalmente em seu eixo central, porém seus bordos não passaram pelo mesmo tratamento.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SOLUÇÃO PRETENDIDA:

A proposta deste relatório para solucionar o problema de baixa capacidade de suporte de subleito é a realização de reforços com pedras do tipo rachão, nas espessuras de 80,00cm e 90,00cm indicadas na figura 01 e no projeto integrante do processo nº 1994/2017. Estas camadas além de melhorarem a capacidade de suporte irão promover uma proteção hidráulica para a base e seu pavimento, pois tendem a rebaixar o nível do lençol freático.

CONCLUSÕES SOBRE O REFORÇO DE SUBLEITO:

Pelo exposto neste relatório, podemos ter as seguintes conclusões:

A necessidade de reforço de subleito nos pontos investigados está condizente devido à baixa capacidade de suporte do subleito;

A solução apresentada em projeto original de recomposição de reforço com solo compactado com espessura total de 60,00cm é impraticável para os pontos investigados;

A solução apresentada neste relatório é compatível de ser adotada e irá promover a viabilidade do objeto, constante do contrato nº 115/2015.

3.5 Transporte do material excedente (DMT = 400 a 600 m)

O material excedente inservível (bota-fora) deve ser previamente definido pela Fiscalização.

Junto com o material excedente da pista, também deve ser removido o material com baixa capacidade de suporte inferior (1ª categoria), o qual deve ser transportado para o "bota-fora" definido previamente pela Fiscalização, sendo esta área devidamente licenciada perante os órgãos ambientais, com DMT máxima entre 400 a 600 m.

Para esta etapa da obra, devem-se utilizar equipamentos tipo retroescavadeira e caminhões transportadores.

A medição efetuar-se-á levando em consideração a quantidade em m³ retirados do local.

3.6 Espalhamento e compactação de material local de 1ª cat.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Os materiais a serem utilizados deverão ser no maior ISC obtido no subleito, observar os valores máximos, com expansão máxima de 1%. Poderão ser empregados:

- Areia de granulometria média ou grossa;
- Areia argilosa;

1 – EQUIPAMENTOS

Os equipamentos serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e constarão de:

- Motoniveladora;
- Carro pipa;
- Rolo pé de carneiro estático ou vibratório, autopropulsores;
- Veículos transportadores;
- Trator leve de esteira;
- Retroescavadeira ou escavadeira;
- Rolo vibratório liso;
- Placas vibratórias;
- Ferramentas manuais;
- Soquetes mecânicos ou manuais;
- Grade de discos.

2 – EXECUÇÃO

Não se admitirá, em nenhuma das fases executivas que os equipamentos de escavação ou transporte se apoiem ou trafeguem sobre o subleito escavado. Deverá, também, ser evitada a acumulação d'água no fundo das escavações. Quando não for possível assegurar um escoamento natural deverá ser previsto o esgotamento manual ou por bombeamento.

Esse deverá ser colocado, espalhado e compactado em camadas de espessuras compatíveis com o equipamento de compactação a ser empregado que, por sua vez, não poderá exercer esforços de compactação superiores à capacidade suporte do subleito. Assim, as primeiras camadas em contato direto com o subleito deverão ser compactadas com equipamentos leves - placas vibratórias - ou ser empregado material que não exija grandes esforços de compactação - materiais granulares.

Os locais inacessíveis aos equipamentos normais deverão ser executados manualmente com ferramentas adequadas.

3 - CONTROLES

3.1 - CONTROLE TECNOLÓGICO

Serão procedidos os seguintes ensaios:



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

- Determinação do grau de compactação em cada 350 m² de área compactada, com um mínimo de (três) determinações para cada trecho. O grau de compactação do reforço deverá ser sempre 100% da massa específica aparente máxima dada pelo ensaio Normal de compactação. Estas determinações deverão ser feitas alternadamente nos bordos e no eixo, de preferência seguindo sempre uma mesma ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo... Os trechos do reforço que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados, e os materiais pulverizados, convenientemente misturados e recompactados.
- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria), para cada 100 m de pista.
- Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia, com energia de compactação equivalente à do ensaio Normal de compactação, para cada 50m de pista.
- Um ensaio de Equivalente de areia para cada 100 m de pista.
- O controle do adensamento da areia será feito visualmente pela fiscalização.

4 - CONTROLE GEOMÉTRICO

A camada de reforço do subleito, prevista em projeto, devidamente acabada e antes da colocação da camada subsequente, deverá apresentar as seguintes condições geométricas:

- Largura: não inferior à largura de projeto mais 0,25m para cada lado;
- Cotas: $\pm 0,02$ m das cotas de projeto;
- Espessura verificada por ocasião da determinação da densidade " in situ " ou pelo levantamento topográfico: $\pm 5\%$ da espessura de projeto;
- No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada subsequente.
- No caso da aceitação de camada de reforço, dentro das tolerâncias, com espessura média superior à de projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada imediatamente superior.
- O material que constituirá a referida sub-base deverá ser disposto uniformemente sobre o leito da estrada em camadas e espalhado de forma a evitar a segregação.

5 - MEDIÇÃO

A medição dos serviços de reforço do subleito com materiais selecionados será procedida através da determinação dos volumes executados, medidos na pista, expressos em m³, com base nas profundidades e extensões pré-fixadas no projeto ou expressamente determinadas pela fiscalização através de ordens de serviço.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DE SANTANA ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

compactação,
arremates e demais operações e encargos necessários à completa execução
desses
serviços.

3.7 Regularização e compactação de subleito

Esta especificação se aplica à regularização do subleito da via a ser pavimentada com a terraplenagem concluída, especificamente nas áreas a serem escavadas nos locais com baixa capacidade de suporte.

Regularização é a operação que é executada prévia e isoladamente na construção de outra camada do pavimento, destinada a conformar o subleito, quando necessário, transversal e longitudinalmente.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização: moto niveladora com escarificador, carro tanque distribuidor de água, rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório, grade de discos, etc.

Os equipamentos de compactação e mistura, serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e poderão ser utilizados outros, que não os especificados acima, desde que aceitos pela Fiscalização.

A medição dos serviços de regularização do subleito será feita por m² de plataforma
concluída, já incluída a área de passeios.

OBS: Os serviços de remoção de solos moles, será executado por conta da própria Prefeitura Municipal de Capela de Santana.