

DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA E DE PERMEABILIDADE DE UM SOLO DE CULTIVO DE CANA DE AÇÚCAR E DISPOSIÇÃO DE VINHAÇA - ASSENTAMENTO SEPÉ TIARAJU – SERRANA – SP



Daniel Prenda de Oliveira Aguiar
daniel.prenda@gmail.com

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO - FEC
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA E TRANSPORTES

Orientadora: Profa Dra. MIRIAM GONÇALVES MIGUEL
migmiguel@fec.unicamp.br

Apoio: Bolsa Pesquisa PIBIC-Unicamp

Palavras-chave: 1. Vinhaça - 2. Sucção Matricial - 3. Técnica do Papel Filtro - 4. Curvas de Retenção de Água

1. Introdução

A vinhaça é um subproduto da produção do álcool combustível. Tal subproduto é usado como fertilizante para diversos cultivos, mas em grande concentração pode contaminar o lençol freático, bem como alterar propriedades físicas do solo, tais como a sucção matricial, granulometria, concentração de ferro e de outros metais e a própria fertilidade do solo.

A técnica do papel filtro permite determinar a curva de retenção de água do solo, que, com o valor do coeficiente de permeabilidade do solo saturado (k_{sat}), podem servir de dados para determinação das funções de permeabilidade do solo. O conhecimento da variação da permeabilidade do solo é muito importante em obras de engenharia para determinação da vazão que percola através de maciços, fundações, obras de barragens de terra, obras de drenagem, rebaixamento do nível d'água, etc.

2. Objetivos

O presente estudo visa avaliar a influência da disposição de vinhaça no solo do assentamento Sepé Tiaraju, situado em Serra Azul-SP, pertencente ao INCRA, quanto à capacidade de retenção de água do solo, representada pela curva sucção matricial *versus* teor de umidade, com secagem e umedecimento. Além disso, foram determinadas as funções do coeficiente de permeabilidade *versus* sucção e *versus* teor de umidade do solo, a partir de métodos computacionais, bem como, realizados demais ensaios de caracterização geotécnica e ensaio geoquímico do solo.

3. Metodologia

Por meio de sondagem de prospecção a trado (SPT) foram coletadas amostras de solo indeformadas e, com o auxílio de equipamentos de empresa de geotecnia contratada, amostras de solo indeformadas, do local em estudo, separadas em amostras de solo com e sem vinhaça. A profundidade máxima de coleta das amostras foi de 24m.

A curva de retenção de água foi determinada pela técnica do papel filtro para as amostras de solo coletadas nas profundidades de 1,5m a 2,0m.

Para a determinação das funções do coeficiente de permeabilidade *versus* sucção e *versus* teor de umidade do solo, a rotina computacional usada foi o RETC (*Retention Curve*), na qual são aplicadas as equações de Van Genuchten aos pontos da curva de retenção para, através de processos internos de interações, obter os pontos das curvas supracitadas.

4. Resultados obtidos

De acordo com a Tabela 1, as amostras em todo o perfil são classificadas texturalmente como areias silto-argilosas. Verifica-se ainda que a fração argila diminui com a profundidade assim como a plasticidade das amostras, embora discretamente. Uma constância dos valores de massa específica dos solos em torno de 2,793 g/cm³ também é verificada.

Os coeficientes de permeabilidade saturado do solo com e sem vinhaça foram respectivamente: $k_{sat}=1,43 \times 10^{-6}$ [cm/s] e $k_{sat}=7,84 \times 10^{-3}$ [cm/s], obtidos por ensaios de permeabilidade à carga variável em laboratório (NBR 14545). Nota-se que valor do k_{sat} para as amostras de solo com vinhaça é cerca de mil vezes menor do que para a amostra sem vinhaça.

Tabela 01: Valores de Limites de Consistência, Massa Específica dos Sólidos e Granulometria

Intervalo de Profundidade de Coleta	LP (%)	LL (%)	IP	Massa Específica dos Sólidos (g/cm ³)	Com Defloculante			Sem Defloculante		
					Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
02-03 m	20,2	30,3	10,1	2,817	22,0	21,1	57,0	18,7	25,7	55,7
06-07 m	19,3	28,3	9,0	2,806	20,6	24,0	55,3	14,3	27,3	58,4
9,5-10 m	19,7	31,3	11,7	2,813	25,1	24,6	50,3	20,5	21,0	58,5
12-13 m	19,8	27,7	7,9	2,807	18,9	25,6	55,5	16,4	21,2	62,5
15-16 m	17,9	24,7	6,8	2,753	19,0	24,4	56,5	15,9	23,9	60,2
18-19 m	18,5	29,5	11,0	2,771	15,0	25,6	59,4	10,7	28,3	61,0
20-21 m	17,8	23,9	6,1	2,809	17,4	28,9	53,6	10,9	22,5	66,6
23-24 m	18,2	21,3	3,1	2,766	12,3	23,5	64,2	7,2	15,8	77,0

A influência da vinhaça na propriedade de permeabilidade do solo pode ser identificada na Figura 1, que apresenta a trajetória de secagem para amostras de solo com e sem vinhaça, identificando-se uma variação entre as curvas plotadas conjuntamente. Os valores de sucção, para um mesmo valor de coeficiente de permeabilidade, são maiores para a curva da amostra sem a presença de vinhaça. Em contrapartida, têm-se no gráfico da Figura 2 as trajetórias de umedecimento para as amostras de solo com e sem vinhaça com menor dispersão. Foram calculadas as curvas de retenção e apresentadas nas Figuras 3 e 4, bem como as curvas de permeabilidade em função do teor de umidade nas Figuras 5 e 6.

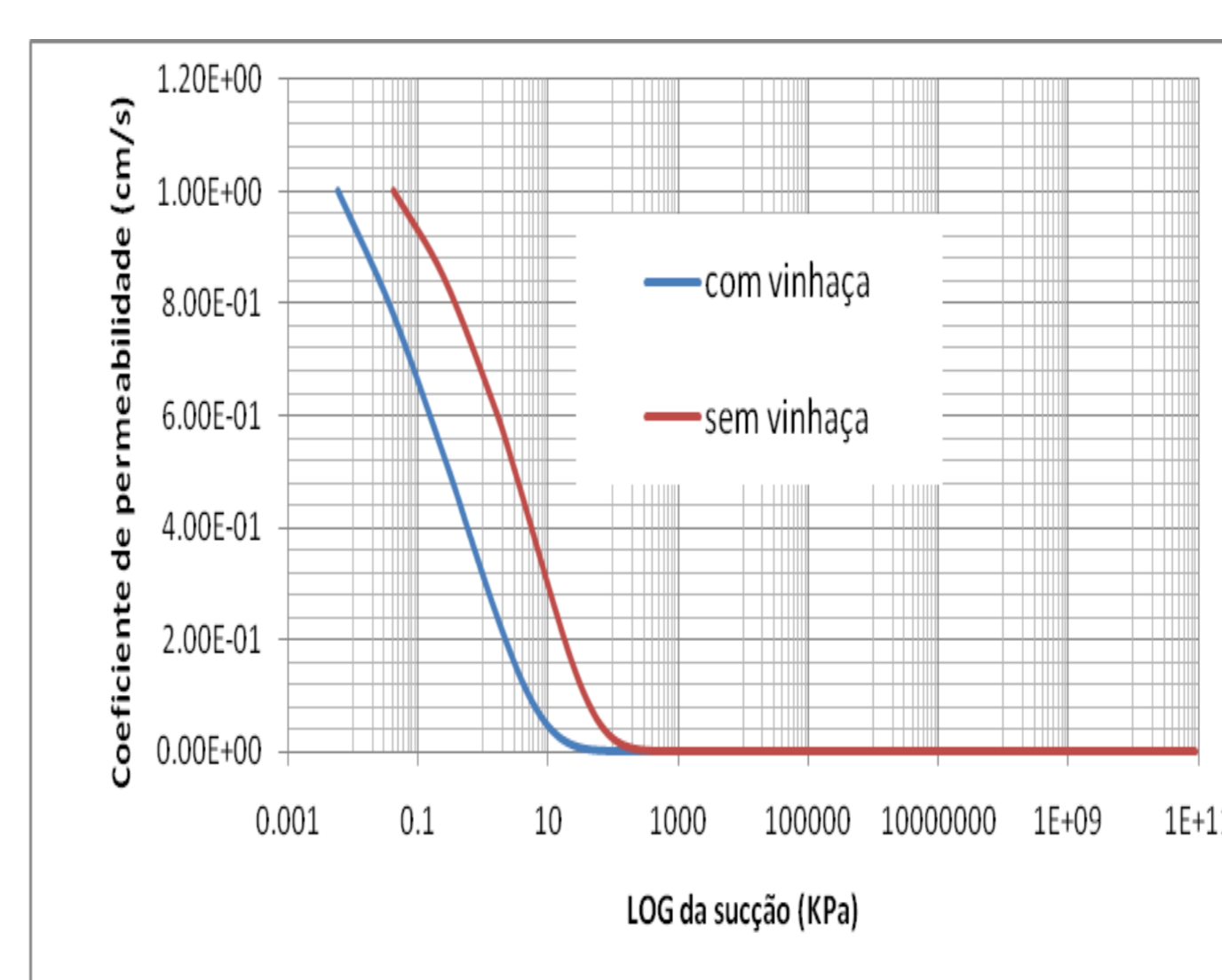


Figura 01: Curva normalizada da trajetória de secagem para amostras com e sem vinhaça. (k versus LOG da sucção).

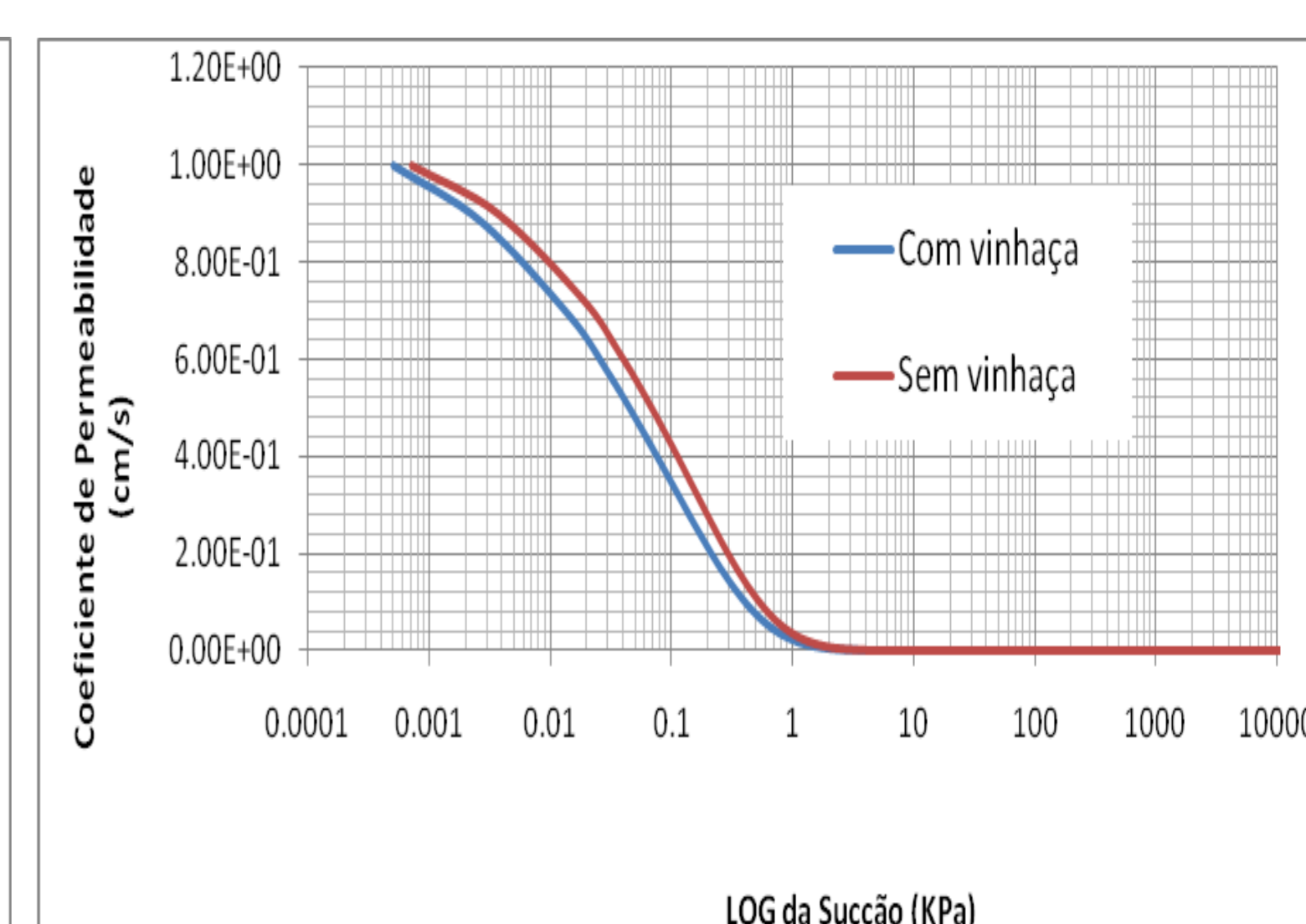


Figura 02: Curva normalizada da trajetória de umedecimento para amostras com e sem vinhaça. (k versus LOG da Sucção).

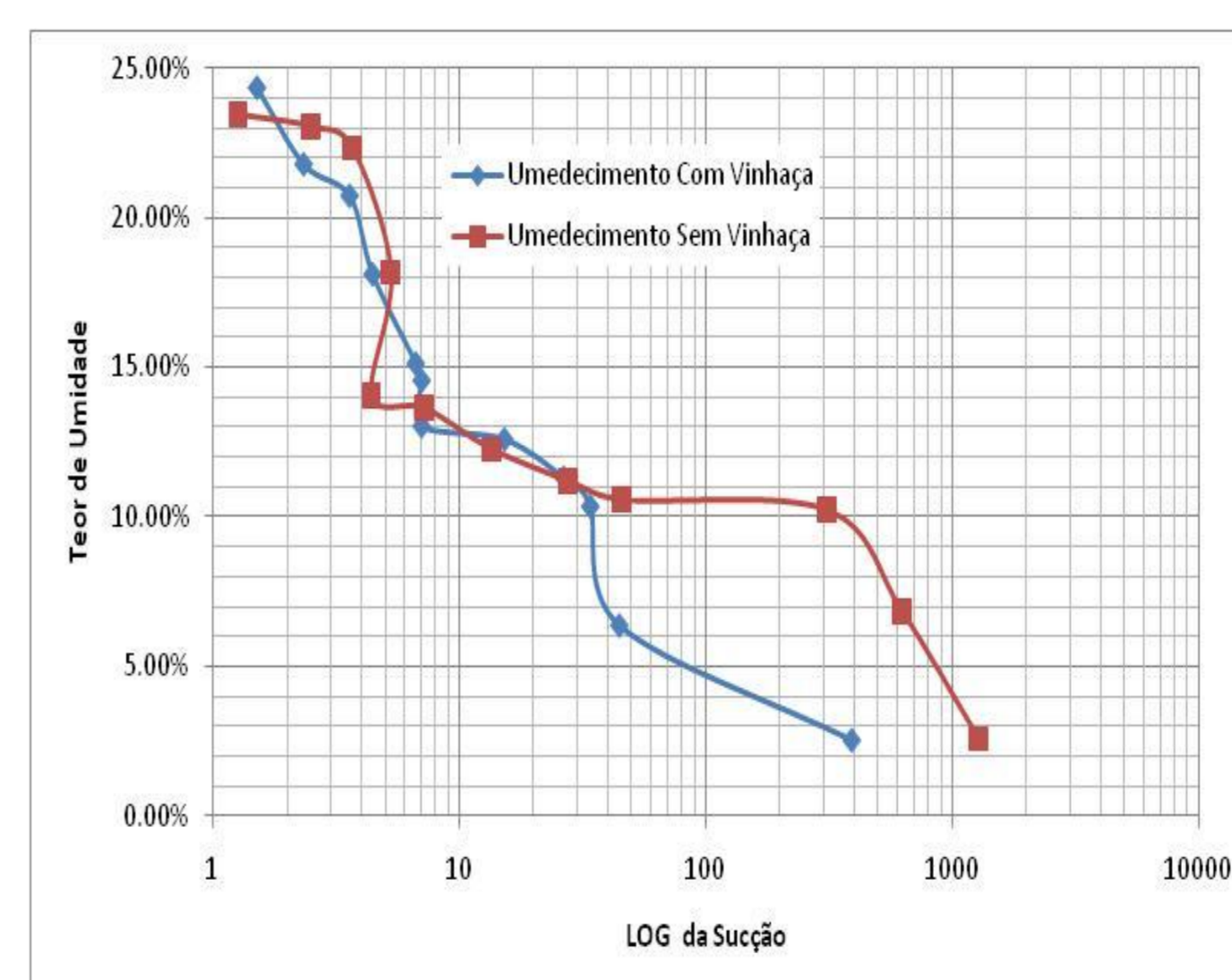


Figura 03: Curva da trajetória de umedecimento para amostras com e sem vinhaça. (Teor de Umidade versus LOG da sucção).

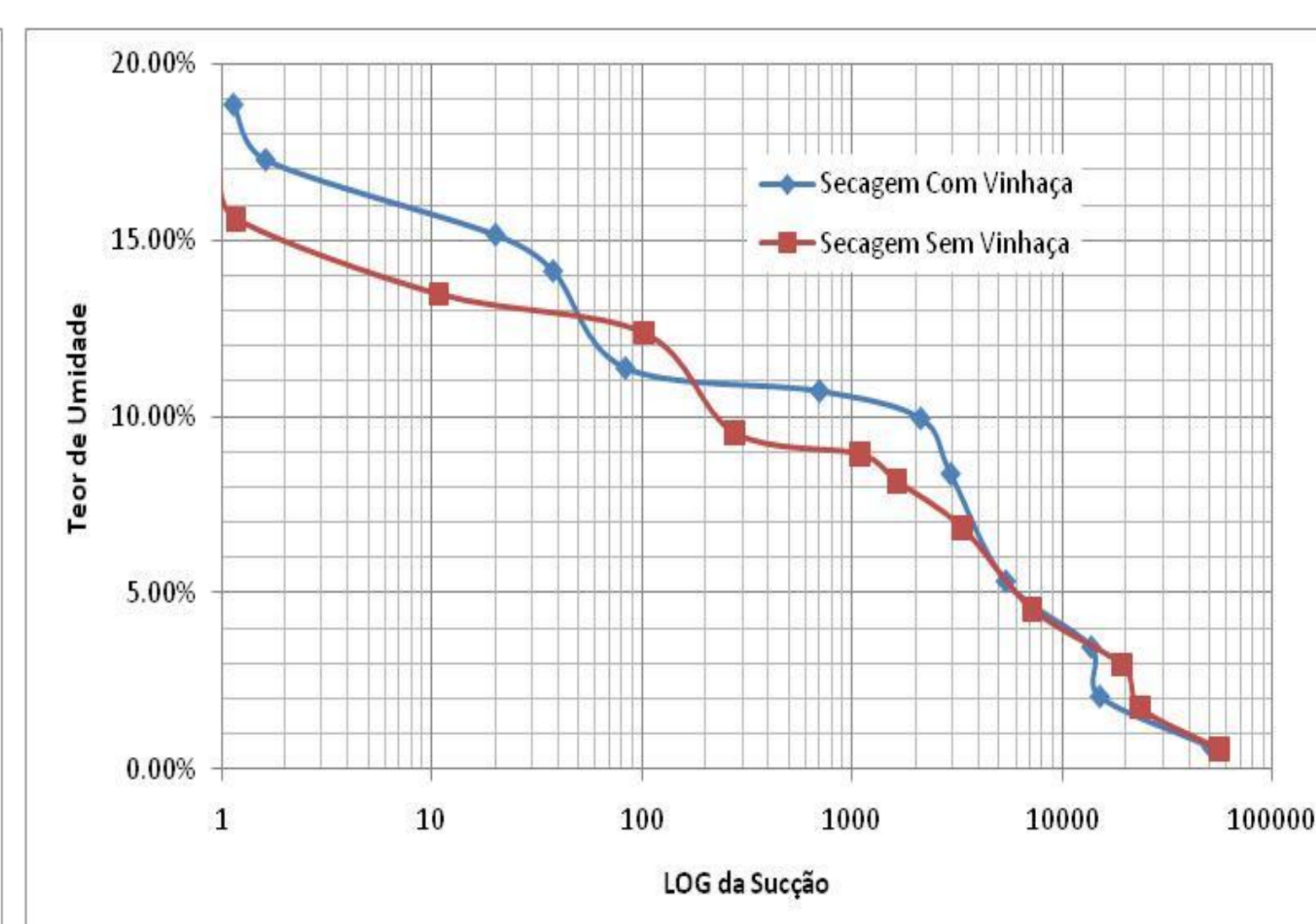


Figura 04: Curva da trajetória de secagem para amostras com e sem vinhaça. (Teor de Umidade versus LOG da sucção).

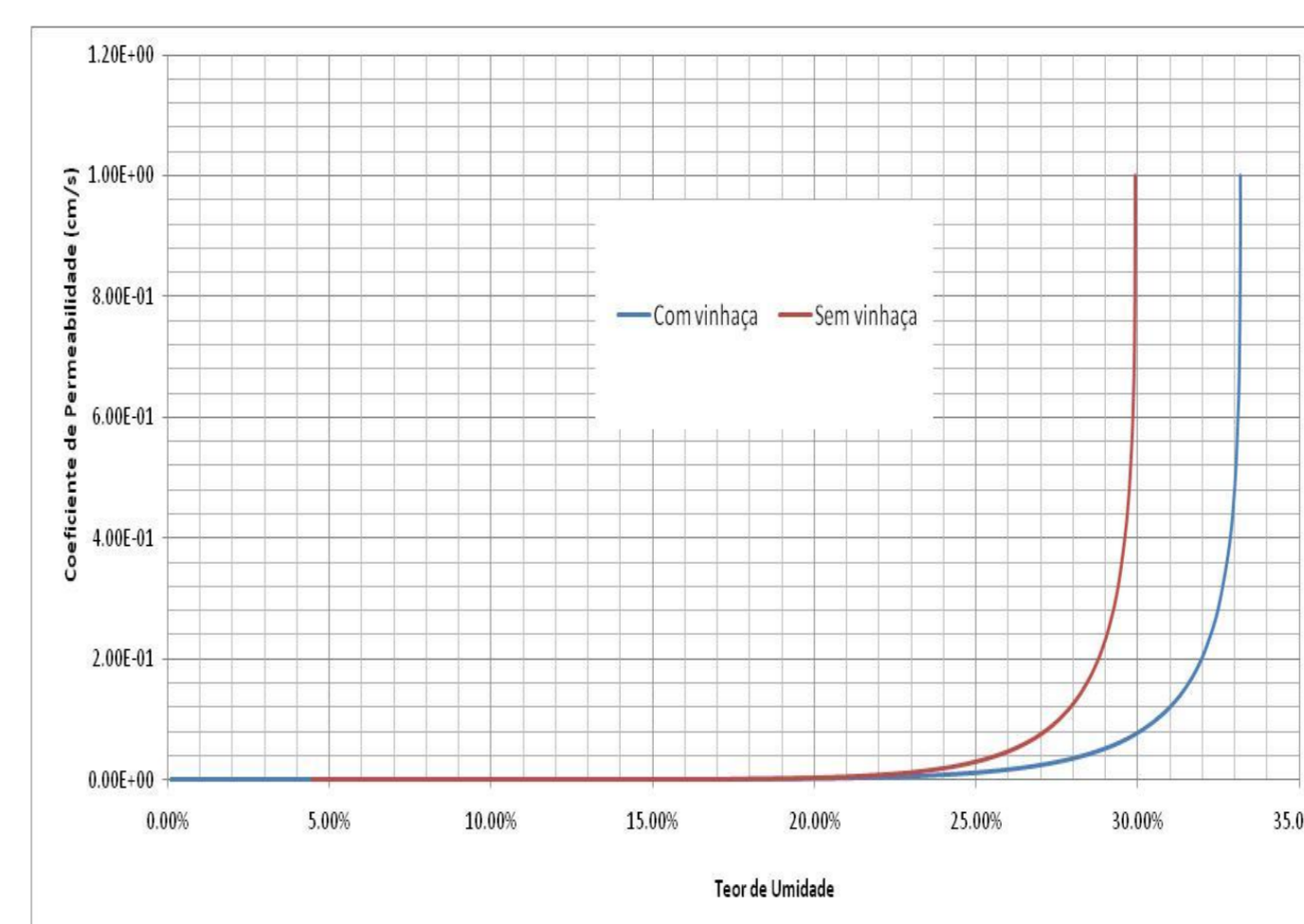


Figura 05: Curva normalizada da trajetória de umedecimento para amostras com e sem vinhaça. (k versus Teor de Umidade).

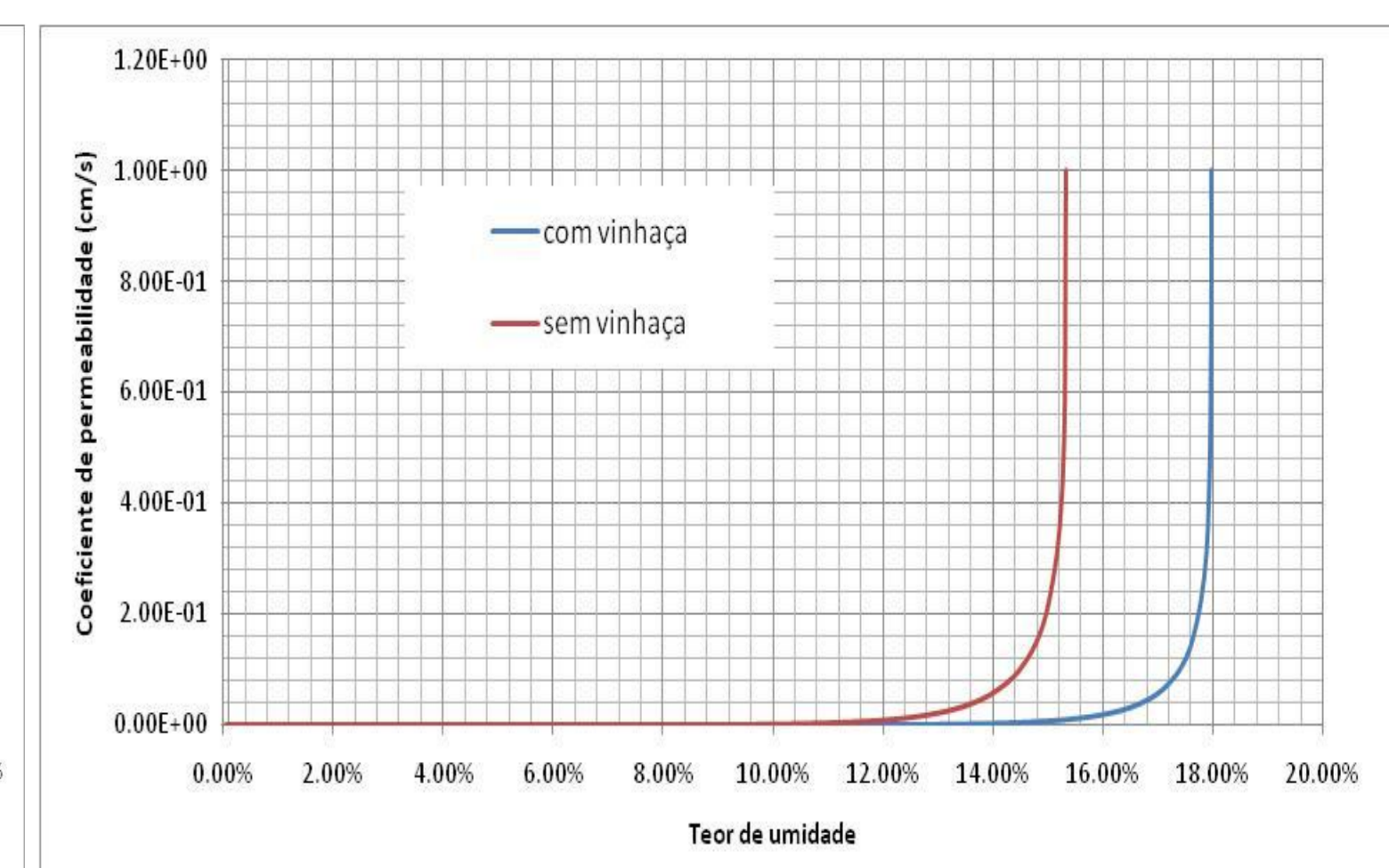


Figura 06: Curva normalizada da trajetória de secagem para amostras com e sem vinhaça. (k versus Teor de Umidade).

5. Conclusões

Foi possível verificar a influência da presença de vinhaça no comportamento do solo estudado, quanto às suas características de permeabilidade e de retenção de água. O fenômeno da *histerese* se apresentou com maior expressividade nas amostras com vinhaça, com relação às curvas de retenção de água. O contrário se observou para as funções de permeabilidade, nas quais esse fenômeno foi mais evidenciado para as amostras sem vinhaça.