



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS



## RELATÓRIO

### LIMITE DE LIQUIDEZ E DE PLASTICIDADE

#### 1.1 - INTRODUÇÃO

Alguns solos a serem trabalhados, variando a sua umidade atinge um estado denominado de consistência plástica, que por sua vez classifica-se em estado líquido, plástico, semi-sólido e sólido.

Estes estados dependem da quantidade de água presente no solo, obtendo-se assim, valores de umidade do solo através das idéias de Atterberg e resultados padronizados em laboratório por Casagrande. Os limites entre cada estado, definidos em função do teor de umidade, foram empiricamente estabelecidos por Attebert Mauritz Atterbeg, na Suécia em 1911, daí serem chamados de limites de Atteberg, esses limites são : *limites de liquidez (LL)*, *limites de plasticidade (LP)* e *limite de contração (LC)*.



Os limites de Atteberg representam a transição entre os estados líquido- plástico- semi-sólido- sólido. A transição entre cada estado pode ser caracterizada da seguinte maneira: considere uma argila com elevado teor de umidade tal que possa fluir (estado líquido. A perder umidade a argila começa a ter consistência (endurecer); existe um valor do teor de umidade específico ( $LL, \%$ ) que marca a mudança do estado líquido para o estado plástico. Continuando a perda da umidade, chega-se o ponto onde começa a ocorrer o endurecimento e, nesse ponto, o teor de umidade ( $LP, \%$ ) marca a passagem do estado plástico para um estado semi-sólido. Com a continuação dessa perda de umidade atinge-se o endurecimento do solo onde o teor de umidade correspondente é o limite de contração ( $LC, \%$ ).

#### 1.2 - LIMITE DE LIQUIDEZ

##### 1.2.1 - Introdução

A determinação do limite de liquidez ( $LL$ ) é feita pelo aparelho de Casagrande, que consiste em um prato de latão, em forma de concha, sobre um suporte de ebonite; por meio de um excêntrico imprime-se ao prato, repetidamente, quedas de altura de 1 cm e intensidade constante.

Com os valores obtidos (número de golpes para fechar o sulco feito na amostra e as umidades correspondentes), traça-se a reta de escoamento do material. Recomenda-se a determinação de, pelo menos, 5 pontos.

Por definição, o limite de liquidez ( $LL$ ) do solo é o teor de umidade para o qual o sulco se fecha com 25 golpes.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS**



### 1.2.2 - Objetivo

Determinar o valor da umidade de uma amostra de solo, isto é, o teor de umidade que representa a transição da mesma do estado líquido para o estado plástico.

### 1.2.3 - Material utilizado

- Aparelho de Casagrande;
- Gabarito para verificação da altura de queda da concha;
- Balança com capacidade de 211g, sensível a 0,01 g;
- Cápsulas de alumínio;
- Estufa;
- Cápsula de porcelana;
- Cinzel;
- Aparelho de Casagrande;
- Espátula;
- pinça metálica.

### 1.2.4 - Procedimento

Proveniente do ensaio de preparação de amostras, retira-se 100g do solo que passa na peneira #40, coloca-se numa cápsula de porcelana, aproximadamente, 70g do mesmo. Adiciona-se água aos poucos, formando uma mistura homogênea, a qual é colocada na concha do aparelho de Casagrande. Faz-se uma abertura nesta amostra com o cinzel de um centímetro de comprimento. Gira-se a alavanca numa velocidade constante (2 quedas por segundo), contando os golpes necessários para fechar a abertura feita até obter 1cm entre os bordos inferiores. Retira-se um pouco de massa do solo na área de contato dos bordos, coloca-se em uma cápsula fazendo a pesagem de imediato. Após pesar, põe-se na estufa e depois de sua secagem determina-se o teor de umidade.

Acrescenta-se um pouco de solo, já que começou com uma massa plástica, teor de umidade alto, e repete-se o processo anterior quatro vezes mais.

### 1.2.5 - Norma

DNIT-ME 122/94

### 1.2.6 - Memorial de cálculo

Para se calcular o limite de liquidez necessita preencher a tabela (ver anexo). Precisa-se ter, então, os seguintes dados para cada material recolhido:

$$\begin{aligned} P_a &= P_{bw} - P_{bs} \\ P_s &= P_{bs} - P_c \\ W \% &= (P_a / O_s) * 100 \end{aligned}$$

Onde :  $P_{bw}$  = peso do solo úmido + peso da cápsula

$P_{bs}$  = peso do solo seco + peso da cápsula

$P_c$  = peso da cápsula



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS**

Pa = peso da água  
Ps = peso do solo seco  
W% = teor de umidade

No gráfico obtido, o limite de liquidez é determinado, sendo a umidade correspondente a 25 golpes. Para isto, parte-se do ponto que corresponde a 25 golpes tocando a reta, traça-se uma paralela ao eixo das abscissas (número de golpes) e encontra-se o valor do teor de umidade que representa o limite de liquidez.

### 1.2.7 - Conclusão

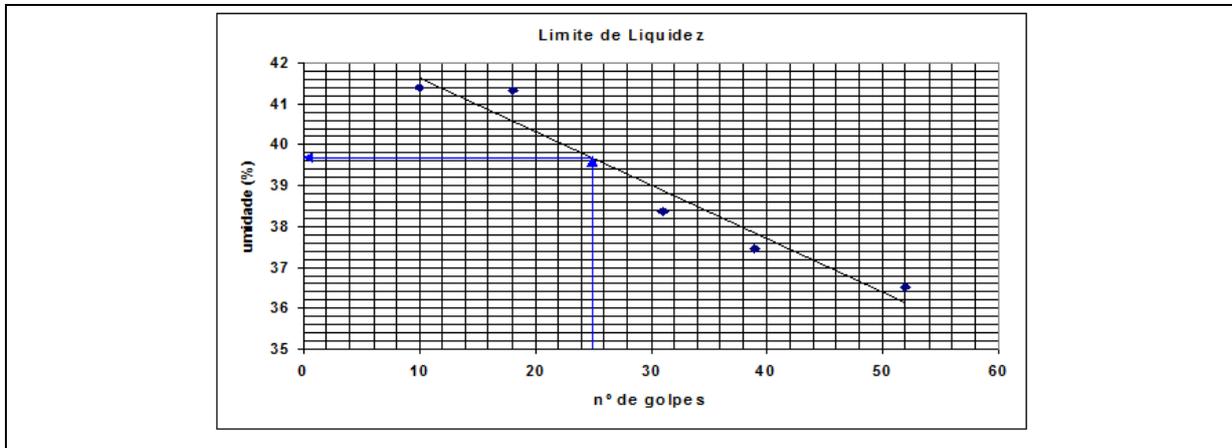
O ensaio mostrou que o ponto encontrado corresponde ao limite de liquidez, representa o valor de uma certa consistência que se aproxima do estado plástico, ou seja, representa a transição do estado líquido para o plástico.

### 1.2.8 - Resultados

ENSAIOS DE LIMITE DE LIQUIDEZ								
RODOVIA		TRECHO			REGISTRO N.			
PROCEDIMENTO		LOCALIZAÇÃO			LABORATÓRIO			
NATUREZA								
LIMITE DE LIQUIDEZ								
CAPSULA N.	LL-25	LL-26	LL-30	LL- 01	LL-24			
N. DE GOLPES	10	18	31	39	52			
PES BRUT UMIDA	17.16	15.31	14.91	14.24	15.56			
PES BRUT SECA	14.42	13.57	13.28	12.42	13.85			
TARA DA CAPSULA	7.8	9.36	9.03	7.56	9.17			
PESO ÁGUA	2.74	1.74	1.63	1.82	1.71			
PESO DO SOLO SECO	6.62	4.21	4.25	4.86	4.68			
TEOR DE UMIDADE	41.39	41.33	38.35	37.45	36.53			
OBSERVAÇÕES:								



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS**





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS**



### 1.3 - LIMITE DE PLASTICIDADE

#### 1.3.1 - Introdução

A plasticidade de um solo é a propriedade de se submeter a grandes deformações sem sofrer rupturas ou fissuramentos. Este comportamento do solo varia com o teor de umidade, podendo passar de um estado líquido para um estado sólido, passando por vários estados intermediários.

O limite de plasticidade é a transição de um solo do estado plástico para o estado semi-sólido que é também um teor de umidade convencional.

O solo tem uma determinada região em que se encontra num estado plástico. Existe um índice o qual indica percentagem de plasticidade do mesmo, chamado de índice de plasticidade (IP) e é calculado pela diferença entre o limite de liquidez e o limite plasticidade.

O limite de plasticidade é determinado pelo teor de umidade, em porcentagem, no qual o solo começa a se fissurar ao moldá-lo nas dimensões de um cilindro de 3 mm de diâmetro e 100 mm de comprimento.

O índice de plasticidade define que quanto maior for o mesmo, mais plástico será o solo.

O solo arenoso é um solo não plástico, isto é, não há coesão entre suas partículas e a água (IP = 0). Enquanto o solo argiloso tem um IP > 0.

Classificação do solo quanto ao IP:

Solo fracamente plástico .....	1% < IP < 7%
Solo medianamente plástico.....	7% < IP < 15%
Solo altamente plástico .....	IP > 15%

#### 1.3.2 - Objetivo

Determinação do teor de umidade no qual separa o solo do estado plástico para o semi-sólido, ou seja, limite de plasticidade e o índice de plasticidade.

#### 1.3.3 - Material utilizado

- Balança sensível a 0,01 g;
- Cápsulas de alumínio;
- Cápsula de porcelana;
- Cilindro com diâmetro de 3 mm e comprimento de 100 mm;
- Espátula;
- Estufa;
- Placa de vidro com superfície esmerilhada.

#### 1.3.4 - Procedimento

Da fração que passa na peneira #40 retira-se cerca de 60g de amostra e coloca-se numa cápsula de porcelana, umedecendo com água destilada até homogeneizar a massa por completo. Molda-se uma certa porção da massa em forma de esfera, rola-se a mesma sobre a placa de vidro de face esmerilhada fazendo uma certa pressão para moldar, até conseguir a forma do gabarito do cilindro. Ao atingir a devida forma, quebra-se em 6 pedaços, junta-se novamente a massa e repete-se o procedimento até que não seja possível modelar outro cilindro. Neste instante, coloca-se a amostra em uma cápsula, pesa e leva para secagem na estufa.

Repete-se o procedimento, no mínimo, mais 4 vezes.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE PAVIMENTOS**

### 1.3.5 - Norma

DNIT-ME 082/94

### 1.3.6 - Memorial de cálculo

Limite da plasticidade:

Calcula-se o teor de umidade para cada amostra através da seguinte expressão:

$$W\% = [(P_{bw} - P_{bs}) / (P_{bs} - P_c)] * 100$$

### 1.3.7 - Conclusão

Ao fim deste relatório de suma importância, tendo em vista a sua aplicabilidade na análise de verificar a capacidade que um solo tem em resistir a um determinado esforço constante. Observa-se ainda que os resultados foram satisfatórios segundo a norma.

### 1.3.8 - Resultados

<i>LIMITE DE PLASTICIDADE</i>							
CAPSULA N <sup>o</sup>	LL-16	LL-18	LL-20	AL-18	LL-14	LL-12	
PES BRUT UMID	11.33	11.50	10.98	9.65	9.55	11.20	
PES BRUT SEC	10.91	11.05	10.60	9.26	9.23	10.78	
TARA DA CAPS.	9.17	9.23	9.07	7.62	7.88	9.18	
PESO ÁGUA	0.42	0.45	0.38	0.39	0.32	0.42	
PES SOL SECO	1.74	1.82	1.53	1.64	1.35	1.60	
UMIDADE	24.14	24.72	24.84	23.78	23.70	26.25	
INICIO:	OPERAÇÃO:			VISTO:	RESULTADO		
TÉRMINO:	CÁLCULO:				LP: 24.57%	IP: 15.03%	