



**RELATÓRIO TÉCNICO DA EXECUÇÃO DE ENSAIOS DE
INFILTRAÇÃO: Estimativa da Capacidade do Solo
Subsuperficial de Infiltrar o Lançamento de Águas
Pluviais**

Local:

AEROPOR LAURO KURTZ – PASSO FUNDO/RS.

Cliente:

 **Traçado**
Traçado Construções e Serviços Ltda.

PASSO FUNDO, DEZEMBRO DE 2019.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	3
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATANTE E INFORMAÇÕES DE CONTRATO.....	3
1.2	ENDEREÇO DA OBRA - LOCAL DE EXECUÇÃO DOS ENSAIOS.....	3
2	INFORMAÇÕES IMPORTANTES E METODOLOGIA DE TRABALHO	4
2.1	PROCEDIMENTO.....	4
2.2	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE ENSAIO	7
2.3	INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS	10
2.4	RESULTADOS DOS ENSAIOS.....	10
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Este documento tem por finalidade apresentar os resultados de ensaios de infiltração, executados in situ, em área interna aos limites da propriedade do Aeroporto Lauro Kurtz - Passo Fundo/RS, realizados em 10/12/2019, sob premissa/objetivo de determinar a capacidade do solo local, em subsuperfície, de receber e infiltrar águas advindas do sistema de drenagem pluvial do empreendimento.

Os locais dos ensaios foram definidos pela empresa contratante, sendo locados em pontos de lançamento e infiltração das águas pluviais a serem drenadas do aeroporto.

A execução dos ensaios foi desenvolvida sob responsabilidade e coordenação do engenheiro ambiental Vinícius Honse Didó, CREA-RS 197.619-D. A anotação de responsabilidade técnica (ART), referente a atividade faz-se apresentada no ANEXO A.

1.1 Identificação do Contratante e Informações de Contrato

Nome/Razão do Contratante: TRAÇADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA.;

CNPJ: 00.472.805/0002-19;

Endereço: Rua Dr. João Caruso, 683 – Distrito Industrial, CEP 99706452, Erechim/RS;

Fone: (054) 2107-1000; e

Ordem de Compra nº: 145477.

1.2 Endereço da Obra - Local de Execução dos Ensaios

Endereço: Rodovia BR 285, Km 167, Zona Rural, Passo Fundo - RS;

Fone: (54) 3313-6566; e

2 INFORMAÇÕES IMPORTANTES E METODOLOGIA DE TRABALHO

Por meio de ensaios de infiltração, determina-se a taxa máxima de aplicação diária em $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$. Esse parâmetro é utilizado principalmente para o dimensionamento de sumidouros e valas de infiltração, porém, é também aceito e aplicado para definição da capacidade de infiltração de solos para outros fins, como por exemplo, para avaliação da capacidade de infiltração das camadas de solo subsuperficiais, utilizadas para infiltrar as águas advindas de sistemas de drenagem pluvial, a exemplo da demanda deste contrato.

2.1 Procedimento

Os ensaios de infiltração em cavas de sondagem, em região não saturada, e, portanto, ensaios de carga (adição de água), consistiram na medida do rebaixamento, em função da aplicação de uma carga inicial e acompanhamento do rebaixamento deste nível em períodos pré-estabelecidos. As cargas são diferenciais de pressão, induzidas por coluna d'água, resultante da injeção d'água no furo.

Os ensaios foram, portanto, realizados sob nível variável, onde estabeleceu-se uma coluna d'água inicial, interrompendo-se a introdução de água e acompanhando-se, no tempo, o rebaixamento do nível d'água, sendo este procedimento realizado sob repetições até que se atingisse estabilidade dos rebaixamentos para cada furo de sondagem a trado em leituras de tempo de 10 min.

Mais especificamente e em concordância com as orientações da NBR 13.969/1997, os procedimentos de execução dos ensaios foram:

a. Foram executados 06 ensaios de infiltração em atendimento a demanda do contratante e em locais também determinados pelo mesmo, junto aos pontos de execução dos sistemas de dissipação de energia e infiltração das águas pluviais, atendendo, portanto as orientações da NBR que orienta pela execução de no mínimo 3 pontos, distribuídos aproximadamente de modo a cobrir áreas iguais nos locais indicados para infiltração;

b. Com o trado de \varnothing 150 mm, foram escavadas cavas verticais, de até 0,50m de profundidade, de modo que o fundo destas ficassem próximas ao mesmo nível previsto para

fundo das zonas de infiltração. A profundidade de 0,5m ultrapassou também a camada mais superficial de solo a ser removida na limpeza do terreno, horizonte A;

c. Os materiais soltos no fundo das cavas foram removidos e o fundo das cavas foi preenchido com cerca de 0,05m de brita;

d. As cavas foram preenchidas com 0,30m de água. Uma vez verificado rebaixamento destes 0,3m, em período inferior a 10 min., deu-se início a realização dos ensaios, entendendo que se tratava de um solo mais arenoso;

e. A taxa de percolação foi determinada com base no procedimento de: - adição de 0,30m de água na cava acima da brita, cuidando-se para que durante todo o ensaio, não fosse permitido que o nível da água superasse 0,30m; Imediatamente após o enchimento, foi determinado o rebaixamento do nível d'água na cava a cada 10 min. (queda do nível) e, após cada determinação, as cavas foram novamente preenchidas com 0,3m de água para novas leituras;

Obs.: Os ensaios foram realizados com leituras em intervalos de tempo de 10 minutos em função da característica argilo-arenosa dos solos locais;

f. Os ensaios prosseguiram até que se obtivessem leituras com diferença de rebaixamento entre duas determinações sucessivas inferior a 1,5cm, em pelo menos três medições necessariamente;

g. Posteriormente, em escritório foram realizados os cálculos da taxa de percolação para cada cava ensaiada, a partir dos valores apurados, dividindo-se o intervalo de tempo entre determinações pelo rebaixamento lido na última determinação.

A seguir, no Quadro 1, apresentam-se, resumidamente através de alguns registros fotográficos, os procedimentos e a execução adotada nos ensaios.

Quadro 1: Procedimentos adotados na realização dos ensaios de infiltração.



Perfuração da cava de ensaio com trado de 15cm de diâmetro.



Preenchimento de 5 cm do fundo com brita.



Saturação da cava de ensaio.



Leitura dos rebaixamentos.



Preenchimento da cava com 0,3m de água para leitura dos rebaixamentos.

2.2 Localização e Caracterização dos Pontos de Ensaio

Conforme informado anteriormente, visando o bom reconhecimento das características da capacidade de infiltração de águas, do solo dos pontos de interesse, ou seja, nos pontos de lançamento das águas pluviais, foram realizados seis (06) ensaios de infiltração em alguns dos pontos de saída da rede de lançamento das águas, mais especificamente vinculados aos pontos de instalação de dissipadores de energia. A locação dos pontos de ensaio foi definida pela contratante. Sendo assim, a Tabela 1, apresenta as coordenadas geográficas de cada cava de ensaio e as profundidades de realização destes.

Tabela 1: Localização geográfica das cavas de ensaio e suas profundidades dos fundos.

Ensaio (Nomenclatura)	Coordenadas Geográficas em Graus Decimais (SIRGAS 2000)	Profundidade da Cava (m)	Cota do Terreno (m)
E.01	Lat. -28.246410° Long. -52.330559°	0,50	713
E.02	Lat. -28.248171° Long. -52.336442°	0,70	701
E.03	Lat. -28.247144° Long. -52.338860°	0,50	706
E.04	Lat. -28.244011° Long. -52.330867°	0,80	717
E.05	Lat. -28.242927° Long. -52.320741°	0,70	723
E.06	Lat. -28.240839° Long. -52.318330°	0,60	706

Para ilustrar a distribuição espacial dos ensaios sobre a área global de implantação do aeroporto, locou-se os mesmos sobre uma imagem de satélite disponibilizada pelo Google Earth. Contudo, na Figura 1, apresenta-se apenas a locação das cavas de ensaio, já na Figura 2, apresenta-se, além das cavas, os pontos em que está prevista a execução dos dissipadores de energia e valas com enrocamento para infiltração.

Figura 1: Localização dos pontos de execução dos ensaios de infiltração sobre a gleba de propriedade do Aeroporto Lauro Kurtz de Passo Fundo.

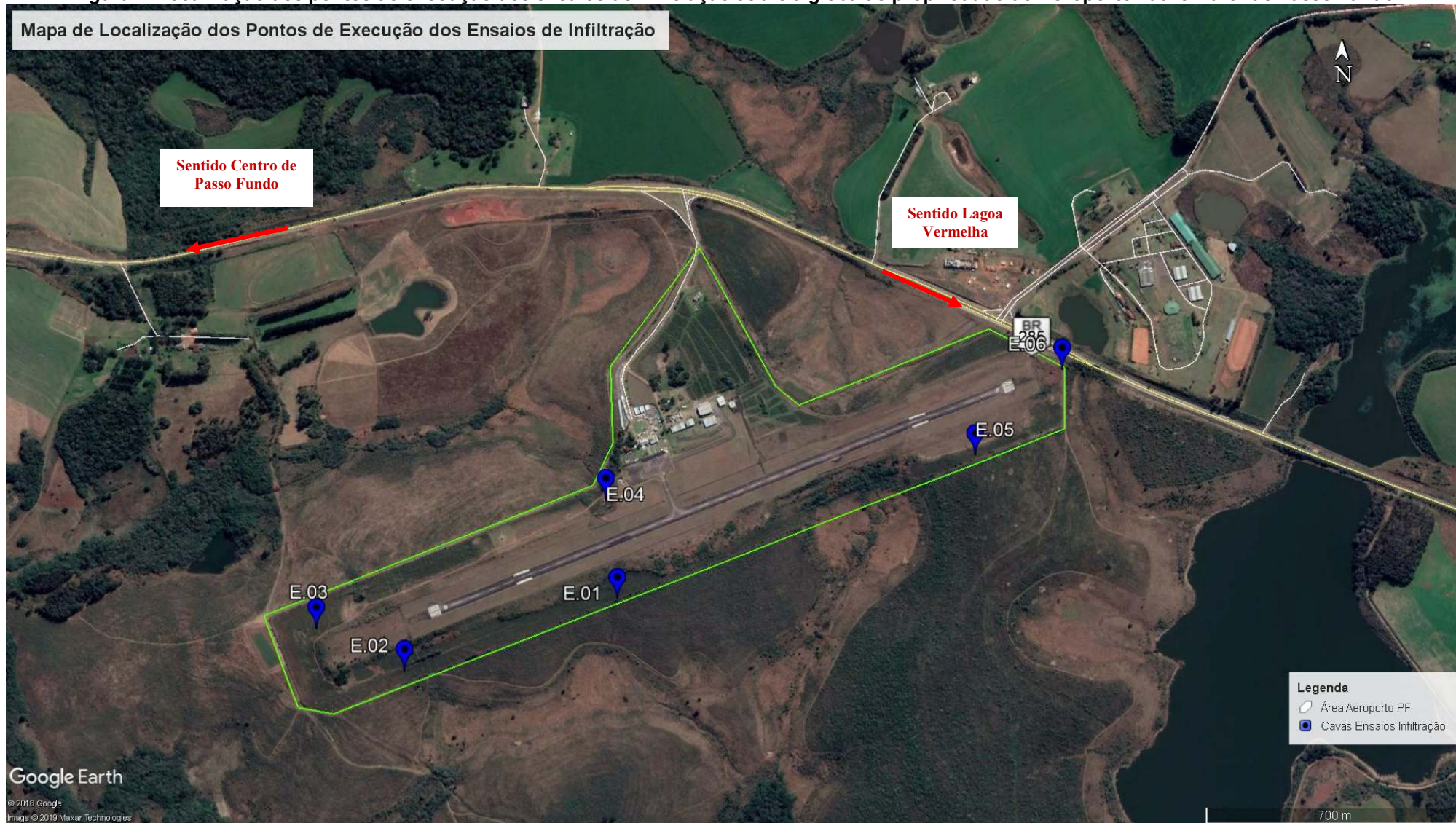


Figura 2 – Mapa de detalhe da localização das cavas de ensaios de infiltração em apresentação dos pontos com previsão de dissipadores.



2.3 Informações Climáticas

Segundo informações meteorológicas disponibilizadas pela (Embrapa) - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária coletadas na Estação: 83914 do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo da cidade de Passo Fundo, em pelo menos 3 dias anteriores aos ensaios de permeabilidade não foram registradas precipitações significativas na região de realização dos mesmos. O Quadro 2 apresenta as informações disponibilizadas pela EMBRAPA-TRIGO de Passo Fundo/RS.

Salienta-se que no dia da realização dos ensaios o céu se apresentou aberto durante todo o dia. A temperatura, durante o período de realização dos ensaios, variou muito próxima a média de 22,8°C, chegando aos picos de máxima em horário próximo as 12:00.

Quadro 2 - Dados climáticos registrados na estação da EMBRAPA TRIGO Passo Fundo.

Quadro 2 – Dados climáticos registrados na estação da EMBRAPA PNEOC, Assolândia.

Dia	Temperatura (°C)			Precip.	U.R.	Vento				Insol.	Temp. Solo (°C)	
	TM	Tm	T Média	(mm)	(%)	Velocidade Máxima		Velocidade Média		(Horas)	5cm	10cm
						(m/s)	Direção	(m/s)	Direção			
07/12/2019	28.2	14.9	22.0	0.0	39	7.7	SE	2.1	SE	12.6	26.4	25.5
08/12/2019	30.6	15.4	23.3	0.0	46	12.5	NW	3.0	VAR	10.8	27.0	26.3
09/12/2019	27.9	17.2	21.4	3.5	67	8.6	NW	1.8	VAR	6.1	25.6	26.0
10/12/2019	31.4	16.5	24.3	0.0	41	8.6	NE	3.2	SE	12.6	29.0	27.7
Total				3.5						42.1		
Média	29.5	16	22.8		48.3	9.4		2.5		10.5		
NOTA: TM - temperatura máxima do ar; Tm - temperatura mínima do ar; Tméd - temperatura média do ar; Precip. - Precipitação pluvial;												
UR - Umidade relativa; Vento (velocidade máxima em m/s, direção, velocidade média em m/s e direção predominante); e Insol - insolação.												

2.4 Resultados dos Ensaios

Apresentam-se na Tabela 2 os resultados individuais para taxa máxima de aplicação diária, conforme NBR 13.969/97, esta taxa representa o potencial do solo em receber e infiltrar volumes diários por m² de área de infiltração. Informa-se que as taxas foram calculadas com a média das três últimas leituras de rebaixamento, visando utilizar leituras pós estabilização das taxas de infiltração.

Tabela 2: Análise dos resultados dos Ensaios de Infiltração.

Identificação dos Ensaios de Infiltração	Taxa de Percolação (min/m)	Taxa máxima de aplicação m ³ /m ² .dia (NBR 13969/97)
E.01	224,07	0,087
E.02	115,47	0,122
E.03	200,00	0,090
E.04	136,90	0,114
E.05	69,84	0,155
E.06	181,82	0,097
Média		0,111
Desvio Padrão		0,023
Coef. De Variação		21,19%

Os resultados obtidos através dos ensaios indicam que o solo, nos pontos avaliados, pontos estes em que está sendo proposto o lançamento de águas pluviais do sistema de drenagem do aeroporto, **possui elevada capacidade de receber e infiltrar águas**, em se avaliando as camadas de até 0,5m de profundidade. Isto provavelmente esteja atrelado a característica visualmente verificada da presença de solo de textura mais arenosa nestas camadas superficiais, aliada a verificação da baixa compactação dos solos nestes pontos, uma vez que os mesmos não são utilizados para fins agrícolas ou registram elevado tráfego de máquinas e/ou equipamentos nos pontos avaliados.

Ressalta-se que nenhum ensaio foi executado sobre alteração de rocha ou solo saturado (com afloração ou presença do lençol freático).

Ademais, segundo a classificação da velocidade de infiltração básica (VIB) de solos do CIENTEC (Quadro 3), a totalidade dos pontos de ensaio tem os solos classificados como de **VIB muito Alta**.

Quadro 3 - Classificação de Solos segundo sua VIB.

Tipos de solo	VIB (cm/h)
Solo de VIB muito alta	> 3,0
Solo de VIB alta	1,5 - 3,0
Solo de VIB média	0,5 - 1,5
Solo de VIB baixa	< 0,5

Fonte: CIENTEC

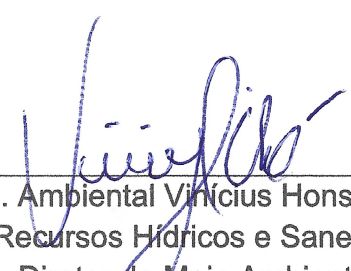
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados dos ensaios realizados foi possível concluir que:

- A área de estudo apresentou pequena variação dos valores individuais de permeabilidade estimada através dos ensaios in situ.
- A taxa de infiltração média evidenciada foi de 0,111 m³/m².dia e o coeficiente de variação entre esta média e o desvio padrão dentre os resultados, foi de 21,19%.
- Importa destacar que ensaios in situ, não diferente para estes de avaliação da capacidade de infiltração tendem a superestimar as taxas de infiltração;
- De forma global e singular, os resultados denotam solo com permeabilidade classificadas como muito alta, nos pontos avaliados. Permeabilidades esperadas para solos argilo-arenosos.
- A INFRA-GEO salienta que os ensaios foram realizados em conformidade com recomendações da NBR 13.969/1997.

Sendo o que apresentamos para o momento, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,



Eng. Ambiental Vinícius Honse Didó
Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Diretor de Meio Ambiente
CREA-RS 197.619

Dados da Consultora:



INFRA-GEO ENGENHARIA, GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE LTDA – ME
Rua Rui Barbosa, nº 276, Petrópolis, Passo Fundo/RS

ANEXO A – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
10559217

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** NORMAL

Contratado

Carteira: RS197619 **Profissional:** VINICIUS HONSE DIDO **E-mail:** vhdido@gmail.com
RNP: 2212256540 **Título:** Engenheiro Ambiental
Empresa: INFRA-GEO ENGENHARIA, GEOTECNIA E MEIO AMBIENTE LTDA **Nr.Reg.:** 129019

Contratante

Nome: TRACADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA **E-mail:**
Endereço: RUA DOUTOR JOÃO CARUSO 683 **Telefone:** 54 2107-1000 **CPF/CNPJ:** 00472805000219
Cidade: ERECHIM **Bairro:** INDUSTRIAL **CEP:** 99706452 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: AEROPORTO REGIONAL LAURO KORTZ **CPF/CNPJ:**
Endereço da Obra/Serviço: RODOVIA BR 285 km 167 **CEP:** 99010000 **UF:** RS
Cidade: PASSO FUNDO **Bairro:** ZONA RURAL - AEROPORTO LAURO KORTZ
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES **Valor Contrato(R\$):** 2.500,00 **Honorários(R\$):**
Data Início: 09/12/2019 **Prev.Fim:** 20/12/2019 **Ent.Classe:** AEAPF

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Ensaio	Ensaio de Solo	6,00	UN
Relatório de Pesquisa	Ensaio de Solo	1,00	UN

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/12/2019

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima VINICIUS HONSE DIDO Profissional	De acordo TRACADO CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA Contratante
--------------	---	---

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA