

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DE UMA MISTURA DE SOLOS PARA UTILIZAÇÃO COMO CAMADA IMPERMEABILIZANTE DE BASE DE ATERRO SANITÁRIO

Aluna: **Gabriela Farias da Silva Bernardo**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Miriam Gonçalves Miguel

[gabriela.fbernardo@gmail.com]

[mgmiguel@fec.unicamp.br]



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL ARQUITETURA E URBANISMO

Palavras-Chave: Aterros Sanitários, Camadas Impermeabilizantes de Base de Aterro Sanitário, Caracterização Geotécnica, Ensaios Geotécnicos, Solos Compactados.

Agência de Fomento: CNPq

Agradecimento: SAE/Unicamp

Objetivos

Essa pesquisa teve como objetivo geral caracterizar geotecnicamente uma mistura de três diferentes solos oriundos de uma jazida (Figura 1), localizada dentro da área do Aterro Sanitário Delta A, em Campinas, SP. Esta mistura foi utilizada como camada de base de uma célula experimental de resíduo sólido urbano.

Materiais e Métodos

A célula experimental considerada nesse projeto foi construída dentro do Complexo Delta, em Campinas/SP. Suas dimensões laterais são 60m X 80m. Para o início da sua construção foi necessário compactar e nivelar o terreno. Logo após foi disposta uma camada de solo compactado acima do terreno com 50 cm de espessura. Houve também a construção de taludes ao redor da célula para que o RSU pudesse ser confinado e houvesse o arremate da geomembrana. O talude tinha inclinações de 3H:1V e altura de 1 m.

A mistura de solo foi submetida a ensaios de caracterização geotécnica para determinação dos índices físicos e dos parâmetros de permeabilidade e de compressibilidade.

No ensaio de permeabilidade, a mistura de solo foi compactada na energia Proctor Normal, em 3 camadas com 26 golpes cada uma delas, dentro de um molde cilíndrico de PVC. Os dados dos corpos-de-prova do ensaio de permeabilidade após compactação estão na Tabela 1.



Figura 1: Perfil da jazida.

Parâmetros	Corpo-de-prova
Altura (cm)	9,2
Diâmetro (cm)	9,4
Área (cm ²)	69,4
Volume (cm ³)	638,46
Massa (g)	1241
Índice de vazios	0,59
Grau de saturação (%)	73,57
Massa específica do solo (g/cm ³)	1,94
Massa específica dos sólidos (g/cm ³)	2,66
Massa específica seca (g/cm ³)	1,67

Tabela 1: Dados do corpo-de-prova utilizado no procedimento para determinação do coeficiente de permeabilidade saturada.

O ensaio de permeabilidade foi feito para um ponto situado no ramo seco da curva de compactação, cujos valores de massa específica seca e teor de umidade referem-se aos valores obtidos na camada de solo compactada da célula experimental, que faz parte do sistema de impermeabilização de base. Para moldar o corpo-de-prova foi utilizada a mistura do solo e o fluido percolante utilizado foi a água destilada. Como o objetivo era deixar as condições de realização do ensaio as mais parecidas possíveis com as condições de campo foi utilizado apenas uma geomanta na parte superior do corpo-de-prova com a função de distribuir a água destilada de maneira uniforme em um fluxo descendente.

No ensaio de compressibilidade do corpo-de-prova cilíndrico compactado, foram moldados dois corpos de prova com diâmetro 7cm x altura 2cm. Um dos corpos de prova foi saturado por 48h antes de ser colocado na prensa de adensamento. Cada um dos dois corpos-de-prova, um saturado e outro no teor de umidade de compactação, foi inserido em uma prensa de adensamento. Depois disso, instalou-se um extensômetro zerado em cada uma das prensas para medir os recalques dos corpos-de-prova. Os pesos colocados para compressão dos corpos-de-prova variaram de 250g a 32kg, sendo que o contrapeso só era aumentado no início de cada dia. As leituras eram feitas de 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 15 minutos, 1, 2, 4, 8 e 24 horas.

O ensaio Mini-MCV foi realizado para possibilitar a classificação MCT do solo. São necessários os coeficientes c' e e' , os quais traduzem a argilosidade e o caráter laterítico do solo respectivamente.

Resultados

O valor obtido de teor de umidade natural da mistura de solos estudada foi de 24%.

No ensaio de massa específica dos sólidos, o valor encontrado para a mistura a 20°C foi de 2,78 g/cm³.

Os valores obtidos nos ensaios de consistência foram: Limite de Liquidez igual a 48,57%, Limite de Plasticidade igual a 23,73%, Índice de Plasticidade igual a 24,85% e Limite de Contração igual a 19,86%.

A curva de compactação na Energia Proctor Normal da mistura e a curva granulométrica com e sem defloculante da mistura estão apresentadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

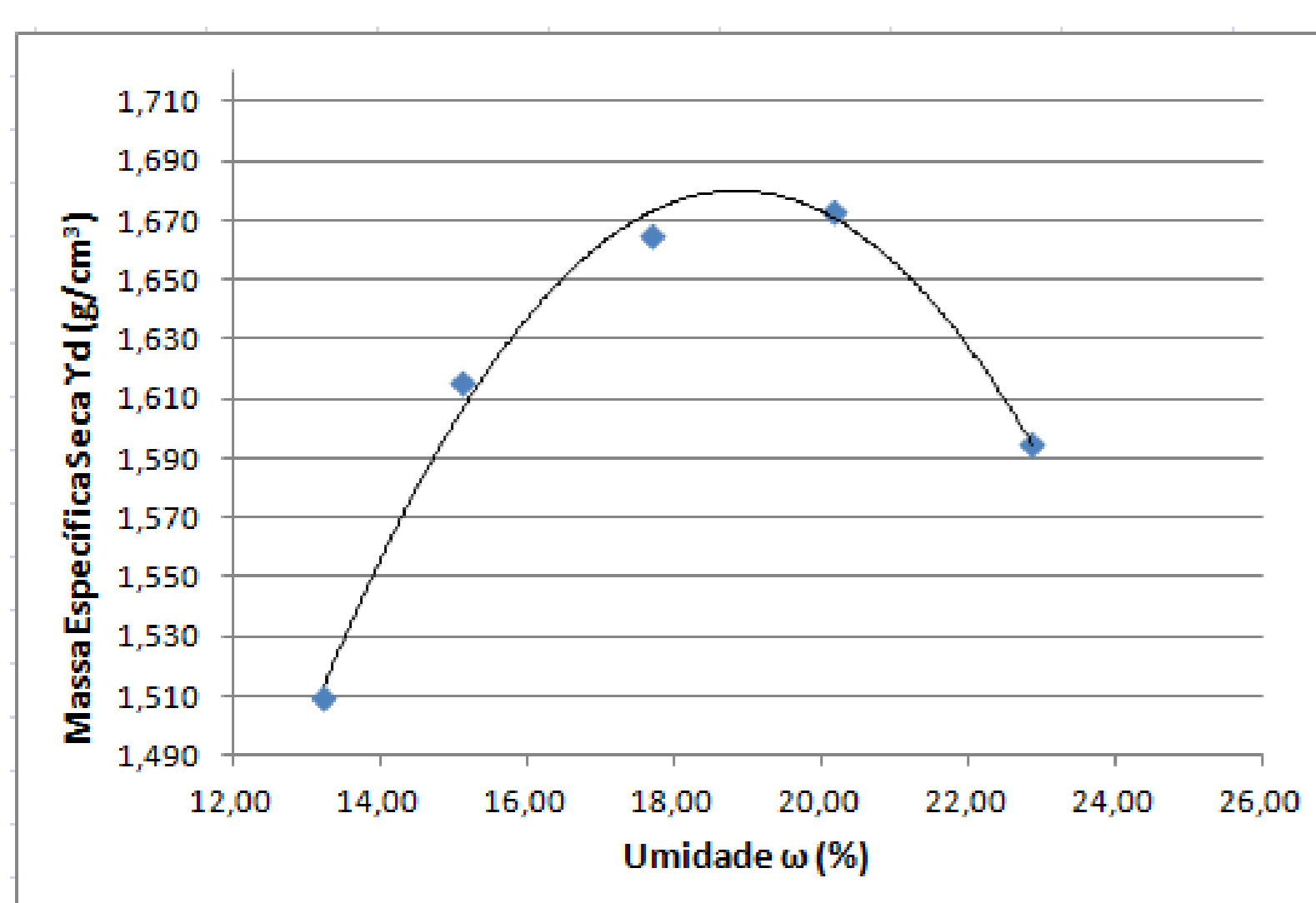


Figura 2: Curva de compactação Proctor Normal

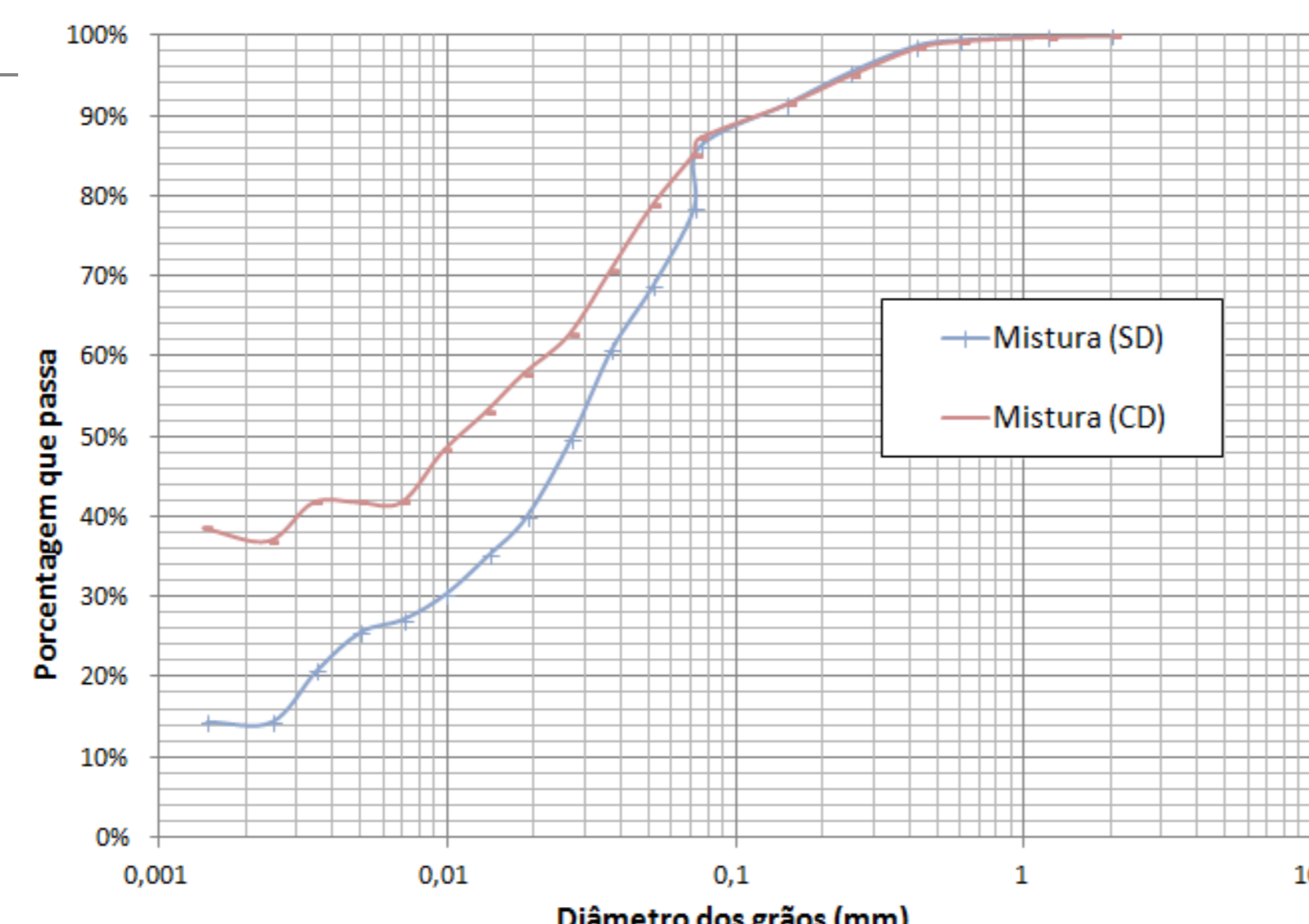


Figura 3: Curva granulométrica com e sem defloculante.

A partir da Figura 2, foi obtido o teor de umidade ótima de 18,20% e a massa específica seca máxima de 1,71 g/cm³. Já as frações granulométricas e a classificação textural da mistura estão apresentadas na Tabela 2, considerando as curvas granulométricas com e sem defloculante.

Parâmetros geotécnicos/frações granulométricas	Mistura sem defloculante	Mistura com defloculante
% Pedregulho	0,0	0,0
% Areia grossa	0,5	0,7
% Areia média	6,0	6,1
% Areia fina	19,9	11,3
% Silte	59,0	44,0
% Argila	14,4	37,7
Classificação textural	Silte areno-argiloso	Silte argiloso

Tabela 2: Frações granulométricas para a mistura e sua classificação textural

Segundo a SUCS a classificação é baseada na plasticidade, pois é um solo relativamente fino. Portanto, para ambas as misturas (com e sem defloculante) o solo foi classificado como CL, ou seja, argila pouco plástica. Na classificação textural o solo foi classificado como silte argiloso quando utilizado o defloculante, e silte areno-argiloso quando não utilizado.

Pelo ensaio de permeabilidade à água realizado encontrou-se o valor de $1,5 \times 10^{-6}$ cm/s para o coeficiente de permeabilidade saturada. Isso se deve ao fato dele ter sido realizado para um ponto situado no ramo seco da curva de compactação, onde a permeabilidade é maior do que no ponto ótimo. Dessa maneira, o solo não atende a nenhum dos critérios apresentados na literatura em relação à permeabilidade, visto que o coeficiente de permeabilidade encontrado é maior do que os recomendados.

O valor encontrado de pH do solo foi de 4,4 em água, indicando acidez, portanto, não atendendo ao critério da Cetesb (1993). Pelo ensaio Mini-MCV obtiveram-se as curvas das Figuras 4 a 6. A Figura 7 apresenta a curva índice de vazios versus logaritmo das tensões do ensaio de compressibilidade.

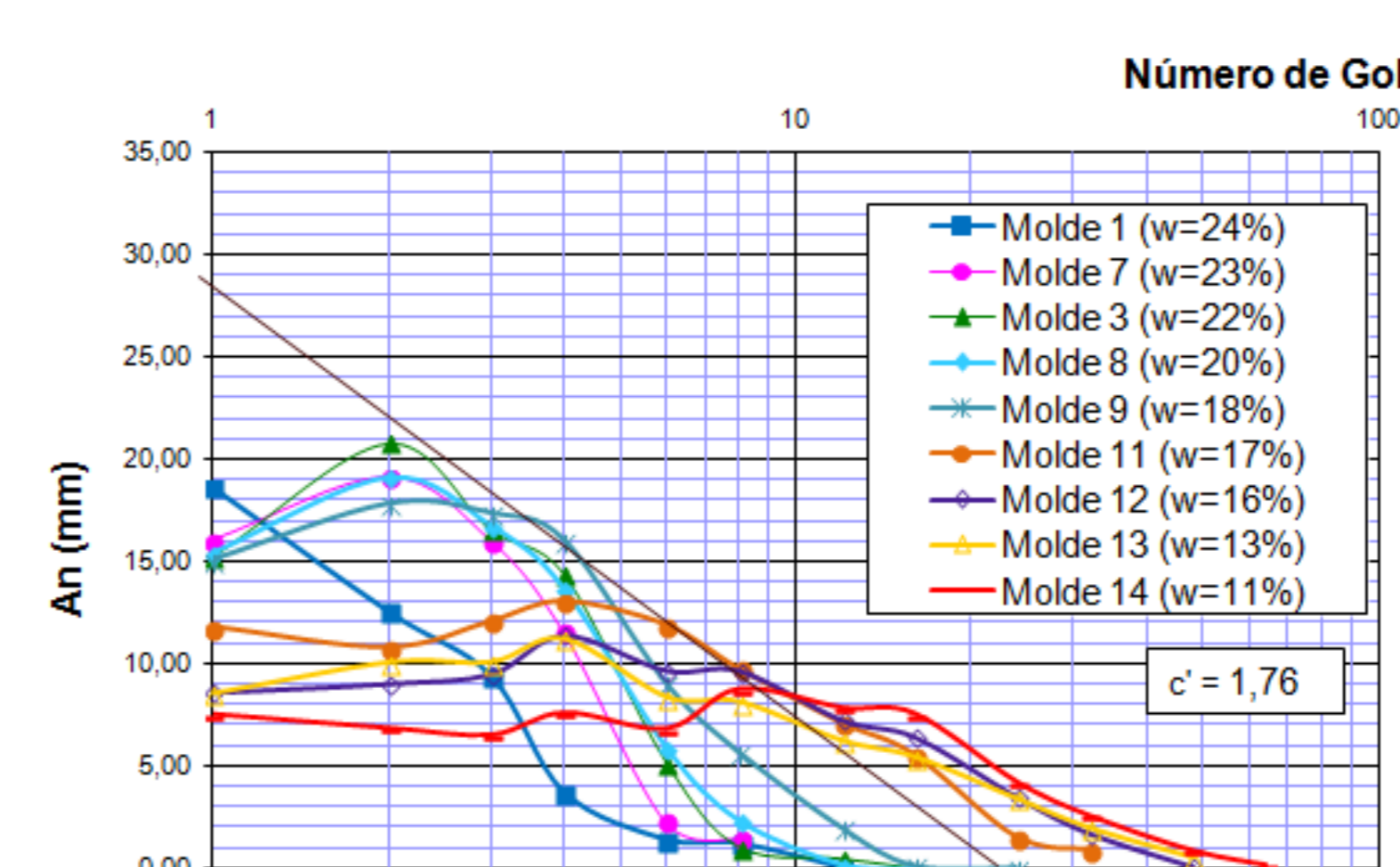


Figura 4: Curva mini MCV.

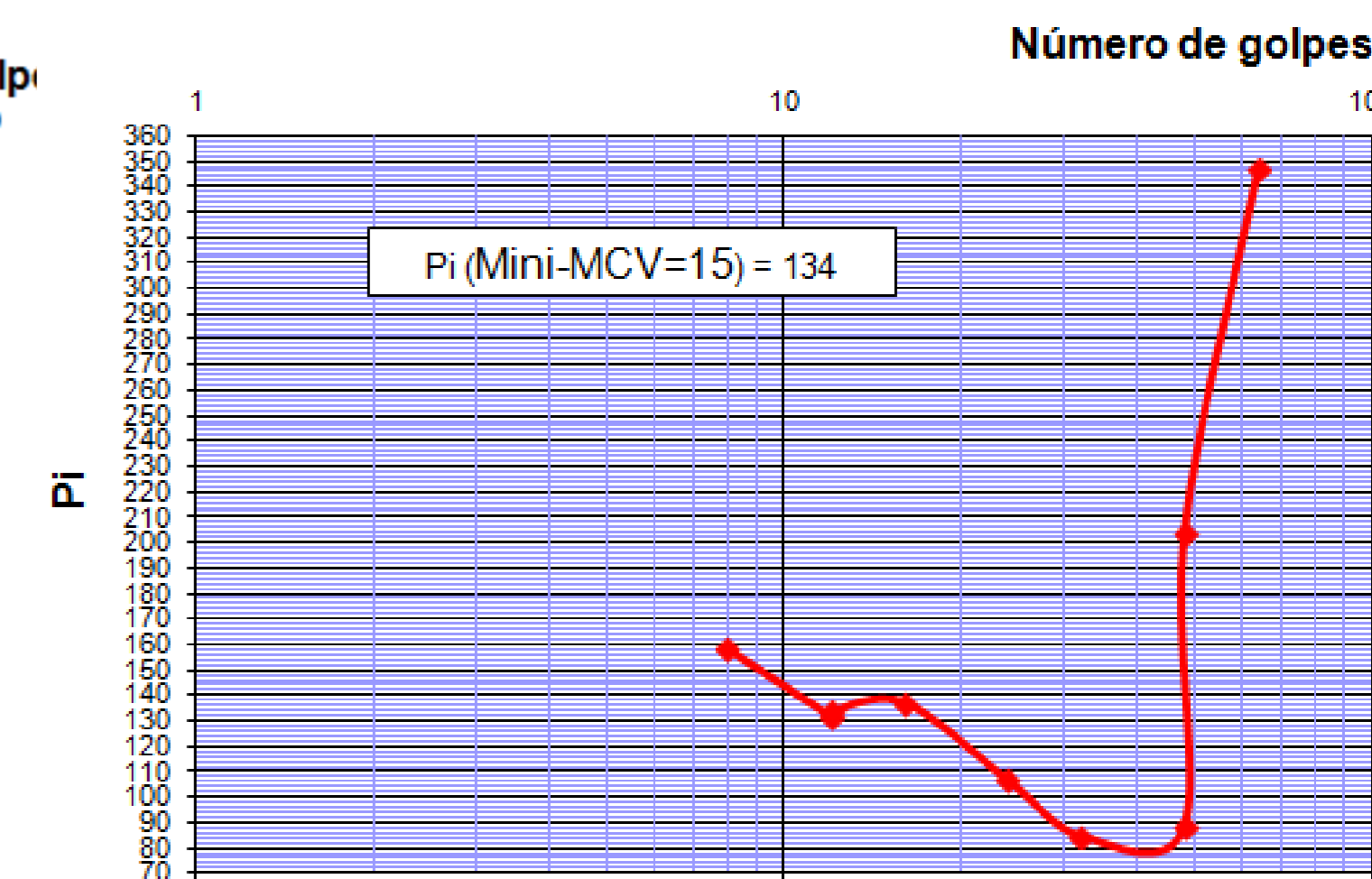


Figura 5: Curva Pi

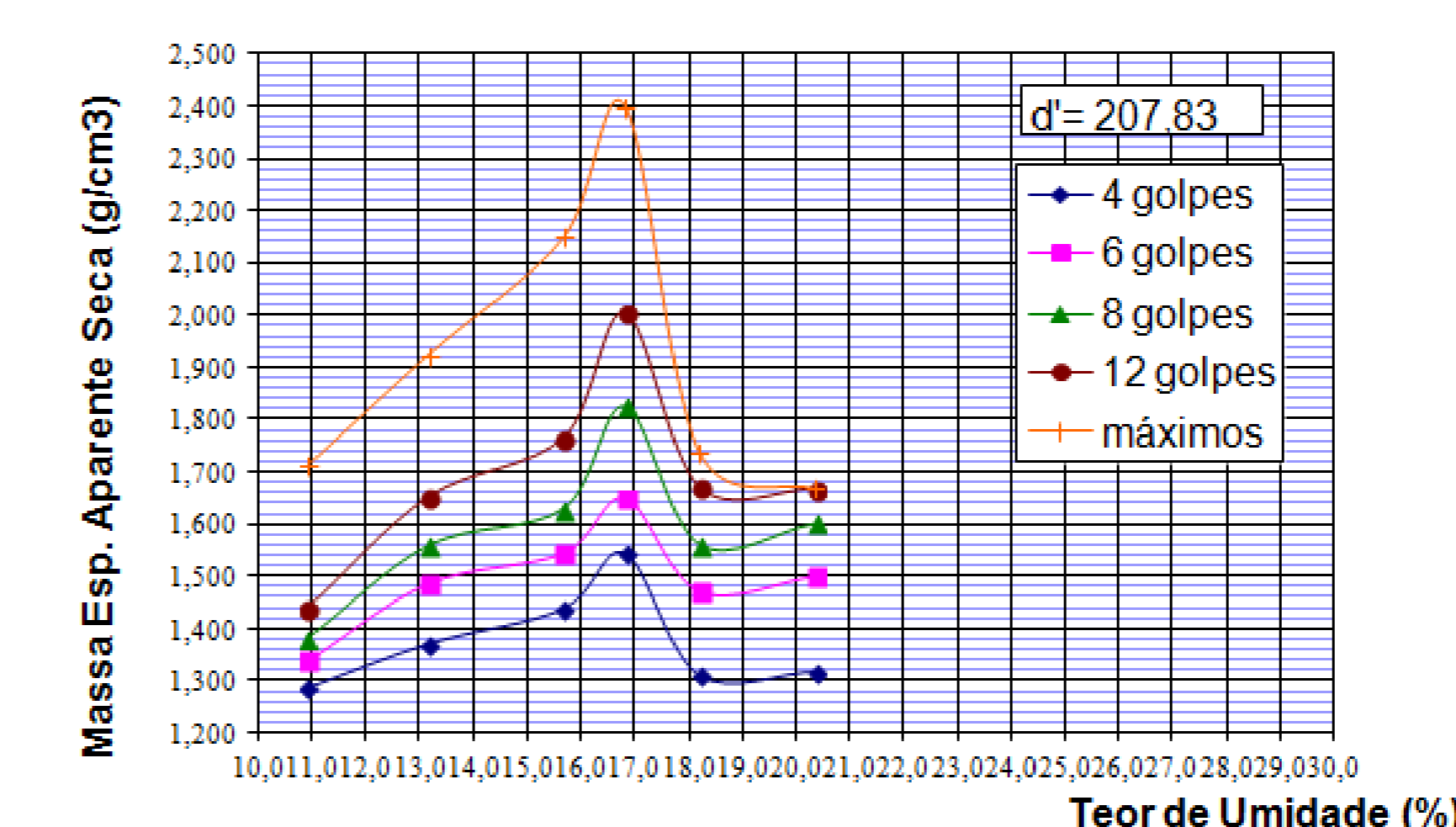


Figura 6: Curvas de compactação do Mini-MCV

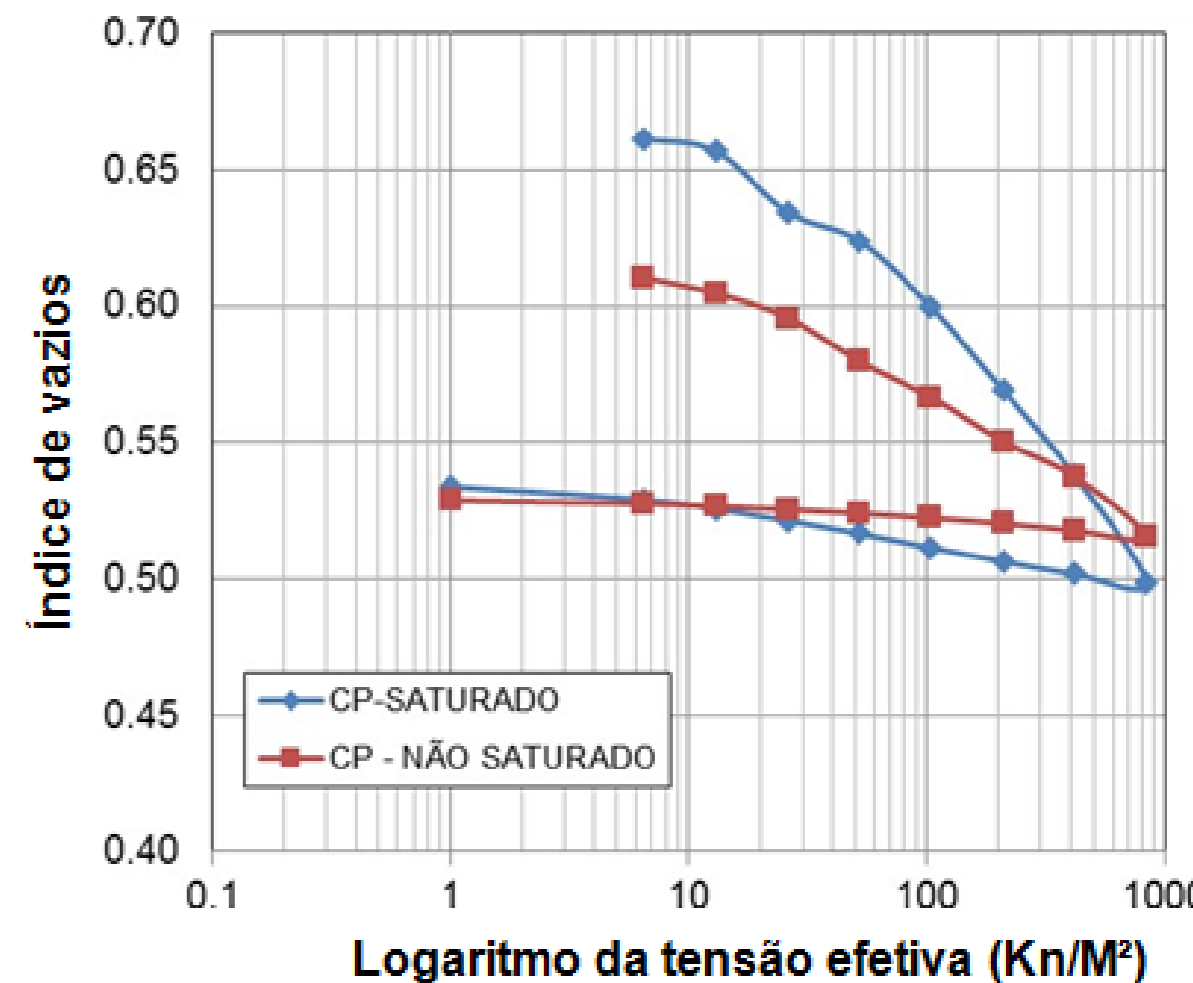


Figura 7: Curva de compressibilidade.

De acordo com as Figuras 4 a 6, o valor encontrado para o coeficiente c' foi de 1,76, para o coeficiente d' foi de 207,83 e a para a perda por imersão P_i igual a 134%. Pela Figura 3 nota-se que a inclinação das curvas se alterou considerando o molde 9 e o molde 11, isso indica que utilizando os critérios específicos do método o valor de Mini-MCV que deve ser utilizado é 15. O valor encontrado para e' é foi de 1,13. Assim, o solo foi classificado como solo laterítico argiloso.

A partir da Figura 7, para o corpo-de-prova saturado foram obtidos os valores de índice de compressão de 0,1 e de tensão de pré-adensamento de 45kN/m²; para o corpo-de-prova não-saturado, os valores encontrados foram de 0,04 e 20 kN/m², respectivamente.

Conclusão

O estudo permitiu classificar o solo pelo SUCS como uma argila pouco plástica (CL). Porém, a classificação textural classificou o solo sem defloculante como silte areno argiloso, e o solo com defloculante como silte argiloso. De modo geral, o solo ainda não atende aos critérios propostos para que possa ser utilizado na impermeabilização de base da célula, pois o coeficiente de permeabilidade à água de $1,5 \times 10^{-6}$ cm/s encontrado é maior do que o recomendado, apesar de atender aos demais critérios da literatura.

Nos ensaios de compactação Mini-MCV, o solo pode ser classificado como LG', ou seja, solo laterítico argiloso, e portanto possui uma estrutura macroagregada que une as partículas mais finas fazendo com que tenham um comportamento de silte ou areia fina.