

ANEXO 3 - DADOS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA MODELAGEM NO SWMM

PV	ÁREA		COMPRIMENTO	LARGURA WIDTH
	ha	m²	m	
PV-1.7	2.098	20,979.00	368.95	56.86
PV-2.2	1.478	14,781.00	299.19	49.40
PV-2.1	0.889	8,888.00	207.45	42.84
PV-3.1	0.560	5,603.00	80.08	69.97
PV-9.1	1.009	10,088.00	144.09	70.01
PV-3.2	0.534	5,341.00	80.60	66.27
PV-3.3	1.355	13,553.00	121.54	111.51
PV-3.4	0.550	5,501.00	93.83	58.62
PV-1.8	0.365	3,653.00	63.20	57.80
PV-9.2	0.433	4,327.42	69.50	62.27
PV-10.1	0.872	8,719.68	159.96	54.51
PV-1.9	0.733	7,325.51	103.33	70.90
PV-9.3	0.496	4,961.94	97.21	51.04
PV-10.1	0.464	4,639.70	111.31	41.68
PV-1.9	1.568	15,678.00	118.25	132.58
PV-1.10	0.181	1,807.00	49.00	36.88
PV-1.11	0.196	1,963.00	56.70	34.62
PV-1.12	0.252	2,522.00	69.20	36.45
PV-1.13	0.387	3,867.00	104.04	37.17
PV-4.1	0.835	8,353.07	118.25	70.64
PV-5.1	1.013	10,128.78	181.23	55.89
PV-9.5	0.471	4,714.40	124.20	37.96
PV-10.2	0.316	3,164.26	67.00	47.23
PV-10.3	0.242	2,422.49	76.83	31.53
PV-10.3	0.609	6,094.17	128.07	47.59
PV-1.14	0.426	4,259.00	84.73	50.27
PV-5.2	0.298	2,981.47	140.40	21.24
PV-5.1	0.359	3,594.00	100.44	35.78
PV-9.6	0.144	1,435.57	102.28	14.04
PV-9.6	0.516	5,164.59	82.80	62.37
PV-1.16	1.025	10,252.44	253.71	40.41
PV-1.15	1.773	17,734.80	94.49	187.70
PV-1.17	1.370	13,698.00	281.62	48.64
PV-12.1	0.517	5,165.39	150.43	34.34
PV-12.2	0.283	2,833.48	117.31	24.15
PV-11.1	0.907	9,070.95	224.50	40.41
PV-9.9	1.031	10,308.90	280.56	36.74
PV-9.9	0.995	9,947.32	249.24	39.91
PV-9.8	0.591	5,908.35	162.33	36.40
PV-1.17	0.298	7,389.14	224.94	32.85
PV-6.1	0.768	7,678.00	163.19	47.05
PV-13.1	0.575	5,748.34	155.27	37.02
PV-12.3	0.376	3,764.51	87.19	43.18
PV-14.1	0.853	8,531.33	173.28	49.24
PV-12.4	0.353	3,530.51	71.50	49.38
PV-12.4	0.320	3,200.75	60.36	53.03
PV-9.10	1.490	14,898.00	125.05	119.14

ANEXO 3 - DADOS DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO PARA MODELAGEM NO SWMM

PV	ÁREA		COMPRIMENTO	LARGURA WIDTH
	ha	m²	m	
PV-7.1	0.799	7,991.41	92.88	86.04
PV-1.18	0.269	2,693.19	80.80	33.33
PV-12.5	0.480	4,804.29	84.64	56.76
PV-9.11	1.490	14,897.99	102.70	145.06
PV-1.19	0.214	2,141.85	74.47	28.76
PV-7.2	0.914	9,139.10	92.88	98.40
PV-1.19	0.276	2,760.51	65.00	42.47
PV-15.1	0.883	8,832.08	173.34	50.95
PV-12.6	0.480	4,804.29	85.00	56.52
PV-12.7	0.480	4,804.29	85.50	56.19
PV-9.12	1.490	14,897.99	117.59	126.69
PV-8.1	0.914	9,139.11	82.56	110.69
PV-1.20	0.256	2,564.57	85.53	29.98
PV-12.8	0.242	2,423.96	71.44	33.93
PV-12.8	0.447	4,474.58	85.00	52.64
PV-12.9	0.340	3,399.78	75.00	45.33
PV-9.13	1.490	14,897.99	117.59	126.69
PV-1.21	0.253	2,532.04	84.47	29.98
PV-8.2	0.979	9,790.11	92.88	105.41
PV-1.21	0.146	1,458.50	61.91	23.56
PV-1.22	0.255	2,548.31	85.53	29.79
PV-1.23	0.260	2,600.64	96.39	26.98
PV-1.23	0.188	1,880.78	65.00	28.94
PV-9.16	0.737	7,367.26	71.50	103.04
PV-9.14	0.857	8,569.47	85.00	100.82
PV-9.15	0.196	1,955.72	68.50	28.55
PV-9.14	0.196	1,955.72	74.63	26.21
PV-16.1	0.979	9,791.00	85.07	115.10
PV-9.7	0.312	3,121.00	101.99	30.60
PV-12.6	0.357	3,570.62	71.44	49.98
PV-CRIADO	39.170	391,700.00	1329.79	294.56

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Bacia 1_Talude 3_1
Slide Modeler Version: 6.003
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 04/09/2018, 11:28:29

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: Rapid Drawdown
Rapid Drawdown Method: Duncan, Wright, Wong 3 Stage (1990)

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 10
Circles per division: 10

Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Number of vertices per surface: 12
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kN/m²]: 5
Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Argila Arenosa
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	17
Cohesion [kPa]	16
Friction Angle [deg]	42
Water Surface	None
Ru Value	0

Global Minimums

Method: spencer

FS: 2.214770
Axis Location: 18.443, 30.550
Left Slip Surface Endpoint: -1.143, 10.064
Right Slip Surface Endpoint: 23.080, 2.590
Left Slope Intercept: -1.143 10.590
Right Slope Intercept: 23.080 2.590
Resisting Moment=31349.2 kN-m
Driving Moment=14154.6 kN-m
Resisting Horizontal Force=972.723 kN
Driving Horizontal Force=439.199 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 2.208230
Axis Location: 18.714, 30.332
Left Slip Surface Endpoint: -0.860, 10.194
Right Slip Surface Endpoint: 23.080, 2.590
Left Slope Intercept: -0.860 10.590
Right Slope Intercept: 23.080 2.590
Resisting Moment=31060 kN-m
Driving Moment=14065.5 kN-m
Resisting Horizontal Force=966.183 kN
Driving Horizontal Force=437.537 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: spencer

Number of Valid Surfaces: 1326
Number of Invalid Surfaces: 3176

Error Codes:

Error Code -105 reported for 1200 surfaces
Error Code -106 reported for 759 surfaces
Error Code -107 reported for 598 surfaces
Error Code -108 reported for 610 surfaces
Error Code -1000 reported for 9 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 1334
Number of Invalid Surfaces: 3168

Error Codes:

Error Code -105 reported for 1200 surfaces
Error Code -106 reported for 759 surfaces
Error Code -107 reported for 598 surfaces
Error Code -108 reported for 601 surfaces
Error Code -111 reported for 1 surface
Error Code -1000 reported for 9 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 106 = Average slice width is less than $0.0001 \times$ (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- 107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1 . This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 111 = safety factor equation did not converge
- 1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 2.21477

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.761692	10.5839	Argila Arenosa	16	42	5.91149	13.0926	6.24347	9.47247	-3.229
2	0.761692	23.6553	Argila Arenosa	16	42	8.06374	17.8593	20.168	18.103	2.06502
3	0.761692	35.2871	Argila Arenosa	16	42	10.6207	23.5225	32.0106	23.6561	8.35452
4	1.03187	64.0115	Argila Arenosa	16	42	14.1053	31.2401	46.0226	29.0967	16.9259
			Argila							

			Arenosa							
6	1.03187	97.8453	Argila Arenosa	16	42	19.0926	42.2857	68.9465	39.7533	29.1932
7	0.867112	88.3965	Argila Arenosa	16	42	21.5442	47.7155	78.7766	43.553	35.2236
8	0.867112	89.1441	Argila Arenosa	16	42	20.9953	46.4997	79.6973	45.8239	33.8734
9	0.936188	95.6259	Argila Arenosa	16	42	22.9911	50.9201	86.0688	47.2861	38.7827
10	0.936188	93.5795	Argila Arenosa	16	42	22.0143	48.7567	84.3194	47.9395	36.3799
11	0.945889	91.1839	Argila Arenosa	16	42	23.5348	52.1242	87.931	47.811	40.12
12	0.945889	86.5208	Argila Arenosa	16	42	22.0811	48.9045	83.4449	46.9008	36.5441
13	1.42333	119	Argila Arenosa	16	42	22.3032	49.3964	81.8764	44.7858	37.0906
14	1.02406	75.0459	Argila Arenosa	16	42	21.6558	47.9626	76.8233	41.3253	35.498
15	1.02406	70.9316	Argila Arenosa	16	42	20.4969	45.396	72.6176	39.97	32.6476
16	1.02406	71.1688	Argila Arenosa	16	42	20.36	45.0928	72.817	40.5062	32.3108
17	1.02406	67.1204	Argila Arenosa	16	42	19.8202	43.8972	68.8055	37.8224	30.9831
18	0.801803	48.8296	Argila Arenosa	16	42	20.197	44.7316	67.0525	35.1427	31.9098
19	0.801803	45.1117	Argila Arenosa	16	42	19.2824	42.706	62.127	32.467	29.66
20	0.801803	41.3939	Argila Arenosa	16	42	18.3678	40.6804	57.2016	29.7912	27.4104
21	1.09883	49.7353	Argila Arenosa	16	42	18.5311	41.0422	53.931	26.1189	27.8121
22	1.09883	40.8448	Argila Arenosa	16	42	16.7547	37.1078	44.8926	21.4499	23.4427
23	0.89794	26.0301	Argila Arenosa	16	42	16.4214	36.3697	39.351	16.7282	22.6228
24	0.89794	18.6005	Argila Arenosa	16	42	14.3488	31.7794	29.4783	11.9535	17.5248
25	1.42496	11.8112	Argila Arenosa	16	42	12.5936	27.892	17.9905	4.78312	13.2074

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 2.20823

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.751174	10.1404	Argila Arenosa	16	42	5.9708	13.1849	5.58899	8.71548	-3.12649
2	0.751174	23.9048	Argila Arenosa	16	42	9.33468	20.6131	22.4263	17.3029	5.12336
3	0.751174	36.5039	Argila Arenosa	16	42	11.5144	25.4265	34.4006	23.9314	10.4692
4	1.04443	68.8854	Argila Arenosa	16	42	14.9009	32.9047	49.0958	30.3212	18.7746
5	1.04443	87.6561	Argila Arenosa	16	42	17.0165	37.5763	60.4352	36.4724	23.9628
			Argila							

			Arenosa							
7	0.798862	82.3218	Argila Arenosa	16	42	21.1343	46.6694	79.4924	45.4307	34.0617
8	0.798862	81.6921	Argila Arenosa	16	42	20.315	44.8601	78.6622	46.6098	32.0524
9	0.903386	90.4565	Argila Arenosa	16	42	21.9271	48.4201	83.1275	47.1213	36.0062
10	0.903386	87.3199	Argila Arenosa	16	42	20.9937	46.359	80.6825	46.9654	33.7171
11	0.952267	87.6006	Argila Arenosa	16	42	22.3777	49.4152	83.2814	46.17	37.1114
12	0.952267	82.0189	Argila Arenosa	16	42	21.2167	46.8514	78.9992	44.7352	34.264
13	1.00926	79.5862	Argila Arenosa	16	42	22.6501	50.0166	80.3228	42.5436	37.7792
14	1.00926	70.8423	Argila Arenosa	16	42	20.7973	45.9252	72.8305	39.5951	33.2354
15	1.00926	68.1271	Argila Arenosa	16	42	20.3847	45.0141	71.1761	38.9527	32.2234
16	1.00926	69.4085	Argila Arenosa	16	42	20.7765	45.8792	73.2662	40.082	33.1842
17	0.807407	53.1348	Argila Arenosa	16	42	21.921	48.4067	73.9671	37.9758	35.9913
18	0.807407	50.1008	Argila Arenosa	16	42	21.2447	46.9131	70.1397	35.8073	34.3324
19	0.807407	47.0667	Argila Arenosa	16	42	20.485	45.2356	66.1082	33.6389	32.4693
20	0.807407	44.0327	Argila Arenosa	16	42	19.6538	43.4001	61.9013	31.4704	30.4309
21	0.807407	40.9986	Argila Arenosa	16	42	18.7639	41.4351	57.5505	29.302	28.2485
22	1.14604	51.1163	Argila Arenosa	16	42	19.3342	42.6943	55.3853	25.7382	29.6471
23	1.14604	41.2674	Argila Arenosa	16	42	16.6776	36.828	43.911	20.7791	23.1319
24	1.39508	33.6684	Argila Arenosa	16	42	14.9001	32.9029	32.699	13.9265	18.7725
25	1.13117	9.36349	Argila Arenosa	16	42	11.6574	25.7423	15.5967	4.77673	10.82

List Of Coordinates

Drawdown Line

X	Y
-24.844	10.59
0	10.59
12.14	5.59
13.72	5.59
23.08	2.59
30	2.59

Line Load

X	Y
---	---

4.08	10.59
0	10.59

External Boundary

X	Y
30	0
30	2.59
23.08	2.59
13.72	5.59
12.14	5.59
4.08	10.59
0	10.59
-6.52	7.59
-24.92	8.09
-24.92	0
-10.408	0
0	0

Dimensionamento do pavimento intertravado

td	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
P	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
C	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Ae	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Ap	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881	0.0881
I	413.752	342.567	293.237	256.928	229.024	206.873	188.838	173.854	161.195	150.351	140.952	132.722	125.453	118.983	113.185	107.958	103.220	98.904	94.955	91.328	87.983	84.890	82.019	79.348
K	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03	3.80E-03
Cs	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Hi	0.0991	0.1214	0.1366	0.1476	0.1557	0.1619	0.1666	0.1701	0.1729	0.1749	0.1764	0.1774	0.1781	0.1784	0.1785	0.1783	0.1778	0.1773	0.1765	0.1756	0.1745	0.1734	0.1721	0.1708

Local:		ADE Centro Norte																		
Data:		Fevereiro de 2021																		
		TR= 10 anos Tc= 10 min																		
Rede 1																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Descrição dos PV's	Cota Terreno		Área de Contribuição (ha)		Coef.	Coef.	Tempo	Intensidade	Comprim. (m)	Vazão	Seção		Declividade	Velocidade	Y/D	Profundidade do PV		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau
PV	Mont. (m)	Jus. (m)	Trecho	Total	Escoam. C	Manning	Concent. (min)	Chuva (mm/h)	Entre PV	Calculada (l/s)	D1	D2	Adotada (%)	(m/s)	(%)	Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	(m)
PV1.1->PV2.1	1193.277	1193.096	0.021	0.021	0.90	0.015	5.000	218.612	10.00	11.60	600		2.31	1.02	8.37	1.60	1.65	1191.677	1191.446	0.00
PV2.1->PV3.1	1193.096	1191.495	0.000	0.021	0.90	0.015	5.163	216.666	50.00	11.50	600		3.10	1.13	7.77	1.65	1.60	1191.446	1189.895	0.00
PV1.2->PV3.1	1191.788	1191.495	0.010	0.010	0.90	0.015	5.000	218.612	13.63	5.48	600		4.35	1.02	5.07	1.60	1.90	1190.188	1189.595	0.00
PV3.1->PV4.1	1191.495	1191.041	0.000	0.031	0.90	0.015	5.899	208.303	19.65	16.28	600		1.80	1.04	10.42	1.90	1.80	1189.595	1189.241	0.00



Local:

ADE Centro Norte

Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem Pluvial

Data:

Fevereiro de 2021

TR=

10

anos

Tc=

10

min

Rede 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Descrição dos PV's	Cota Terreno		Área de Contribuição (ha)		Coef.	Coef.	Tempo	Intensidade	Comprim. (m)	Vazão	Seção		Declividade	Velocidade	Y/D	Profundidade do PV		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau
PV	Mont. (m)	Jus. (m)	Trecho	Total	Escoam. C	Manning	Concent. (min)	Chuva (mm/h)	Entre PV	Calculada (l/s)	D1	D2	Adotada (%)	(m/s)	(%)	Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	(m)
PV1.1->PV2.1	1195.878	1195.244	0.036	0.036	0.90	0.015	5.000	218.612	14.82	19.92	600		4.28	1.50	9.34	1.60	1.60	1194.278	1193.644	0.00



Local:

ADE Centro Norte

Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem Pluvial

Data:

Fevereiro de 2021

TR=

10

anos

Tc=

10

min

Rede 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Descrição dos PV's	Cota Terreno		Área de Contribuição (ha)		Coef.	Coef.	Tempo	Intensidade	Comprim. (m)	Vazão	Seção		Declividade	Velocidade	Y/D	Profundidade do PV		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau
PV	Mont. (m)	Jus. (m)	Trecho	Total	Escoam. C	Manning	Concent. (min)	Chuva (mm/h)	Entre PV	Calculada (l/s)	D1	D2	Adotada (%)	(m/s)	(%)	Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	(m)
PV1.1->PV2.1	1201.110	1199.999	0.015	0.015	0.90	0.015	5.000	218.612	23.95	7.97	600		4.64	1.17	5.95	1.60	1.60	1199.510	1198.399	0.00



Local:

ADE Centro Norte

Planilha de Cálculo de Rede de Drenagem Pluvial

Data:

Fevereiro de 2021

TR=

10

anos

Tc=

10

min

Rede 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Descrição dos PV's	Cota Terreno		Área de Contribuição (ha)		Coef.	Coef.	Tempo	Intensidade	Comprim. (m)	Vazão	Seção		Declividade	Velocidade	Y/D	Profundidade do PV		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau
PV	Mont. (m)	Jus. (m)	Trecho	Total	Escoam. C	Manning	Concent. (min)	Chuva (mm/h)	Entre PV	Calculada (l/s)	D1	D2	Adotada (%)	(m/s)	(%)	Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	(m)
PV1.1->PV2.1	1212.612	1212.160	0.013	0.013	0.90	0.015	5.000	218.612	15.20	7.13	600		3.30	1.00	6.11	1.60	1.65	1211.012	1210.510	0.00



Local:		ADE Centro Norte																		
Data:		Fevereiro de 2021																		
Rede 5		TR= 10 anos Tc= 10 min																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Descrição dos PV's	Cota Terreno		Área de Contribuição (ha)		Coef.	Coef.	Tempo	Intensidade	Comprim. (m)	Vazão	Seção		Declividade	Velocidade	Y/D	Profundidade do PV		Cota Geratriz Inf. Tubo		Degrau
PV	Mont. (m)	Jus. (m)	Trecho	Total	Escoam. C	Manning	Concent. (min)	Chuva (mm/h)	Entre PV	Calculada (l/s)	D1	D2	Adotada (%)	(m/s)	(%)	Mont. (m)	Jus. (m)	Mont. (m)	Jus. (m)	(m)
PV1.1->PV2.1	1216.084	1215.265	0.034	0.034	0.90	0.015	5.000	218.612	19.62	18.74	600		4.43	1.49	9.00	1.60	1.65	1214.484	1213.615	0.00



CONTRATO Nº 08/2014-SDE/DF

APOIO À UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO PROGRAMA

ESTUDO DE ESTABILIDADE GEOTÉCNICA

SDE – ADE – CENTRO-NORTE - CEILÂNDIA

BRASÍLIA/DF

AGOSTO 2020

EQUIPE TÉCNICA

PLÍNIO FRAGASSI

Engº Civil – CREA-MG 68431/D

ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO

Volume Único:

Relatório Estudo de Estabilidade Geotécnica.

ANEXO - I – Estudo Geotécnico;

ANEXO – II – Memória de Cálculo Programa SLIDE.

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	5
1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROGRAMA	6
2	INTRODUÇÃO.....	7
3	LOCALIZAÇÃO	8
4	ESTUDO DE ESTABILIDADE GEOTÉCNICA	9
4.1	ENSAIOS GEOTÉCNICOS	9
4.2	RESUMO DOS ENSAIOS.....	10
4.3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS UTILIZADOS.....	12
4.4	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	13
4.5	ESTABILIDADE DA SEÇÃO CRÍTICA	16
4.6	INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE ESTABILIDADE OBTIDOS.....	18
5	CONCLUSÃO	19
6	ANEXO I –ESTUDOS GEOTÉCNICOS	20
7	ANEXO II – MEMÓRIA DE CÁLCULO PROGRAMA SLIDE.....	21

1 APRESENTAÇÃO

O Governo do Distrito Federal, por intermédio de Operação de Crédito Externa contraída com garantia do Governo Federal, obteve um financiamento junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, objeto do Contrato de Empréstimo BID nº 2957/OC-BR, assinado em 10 de setembro de 2014. O Programa conta também com recursos de contrapartida do Governo do Distrito Federal e seu objetivo geral do Programa de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal - PROCIDADES é promover o desenvolvimento econômico do Distrito Federal, mediante melhorias no ambiente de negócios e promoção de investimentos, além da melhoria da infraestrutura urbana e do fomento do desenvolvimento empresarial em 05 (cinco) ADEs distribuídas por 03 três regiões administrativas, a saber:

CIDADE	ÁREA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (ADE)
CEILÂNDIA-DF	Centro Norte
	Setor de Indústrias
	Setor de Depósitos de Materiais de Construção
GAMA-DF	AMA do Gama
SANTA MARIA-DF	Polo JK

As ADEs foram concebidas com o intuito de alcançar um desenvolvimento econômico dos núcleos urbanos nos quais estão inseridas. Para a implementação das ADEs e para estimular a economia do Distrito Federal como um todo, foi criado em 1996 o Programa de Desenvolvimento Econômico Integrado e Sustentável do Distrito Federal, o Pró/DF. A primeira fase do Programa perdurou até 2003 e tinha como objetivo apoiar as iniciativas de negócios que produzissem bens e serviços gerando empregos e renda e elevassem a geração de receita tributária para o Distrito Federal. Atualmente, o enfoque estratégico de desenvolvimento econômico vem sendo aperfeiçoado.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROGRAMA

O Programa é composto por quatro componentes específicos destinados à:

- promover a diversificação das atividades econômicas do DF em bases sustentáveis;
- consolidar as Áreas de Desenvolvimento Econômico – ADEs como estratégia de desenvolvimento econômico local; e
- fortalecer a Secretaria de Economia e Desenvolvimento Sustentável do Distrito Federal como órgão responsável pela condução da política de desenvolvimento econômico do DF.

O Projeto financiado pelo BID e Governo do Distrito Federal buscará alcançar os objetivos propostos por meios dos componentes citados a seguir:

- **Componente I – Desenvolvimento Institucional Estratégico**
- **Componente II – Programa de Atração de Investimentos**
- **Componente III – Desenvolvimento Empresarial ADEs**
- **Componente IV - Urbanismo e Infraestrutura nas ADEs**

Sua execução será realizada pela SEDES por meio de uma Unidade de Gerenciamento do Programa – UGP.

2 INTRODUÇÃO

O Consórcio Cobrape Topocart, apresenta o Estudo Estabilidade Geotécnica referente às bacias de amortecimento de drenagem pluvial da Áreas de Desenvolvimento Econômico – ADE Centro Norte, localizada na RA IX – Região Administrativa de Ceilândia - Distrito Federal.

O presente Relatório dos Estudos de Estabilidade Geotécnica, com base nos ensaios geotécnicos realizados para as das bacias de drenagem pluvial (Anexo I), apresenta os aspectos técnicos necessários para a avaliação da estabilidade geotécnica. As informações aqui contidas foram baseadas em normas vigentes as quais estabelecem às diretrizes necessárias à execução deste estudos, em especial o termo de referência para elaboração de projetos de drenagem pluvial da NOVACAP.

3 LOCALIZAÇÃO

As bacias de amortecimento da Área de Desenvolvimento Econômico – ADE Centro-Norte está localizada no extremo sul da ADE Centro Norte, na Região Administrativa de Ceilândia - RA-IX (**Figura 1**).



Figura 1: Localização das Bacias de Amortecimento da ADE Centro-Norte.

Fonte: imagem Google Earth.

4 ESTUDO DE ESTABILIDADE GEOTÉCNICA

4.1 ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos estão apresentados no Anexo I e consistiram na execução dos ensaios e sondagens durante o meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2020:

- 05 sondagens a percussão (SPT);
- 06 ensaios de infiltração, em várias profundidades do furo de SPT 05;
- 02 ensaios de adensamento oedométrico, sendo um na condição natural e o outro inundado desde o início dos estágios de carregamento;
- 03 ensaios de cisalhamento direto para obtenção da curva;
- 02 conjuntos de ensaios para caracterização de material, sendo um no local do SPT 01 e o outro no local do SPT 03;
- 02 conjuntos de ensaios granulometria por peneiramento e por sedimentação, sendo um no local do SPT 01 e o outro no local do SPT 03.

Os ensaios de infiltração foram realizados a medida que o ensaio de SPT 05 avançava, sendo executados ensaios nas profundidades de 2,45m; 3,45m; 4,45m; 5,45m; 6,45m e 7,22m (final do ensaio).

No local do SPT 01 também foi coletada amostra para a realização dos ensaios de caracterização, de compactação, de expansão e de CBR. Tal procedimento também foi adotado para o local do SPT 03.

Ademais, no local que foi executado o SPT 03, foi escavado um poço e coleta uma amostra indeformada para a realização dos ensaios de cisalhamento direto e de adensamento duplo oedométrico, sendo um na condição natural e o outro inundado.

Com relação ao local de execução dos ensaios de SPT, informamos que os SPT 01 a 03 e o SPT 05 foram executados na crista do barramento e o SPT 04 em local externos às Bacias de Amortecimento, ou seja, em terreno natural. No local do SPT 04 já existe uma pequena erosão, sendo que o material superficial tem características arenosas

4.2 RESUMO DOS ENSAIOS

Nas tabelas a seguir, são apresentados os resumos dos resultados dos ensaios geotécnicos, com os quais foram analisadas as características do solo, fundamental para a simulação da cenário mais desfavorável, quanto à estabilidade dos taludes, encontrado nas bacias de amortecimento da ADE Centro Norte.

a) Sondagens SPT

Tabela 1: Relação, Profundidade Impenetrável x Nível D'água das sondagens SPT.

Sondagem	Data de Ensaio	Profundidade Impenetrável (m)	N.A. (m)	SOLO
SPT 01	16/01/2020	4,33	2,52	Argila MÉDIA a MUITO COMPACTA
SPT 02	21/02/2020	4,36	2,88	Areia COMPACTA a MUITO COMPACTA
SPT 03	21/02/2020	6,35	2,47	RIJA até 3,00 m e COMPACTA a MUITO COMPACTA até o impenetrável
SPT 04	21/02/2020	2,40	0,23	MUITO COMPACTA
SPT 05	15/04/2020	7,22	3,37	Até 2,45 m MOLE a RIJA, depois de RIJA a MÉDIA até 5,0 m, passando para DURA e MUITO COMPACTA até o impenetrável.

Observa-se, no geral, que o solo da região onde estão localizadas as bacias, têm características boas à excelentes de resistência.

b) Ensaio de Infiltração

Tabela 2: Relação, Profundidade Ensaída x Taxa de Infiltração.

Sondagem	Data de Ensaio	Profundidade Ensaída (m)	Taxa de Infiltração (cm/s)	Local
SPT 05	15/04/2020	2,45	$3,80 \times 10^{-5}$	ADE Centro Norte – Ceilândia – Bacias de Amortecimento
		3,45	$1,57 \times 10^{-5}$	
		4,45	$1,34 \times 10^{-5}$	
		5,45	$1,33 \times 10^{-5}$	
		6,45	$9,00 \times 10^{-6}$	
		7,22	$5,44 \times 10^{-6}$	

Segundo Plano Diretor de Drenagem Urbana do DF (Concremat Engenharia/DF, 2009), a taxa de condutividade hidráulica saturada do solo deve ser $k > 2,1 \times 10^{-6}$ m/s para a instalação de medidas de controle por infiltração. Assim, as bacias de drenagem de amortecimento, também atuam como medida de controle por infiltração.

c) Ensaio de Cisalhamento Direto e Colapsividade

Tabela 03: Resultados obtidos no ensaio de cisalhamento direto na Bacia 02.

Bacias de Amortecimento - ADE Centro Norte	
MÁXIMAS TENSÕES DE CISALHAMENTO OBTIDAS	
TENSÃO NORMAL (kgf/cm ²)	TENSÃO CISALHANETE (kgf/cm ²)
0,50	0,626
1,00	1,039
2,00	1,981
Coeficientes	
Coesão - c (kgf/cm ²)	0,16
Ângulo de Atrito - ϕ (°)	42,26

Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados na condição inundada em uma amostra indeformada coletada na profundidade de 1,25m e no mesmo local do ensaio de SPT 03.

Visualizando os resultados apresentados na planilhas de ensaios (Anexo I), podemos concluir que as amostras ensaiadas nas pressões submetidas não se apresentaram susceptíveis ao colapso.

d) Ensaio de Caracterização, Compactação e CBR

Tabela 4: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização, compactação e CBR.

BACIA DE AMORTECIMENTO	AMOSTRA DEFORMADA	PROF. DE COLETA	ÍNDICES FÍSICOS		GRANULOMETRIA			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)	
			L.L.	I.P.	MATERIAL QUE PASSA NAS PENEIRAS			LABORATÓRIO		Exp.	ISC
					Nº 10	Nº 40	Nº 200	Hot.	Massa esp. Seca max.		
		m	%	%	%	%	%	%	g/cm ³	%	%
01	Prox. Do SPT 01	1,20	21,9	NP	77,0	75,5	36,5	17,1	1727	0,0	11,5
02	Prox. Do SPT 03	1,25	15,0	NP	95,4	94,7	45,8	15,2	1756	0,0	12,0

4.3 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS UTILIZADOS

Como se trata de estudo de estabilidade, os parâmetros do solo que mais influenciam no dimensionamento são o ângulo de atrito, a coesão e a massa específica. Na tabela 5, apresentamos os dados a serem adotados para os estudos de estabilidade.

Tabela 5: Coesão dos Solos Argilosos, segundo Alonso (1983).

Coeficientes	
Massa esp. Seca g/cm ³	1756
Coesão - c (kgf/cm ²)	0,16
Ângulo de Atrito - ϕ (°)	42,26

Muitas das vezes, por falta de ensaios geotécnicos específicos, estes dois parâmetros são definidos por meio de correlações com outros ensaios geotécnicos, como por exemplo, o SPT. Nas Tabelas 6 e 7, são apresentados valores consolidados na área acadêmica brasileira, que utilizaremos apenas para conferências.

Na Tabela 6 temos o Anexo A da NBR 6484/2001 com os estados de compacidade e de consistência para solos em função do Índice de Resistência à Penetração “N” obtido nos ensaios de SPT e a estimativa de coesão em solos argilosos, segundo Alonso (1983).

Tabela 6: Coesão dos Solos Argilosos, segundo Alonso (1983).

Argilas	Nspt	C(KPa)
Muito Mole	< 2	< 10
Mole	2 a 4	10 a 25
Média	4 a 8	25 a 30
Rija	8 a 15	50 a 100
Muito Rija	15 a 30	100 a 200
Dura	>30	>200

Na Tabela 7, para solos arenosos, temos as seguintes estimativas de ângulos de atrito, segundo Alonso (1983).

Tabela 7: Ângulo de atrito para Solos Arenosos, segundo Alonso (1983).

Areia	Compacidade Relativa, Dr	Nspt	$\phi(^{\circ})$
Fofa	< 0,2	< 4	< 310
Pouco Compacta	0,2 a 0,4	4 a 10	30 a 35
Medianamente Compacta	0,4 a 0,6	10 a 30	35 a 40
Compacta	0,6 a 0,8	30 a 50	40 a 45
Muito Compacta	>0,8	>50	>45

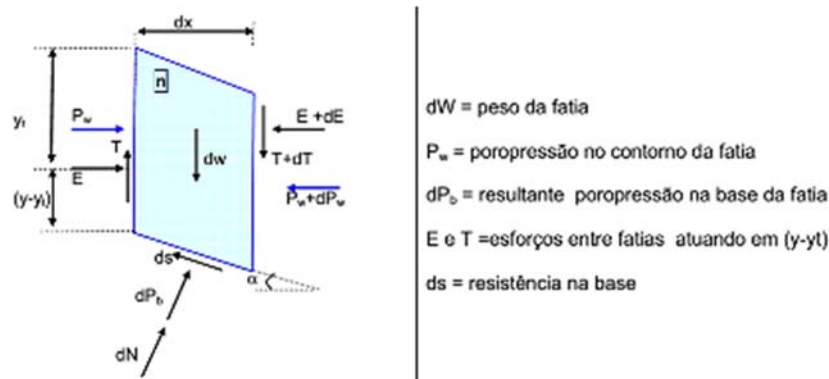
Enfim, os dados do cisalhamento direto obtidos para a análise de solo das bacias, estão dentro do esperado, podendo ser utilizados como parâmetros para o estudo de estabilidade dos taludes.

De forma conservadora, usaremos estes dados para todo o perfil geotécnico, uma vez que observa-se a melhora das características de resistência do solo com o aumento da profundidade.

4.4 EMBASAMENTO TEÓRICO

O método mais abrangente para determinação do equilíbrio limite foi desenvolvido por Morgenstern e Price em 1965, posteriormente aprimorado por Morgenstern. Possibilita a avaliação de superfícies não circulares e é considerado pela literatura um método rigoroso.

Seja o esquema abaixo para uma fatia infinitesimal considerada:



De maneira a tornar o equilíbrio estaticamente determinado, é preciso que a relação entre E e T seja dada por uma função:

$$F(x) = T / (l \times E)$$

Onde l é um parâmetro determinado a partir da solução. $F(x)$ é uma função acrescida à solução de estabilidade para contemplar rupturas não circulares e/ou na presença de estratificações. Quando $F(x) = 0$, a solução é idêntica à de Bishop. Quando $f(x) = K$ (constante) a solução é idêntica ao método de Spencer.

Retornando à fatia infinitesimal, o equilíbrio de momentos com relação a base (quando dx tende a zero) é dado por:

$$-T = \frac{d\{E(y - y_t)\}}{dx} - E \frac{dy}{dx} + \frac{d\{P_w(y - h)\}}{dx} - P_w \frac{dy}{dx}$$

Onde são definidas as funções:

$Y(x)$ representando a superfície de ruptura;

$Z(x)$ a superfície do talude;

$H(x)$ a linha de poropressão e;

$Y_t(x)$ a linha de ação da tensão efetiva normal.

Em se tratando de materiais que respondem à lei de Mohr-Coulomb, o equilíbrio pode ser desdobrado na equação abaixo:

$$\frac{dE}{dx} \left\{ 1 - \frac{\tan \phi'}{FS} \frac{dy}{dx} \right\} + \frac{dT}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} + \frac{dy}{dx} \right\} =$$

$$\frac{c'}{FS} \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\} + \frac{dP_w}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} \frac{dy}{dx} - 1 \right\} + \frac{dW}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} + \frac{dy}{dx} \right\} - P_w \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\} \frac{\tan \phi'}{FS}$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dx} \left\{ 1 - \frac{\tan \phi'}{FS} \frac{dy}{dx} \right\} + \lambda f \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} + \frac{dy}{dx} \right\} + \lambda \frac{df}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} + \frac{dy}{dx} \right\} E =$$

$$\frac{c'}{FS} \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\} + \frac{dP_w}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} \cdot \frac{dy}{dx} - 1 \right\} + \frac{dW}{dx} \left\{ \frac{\tan \phi'}{FS} + \frac{dy}{dx} \right\} - P_u \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right\} \frac{\tan \phi'}{FS}$$

Considerando a subdivisão em fatias infinitesimais onde as coordenadas de limite sejam $X_0, X_1, X_2 \dots X_n$, onde a coordenada X se localiza no início de cada fatia, o interior de cada infinitesimal assume as expressões:

$$dW/dx = px + q;$$

$$f = kx + m$$

$$P_u = rx + s$$

$$P_w = uw + nwx = Ww \cdot x^2$$

Donde se obtém a equação simplificada:

$$E(x) = \frac{1}{L + Kx} \left[E_i L + \frac{Nx^2}{2} + Px \right] \rightarrow E_{i+1} = \frac{1}{L + Kb} \left[E_i L + \frac{Nb^2}{2} + Pb \right]$$

Onde b é a largura da fatia correspondente à diferença entre a posição x e a imediatamente anterior. Usando a relação E e T , bem como a equação de equilíbrio de momentos, obtém-se a equação:

$$M(x) = E(y_i - y) = M_{ew}(x) + \int_{x_0}^x \left(\lambda f - \frac{dy}{dx} \right) E dx$$

onde

$$M_{ew}(x) = \int_{x_0}^x \left(-P_w \frac{dy}{dx} \right) dx + [P_w(y - h)]$$

O método é solucionado iterativamente assumindo valores para o fator de segurança e l , calculando E e $M(x)$ para cada uma das fatias. O equilíbrio se dá através da anulação dos valores de E e M para $x=0$ e $x=n$ fatias. O processo iterativo se faz necessário utilizando métodos numéricos que avaliam a convergência das equações. A utilização de um computador é condição “*sine qua non*” dada à complexidade e número de iterações, de forma a ser viável.

Para efeito de cobrir os possíveis desvios de comportamento (faixas de variação de propriedades tais como massa específica, coesão e ângulo de atrito interno) dos solos, foi considerado na análise da estabilidade probabilística pelo método de Monte-Carlo. Essa

análise consiste em introduzir um desvio padrão prévio nas propriedades e avaliar por distribuição normal a confiabilidade (possibilidade de falha) do talude.

Quanto à influência do nível d'água, considerou-se a pior situação que é o rebaixamento rápido do nível d'água da bacia 4 e a bacia 3 (montante da bacia 4) com o nível d'água no máximo (figura xx).

Os resultados encontrados na análise podem ser entendidos da seguinte maneira: Segundo a GeoRio, deverá ser considerado como satisfatório fator de segurança (FS) acima de 1,5 para aqueles taludes (com ou sem intervenção de contenção) onde, no caso de falha, haja perdas materiais sem prejuízo de vidas.

4.5 ESTABILIDADE DA SEÇÃO CRÍTICA

A seção crítica de estabilidade das Bacias de Amortecimento da ADE Centro Norte é uma combinação de fatores que podem acontecer e colocar em risco a estabilidade dos maciços.

Uma vez que o solo da região não apresenta muita variação quanto à resistência e serão adotados ângulo de atrito e coesão conservadores, conforme já mencionados no item 4.3, os fatores que são preponderantes na estabilidade são:

- a) Geometria das bacias – Maior desnível entre as Bacias 03 e 04, com 8 metros (figura 03)

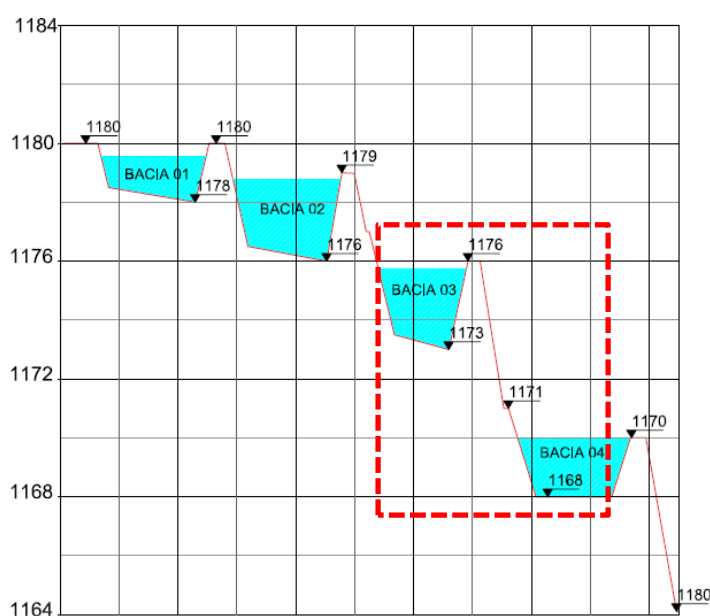


Figura 03—Destaque do maior desnível entre as Bacias de Amortecimento

- b) Influência do Nível d'água – Pior situação será quando a Bacia 03 estiver cheia e a Bacia 04 vazia, considerando o solo saturado (Figura 04).
- c) Carga de veículo no topo do Talude – considerado uma carga de 500 kg/m², ou 5,00 kN/m², na via de serviço no topo do talude da Bacia 03 (Figura 04).

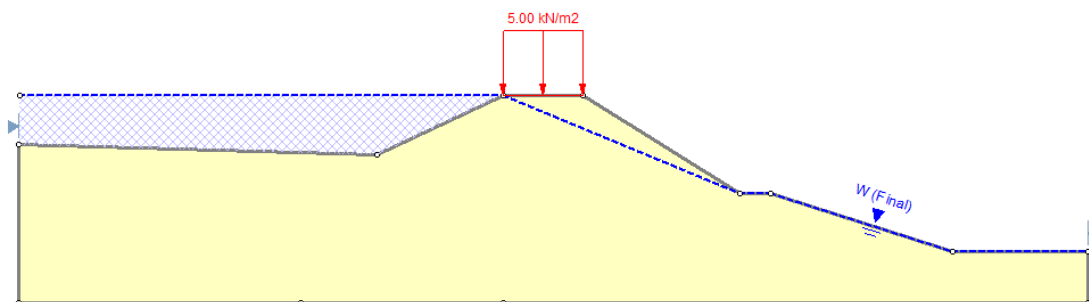


Figura 04 – Cenário crítico de estabilidade dos taludes das Bacias de Amortecimento

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Rapid Drawdown (RD) Undrained Strength	RD Envelope Type	Water Surface	Ru
Argila Arenosa		17	Mohr-Coulomb	16	42	No	Total stress R linear	None	0

Figura 05 – Propriedade dos solos conforme SPT

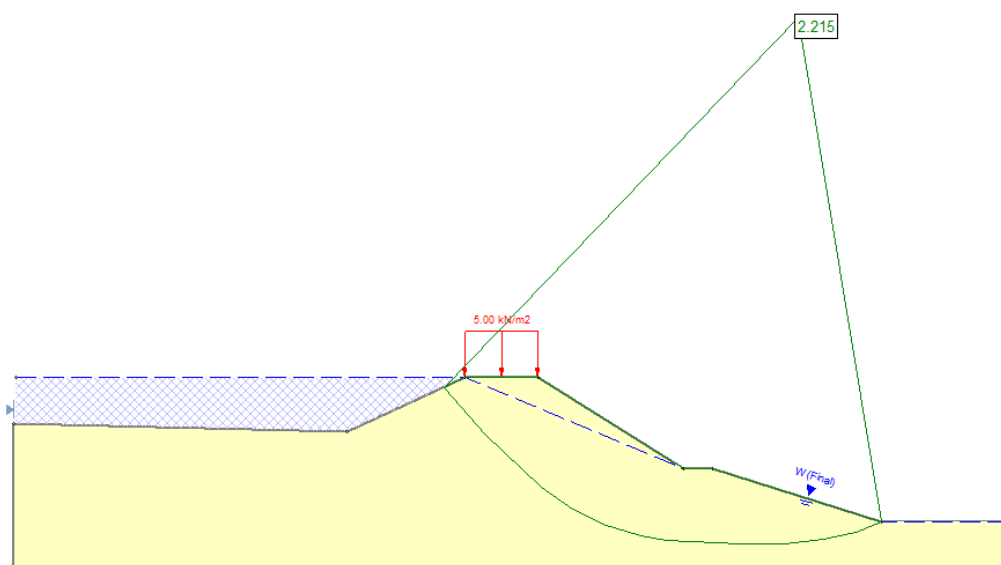


Figura 06 – Cunha de cisalhamento crítica para o solo saturado não drenado – lado direito

- FS segundo GLE/Morgenstern Price = 2,21.
- FS segundo Spencer = 2,21.

4.6 *INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE ESTABILIDADE OBTIDOS*

Os dados de estabilidade obtidos ficaram com fator de segurança de acordo com os métodos determinísticos, acima de **1,5**.

Vale ressaltar que o critério de nível d'água adotado nos dimensionamentos foram bem rígido, com níveis de rebaixamento rápido da Bacia 04, em curto período de tempo, de forma que o solo permaneça saturado sem o empuxo externo.

5 CONCLUSÃO

O presente relatório constitui a síntese do desenvolvimento do referido estudo onde é apontado as principais características relevantes de estabilidade de taludes, sempre se apoiando nas normas vigentes e utilizando de modernos programas computacionais para se obter resultados precisos.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os taludes das Bacias de Amortecimento da ADE estão estáveis.

Como recomendação, é necessário manutenção periódica das bacias, com retirada da vegetação em excesso nos taludes, na crista e no fundo, pois podem provocar o raizamento profundo e o surgimento de canais preferenciais de percolação de água. Também, devem ser realizadas vistorias periódicas para acompanhamento do estado geral das bacias, buscando prevenir o início de processos erosivos nos taludes.

As manutenções de limpeza devem acontecer antes do início do período das chuvas e as vistorias devem ocorrer uma vez por mês neste mesmo período e toda vez logo após de um evento de chuva intenso na região.

6 ANEXO I –ESTUDOS GEOTÉCNICOS

7 ANEXO II – MEMÓRIA DE CÁLCULO PROGRAMA SLIDE

Estudos Geotécnicos –Sondagens e Ensaios para Embasar os Estudos de Drenagem Pluvial e de Análise de Estabilidade de Talude – Bacia 01 e Bacia 02 – ADE Centro Norte-Ceilândia/DF.

SONDAGENS-ENSAIOS

VOLUME 01

BRASÍLIA – DF

ABRIL – 2020.

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1: Imagem do Google da área onde estão localizadas as Bacias de Amortecimento e a ADE Centro Norte.	5
Figura 2: Localização dos ensaios de campo realizados na áreas das Bacias de Amortecimento.	6
Figura 3: Localização do ensaio SPT 02 – ADE Centro Norte.....	8
Figura 4: Localização do ensaio SPT 03 – ADE Centro Norte.....	9
Figura 5: Localização do ensaio SPT 05 – ADE Centro Norte.....	9
Figura 6: Localização de coleta da amostra indeformada – Bacias de Amortecimento – Barramento da Bacia 02 - ADE Centro Norte.	14

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1: Relação, Profundidade Impenetrável x Nível D'água das sondagens SPT.....	11
Tabela 2: Coesão dos Solos Argilosos, segundo Alonso (1983).....	11
Tabela 3: Ângulo de atrito para Solos Arenosos, segundo Alonso (1983).	12
Tabela 4: Relação, Profundidade Ensaída x Taxa de Infiltração.	13
Tabela 5: Resultados obtidos no ensaio de cisalhamento direto na Bacia de Amortecimento 02.	14
Tabela 6: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização, compactação e CBR.....	16

SUMÁRIO

1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	5
2	SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS	6
3	RESULTADOS DOS ENSAIOS.....	7
3.1	Resultado das Sondagens à Percussão (SPT)	8
3.2	Resultado dos Ensaios de Infiltração	12
3.3	Resultado dos Ensaios de Cisalhamento Direto e de Adensamento.....	13
3.4	Resultado dos ensaios de Caracterização	15
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
5	REFERÊNCIAS	18
6	ANEXOS.....	18

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O presente relatório apresenta os estudos de geotecnia realizados na área onde estão instaladas as Bacias de Amortecimento da ADE Centro Norte, em Ceilândia/DF. É destinado ao embasamento dos estudos de drenagem pluvial para as Bacias 01 a 04 e de estabilidade de taludes das Bacias de Amortecimento 01 e 02.

A seguir, nas Figura 01 e 02, podemos visualizar de forma mais precisa, por meio de imagem do Google, a área objeto de estudo e a localização dos pontos de ensaio.

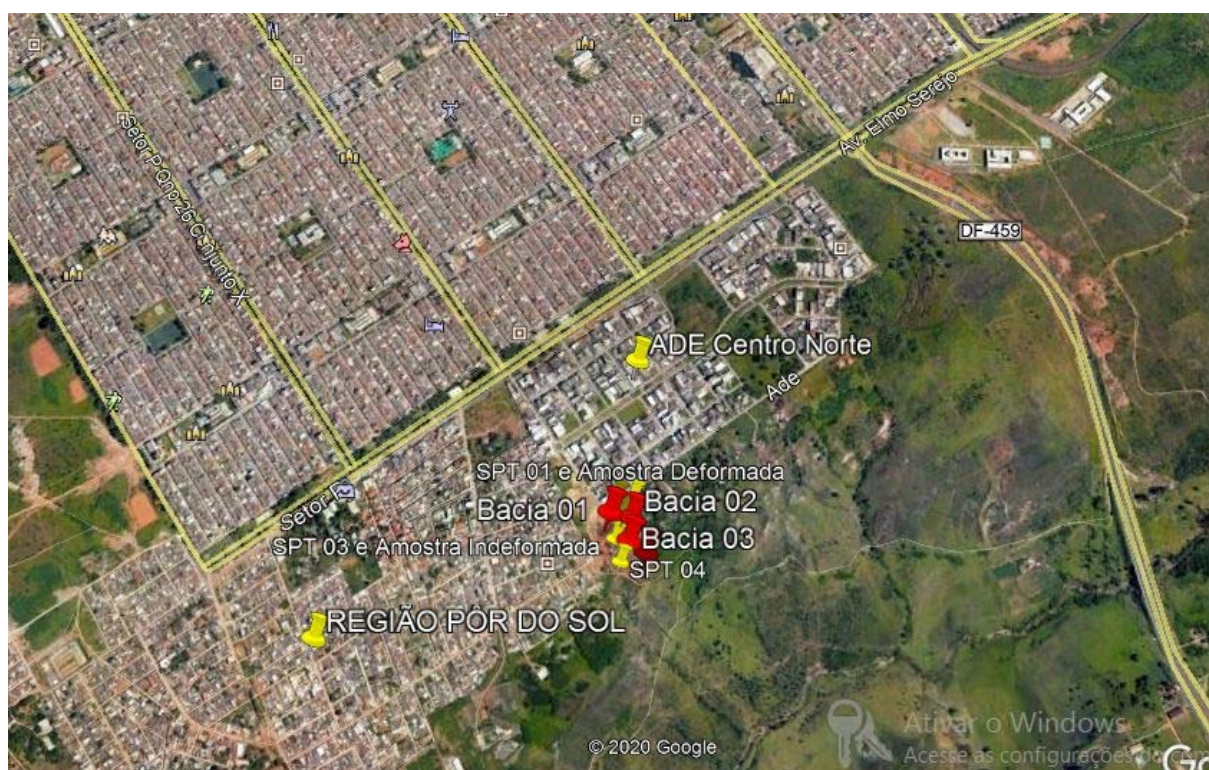


Figura 1: Imagem do Google da área onde estão localizadas as Bacias de Amortecimento e a ADE Centro Norte.



Figura 2: Localização dos ensaios de campo realizados na áreas das Bacias de Amortecimento.

2 SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS

Este trabalho tem por objetivo a investigação do solo, de tal forma que se obtenham as informações necessárias para a caracterização do solo e que permitam fundamentar a elaboração de projetos de drenagem pluvial e de estabilidade de taludes para as Bacias de Amortecimento 01 e 02.

Os estudos geotécnicos desta etapa consistiram na execução dos seguintes ensaios e sondagens durante o meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2020. A seguir são apresentados um resumos dos serviços e suas quantidades:

- 05 sondagens a percussão (SPT);
- 06 ensaios de infiltração, em várias profundidades do furo de SPT 05;

- 02 ensaios de adensamento oedométrico, sendo um na condição natural e o outro inundado desde o início dos estágios de carregamento;
- 03 ensaios de cisalhamento direto para obtenção da curva;
- 02 conjuntos de ensaios para caracterização de material, sendo um no local do SPT 01 e o outro no local do SPT 03;
- 02 conjuntos de ensaios granulometria por peneiramento e por sedimentação, sendo um no local do SPT 01 e o outro no local do SPT 03.

Informamos que os ensaios de infiltração foram realizados a medida que o ensaio de SPT 05 avançava, sendo executados ensaios nas profundidades de 2,45m; 3,45m; 4,45m; 5,45m; 6,45m e 7,22m (final do ensaio).

No local do SPT 01 também foi coletada amostra para a realização dos ensaios de caracterização, de compactação, de expansão e de CBR. Tal procedimento também foi adotado para o local do SPT 03.

Ademais, no local que foi executado o SPT 03, foi escavado um poço e coleta uma amostra indeformada para a realização dos ensaios de cisalhamento direto e de adensamento duplo oedométrico, sendo um na condição natural e o outro inundado.

Com relação ao local de execução dos ensaios de SPT, informamos que os SPT 01 a 03 e o SPT 05 foram executados na crista do barramento e o SPT 04 em local externos às Bacias de Amortecimento, ou seja, em terreno natural. No local do SPT 04 já existe uma pequena erosão, sendo que o material superficial tem características arenosas.

3 RESULTADOS DOS ENSAIOS

A seguir traremos um resumo dos resultados encontrados em cada tipo de ensaio realizado, informando os principais detalhes observados, como presença de nível d'água, profundidade que se atingiu o impenetrável e outras características importantes.

3.1 Resultado das Sondagens à Percussão (SPT)

Estão descritas a seguir as sondagens SPT executadas para atender aos projetos de drenagem pluvial e de estabilidade de taludes. Em anexo apresentamos o Boletim de Sondagem à percussão dos 05 ensaios executados. Salietamos que nas sondagens SPT, o término da sondagem ocorreu quando o número de golpes necessários para penetrar um intervalo de 15 cm do amostrador padrão é maior do que 30.

A título ilustrativo, mostramos nas Figuras 03 a Figura 05 a localização dos ensaios de SPT 02, SPT 03 e SPT 05, respectivamente para os locais das Bacias de Amortecimento.



Figura 3: Localização do ensaio SPT 02 – ADE Centro Norte.

O ensaio acima (SPT 02) foi executado na crista do barramento e próximo ao talude da Bacia 01, conforme Figura 02. À visão ao fundo, percebemos grande quantidade de vegetação dentro e no talude da Bacia 01.



Figura 4: Localização do ensaio SPT 03 – ADE Centro Norte.

O ensaio de SPT 03 foi executado na crista do barramento, entre as Bacias 02 e 03, e está localizado próximo do extravasor da Bacia 02. Constatamos pela foto acima que existe muita vegetação dentro da Bacia, nos taludes e também na crista do barramento.



Figura 5: Localização do ensaio SPT 05 – ADE Centro Norte.

Este ensaio, SPT 05, foi executado na crista do barramento, entre as Bacias 01 e 02, e está localizado próximo do extravasor da Bacia 01. Também observamos a presença de vegetação dentro da Bacia, nos taludes e na crista do barramento.

Para a sondagem SPT 01, executada na crista de coroamento, e na lateral da Bacia 01, constatamos que esta apresenta consistência e compacidade crescente à medida em que o ensaio avança com a profundidade, variando de MÉDIA a MUITO COMPACTA, sendo que o impenetrável ocorreu com 4,33m. Neste ensaio o nível d'água foi encontrado aos 2,52m.

Na sondagem SPT 02, executada na crista do barramento e entre a rua existente e a Bacia 01, verificamos que a compacidade avança de COMPACTA a MUITO COMPACTA e é crescente com o avanço da profundidade, estando o nível d'água na profundidade de 2,88m. Para este ponto o impenetrável deu-se com 4,36m.

O ensaio de SPT 03, realizado na crista da barragem e entre as Bacias 02 e 03, está próximo do vertedouro da Bacia 02. Averiguamos que apresenta consistência RIJA até os 3,0m e na sequência compacidade crescente que varia de COMPACTA a MUITO COMPACTA. O impenetrável ocorre na profundidade de 6,35m e o nível d'água está à 2,47m.

Com relação ao SPT 04, está fora da área das Bacias de Amortecimento e foi executado no local em que ocorre uma pequena erosão, apresenta compacidade muita alta, sendo classificada como MUITO COMPACTA e com impenetrável aos 2,40m. O nível d'água é raso e está à 0,23m.

Quanto ao SPT 05, realizado na crista da barragem e entre as Bacias 01 e 02, está próximo do extravasor da Bacia 01. Este apresenta consistência crescente até 2,45m e depois uma queda até a profundidade de 5,0m, variando de MOLE a RIJA e depois de RIJA à MÉDIA, respectivamente. A partir dos 5,0m ganha resistência e sua consistência e compacidade passa a ser DURA e MUITO COMPACTA. O impenetrável ocorre com 7,22m e o nível d'água ocorre aos 3,37m.

Salientamos que nos Laudos de Sondagem, anexos, podemos observar as datas de realização dos ensaios, a profundidade do impenetrável e de ocorrência do lençol freático e a descrição

táctil visual dos materiais. Assim como o fuso e as coordenadas de cada ponto ensaiado. A seguir, na Tabela 01, visualizamos as datas de execução dos ensaios e as profundidades de ocorrência do impenetrável e do nível d'água verificado.

Tabela 1: Relação, Profundidade Impenetrável x Nível D'água das sondagens SPT.

Sondagem	Data de Ensaio	Profundidade Impenetrável (m)	N.A. (m)	Local
SPT 01	16/01/2020	4,33	2,52	ADE Centro Norte – Ceilândia – Bacias de Amortecimento
SPT 02	21/02/2020	4,36	2,88	
SPT 03	21/02/2020	6,35	2,47	
SPT 04	21/02/2020	2,40	0,23	
SPT 02	15/04/2020	7,22	3,37	

Na Tabela 2 temos o Anexo A da NBR 6484/2001 com os estados de compacidade e de consistência para solos em função do Índice de Resistência à Penetração “N” obtido nos ensaios de SPT e a estimativa de coesão em solos argilosos, segundo Alonso (1983).

Tabela 2: Coesão dos Solos Argilosos, segundo Alonso (1983).

Argilas	Nspt	C(KPa)
Muito Mole	< 2	< 10
Mole	2 a 4	10 a 25
Média	4 a 8	25 a 30
Rija	8 a 15	50 a 100
Muito Rija	15 a 30	100 a 200
Dura	>30	>200

Na Tabela 03, para solos arenosos, temos as seguintes estimativas de ângulos de atrito, segundo Alonso (1983).

Tabela 3: Ângulo de atrito para Solos Arenosos, segundo Alonso (1983).

Areia	Compacidade Relativa, Dr	Nspt	$\phi(^{\circ})$
Fofa	< 0,2	< 4	< 310
Pouco Compacta	0,2 a 0,4	4 a 10	30 a 35
Medianamente Compacta	0,4 a 0,6	10 a 30	35 a 40
Compacta	0,6 a 0,8	30 a 50	40 a 45
Muito Compacta	>0,8	>50	>45

3.2 Resultado dos Ensaios de Infiltração

Os 06 (seis) ensaios de infiltração foram realizados no furo SPT 05, a partir da profundidade de 2,45m e aproximadamente a cada 1,00 metros de avanço na sondagem. Para a execução destes ensaios, parte da profundidade do furo era revestida com a tubulação externa dos tubos da sondagem de SPT e a altura que infiltra quando da realização do ensaio inicia a partir do término desta tubulação até o fundo da sondagem, conforme pode ser visto nas Planilhas do ensaios de infiltração, anexas. Salientamos que os pontos de ensaio nas profundidade de 2,45m e 3,45m foram realizados acima do nível d'água de 3,37m, quanto aos demais ensaios, executados na condição abaixo do nível d'água.

Os resultados dos ensaios de infiltração mostram que o solo apresentou valores de estabilização da taxa de infiltração variando entre $3,80 \times 10^{-5}$ cm/s e $5,44 \times 10^{-6}$ cm/s para a profundidade de 2,45m e 7,22m, respectivamente. A seguir, na Tabela 04, verificamos as profundidades ensaiadas e os resultados da taxa de infiltração.

Tabela 4: Relação, Profundidade Ensaada x Taxa de Infiltração.

Sondagem	Data de Ensaio	Profundidade Ensaada (m)	Taxa de Infiltração (cm/s)	Local
SPT 05	15/04/2020	2,45	$3,80 \times 10^{-5}$	ADE Centro Norte – Ceilândia – Bacias de Amortecimento
		3,45	$1,57 \times 10^{-5}$	
		4,45	$1,34 \times 10^{-5}$	
		5,45	$1,33 \times 10^{-5}$	
		6,45	$9,00 \times 10^{-6}$	
		7,22	$5,44 \times 10^{-6}$	

3.3 Resultado dos Ensaios de Cisalhamento Direto e de Adensamento

Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados na condição inundada em uma amostra indeformada coletada na profundidade de 1,25m e no mesmo local do ensaio de SPT 03, conforme Figura 06. Inicialmente foi aplicada a carga vertical e aguardado a estabilização das deformações verticais e na sequência iniciada a fase de cisalhamento da amostra.



Figura 6: Localização de coleta da amostra indeformada – Bacias de Amortecimento – Barramento da Bacia 02 - ADE Centro Norte.

A seguir apresentaremos os resultados referentes aos pontos de tensão cisalhante obtidos em cada ensaio e os resultado de coesão e ângulo de atrito determinados. Para a obtenção destes valores, foram utilizadas pressões normais de 50, 100 e 200 kPa.

Tabela 5: Resultados obtidos no ensaio de cisalhamento direto na Bacia de Amortecimento 02.

Bacias de Amortecimento - ADE Centro Norte	
MÁXIMAS TENSÕES DE CISALHAMENTO OBTIDAS	
TENSÃO NORMAL (kgf/cm ²)	TENSÃO CISALHANETE (kgf/cm ²)
0,50	0,626
1,00	1,039
2,00	1,981
Coeficientes	
Coesão - c (kgf/cm ²)	0,16
Ângulo de Atrito - ϕ (°)	42,26

Como pode ser observado acima, o valor de coesão encontrado para a amostra indeformada coletada na Bacia de Amostramento 02, no mesmo local da sondagem SPT 03, foi de 0,16 kgf/cm² e ângulo de atrito de 42,26°.

Para os ensaios de adensamento, tanto na condição natural quanto na inundada, as amostras sofreram estágios de carregamento nas pressões de 25kPa, 50kPa, 100kPa e 200kPa e na sequência descarregamentos para as pressões de 100kPa e 25kPa.

Visualizando os resultados apresentados na planilhas de ensaios anexas, podemos concluir que as amostras ensaiadas nas pressões submetidas não se apresentaram susceptíveis ao colapso. Vale ressaltar que cabe ao projetista analisar se os estes resultados com as pressões a que o terreno estará submetido em campo.

3.4 Resultado dos ensaios de Caracterização

Para os locais das sondagens SPT 01 e SPT 03 foram coletadas amostras deformadas e realizados os ensaios de caracterização, de compactação, de expansão e de CBR.

As granulometrias por peneiramento com sedimentação permitem o conhecimento da textura e da dimensão dos grãos e do percentual das argilas e dos siltes. Além disso, quando conhecemos o comportamento das forças de sucção em função de curvas características conhecidas, a granulometria por sedimentação permite por analogia o conhecimento destas forças.

Já os limites de liquidez e de plasticidade propiciam o conhecimento do comportamento da parte dos solos finos da amostra com a variação de umidade, sendo possível observar o grau de consistência e a plasticidade dos solos finos que compõem a amostra.

A seguir, na Tabela 06 visualizamos os resultados dos ensaios de granulometria, de limites, de compactação e de CBR. Os resultados mostram que os solos analisados ficam retido um percentual na peneira nº 10, sendo que o percentual passante nesta peneira está no intervalo de 77,0 a 95,4, isto mostra que se tratam de solos que apresentam na sua constituição a presença de pedregulho.

Quando analisamos as granulometrias por peneiramento com sedimentação para os materiais coletados na amostra indeformada próxima do SPT 03 e para a amostra deformada próxima do SPT 01, verificamos que do material que sedimenta predomina a argila em relação ao silte.

Com relação aos índices físicos de limites de liquidez e de plasticidade, verificamos que os limites de liquidez são de 21,9 e 15,0% para as amostras 01 e 02, respectivamente. Com relação ao limite de plasticidade não foi possível a sua determinação em função da característica arenosa das amostras, isto faz com que se tratem de solos de baixa plasticidade.

Nas amostras deformadas também foram realizados os ensaios de compactação para conhecermos os parâmetros de compactação ótima destes solos e medir a massa específica máxima compactada seca. Salientamos que as amostras foram compactadas na energia Proctor Normal.

Para os ensaios de compactação e de CBR, amostras 01 e 02, observamos que a umidade ótima de compactação é de 17,1% e 15,0% e também não apresentam expansão, características de solos areno-argilosos com presença de predegulho na sua constituição. Tal fato é condizente quando se analisa os resultados de peso específico compacto seco máximo, que está na ordem de 1741 kg/m³.

Tabela 6: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização, compactação e CBR.

BACIA DE AMORTECIMENTO	AMOSTRA DEFORMADA	PROF. DE COLETA	ÍNDICES FÍSICOS		GRANULOMETRIA			ENSAIO DE COMPACTAÇÃO		ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (CBR)	
					MATERIAL QUE PASSA NAS PENEIRAS			LABORATÓRIO			
			L.L	I.P.	Nº 10	Nº 40	Nº 200	Hot.	Massa esp. Seca max.	Exp.	ISC
		m	%	%	%	%	%	%	g/cm³	%	%
01	Prox. Do SPT 01	1,20	21,9	NP	77,0	75,5	36,5	17,1	1727	0,0	11,5
02	Prox. Do SPT 03	1,25	15,0	NP	95,4	94,7	45,8	15,2	1756	0,0	12,0

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vegetação em excesso nos taludes e na crista do barramento, conforme Figuras 03 a 05, pode provocar o raizamento profundo e o surgimento de canais preferenciais de percolação de água. Tal fato, no nosso entendimento, deve ser corrigido imediatamente e com manutenção periódica, visando melhorar as condições de segurança das Bacias de Amortecimento.

De modo geral os resultados dos ensaios de SPT mostram que o solo apresenta boa resistência e crescente com a profundidade, exceto para o ensaio SPT 05, localizado na Bacia 01, constatamos que ao longo da profundidade em alguns pontos a consistência é um pouco decrescente com o avanço da profundidade. Tal fato merece uma acurácia e deve ser compatibilizado, se possível, para definir a interseção entre o corpo da barragem e sua fundação.

Considerando esta informação em conjunto com o perfil do terreno, uma das possibilidades é que a análise de estabilidade de taludes seja feita em horizontes estratigráficos distintos. Sendo adotado parâmetros para cada horizonte em função do tipo de material, compacidade e da faixa do número N. Tais informações podem ser complementadas com os resultados dos ensaios de infiltração realizados ao longo da profundidade, no ensaios de SPT, e das informações obtidas dos ensaios de caracterização, compactação, expansão e CBR. De fundamental importância, também compatibilizar estas informações com os resultados dos ensaios de adensamento e de cisalhamento direto.

Sugerimos que tais informações sejam avaliadas pelos projetistas de suas respectivas áreas, ou seja, de fundação, de estabilidade de taludes, de drenagem pluvial ou de geometria, para a concepção final do estudo.

5 REFERÊNCIAS

PDDU/DF, Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal. Distrito Federal, Secretaria de Estado de Obras – 2009.

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.

Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions – ASTM D3080.

Ensaio de permeabilidade em solos: orientações para sua execução no campo – ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental.

Termo de Referência da NOVACAP para Elaboração de Projetos de Drenagem Pluvial, 2012.

VARGAS, M. “Introdução à Mecânica dos Solos”. McGRAW -HILL do Brasil. São Paulo, 1978.

6 ANEXOS

Anexo 01 - Resultados dos Ensaios de Caracterização, de Compactação e CBR.

ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra:	Amostra Deformada (Local do SPT 01)	Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia	
Cliente:	Topocart	Operador:	Francisco	Data: 29/01/2020

Umidade higroscópica				Massa específica dos grãos # 2mm			
Capsula N°	68	4	22	Picnômetro N°	4	9	10
tara (g)	11,94	11,69	12,01	Temperatura (°C)	24,2	24,2	24,2
tara + SH (g)	79,82	77,90	75,01	Pic. + água (g)	636,00	414,65	424,99
tara + SS (g)	78,34	76,44	73,64	Pic.+água+solo(g)	666,87	445,48	455,78
Umidade (%)	2,23	2,25	2,22	Amostra (g)	50,30	50,05	50,03
		w (%):	2,24	G (g/cm ³)	2,68	2,69	2,69
						G _s :	2,69
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			700,0	Massa total da amostra seca M _s (g) =			688,2

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material que 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	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,5	11,26	11,26	98,4
4	4,76	45,92	57,18	91,7
10	2,00	100,93	158,11	77,0

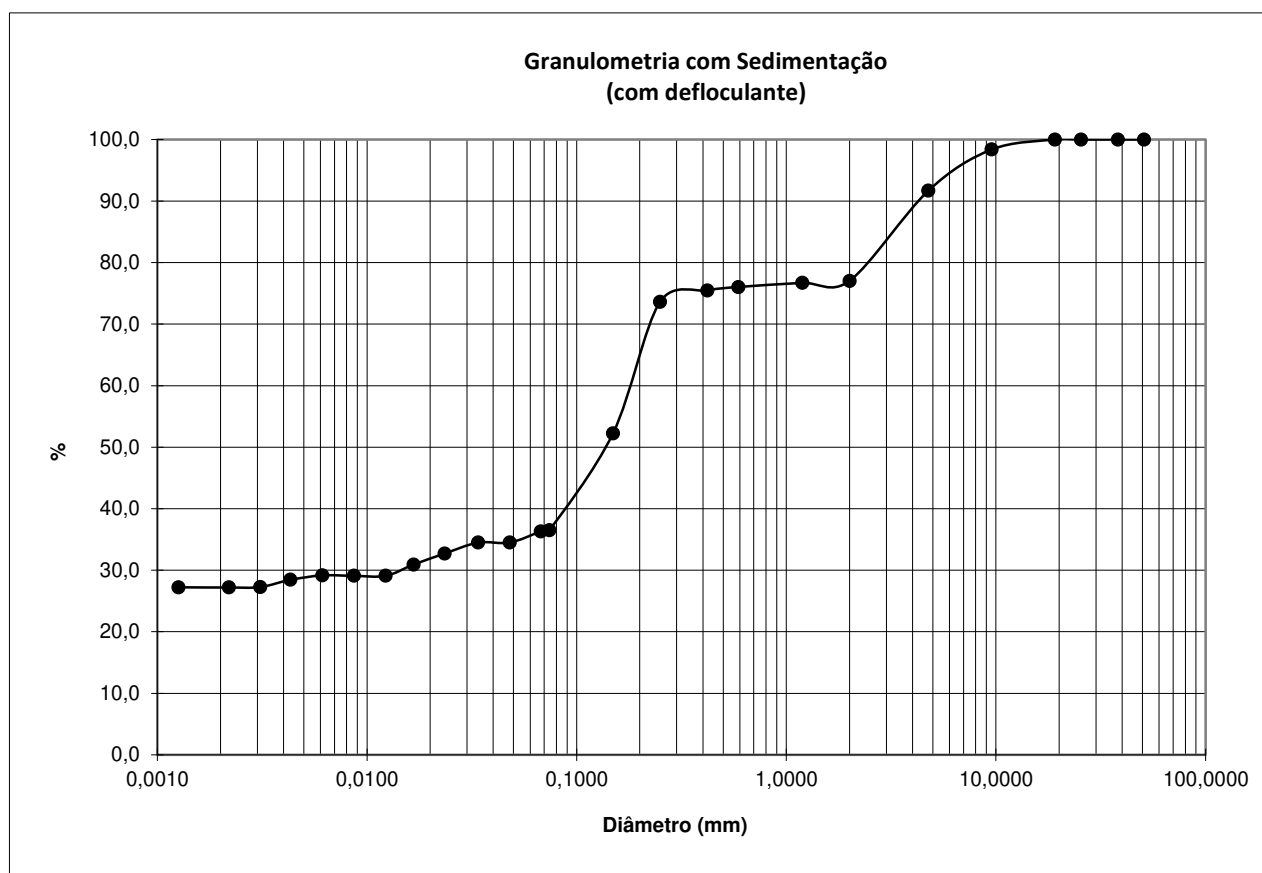
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material que passa
16	1,19	0,29	0,29	76,7
30	0,59	0,59	0,88	76,0
40	0,42	0,50	1,38	75,5
60	0,25	1,64	3,02	73,6
100	0,149	19,03	22,05	52,2
200	0,074	14,02	36,07	36,5

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M_h (g) =					70,06	Densímetro N°:34351	
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm ³)	Ld (g/cm ³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	23,4	1,017	0,9967	13,5	36,3	0,0673
1 min.	60	23,4	1,016	0,9967	13,6	34,5	0,0479
2 min.	120	23,4	1,016	0,9967	13,6	34,5	0,0339
4 min.	240	23,4	1,015	0,9967	13,0	32,7	0,0234
8 min.	480	23,4	1,014	0,9967	13,2	30,9	0,0167
15 min.	900	23,3	1,013	0,9967	13,4	29,1	0,0123
30 min.	1800	23,3	1,013	0,9967	13,4	29,1	0,0087
1 h	3600	23,5	1,013	0,9967	13,4	29,2	0,0061
2 h	7200	24,0	1,013	0,9966	13,5	28,4	0,0043
4 h	14400	23,2	1,012	0,9968	13,5	27,3	0,0031
8 h	28800	23,0	1,012	0,9968	13,5	27,2	0,0022
24 h	86400	23,1	1,012	0,9968	13,5	27,2	0,0013

d (mm)	% mat. pass.	% mat.ret.	MATERIAL	% do material
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	0,0
38,10	100,0	0,0		
25,40	100,0	0,0		
19,10	100,0	0,0	6,0<Pedregulho médio<20,0	6,6
9,52	98,4	1,6		
4,76	91,7	8,3		
2,00	77,0	23,0	2,0<Pedregulho fino<6,0	16,4
1,190	76,7	23,3	0,60<Areia grossa<2,0	1,0
0,590	76,0	24,0	0,20<Areia média<0,6	13,0
0,420	75,5	24,5		
0,250	73,6	26,4		
0,149	52,2	47,8	0,06< Areia fina <0,20	27,4
0,074	36,5	63,5		
0,0673	36,3	63,7		
0,0479	34,5	65,5	0,002 < Silte < 0,06	8,4
0,0339	34,5	65,5		
0,0234	32,7	67,3		
0,0167	30,9	69,1		
0,0123	29,1	70,9		
0,0087	29,1	70,9		
0,0061	29,2	70,8		
0,0043	28,4	71,6		
0,0031	27,3	72,7		
0,0022	27,2	72,8		
0,0013	27,2	72,8	Argila < 0,002	27,2

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

100,0



ENSAIO DE GRANULOMETRIA COM SEDIMENTAÇÃO - COM DEFLOCULANTE

Amostra:	Amostra Indeformada (Local do SPT 03)	Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia	
Cliente:	Topocart	Operador:	Francisco	Data: 14/04/2020

Umidade higroscópica				Massa específica dos grãos # 2mm			
Capsula N°	165	169	121	Picnômetro N°	8	15	16
tara (g)	14,59	13,16	12,86	Temperatura (°C)	22,5	22,5	25,2
tara + SH (g)	77,76	77,52	74,95	Pic. + água (g)	404,90	414,41	425,35
tara + SS (g)	77,15	76,82	74,29	Pic.+água+solo(g)	436,13	445,65	456,48
Umidade (%)	0,98	1,10	1,07	Amostra (g)	50,12	50,04	50,00
		w (%):	1,05	G (g/cm ³)	2,69	2,70	2,69
						G _s :	2,69
Massa da amostra seca ao ar M _t (g) =			801,5	Massa total da amostra seca M _s (g) =			793,6

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material que 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	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,5	7,98	7,98	99,0
4	4,76	12,74	20,72	97,4
10	2,00	15,63	36,35	95,4

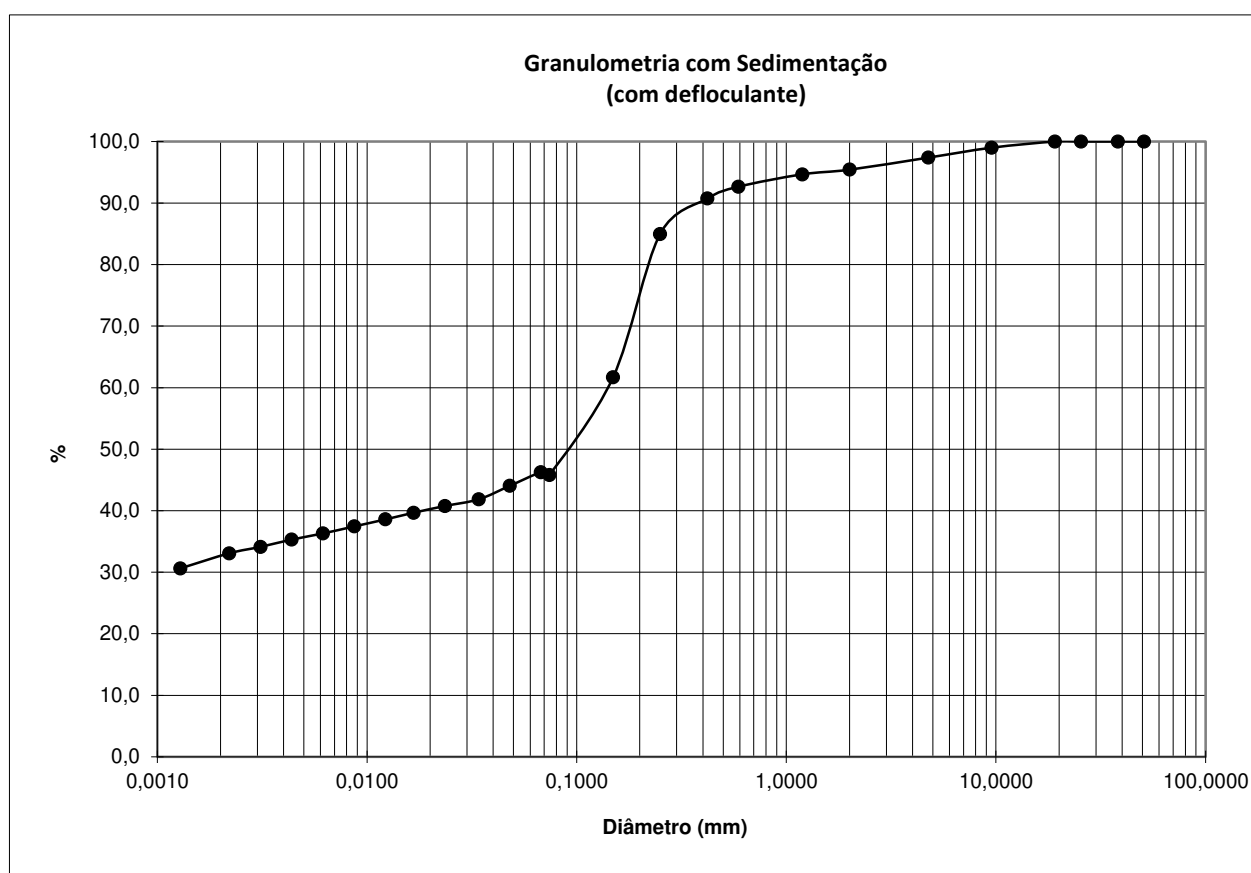
Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo ret. acum.(g)	% material que passa
16	1,19	0,55	0,55	94,7
30	0,59	1,47	2,02	92,6
40	0,42	1,40	3,42	90,7
60	0,25	4,20	7,62	85,0
100	0,149	16,99	24,61	61,7
200	0,074	11,54	36,15	45,8

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M_h (g) =					70,27	Densímetro N°:34351	
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm³)	Ld (g/cm³)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	22,8	1,018	0,9968	13,3	46,2	0,0674
1 min.	60	22,8	1,017	0,9968	13,5	44,0	0,0480
2 min.	120	22,8	1,016	0,9968	13,6	41,9	0,0341
4 min.	240	22,8	1,016	0,9968	12,9	40,8	0,0235
8 min.	480	22,8	1,015	0,9968	13,0	39,7	0,0167
15 min.	900	22,8	1,015	0,9968	13,1	38,6	0,0122
30 min.	1800	22,7	1,014	0,9969	13,2	37,4	0,0087
1 h	3600	22,6	1,014	0,9969	13,3	36,3	0,0062
2 h	7200	22,8	1,013	0,9968	13,4	35,3	0,0044
4 h	14400	22,6	1,013	0,9969	13,5	34,1	0,0031
8 h	28800	22,7	1,012	0,9969	13,5	33,1	0,0022
24 h	86400	22,1	1,011	0,9970	13,7	30,6	0,0013

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	MATERIAL	% do material
50,80	100,0	0,0	20<Pedregulho grosso<60	0,0
38,10	100,0	0,0		
25,40	100,0	0,0		
19,10	100,0	0,0	6,0<Pedregulho médio<20,0	2,2
9,52	99,0	1,0		
4,76	97,4	2,6	2,0<Pedregulho fino<6,0	2,4
2,00	95,4	4,6		
1,190	94,7	5,3	0,60<Areia grossa<2,0	2,7
0,590	92,6	7,4	0,20<Areia média<0,6	19,3
0,420	90,7	9,3		
0,250	85,0	15,0		
0,149	61,7	38,3	0,06< Areia fina <0,20	28,0
0,074	45,8	54,2		
0,0674	46,2	53,8		
0,0480	44,0	56,0		
0,0341	41,9	58,1	0,002 < Silte < 0,06	12,9
0,0235	40,8	59,2		
0,0167	39,7	60,3		
0,0122	38,6	61,4		
0,0087	37,4	62,6		
0,0062	36,3	63,7		
0,0044	35,3	64,7		
0,0031	34,1	65,9		
0,0022	33,1	66,9		
0,0013	30,6	69,4		
			Argila < 0,002	32,5

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

100,0



Anexo 02 - Boletim das Sondagens SPT

[illegible]

LAUDO DE SONDAGEM - SPT

	Empresa:	Topocart		21/02/2020
	Local:	ADE Centro Norte - Bacia 01		
	Obra:	Estudo drenagem pluvial	Sondador:	Gladson
	AMOSTRADOR:	SPT 2'	Revestimento:	2 1/2'
	PESO DO PILAO:	65Kg	Altura de queda:	75cm
			Comprimento revestimento:	

FURO	SP 02	(N)	PENETRAÇÃO - cm	NÍVEL INICIAL (m):	2,97
		(NA)	NÍVEL D'ÁGUA	NÍVEL 24h (m):	2,88
		(A)	NUMERO DA AMOSTRA	COORDENADAS:	809493
		(PG)	PERFIL GRAFICO	FUSO 22 L	8245107

		N/30	A	Prof (m)	N.A.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
1		39	/30	1		Areia p/ argilosa, p/ pedregulhosa, variegada, COMPACTA
				1,45		
		34	/30	2		Areia p/ argilosa, p/ pedregulhosa, variegada, COMPACTA
				2,45		
2				2,00		
				2,45		
3				3,00	2.88	
		48	/30	3		Areia p/ argilosa, variegada, MUITO COMPACTA
4				3,45		
				4,00		
5		55	/21	4		Areia p/ argilosa, p/ pedregulhosa, variegada, MUITO COMPACTA
				4,36		
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

OBS: Término da Sondagem.

LAUDO DE SONDAGEM - SPT

	Empresa:	Topocart	
	Local:	ADE Centro Norte - Entre Bacias 02 e 03	21/02/2020
	Obra:	Estudo drenagem pluvial	Sondador: Evânio
	AMOSTRADOR:	SPT 2"	Revestimento: 2 1/2"
	PESO DO PILAO:	65Kg	Altura de queda: 75cm
		Comprimento revestimento:	

FURO	SP 03	(N)	PENETRAÇÃO - cm	NÍVEL INICIAL (m):	2,63
		(NA)	NÍVEL D'ÁGUA	NÍVEL 24h (m):	2,47
		(A)	NUMERO DA AMOSTRA	COORDENADAS:	809475
		(PG)	PERFIL GRAFICO	FUSO 22 L	8244989

		N/30	A	Prof (m)	N.A.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO
	1	15 /30	1	1,00 1,45		Argila arenosa p/ pedregulhosa, vermelha, RIJA
	2	14 /30	2	2,00 2,45		Argila arenosa p/ pedregulhosa, vermelha, RIJA
	3	19 /30	3	3,00 3,45	2,47	Argila arenosa p/ pedregulhosa, vermelha, RIJA
	4	34 /30	4	4,00 4,45		Areia p/ argilosa, p/ pedregulhosa, variegada, COMPACTA
	5	50 /30	5	5,00 5,45		Areia p/ argilosa, p/ pedregulhosa, variegada, MUITO COMPACTA
	6	58 /20	6	6,00 6,35		Areia p/ argilosa, variegada, MUITO COMPACTA
	7					
	8					
	9					OBS: Limite da sondagem, penetração interrompida antes de 45 cm, quando um dos segmentos ultrapassar 30 golpes.
	10					
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

OBS: Término da Sondagem.

[illegible]

[illegible]

Anexo 03 – Resultado dos Ensaios de Cisalhamento Direto

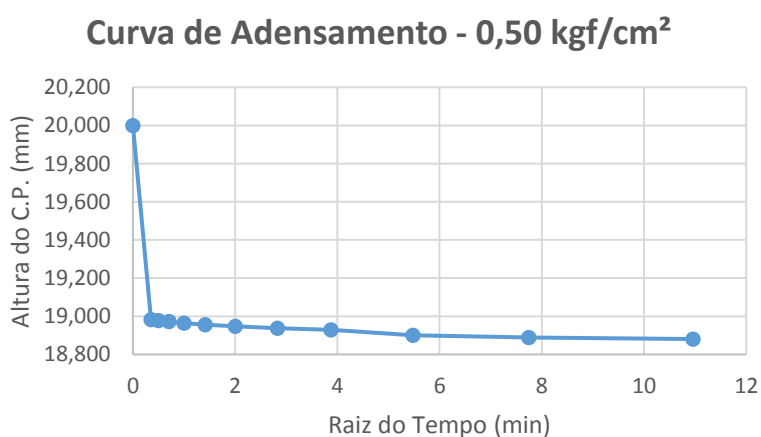
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm²

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	01/04/2020	Vel. De Cis. (mm/min)	0,10

DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	1,89	Massa específica apar. seca (g/cm ³)	1,72
Lado (cm)	5,08		
Área (cm ²)	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Volume (cm ³)	48,72		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm ³)	1,00
Massa C.P. + molde (g)	181,40		
Massa C.P. úmido (g)	96,50	Índice de Vazios - e	0,633
Massa C.P. seco(g)	83,56	Altura dos sólidos (cm)	1,16

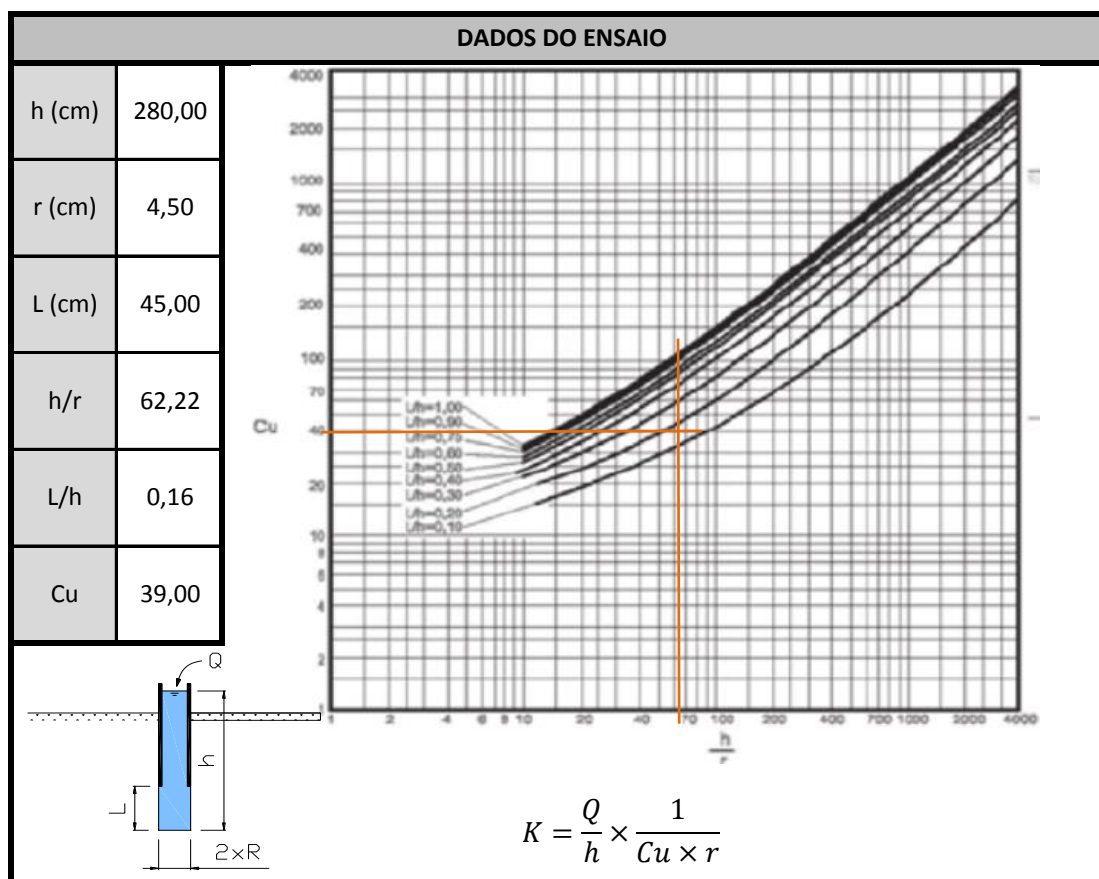
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	73	97	172	168
Tara (g)	12,1	13,6	14,6	13,4
Tara + Solo úmido (g)	58,8	48,0	55,4	60,2
Tara + Solo seco (g)	52,8	43,2	46,6	50,7
Água (g)	6,0	4,8	8,8	9,5
Solo Seco (g)	40,7	29,6	32,0	37,3
Umidade (%)	14,74	16,22	27,50	25,47
Média da Umidade (%)	15,48		26,48	

FASE DE ADENSAMENTO			
TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	0,729
0,125	1,018	18,982	0,641
0,25	1,022	18,978	0,641
0,5	1,027	18,973	0,641
1	1,035	18,965	0,640
2	1,045	18,955	0,639
4	1,053	18,947	0,638
8	1,063	18,937	0,637
15	1,071	18,929	0,637
30	1,099	18,901	0,634
60	1,110	18,890	0,633
120	1,119	18,881	0,633



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ACIMA DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	2,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	2,45	DATA:	15/04/2020



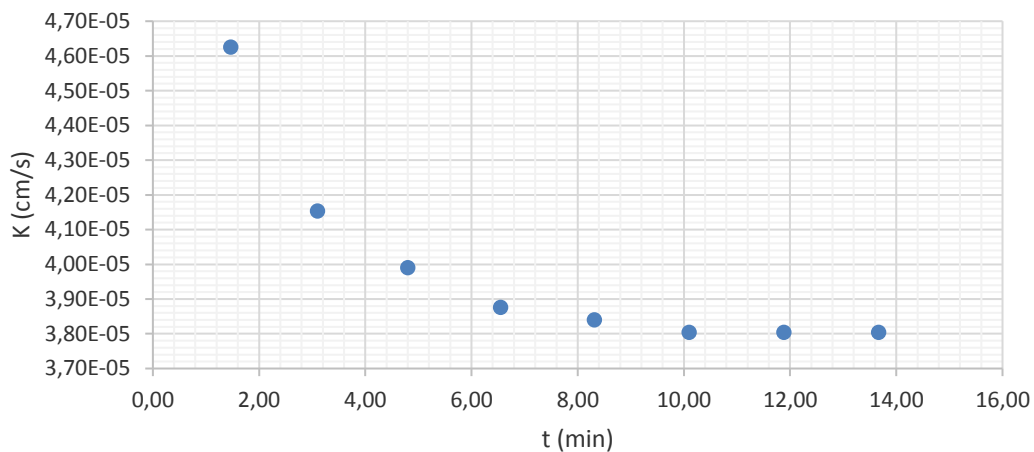
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	88,00	1,47	4,63E-05
2	0,20	0,40	98,00	3,10	4,15E-05
3	0,20	0,60	102,00	4,80	3,99E-05
4	0,20	0,80	105,00	6,55	3,88E-05
5	0,20	1,00	106,00	8,32	3,84E-05
6	0,20	1,20	107,00	10,10	3,80E-05
7	0,20	1,40	107,00	11,88	3,80E-05
8	0,20	1,60	107,00	13,67	3,80E-05

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

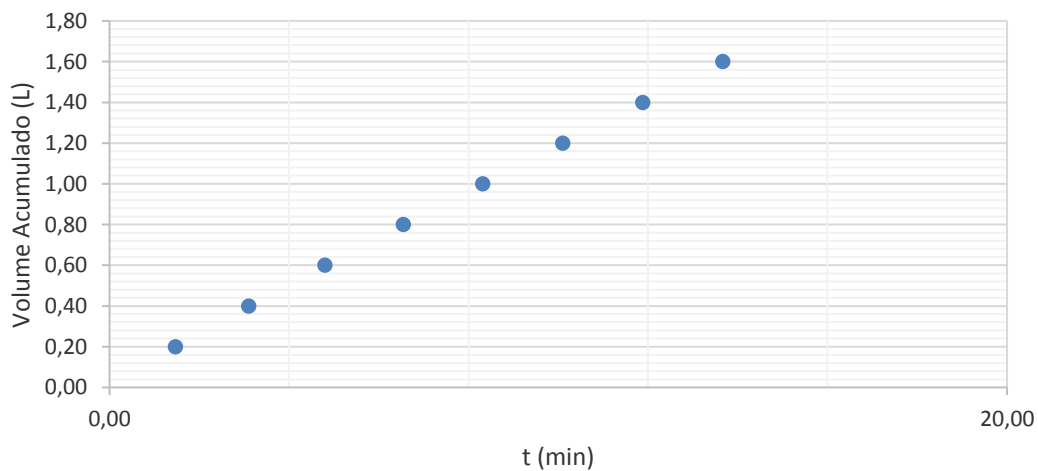
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	2,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	2,45	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

Tempo x K

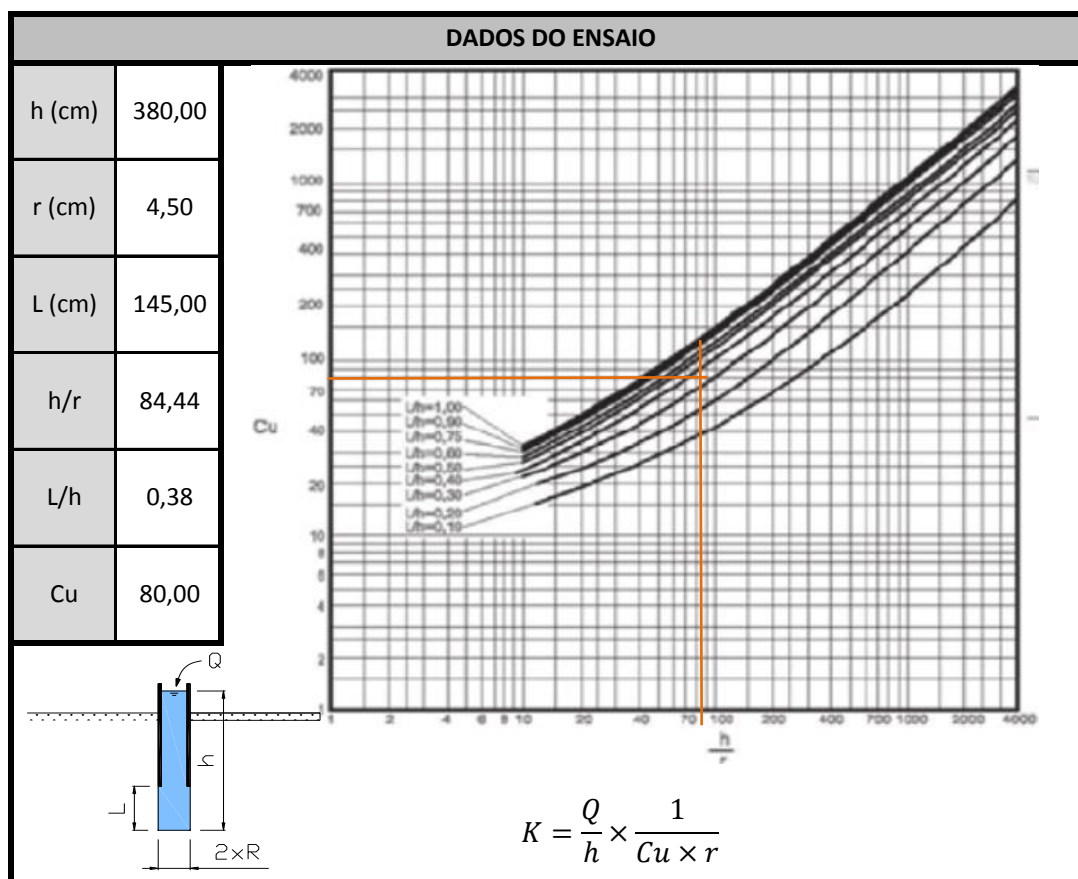


Tempo x Volume Acumulado



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ACIMA DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	2,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	3,45	DATA:	15/04/2020



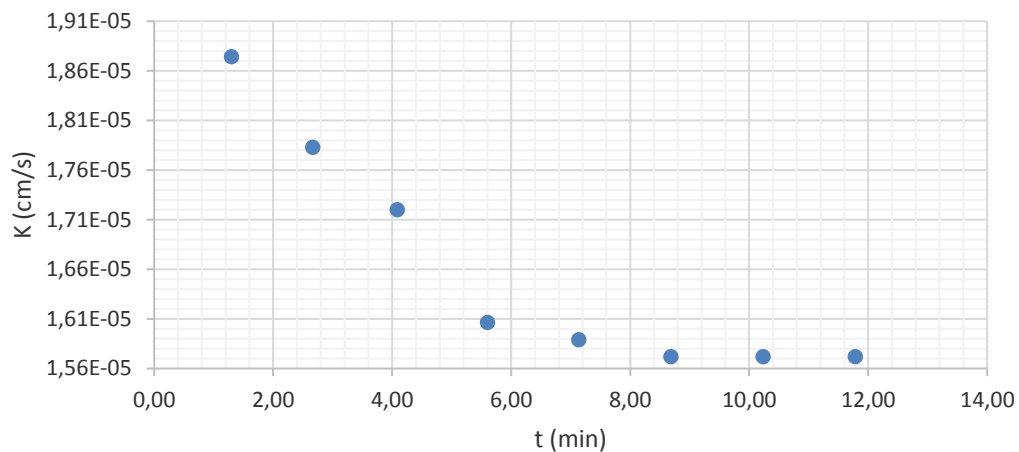
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	78,00	1,30	1,87E-05
2	0,20	0,40	82,00	2,67	1,78E-05
3	0,20	0,60	85,00	4,08	1,72E-05
4	0,20	0,80	91,00	5,60	1,61E-05
5	0,20	1,00	92,00	7,13	1,59E-05
6	0,20	1,20	93,00	8,68	1,57E-05
7	0,20	1,40	93,00	10,23	1,57E-05
8	0,20	1,60	93,00	11,78	1,57E-05

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

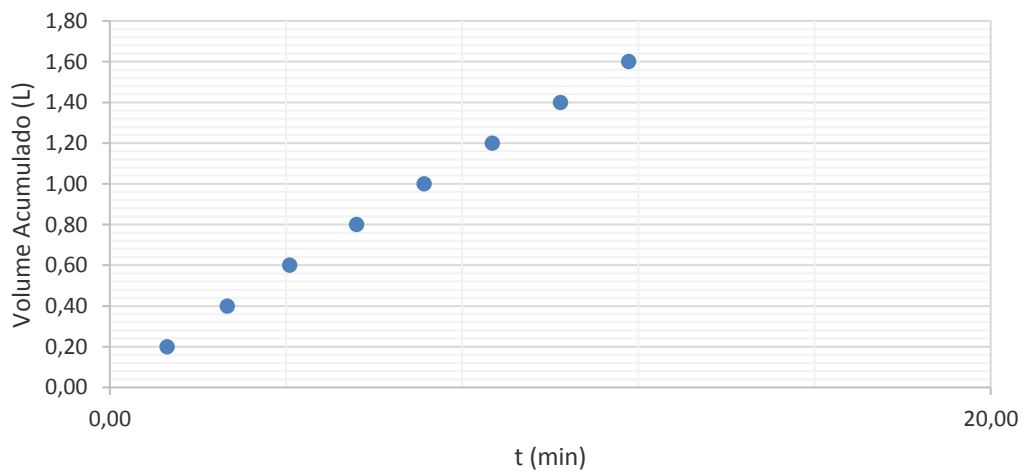
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	2,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	3,45	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

Tempo x K



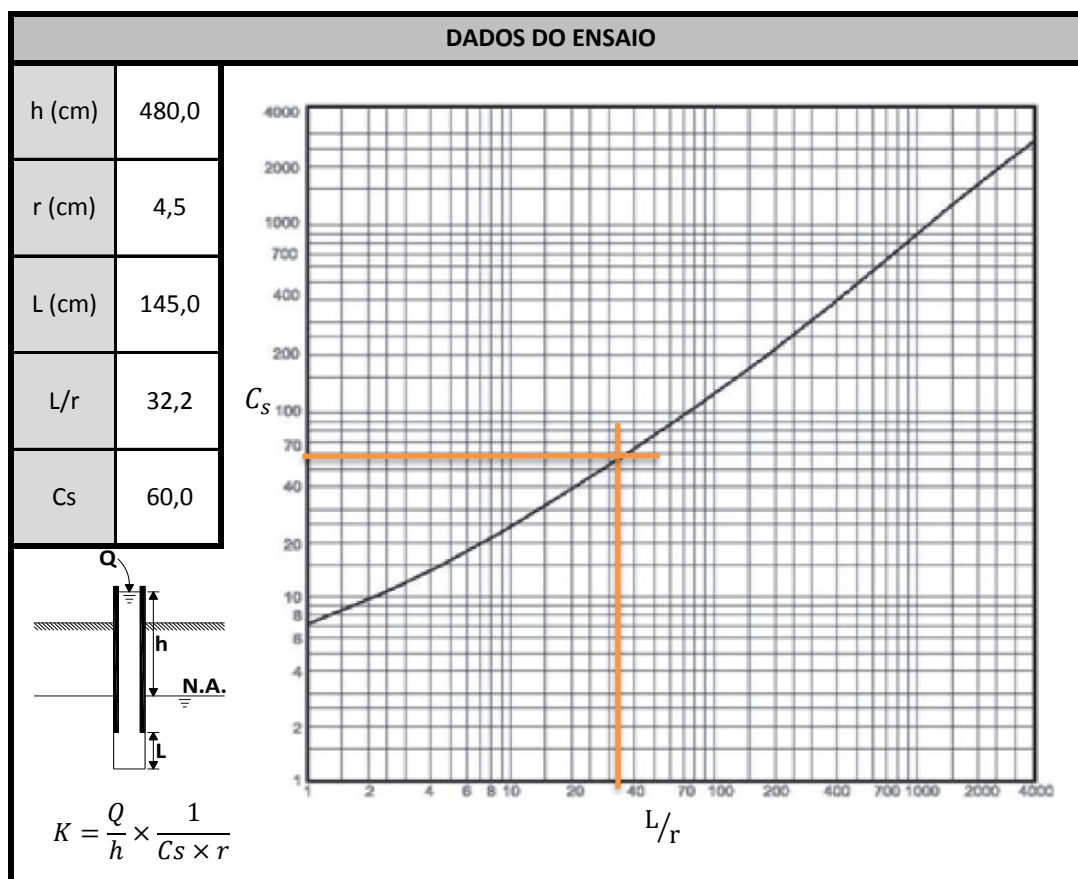
Tempo x Volume Acumulado



Anexo 04 – Resultado dos Ensaio de Infiltração

ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	3,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	4,45	DATA:	15/04/2020



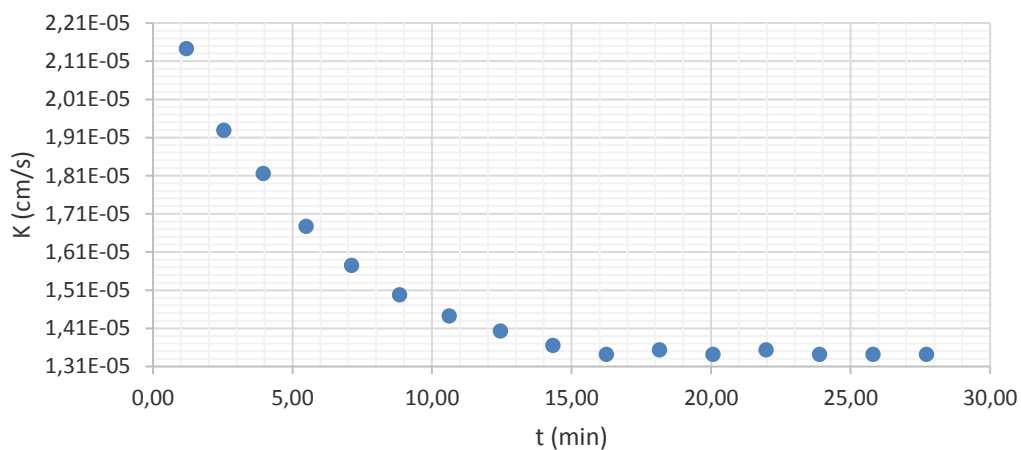
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)	Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	72,00	1,20	2,14E-05	9	0,20	1,80	113,00	14,33	1,37E-05
2	0,20	0,40	80,00	2,53	1,93E-05	10	0,20	2,00	115,00	16,25	1,34E-05
3	0,20	0,60	85,00	3,95	1,82E-05	11	0,20	2,20	114,00	18,15	1,35E-05
4	0,20	0,80	92,00	5,48	1,68E-05	12	0,20	2,40	115,00	20,07	1,34E-05
5	0,20	1,00	98,00	7,12	1,57E-05	13	0,20	2,60	114,00	21,97	1,35E-05
6	0,20	1,20	103,00	8,83	1,50E-05	14	0,20	2,80	115,00	23,88	1,34E-05
7	0,20	1,40	107,00	10,62	1,44E-05	15	0,20	3,00	115,00	25,80	1,34E-05
8	0,20	1,60	110,00	12,45	1,40E-05	16	0,20	3,20	115,00	27,72	1,34E-05

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

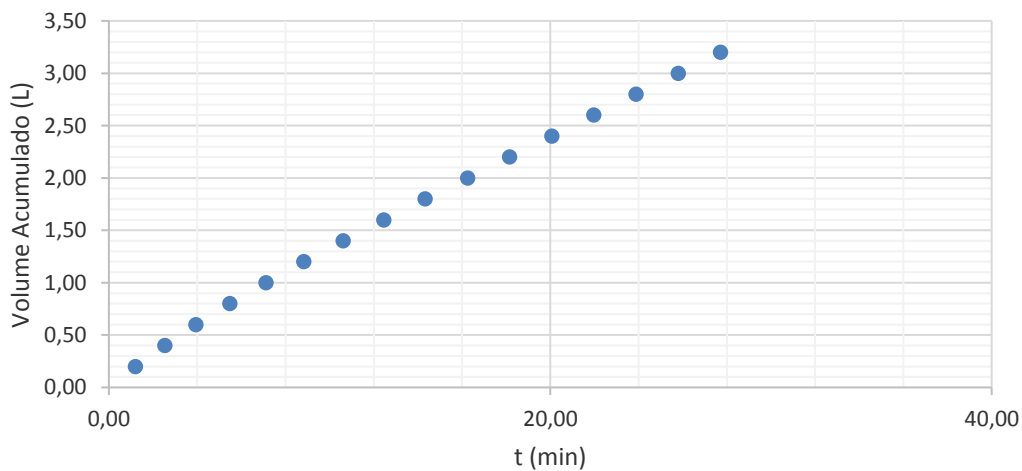
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	3,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	4,45 m	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

Tempo x K

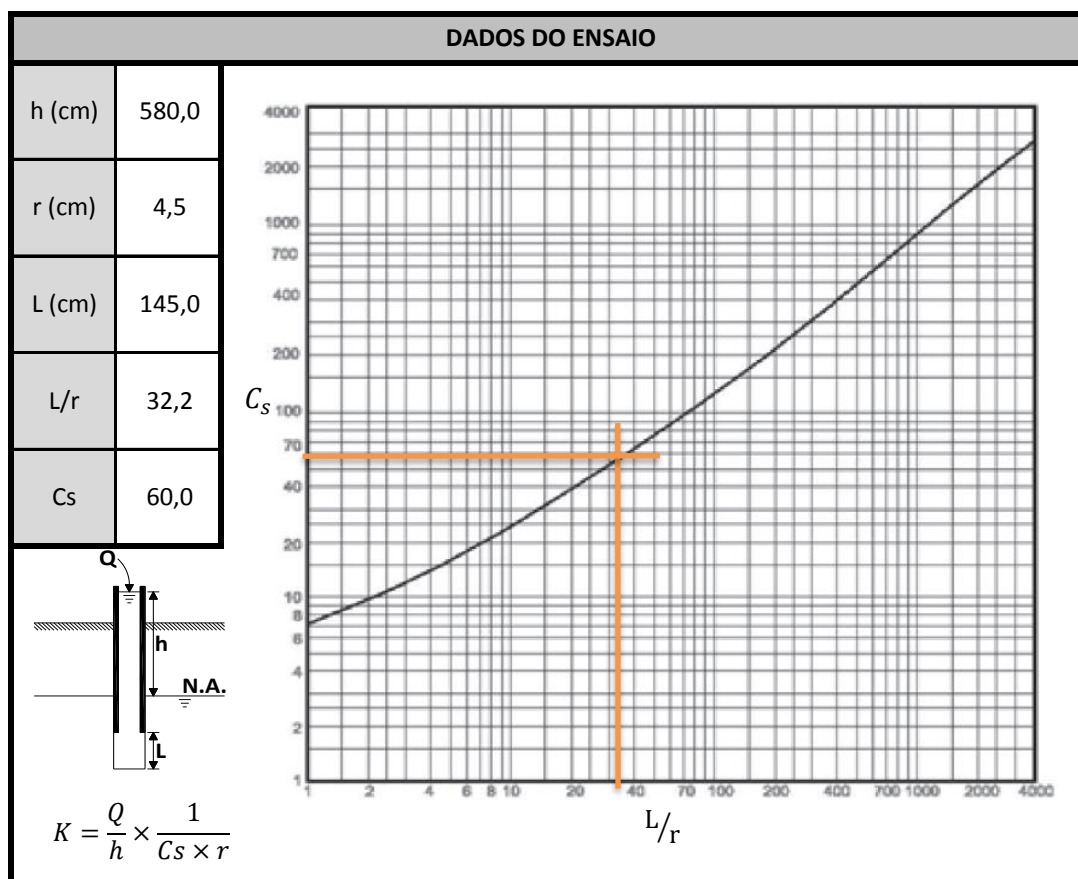


Tempo x Volume Acumulado



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	4,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	5,45	DATA:	15/04/2020



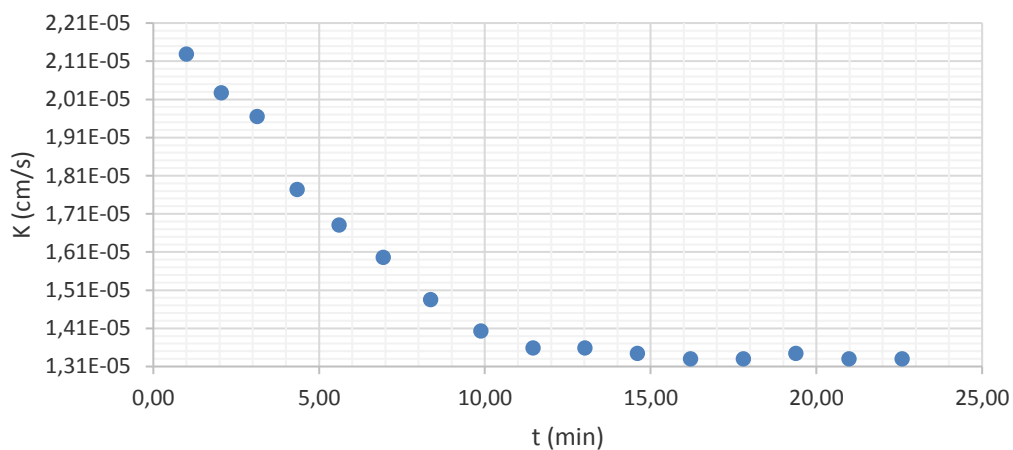
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)	Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	60,00	1,00	2,13E-05	9	0,20	1,80	94,00	11,45	1,36E-05
2	0,20	0,40	63,00	2,05	2,03E-05	10	0,20	2,00	94,00	13,02	1,36E-05
3	0,20	0,60	65,00	3,13	1,96E-05	11	0,20	2,20	95,00	14,60	1,34E-05
4	0,20	0,80	72,00	4,33	1,77E-05	12	0,20	2,40	96,00	16,20	1,33E-05
5	0,20	1,00	76,00	5,60	1,68E-05	13	0,20	2,60	96,00	17,80	1,33E-05
6	0,20	1,20	80,00	6,93	1,60E-05	14	0,20	2,80	95,00	19,38	1,34E-05
7	0,20	1,40	86,00	8,37	1,49E-05	15	0,20	3,00	96,00	20,98	1,33E-05
8	0,20	1,60	91,00	9,88	1,40E-05	16	0,20	3,20	96,00	22,58	1,33E-05

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

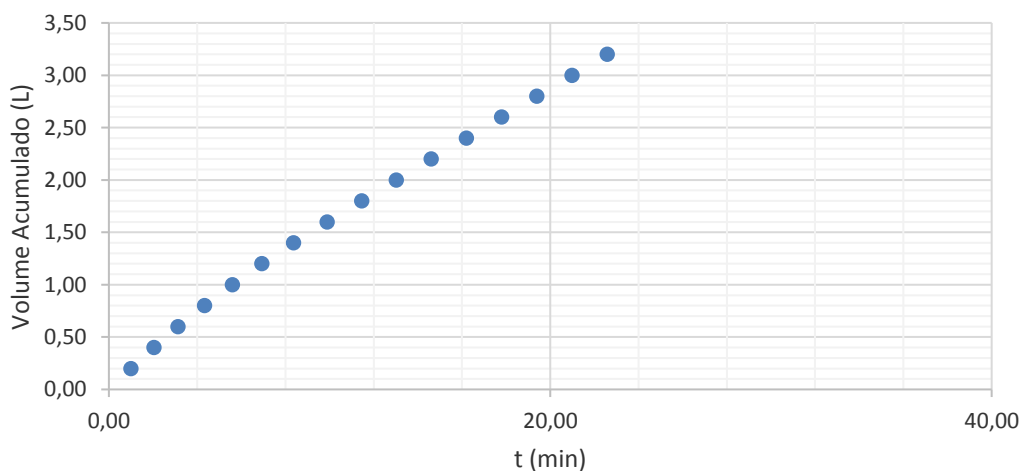
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	4,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	5,45	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

Tempo x K

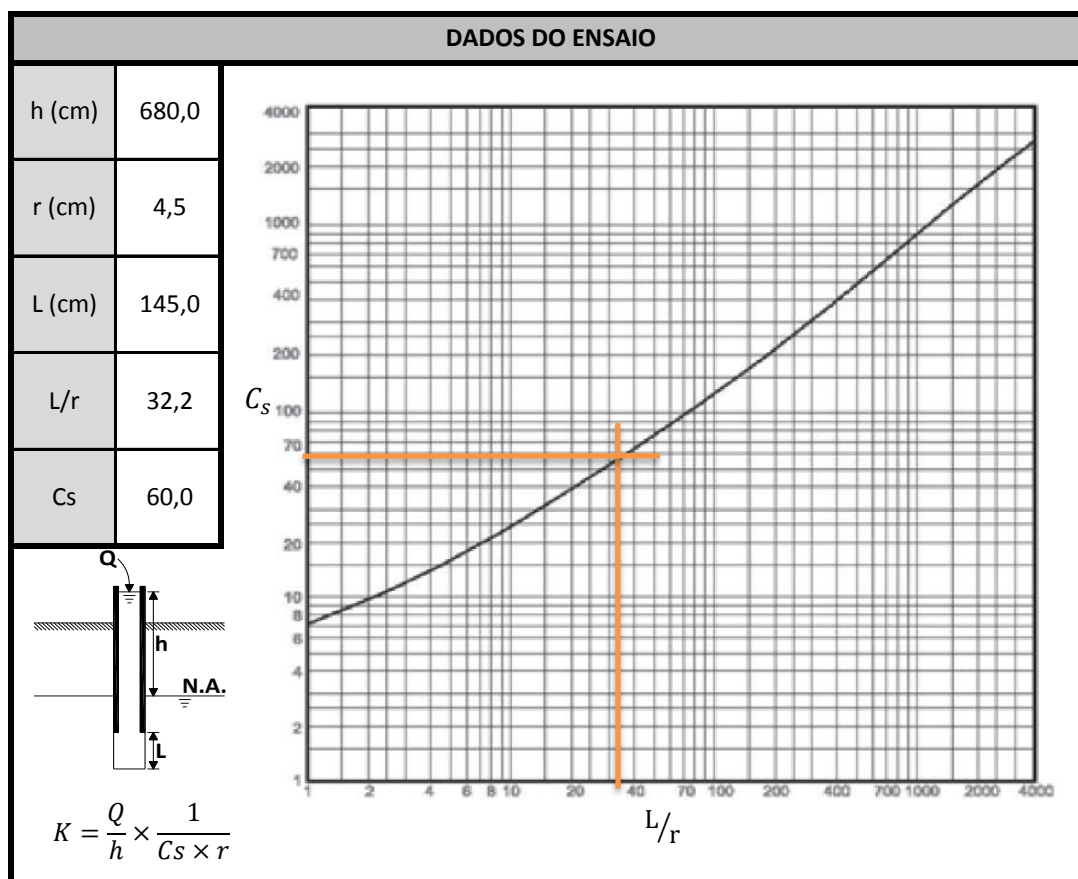


Tempo x Volume Acumulado



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	5,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	6,45	DATA:	15/04/2020



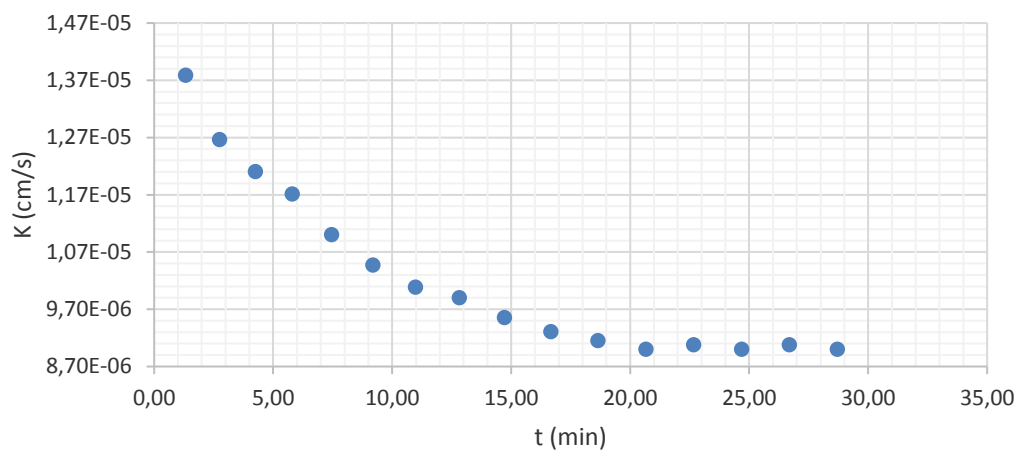
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)	Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	79,00	1,32	1,38E-05	9	0,20	1,80	114,00	14,72	9,56E-06
2	0,20	0,40	86,00	2,75	1,27E-05	10	0,20	2,00	117,00	16,67	9,31E-06
3	0,20	0,60	90,00	4,25	1,21E-05	11	0,20	2,20	119,00	18,65	9,15E-06
4	0,20	0,80	93,00	5,80	1,17E-05	12	0,20	2,40	121,00	20,67	9,00E-06
5	0,20	1,00	99,00	7,45	1,10E-05	13	0,20	2,60	120,00	22,67	9,08E-06
6	0,20	1,20	104,00	9,18	1,05E-05	14	0,20	2,80	121,00	24,68	9,00E-06
7	0,20	1,40	108,00	10,98	1,01E-05	15	0,20	3,00	120,00	26,68	9,08E-06
8	0,20	1,60	110,00	12,82	9,90E-06	16	0,20	3,20	121,00	28,70	9,00E-06

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

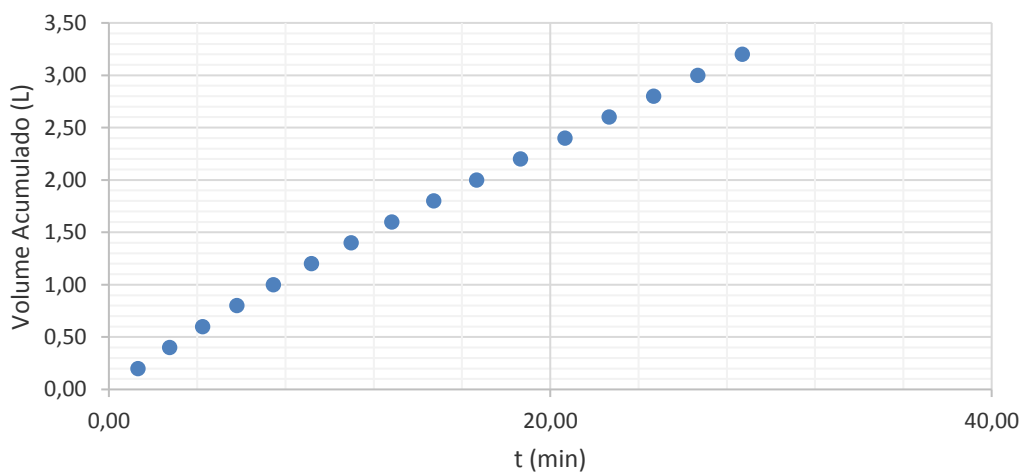
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	5,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	6,45	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

Tempo x K

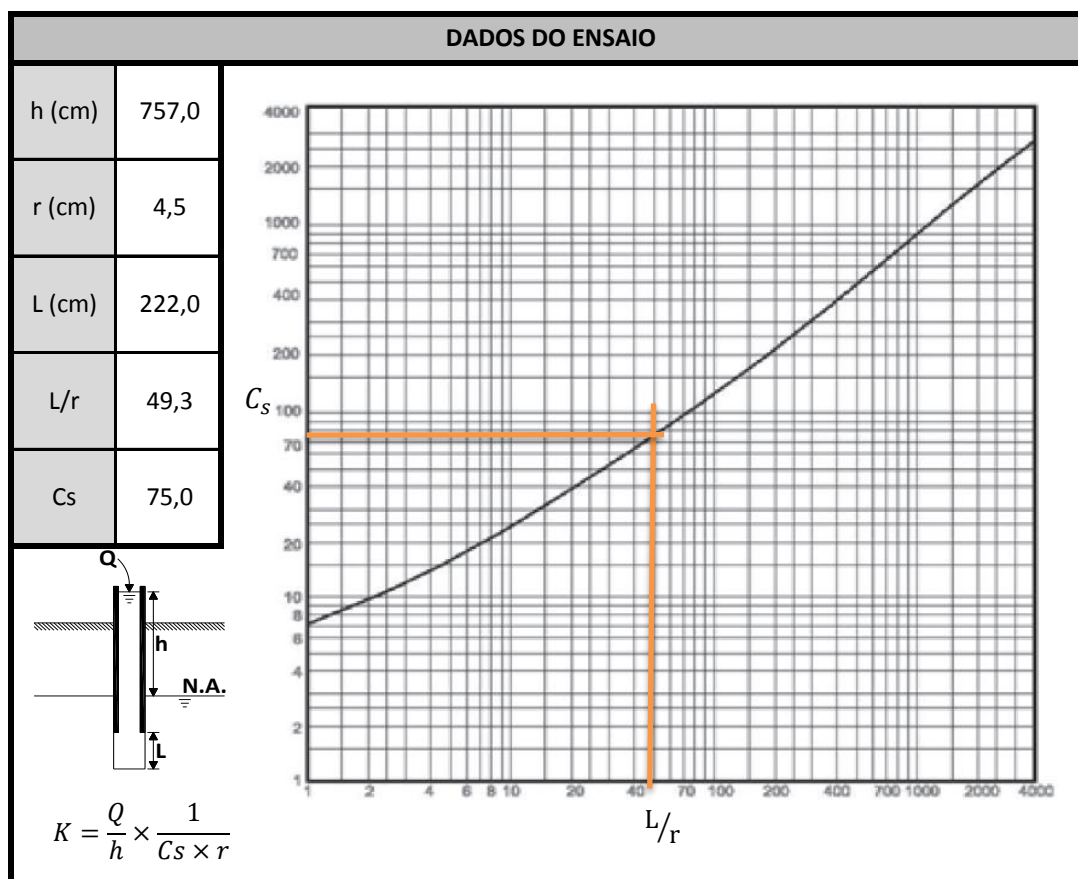


Tempo x Volume Acumulado



ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - ABAIXO DO NÍVEL D'ÁGUA

CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	5,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	7,22	DATA:	15/04/2020



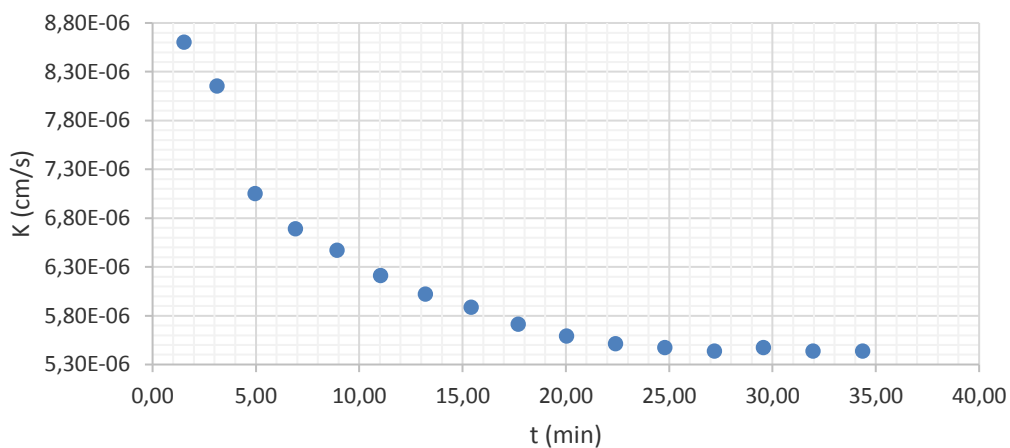
Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)	Leitura	ΔVol (L)	Vol Acum. (L)	ΔT (seg)	T Acum. (min)	k (cm/s)
1	0,20	0,20	91,00	1,52	8,60E-06	9	0,20	1,80	137,00	17,70	5,71E-06
2	0,20	0,40	96,00	3,12	8,15E-06	10	0,20	2,00	140,00	20,03	5,59E-06
3	0,20	0,60	111,00	4,97	7,05E-06	11	0,20	2,20	142,00	22,40	5,51E-06
4	0,20	0,80	117,00	6,92	6,69E-06	12	0,20	2,40	143,00	24,78	5,47E-06
5	0,20	1,00	121,00	8,93	6,47E-06	13	0,20	2,60	144,00	27,18	5,44E-06
6	0,20	1,20	126,00	11,03	6,21E-06	14	0,20	2,80	143,00	29,57	5,47E-06
7	0,20	1,40	130,00	13,20	6,02E-06	15	0,20	3,00	144,00	31,97	5,44E-06
8	0,20	1,60	133,00	15,42	5,89E-06	16	0,20	3,20	144,00	34,37	5,44E-06

BOLETIM DE SONDAGEM E GRÁFICOS

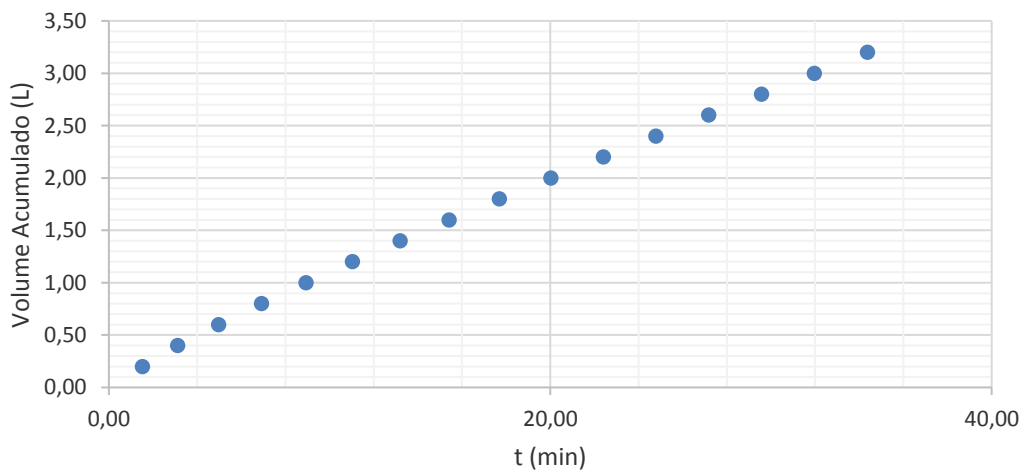
CLIENTE:	TOPOCART		
LOCAL:	ADE CENTRO NORTE - CEILÂNDIA	PROF. DO REVESTIMENTO(m):	5,00
ENSAIO:	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO - SPT 05	NÍVEL D'ÁGUA (m):	3,37
PROFUNDIDADE DO ENSAIO (m):	7,22	DATA:	15/04/2020

REGISTRO	N.A (m)	PROFUND. (m)		CLASSIFICAÇÃO
SPT 05	3,37	0,00	1,69	Argila arenosa, vermelha
		1,69	3,16	Argila areno-pedregulhosa, vermelha
		3,16	5,60	Argila arenosa p/ siltosa, p/ pedregulhosa, vermelha
		5,60	7,22	Areia siltosa p/ argilosa, variegada

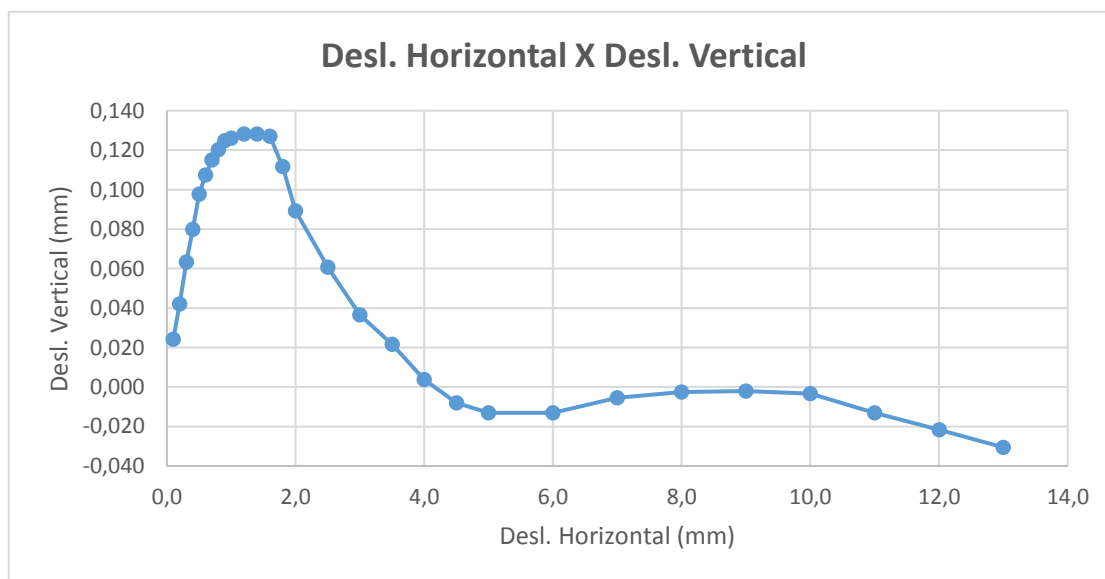
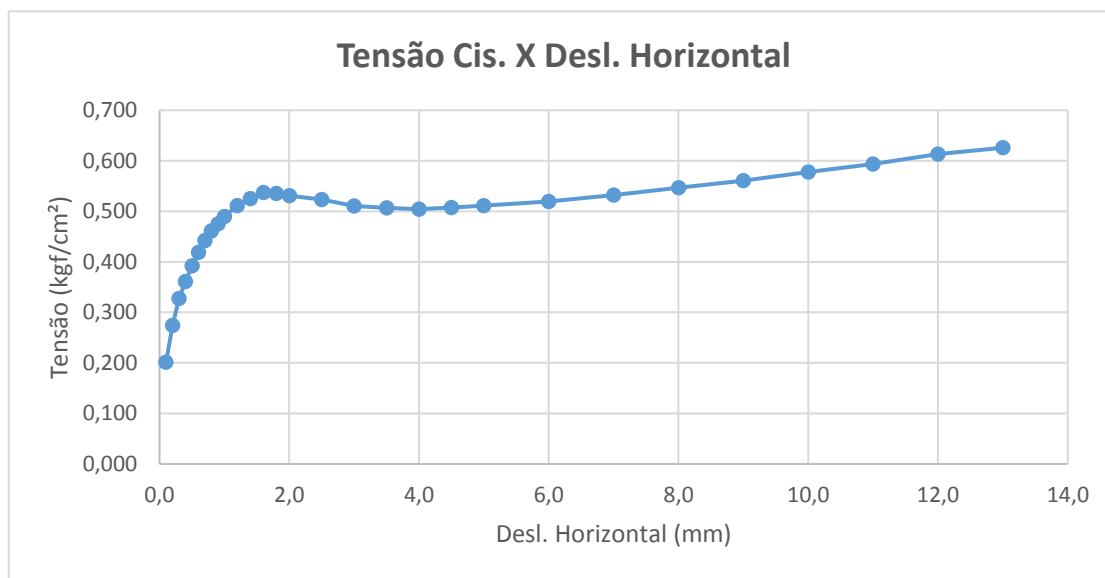
Tempo x K



Tempo x Volume Acumulado



FASE DE CISALHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 0,50 kgf/cm ²							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)
0,1	0,024	5,189	0,201	3,0	0,037	12,401	0,511
0,2	0,042	7,052	0,274	3,5	0,022	12,178	0,507
0,3	0,063	8,405	0,328	4,0	0,004	11,987	0,504
0,4	0,080	9,249	0,361	4,5	-0,008	11,939	0,508
0,5	0,098	10,013	0,392	5,0	-0,013	11,891	0,511
0,6	0,107	10,681	0,419	6,0	-0,013	11,827	0,520
0,7	0,115	11,254	0,442	7,0	-0,006	11,843	0,532
0,8	0,120	11,716	0,461	8,0	-0,003	11,891	0,547
0,9	0,125	12,050	0,475	9,0	-0,002	11,907	0,561
1,0	0,126	12,385	0,490	10,0	-0,003	11,971	0,578
1,2	0,128	12,878	0,511	11,0	-0,013	12,003	0,594
1,4	0,128	13,181	0,525	12,0	-0,022	12,082	0,613
1,6	0,127	13,419	0,537	13,0	-0,031	12,018	0,626
1,8	0,112	13,324	0,535				
2,0	0,089	13,165	0,531				
2,5	0,061	12,846	0,524				



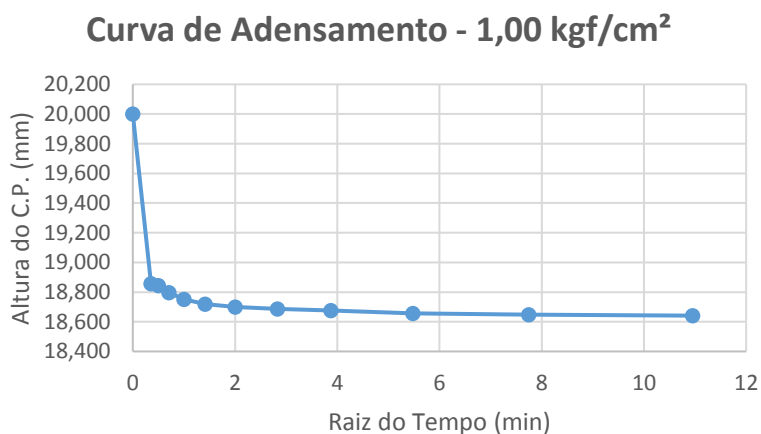
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm²

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	06/04/2020	Vel. De Cis. (mm/min)	0,10

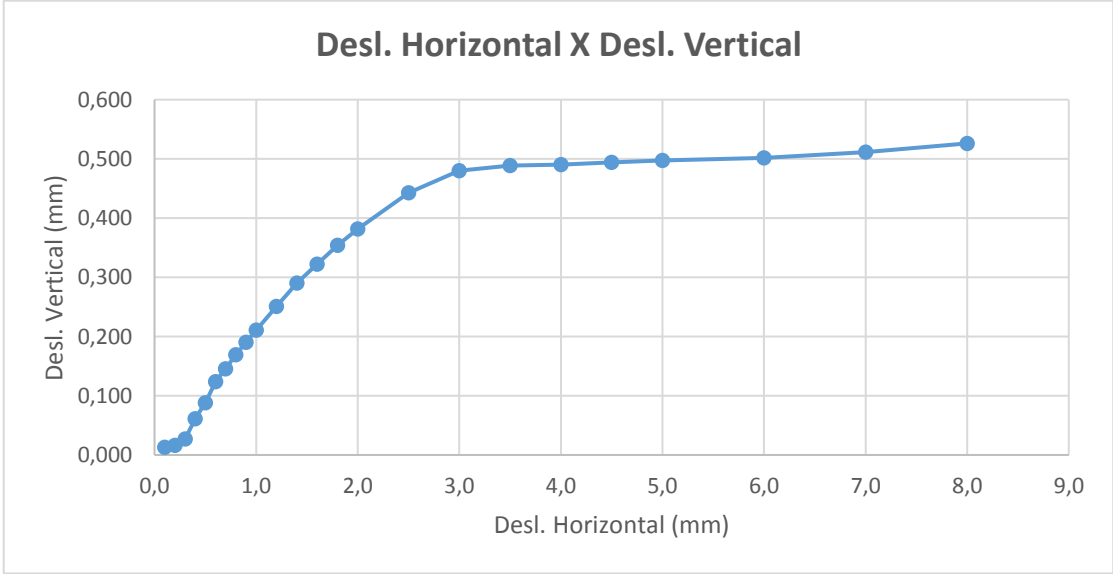
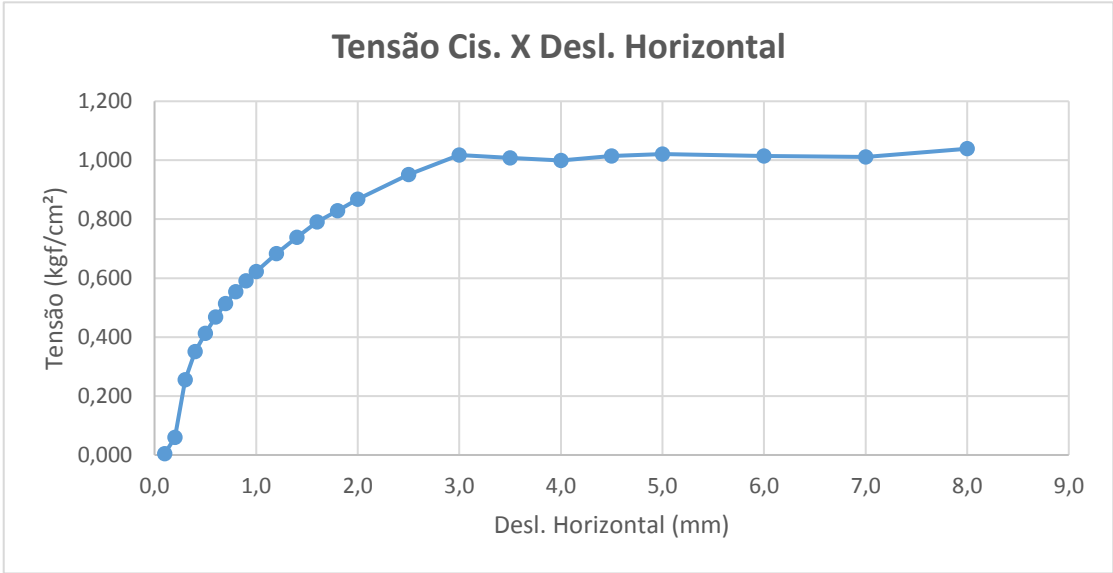
DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	1,86	Massa específica apar. seca (g/cm ³)	1,69
Lado (cm)	5,08		
Área (cm ²)	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Volume (cm ³)	48,11		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm ³)	1,00
Massa C.P. + molde (g)	178,80		
Massa C.P. úmido (g)	93,90	Índice de Vazios - e	0,657
Massa C.P. seco(g)	81,31	Altura dos sólidos (cm)	1,13

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	73	97	103	173
Tara (g)	12,1	13,6	12,8	14,1
Tara + Solo úmido (g)	58,8	48,0	55,0	59,1
Tara + Solo seco (g)	52,8	43,2	46,0	49,7
Água (g)	6,0	4,8	9,0	9,4
Solo Seco (g)	40,7	29,6	33,2	35,6
Umidade (%)	14,74	16,22	27,11	26,40
Média da Umidade (%)	15,48		26,76	

FASE DE ADENSAMENTO			
TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	0,777
0,125	1,143	18,857	0,676
0,25	1,156	18,844	0,675
0,5	1,203	18,797	0,670
1	1,249	18,751	0,666
2	1,281	18,719	0,663
4	1,300	18,700	0,662
8	1,314	18,686	0,660
15	1,325	18,675	0,660
30	1,343	18,657	0,658
60	1,352	18,648	0,657
120	1,359	18,641	0,657



FASE DE CISLHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 1,00 kgf/cm ²							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)
0,1	0,013	0,111	0,004	3,0	0,480	24,706	1,017
0,2	0,016	1,544	0,060	3,5	0,489	24,212	1,008
0,3	0,027	6,558	0,256	4,0	0,490	23,750	0,999
0,4	0,061	8,994	0,351	4,5	0,494	23,846	1,014
0,5	0,088	10,538	0,412	5,0	0,497	23,750	1,021
0,6	0,124	11,939	0,468	6,0	0,502	23,082	1,014
0,7	0,146	13,069	0,514	7,0	0,511	22,493	1,011
0,8	0,169	14,056	0,553	8,0	0,526	22,588	1,039
0,9	0,190	14,963	0,590				
1,0	0,211	15,743	0,622				
1,2	0,251	17,208	0,683				
1,4	0,290	18,545	0,739				
1,6	0,322	19,755	0,790				
1,8	0,354	20,630	0,829				
2,0	0,382	21,522	0,868				
2,5	0,443	23,337	0,951				



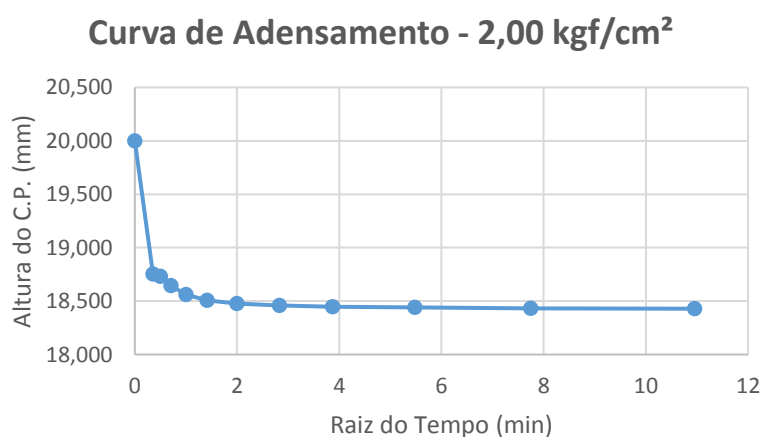
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO - TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm²

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	09/04/2020	Vel. De Cis. (mm/min)	0,10

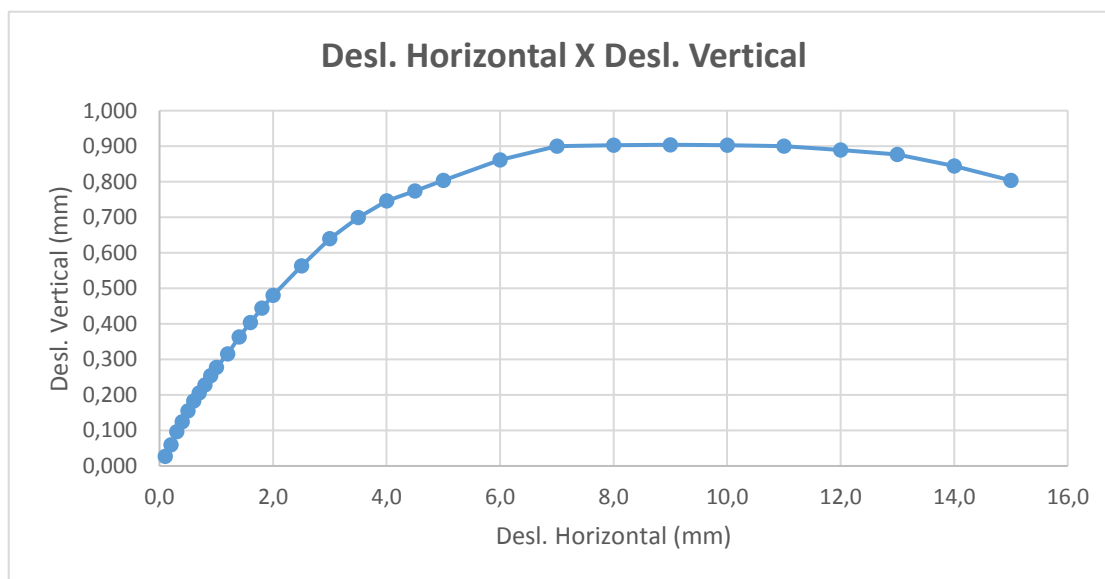
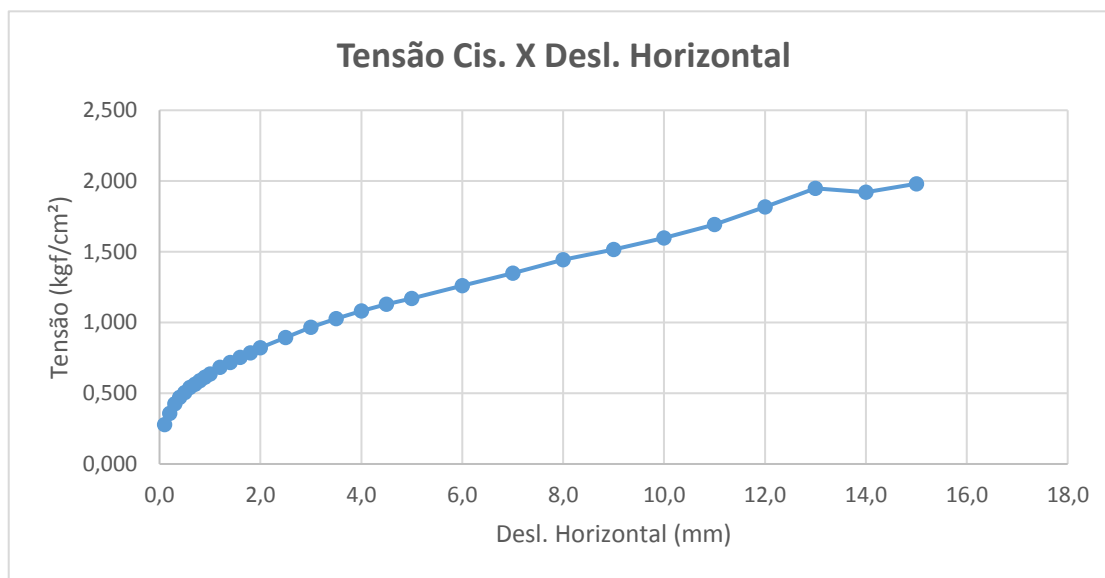
DADOS FINAIS DO CORPO DE PROVA (C.P.)			
Altura (cm)	1,84	Massa específica apar. seca (g/cm ³)	1,68
Lado (cm)	5,08		
Área (cm ²)	25,81	Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Volume (cm ³)	47,56		
Massa do molde (g)	84,90	Massa específica da água (g/cm ³)	1,00
Massa C.P. + molde (g)	179,00		
Massa C.P. úmido (g)	94,10	Índice de Vazios - e	0,670
Massa C.P. seco(g)	79,74	Altura dos sólidos (cm)	1,10

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	112	108	104	156
Tara (g)	11,3	13,9	14,6	14,1
Tara + Solo úmido (g)	61,8	72,8	56,2	55,4
Tara + Solo seco (g)	54,1	63,8	48,6	47,6
Água (g)	7,7	9,0	7,6	7,8
Solo Seco (g)	42,8	49,9	34,0	33,5
Umidade (%)	17,99	18,04	22,35	23,28
Média da Umidade (%)	18,01		22,82	

FASE DE ADENSAMENTO			
TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	0,812
0,125	1,246	18,754	0,699
0,25	1,268	18,732	0,698
0,5	1,355	18,645	0,690
1	1,438	18,562	0,682
2	1,493	18,507	0,677
4	1,522	18,478	0,674
8	1,540	18,460	0,673
15	1,552	18,448	0,672
30	1,560	18,440	0,671
60	1,566	18,434	0,670
120	1,571	18,429	0,670



FASE DE CISLHAMENTO - TENSÃO NORMAL DE 2,00 kgf/cm ²							
Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)	Desl. Hor. (mm)	Desl. Vert. (mm)	Leitura Força (kgf)	Tensão (kgf/cm ²)
0,1	0,027	7,181	0,279	3,0	0,640	23,457	0,966
0,2	0,060	9,199	0,358	3,5	0,699	24,698	1,028
0,3	0,096	10,926	0,426	4,0	0,746	25,712	1,082
0,4	0,124	12,034	0,470	4,5	0,774	26,561	1,129
0,5	0,155	12,892	0,505	5,0	0,804	27,233	1,171
0,6	0,183	13,762	0,540	6,0	0,862	28,661	1,259
0,7	0,205	14,362	0,564	7,0	0,900	30,017	1,349
0,8	0,228	14,920	0,587	8,0	0,902	31,403	1,444
0,9	0,254	15,521	0,612	9,0	0,904	32,210	1,517
1,0	0,278	16,059	0,635	10,0	0,903	33,121	1,598
1,2	0,315	17,217	0,683	11,0	0,900	34,228	1,693
1,4	0,363	18,025	0,718	12,0	0,890	35,821	1,817
1,6	0,403	18,821	0,753	13,0	0,876	37,404	1,948
1,8	0,445	19,556	0,786	14,0	0,845	35,894	1,920
2,0	0,480	20,342	0,821	15,0	0,803	36,018	1,981
2,5	0,563	21,946	0,894	16,001	0,761	36,018	



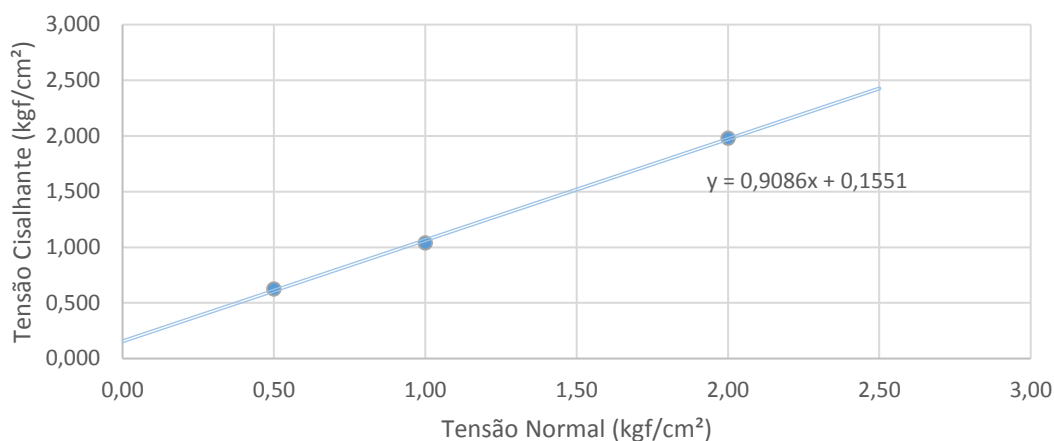
ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO DO SOLO - COEFICIENTES C E ANG. DE ATRITO

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	16/04/2020	Vel. De Cis. (mm/min)	0,10

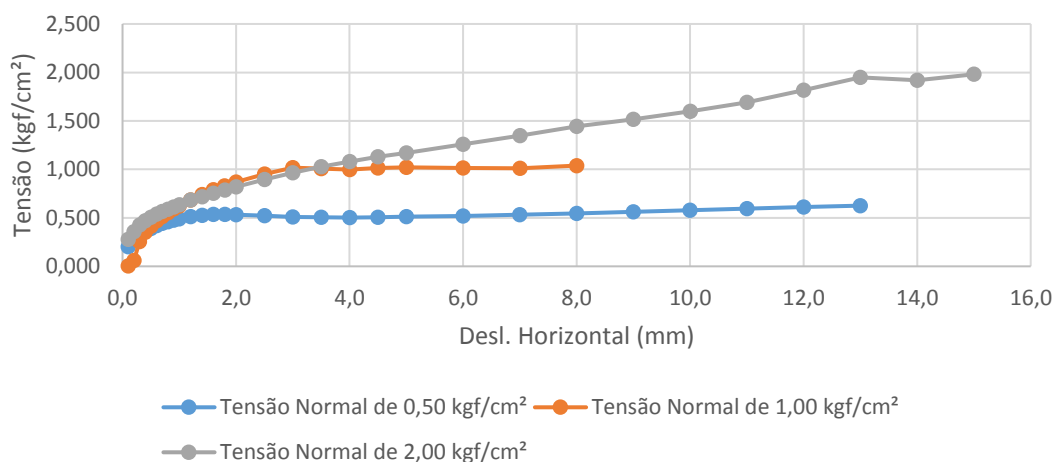
MÁXIMAS TENSÕES DE CISALHAMENTO OBTIDAS	
TENSÃO NORMAL (kgf/cm ²)	TENSÃO CISALHANTE (kgf/cm ²)
0,50	0,626
1,00	1,039
2,00	1,981

Coeficientes	
Coesão - c (kgf/cm ²)	0,16
Ângulo de Atrito - ϕ (°)	42,26

Envoltória de Tensões



Desl. Horizontal X Tensão Cisalhante



Anexo 05- Resultado dos Ensaio de Adensamento Natural e Inundado.

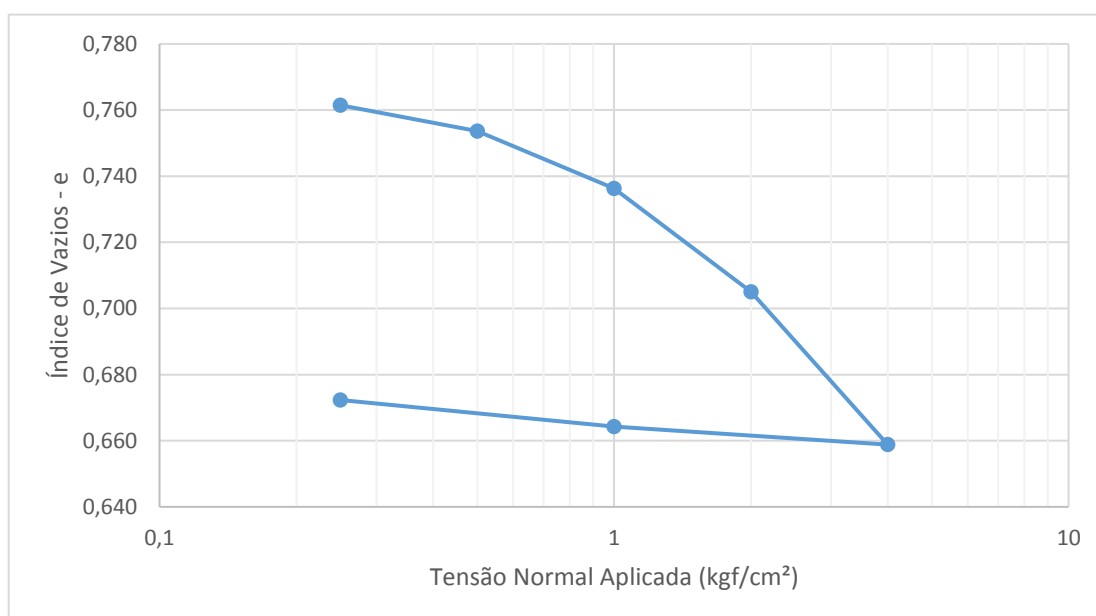
ENSAIO DE ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL DO SOLO (AMOSTRA NATURAL)

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	01/04/2020		

DADOS DO CORPO DE PROVA (C.P.)					
	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL
Altura (cm)	2,00	1,85	Massa específica apar. seca (g/cm³)	1,52	1,64
Diâmetro (cm)	7,20	7,20			
Área (cm²)	40,72	40,72	Massa específica dos grãos (g/cm³)	2,80	2,80
Volume (cm³)	81,43	75,46			
Massa do anel (g)	58,40	-	Massa específica da água (g/cm³)	1,00	1,00
Massa C.P. + anel (g)	201,50	-			
Massa C.P. (g)	143,10	-	Índice de Vazios - e	0,840	0,659
Massa específica apar. úmida (g/cm³)	1,76	1,90	Grau de Saturação (%)	51,60	66,41
			Altura dos sólidos (cm)	1,09	1,09

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	73	97	106	140
Tara (g)	12,1	13,6	14,10	14,00
Tara + Solo úmido (g)	58,8	48,0	73,00	79,30
Tara + Solo seco (g)	52,8	43,2	65,20	70,30
Água (g)	6,00	4,80	7,80	9,00
Solo Seco (g)	40,70	29,60	51,10	56,30
Umidade (%)	14,74	16,22	15,26	15,99
Média da Umidade (%)	15,48		15,62	

CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA



LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL

TENSÃO DE 0,25 kgf/cm ²				TENSÃO DE 0,50 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	0,840	0	0,853	19,147	0,761
0,016	0,823	19,177	0,764	0,016	0,891	19,109	0,758
0,033	0,826	19,174	0,764	0,033	0,893	19,107	0,758
0,05	0,827	19,173	0,764	0,05	0,894	19,106	0,758
0,066	0,828	19,172	0,764	0,066	0,896	19,104	0,758
0,083	0,829	19,171	0,764	0,083	0,896	19,104	0,757
0,1	0,830	19,170	0,764	0,1	0,898	19,102	0,757
0,125	0,830	19,170	0,764	0,125	0,898	19,102	0,757
0,25	0,833	19,167	0,763	0,25	0,902	19,098	0,757
0,5	0,836	19,164	0,763	0,5	0,906	19,094	0,757
1	0,840	19,160	0,763	1	0,910	19,090	0,756
2	0,842	19,158	0,762	2	0,914	19,086	0,756
4	0,844	19,156	0,762	4	0,917	19,083	0,756
8	0,846	19,154	0,762	8	0,920	19,080	0,755
15	0,847	19,153	0,762	15	0,923	19,077	0,755
30	0,849	19,151	0,762	30	0,928	19,072	0,755
60	0,849	19,151	0,762	60	0,931	19,069	0,754
120	0,851	19,149	0,762	120	0,933	19,067	0,754
240	0,852	19,148	0,762	240	0,936	19,064	0,754
480	0,852	19,148	0,762	480	0,937	19,063	0,754
1440	0,853	19,147	0,761	1440	0,938	19,062	0,754

TENSÃO DE 1,00 kgf/cm ²				TENSÃO DE 2,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,938	19,062	0,754	0	1,127	18,873	0,736
0,016	1,042	18,958	0,744	0,016	1,323	18,677	0,718
0,033	1,045	18,955	0,744	0,033	1,332	18,668	0,717
0,05	1,048	18,952	0,744	0,05	1,340	18,660	0,717
0,066	1,050	18,950	0,743	0,066	1,344	18,656	0,716
0,083	1,052	18,948	0,743	0,083	1,348	18,652	0,716
0,1	1,054	18,946	0,743	0,1	1,351	18,649	0,716
0,125	1,055	18,945	0,743	0,125	1,353	18,647	0,715
0,25	1,063	18,937	0,742	0,25	1,367	18,633	0,714
0,5	1,070	18,930	0,742	0,5	1,381	18,619	0,713
1	1,077	18,923	0,741	1	1,395	18,605	0,712
2	1,085	18,915	0,740	2	1,408	18,592	0,710
4	1,092	18,908	0,739	4	1,421	18,579	0,709
8	1,099	18,901	0,739	8	1,430	18,570	0,708
15	1,105	18,895	0,738	15	1,438	18,562	0,708
30	1,109	18,891	0,738	30	1,443	18,557	0,707
60	1,112	18,888	0,738	60	1,449	18,551	0,707
120	1,115	18,885	0,737	120	1,454	18,546	0,706
240	1,118	18,882	0,737	240	1,457	18,543	0,706
480	1,122	18,878	0,737	480	1,462	18,538	0,705
1440	1,127	18,873	0,736	1440	1,466	18,534	0,705

LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL

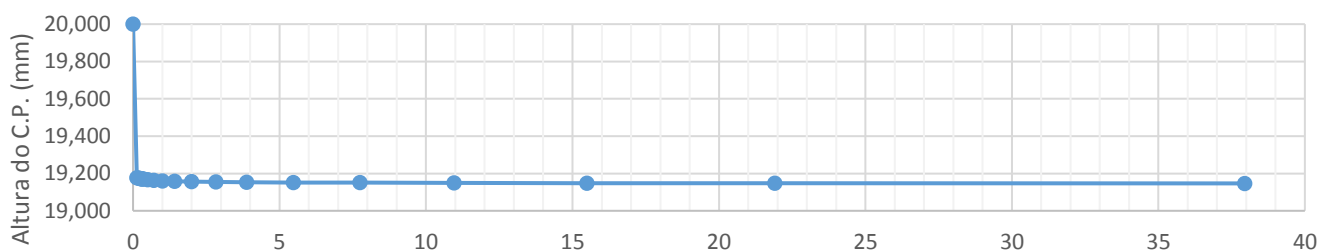
TENSÃO DE 4,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	1,466	18,534	0,705
0,016	1,826	18,174	0,672
0,033	1,829	18,171	0,672
0,05	1,831	18,169	0,671
0,066	1,834	18,166	0,671
0,083	1,836	18,164	0,671
0,1	1,838	18,162	0,671
0,125	1,840	18,160	0,671
0,25	1,852	18,148	0,670
0,5	1,865	18,135	0,668
1	1,880	18,120	0,667
2	1,893	18,107	0,666
4	1,908	18,092	0,664
8	1,921	18,079	0,663
15	1,932	18,068	0,662
30	1,942	18,058	0,661
60	1,948	18,052	0,661
120	1,954	18,046	0,660
240	1,958	18,042	0,660
480	1,963	18,037	0,659
1440	1,969	18,031	0,659

LEITURAS DOS DESCARREGAMENTOS DA AMOSTRA NATURAL

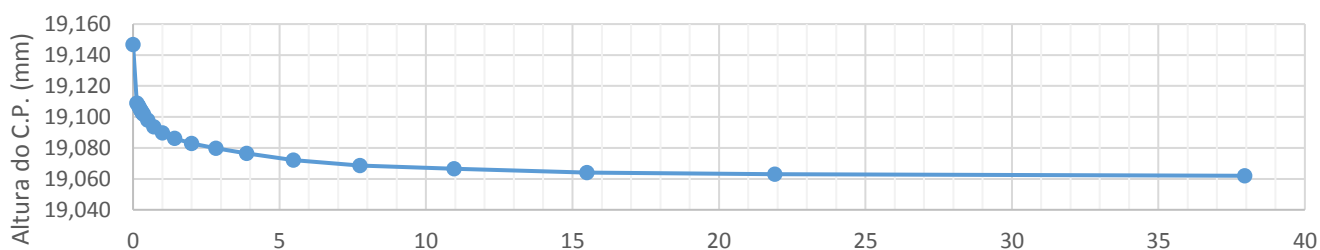
TENSÃO DE 2,00 kgf/cm ²				TENSÃO DE 0,25 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	1,969	18,031	0,659	0	1,910	18,090	0,664
0,016	1,930	18,070	0,662	0,016	1,848	18,152	0,670
0,033	1,929	18,071	0,662	0,033	1,844	18,156	0,670
0,05	1,928	18,072	0,663	0,05	1,843	18,157	0,670
0,066	1,927	18,073	0,663	0,066	1,843	18,157	0,670
0,083	1,925	18,075	0,663	0,083	1,843	18,157	0,670
0,1	1,925	18,075	0,663	0,1	1,842	18,158	0,670
0,125	1,925	18,075	0,663	0,125	1,842	18,158	0,670
0,25	1,923	18,077	0,663	0,25	1,842	18,158	0,670
0,5	1,923	18,077	0,663	0,5	1,841	18,159	0,671
1	1,922	18,078	0,663	1	1,840	18,160	0,671
2	1,921	18,079	0,663	2	1,839	18,161	0,671
4	1,919	18,081	0,663	4	1,837	18,163	0,671
8	1,918	18,082	0,663	8	1,835	18,165	0,671
15	1,917	18,083	0,664	15	1,833	18,167	0,671
30	1,916	18,084	0,664	30	1,831	18,169	0,672
60	1,914	18,086	0,664	60	1,828	18,172	0,672
120	1,913	18,087	0,664	120	1,826	18,174	0,672
240	1,912	18,088	0,664	240	1,825	18,175	0,672
480	1,911	18,089	0,664	480	1,824	18,176	0,672
1440	1,910	18,090	0,664	1440	1,823	18,177	0,672

CURVA DE ADENSAMENTO PARA OS ESTÁGIOS DE TENSÃO NAS AMOSTRAS NATURAIS

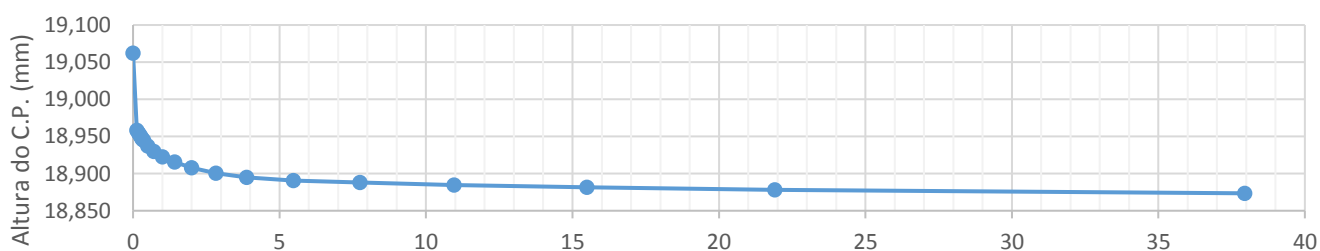
0,25 kgf/cm²



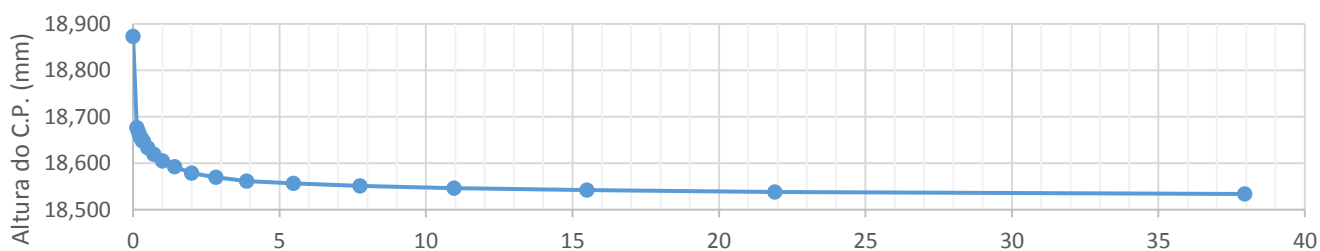
0,50 kgf/cm²



1,00 kgf/cm²



2,00 kgf/cm²



4,00 kgf/cm²



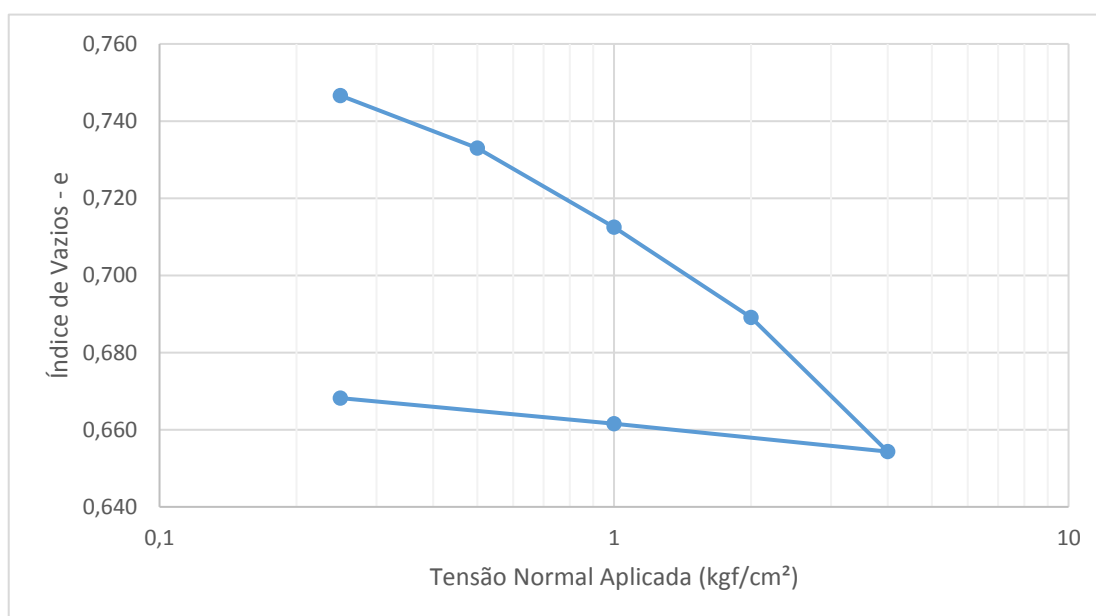
ENSAIO DE ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL DO SOLO (AMOSTRA INUNDADA)

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	09/04/2020		

DADOS DO CORPO DE PROVA (C.P.)					
	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL
Altura (cm)	2,00	1,85	Massa específica apar. seca (g/cm³)	1,53	1,66
Diâmetro (cm)	7,20	7,20			
Área (cm²)	40,72	40,72	Massa específica dos grãos (g/cm³)	2,80	2,80
Volume (cm³)	81,43	75,20			
Massa do anel (g)	65,00	-	Massa específica da água (g/cm³)	1,00	1,00
Massa C.P. + anel (g)	208,80	-			
Massa C.P. (g)	143,80	-	Índice de Vazios - e	0,829	0,654
Massa específica apar. úmida (g/cm³)	1,77	2,02	Grau de Saturação (%)	51,86	93,47
			Altura dos sólidos (cm)	1,09	1,09

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE				
	INICIAL		FINAL	
Cápsula Nº	130	122	150	40
Tara (g)	21,8	14,2	13,20	12,50
Tara + Solo úmido (g)	85,7	66,0	73,00	65,30
Tara + Solo seco (g)	77,2	59,1	62,90	55,30
Água (g)	8,50	6,90	10,10	10,00
Solo Seco (g)	55,40	44,90	49,70	42,80
Umidade (%)	15,34	15,37	20,32	23,36
Média da Umidade (%)	15,36		21,84	

CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA



LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA

TENSÃO DE 0,25 kgf/cm ²				TENSÃO DE 0,50 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	0,000	20,000	0,829	0	0,901	19,099	0,747
0,016	0,831	19,169	0,753	0,016	0,976	19,024	0,740
0,033	0,834	19,166	0,753	0,033	0,982	19,018	0,739
0,05	0,835	19,165	0,753	0,05	0,986	19,014	0,739
0,066	0,836	19,164	0,753	0,066	0,988	19,012	0,739
0,083	0,837	19,163	0,752	0,083	0,989	19,011	0,739
0,1	0,838	19,162	0,752	0,1	0,991	19,009	0,738
0,125	0,839	19,161	0,752	0,125	0,993	19,007	0,738
0,25	0,843	19,157	0,752	0,25	0,999	19,001	0,738
0,5	0,847	19,153	0,752	0,5	1,004	18,996	0,737
1	0,851	19,149	0,751	1	1,008	18,992	0,737
2	0,855	19,145	0,751	2	1,013	18,987	0,736
4	0,859	19,141	0,751	4	1,018	18,982	0,736
8	0,872	19,128	0,749	8	1,024	18,976	0,735
15	0,876	19,124	0,749	15	1,029	18,971	0,735
30	0,883	19,117	0,748	30	1,034	18,966	0,734
60	0,889	19,111	0,748	60	1,039	18,961	0,734
120	0,893	19,107	0,747	120	1,041	18,959	0,734
240	0,896	19,104	0,747	240	1,044	18,956	0,734
480	0,898	19,102	0,747	480	1,046	18,954	0,733
1440	0,901	19,099	0,747	1440	1,050	18,950	0,733

TENSÃO DE 1,00 kgf/cm ²				TENSÃO DE 2,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	1,050	18,950	0,733	0	1,274	18,726	0,713
0,016	1,188	18,812	0,720	0,016	1,413	18,587	0,700
0,033	1,192	18,808	0,720	0,033	1,419	18,581	0,699
0,05	1,195	18,805	0,720	0,05	1,424	18,576	0,699
0,066	1,198	18,802	0,719	0,066	1,427	18,573	0,698
0,083	1,200	18,800	0,719	0,083	1,430	18,570	0,698
0,1	1,203	18,797	0,719	0,1	1,432	18,568	0,698
0,125	1,204	18,796	0,719	0,125	1,435	18,565	0,698
0,25	1,213	18,787	0,718	0,25	1,449	18,551	0,696
0,5	1,220	18,780	0,717	0,5	1,460	18,540	0,696
1	1,226	18,774	0,717	1	1,470	18,530	0,695
2	1,231	18,769	0,716	2	1,480	18,520	0,694
4	1,236	18,764	0,716	4	1,490	18,510	0,693
8	1,241	18,759	0,716	8	1,498	18,502	0,692
15	1,247	18,753	0,715	15	1,504	18,496	0,691
30	1,252	18,748	0,715	30	1,511	18,489	0,691
60	1,257	18,743	0,714	60	1,516	18,484	0,690
120	1,262	18,738	0,714	120	1,520	18,480	0,690
240	1,266	18,734	0,713	240	1,524	18,476	0,690
480	1,270	18,730	0,713	480	1,527	18,473	0,689
1440	1,274	18,726	0,713	1440	1,530	18,470	0,689

LEITURAS DOS CARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA

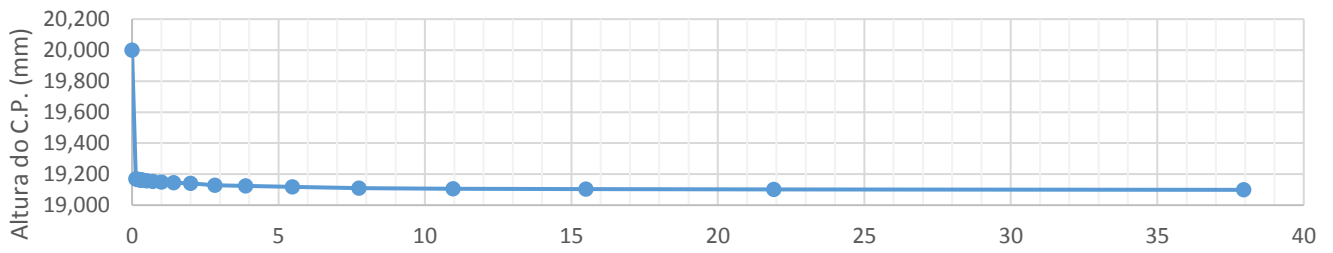
TENSÃO DE 4,00 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	1,530	18,470	0,689
0,016	1,749	18,251	0,669
0,033	1,760	18,240	0,668
0,05	1,767	18,233	0,667
0,066	1,773	18,227	0,667
0,083	1,777	18,223	0,666
0,1	1,782	18,218	0,666
0,125	1,786	18,214	0,666
0,25	1,802	18,198	0,664
0,5	1,816	18,184	0,663
1	1,830	18,170	0,662
2	1,844	18,156	0,660
4	1,854	18,146	0,659
8	1,864	18,136	0,659
15	1,872	18,128	0,658
30	1,880	18,120	0,657
60	1,887	18,113	0,656
120	1,894	18,106	0,656
240	1,900	18,100	0,655
480	1,905	18,095	0,655
1440	1,910	18,090	0,654

LEITURAS DOS DESCARREGAMENTOS DA AMOSTRA INUNDADA

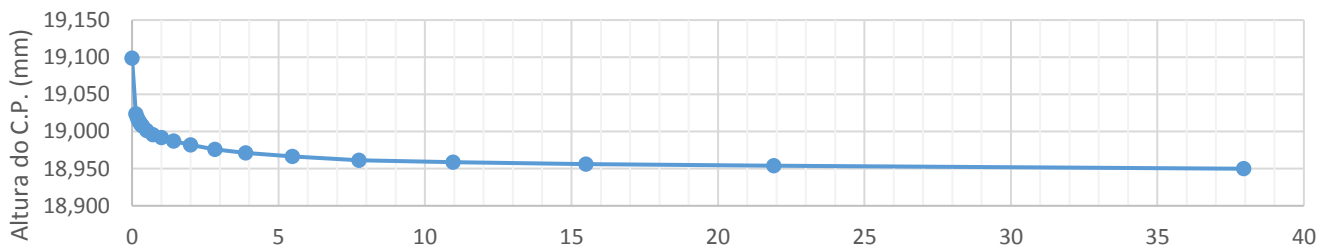
TENSÃO DE 2,00 kgf/cm ²				TENSÃO DE 0,25 kgf/cm ²			
Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios	Tempo (min)	Leitura LVDT (mm)	Altura C.P. (mm)	Índice de Vazios
0	1,910	18,090	0,654	0	1,831	18,169	0,662
0,016	1,854	18,146	0,659	0,016	1,792	18,208	0,665
0,033	1,852	18,148	0,660	0,033	1,791	18,209	0,665
0,05	1,848	18,152	0,660	0,05	1,790	18,210	0,665
0,066	1,848	18,152	0,660	0,066	1,790	18,210	0,665
0,083	1,847	18,153	0,660	0,083	1,789	18,211	0,665
0,1	1,847	18,153	0,660	0,1	1,789	18,211	0,665
0,125	1,847	18,153	0,660	0,125	1,789	18,211	0,665
0,25	1,846	18,154	0,660	0,25	1,786	18,214	0,666
0,5	1,845	18,155	0,660	0,5	1,777	18,223	0,667
1	1,844	18,156	0,660	1	1,776	18,224	0,667
2	1,842	18,158	0,661	2	1,775	18,225	0,667
4	1,841	18,159	0,661	4	1,772	18,228	0,667
8	1,840	18,160	0,661	8	1,770	18,230	0,667
15	1,838	18,162	0,661	15	1,769	18,231	0,667
30	1,837	18,163	0,661	30	1,766	18,234	0,667
60	1,836	18,164	0,661	60	1,764	18,236	0,668
120	1,835	18,165	0,661	120	1,762	18,238	0,668
240	1,834	18,166	0,661	240	1,761	18,239	0,668
480	1,832	18,168	0,661	480	1,760	18,240	0,668
1440	1,831	18,169	0,662	1440	1,759	18,241	0,668

CURVA DE ADENSAMENTO PARA OS ESTÁGIOS DE TENSÃO NAS AMOSTRAS INUNDADAS

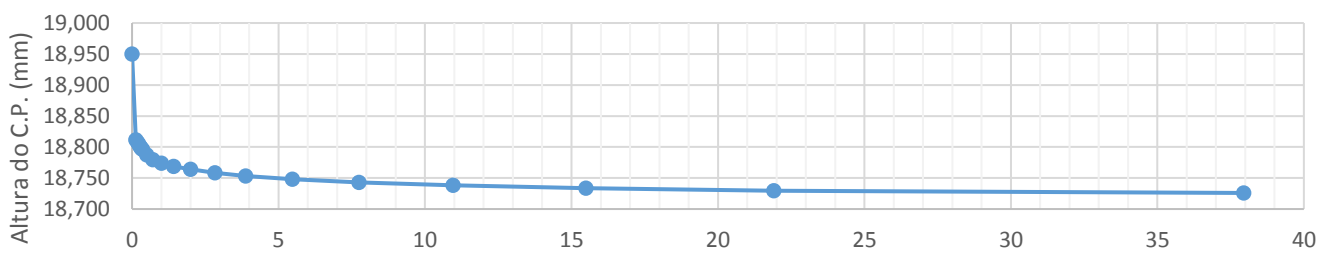
0,25 kgf/cm²



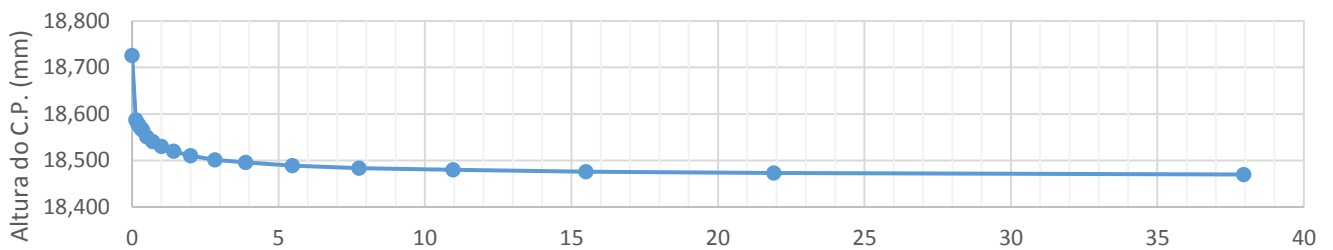
0,50 kgf/cm²



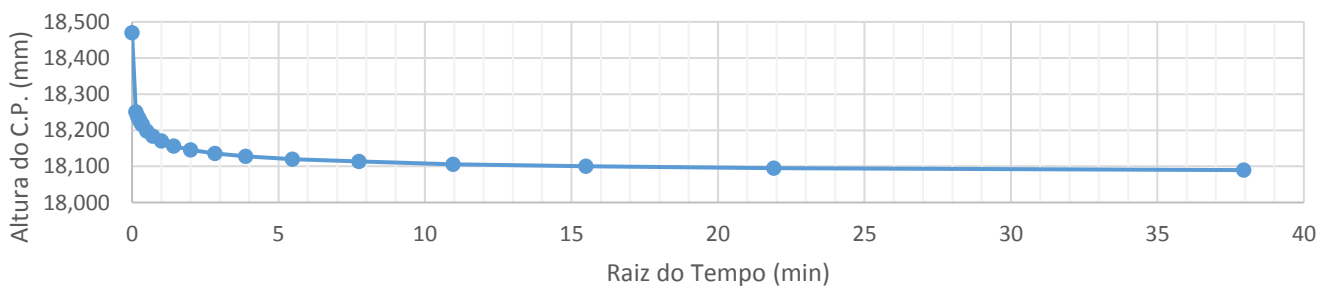
1,00 kgf/cm²



2,00 kgf/cm²



4,00 kgf/cm²



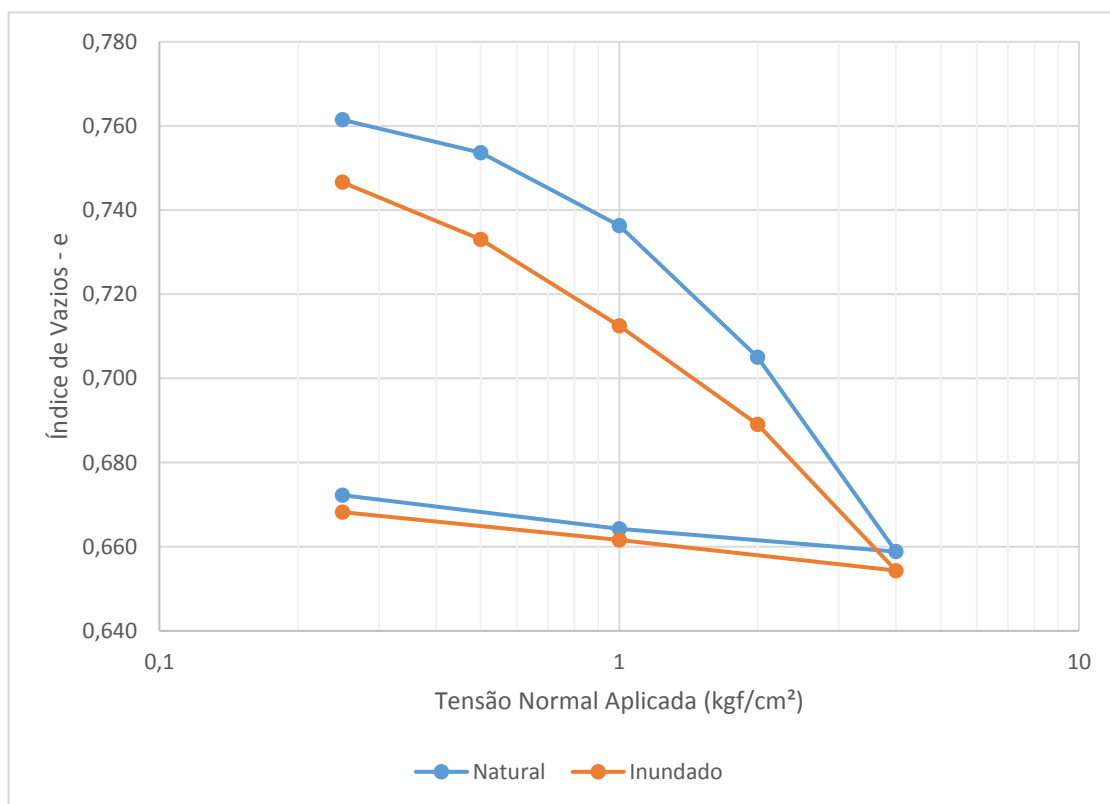
Raiz do Tempo (min)

ANÁLISE DA COLAPSIVIDADE DO SOLO - MÉTODO EDMÉTRICO DUPLO

Local:	ADE Centro Norte - Ceilândia/DF - Bacias de Retenção		
Amostra:	Amostra 01 - Entre Bacias 02 e 03	Moldagem:	Moldagem de Amostra Ind.
Operador:	João Pedro	Prof. da Amostra (m):	1,25
Data:	16/04/2020		

ANÁLISE DO POTENCIAL DE COLAPSO - MÉTODO DE VARGAS (1978) E JENNINGS E KNIGHT (1975)						
Tensão (kgf/cm²)	Índice de Vazios		Variação do Índice de Vazios	Pot. de Colap. (%)	Avaliação do PC	
	Natural	Inundado			Vargas (1978)	J & K (1975)
0,25	0,761	0,747	0,015	0,84	Não Colapsível	
0,5	0,754	0,733	0,021	1,18	Não Colapsível	
1	0,736	0,713	0,024	1,37	Não Colapsível	
2	0,705	0,689	0,016	0,94	Não Colapsível	Sem Problema
4	0,659	0,654	0,004	0,27	Não Colapsível	
1	0,664	0,662	0,003	0,16	Não Colapsível	
0,25	0,672	0,668	0,004	0,24	Não Colapsível	

CURVA DE ÍNDICE DE VAZIOS X TENSÃO NORMAL APLICADA



ANEXO 4 - RESULTADO DA SIMULAÇÃO DA REDE NO SWMM

Tubo	Vazão	Hora da máxima	Velocidade	Lâmina Y/D
	l/s		m/s	%
RD1	127.94	0:40	2.54	42%
RD101	65.29	0:45	2.41	27%
RD103	546.09	0:41	2.75	42%
RD104	354.68	0:40	2.78	46%
RD105	289.02	0:40	2.92	50%
RD106	73.68	0:45	0.99	59%
RD107	611.17	0:41	3.1	42%
RD108	76.14	0:45	1.09	55%
RD109	782.74	0:41	2.8	54%
RD11	48.92	0:45	1.5	31%
RD110	831.72	0:41	2.52	62%
RD111	2567.52	0:42	4.33	52%
RD112	2596.71	0:42	4	56%
RD113	2834.57	0:42	4.92	61%
RD114	3163.99	0:44	4.19	47%
RD115	2828.34	0:43	4.04	42%
RD117	255.3	0:40	2.9	46%
RD118	127.66	0:40	1.66	41%
RD119	134.53	0:40	2.51	44%
RD120	1596.19	0:42	3.42	57%
RD121	1431.15	0:42	3.62	50%
RD122	1265.83	0:42	3.6	46%
RD123	1086.28	0:42	3.5	42%
RD124	926.84	0:42	1.87	60%
RD126	68.98	0:45	1.81	34%
RD128	2474.74	0:45	1.94	68%
RD132	739.07	0:41	3.95	40%
RD138	1734.83	0:46	4.76	26%
RD139	157.48	0:41	2.83	46%
RD14	686.33	0:40	3.91	38%
RD141	1988.13	0:46	3.67	35%
RD143	1779.12	0:46	3.47	33%
RD145	1735	0:46	3.8	31%
RD149	2202	0:45	3.77	37%
RD151	2269.34	0:45	1.8	67%
RD153	104.11	0:40	1.81	47%
RD155	223.14	0:40	2.27	50%
RD157	2794.27	0:43	3.83	43%
RD158	2509.63	0:45	3.91	39%
RD159	3130.13	0:43	4.07	45%
RD19	277.87	0:41	3.98	39%
RD2	6045.73	0:43	4.31	87%
RD20	648.17	0:40	3.71	38%
RD23	281.62	0:40	3.42	44%

ANEXO 4 - RESULTADO DA SIMULAÇÃO DA REDE NO SWMM

Tubo	Vazão	Hora da máxima	Velocidade	Lâmina Y/D
	l/s		m/s	%
RD24	182.11	0:40	3.7	41%
RD26	132.85	0:40	2.44	45%
RD28	227.09	0:40	3.21	39%
RD3	131.22	0:40	2.54	31%
RD30	227.12	0:40	2.98	41%
RD32	164.33	0:40	2.59	50%
RD34	98.36	0:40	2.05	41%
RD36	906.33	1:00	3.18	22%
RD39	856.18	1:00	2.33	48%
RD4	80.6	0:40	1.98	36%
RD41	953.98	1:00	3.77	20%
RD43	954	1:00	3.91	20%
RD45	954.02	1:00	4.66	17%
RD47	1068.93	0:56	4.32	20%
RD49	1068.97	0:56	3.9	21%
RD5	53.35	0:45	0.88	50%
RD51	1068.98	0:56	4.41	19%
RD54	1069	0:56	5.07	18%
RD55	1122.75	0:56	4.42	20%
RD57	307.18	0:45	3.02	26%
RD59	89.07	0:40	1.72	43%
RD6	1986.73	2:59	5.37	62%
RD61	258.6	0:50	2.98	23%
RD63	153.62	0:50	3.07	30%
RD65	67.74	0:45	2.67	26%
RD68	1122.74	0:56	5.02	18%
RD69	1646.22	0:46	5.56	22%
RD70	1646.14	0:46	5.31	23%
RD73	1672.76	0:46	5.95	22%
RD75	1700.53	0:46	4.23	28%
RD77	1672.76	0:46	3.76	30%
RD79	1700.78	0:46	3.34	33%