

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE ATTERBERG DE ARGILAS VISANDO FABRICAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

LETÍCIA PEREIRA CARDOSO¹; FRANCINE MACHADO NUNES²; RUBENS
CAMARATTA³; FERNANDO MACHADO MACHADO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – leticiapcardoso96.lc@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas– francinemachadonunes@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas– rubenscamaratta@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – fernando.machado@hotmail.com.br

1. INTRODUÇÃO

Na engenharia civil, os solos servem de apoio para as obras, como por exemplo, construção de túneis, barragens, pontes, no qual exijam fundações em solo firme. E para a utilização dos solos, é importante primeiro caracterizá-los pois, solos que apresentam em sua textura alta porcentagem de finos são muito influenciados pela umidade. Isso se deve ao tamanho das partículas e à composição química e mineralógica, que podem causar grandes variações nas suas propriedades plásticas, segundo (SOUZA et al., 2000). Portanto, nessas circunstâncias, é necessário tanto a análise granulométrica OLIVEIRA et al. (1997), quanto a análise do comportamento plástico do solo.

Atterberg (1911) definiu dois limites que delimitavam o intervalo de consistência do solo: o limite de liquidez e o de plasticidade. O Limite de Liquidez (LL) é definido como a umidade abaixo da qual o solo se comporta como material plástico; é a umidade de transição entre os estados líquido e plástico do solo. O Limite de Plasticidade (LP) é tido como o teor de umidade em que o solo deixa de ser plástico, tornando-se quebradiço; é a umidade de transição entre os estados plástico e semissólido do solo.

Bauer (1930) citou que esses limites são utilizados para a determinação do índice de plasticidade, indicador das propriedades e forças físicas envolvidas em problemas de preparo do solo. Esse índice atribui um valor considerável à determinação da consistência do solo, e é determinado através do método padronizado por Arthur Casagrande. Pinto (2006) determinou que o LL corresponde ao teor de umidade de um solo quando são necessários 25 golpes no Aparelho Casagrande para fechar uma rachadura-padrão, aberta na superfície da amostra e o LP pela porcentagem de umidade em que o solo começa a se fraturar ao tentar se modelar um cilindro de 3mm de diâmetro e com cerca de 10 cm de comprimento.

Atterberg (1911 *apud* RENEDO, 1996) comprovou que a medida em que aumenta o conteúdo de argila do solo, aumentam também os valores do índice de plasticidade (IP). Desta forma, quanto maior é a relação da superfície total das partículas de argila em relação ao seu volume, maior número de moléculas de água, a argila é capaz de absorver e, por conseguinte, serão mais elevados os valores dos limites de Atterberg.

Assim, o objetivo deste trabalho é determinar os limites de Atterberg de argilas, com o intuito de avaliar a plasticidade e a trabalhabilidade das massas no processo de fabricação de produtos cerâmicos para a construção civil.

2. METODOLOGIA

A coleta das matérias-primas foi realizada no pátio de uma olaria situada na cidade de Pelotas, RS. A empresa utiliza argilas de duas jazidas distintas. A argila avermelhada (amostra A1), proveniente da Costa do Camaquã, e argila de cor acinzentada (amostra A2), extraída próxima à olaria. Em primeiro lugar, as argilas foram secas à temperatura ambiente ($23 \pm 5^\circ\text{C}$) e depois, em estufa a $105 \pm 5^\circ\text{C}$. Em seguida, essas foram destorroadas para a redução grosseira da granulometria e, logo após, pulverizada sem um moinho de bolas tipo periquito.

Pesou-se aproximadamente 200g da amostra A1, passante da peneira 0,42mm para a realização dos ensaios de limite de liquidez e plasticidade.

Para o ensaio de LL utilizou-se a NBR 6459 (1984), no qual a amostra de argila foi colocada em um cadinho de porcelana e umedecida com água destilada. Em seguida, a massa argilosa foi inserida no Aparelho Casagrande (localizado no NEMC – Núcleo de Estudos em Materiais Compósitos - UFPEL). A manivela do aparelho foi girada e iniciou-se a contagem de golpes (1/s) até fechar um sulco de 1 cm da amostra. Golpes entre 35 e 15 foram dados à medida que houve o aumento de adição de água na massa.

Foi retirada uma pequena porção de aproximadamente 5g da amostra, que foi armazenada em uma cápsula metálica, previamente pesada em balança analítica, onde se obteve a massa úmida. Após 24 horas em estufa à $105 \pm 5,0^\circ\text{C}$, pesou-se a cápsula novamente, obtendo a massa seca. Estes passos foram repetidos para a amostra A2.

Para o ensaio de LP utilizou-se a NBR 7180 (1984), no qual se retirou uma porção de aproximadamente 5g da massa argilosa de A1, e moldou-se em cima de uma placa de vidro fosco, um cilindro com cerca de 3 mm de diâmetro, conforme o gabarito utilizado. A moldagem ocorreu até que não se conseguisse chegar ao diâmetro especificado, sem a fissura no cilindro. Isto foi repetido cinco vezes para cada amostra (A1 e A2). As amostras foram armazenadas em cápsulas metálicas (previamente pesadas) e levadas à estufa durante 24 h a $105 \pm 5,0^\circ\text{C}$ e, transcorrido o período, pesou-se novamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra o gráfico da determinação do limite de liquidez das amostras A1 e A2.

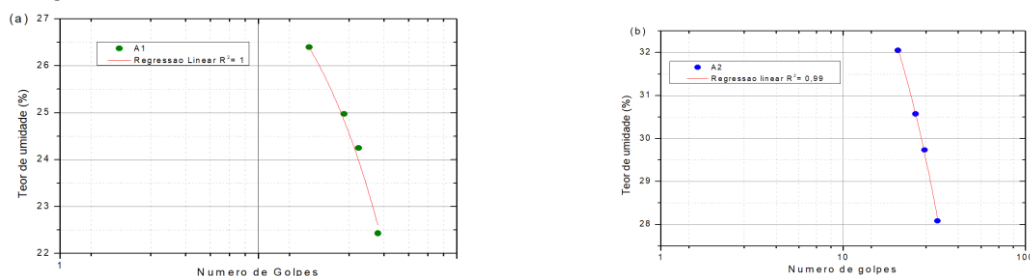


Figura 1 – Gráfico da determinação do limite de liquidez das amostras A1 (a) e A2 (b).

Através da plotagem dos pontos referentes ao número de golpes e o teor de umidade de cada amostra, foi possível estabelecer a média para o limite de liquidez. Os valores resultantes de LL foram 25 % para a amostra A1 e 30 % para A2.

Os teores de umidade (h) encontrados para as amostras foram de 1,0 e 3,4 %, para A1 e A2, respectivamente. A maior percentagem de umidade no solo está relacionada com a maior concentração de frações de finos e, conseqüentemente, maior resistência a eliminar água do material (ARAÚJO, 2015).

A Tabela 1 abaixo, mostra os resultados encontrados para o limite de plasticidade (LP) e o índice de plasticidade (IP) das argilas. Nela, estão representadas as porcentagens do LP, entre 14 e 17%, e do IP, entre 8 e 16%.

Tabela 1. Resultados encontrados para o limite e índice de plasticidade das argilas.

Amostras	LP (%)	IP = LL – LP (-)
A1	17	8
A2	14	16

O índice de plasticidade (IP) pode ser classificado qualitativamente de acordo com a classificação dos solos apresentado por laeg (1979 *apud* FIORI, 2009). Desta forma, as amostras A1 (8%) e A2 (16%) são definidas como solos moderadamente plásticos. Portanto, quanto maior for o valor de IP, maior a plasticidade da argila (FIORI, 2009).

Segundo Abajo (2000), o IP mínimo para a fabricação de cerâmica vermelha é 10%. Sendo assim, ao trabalhar com valores menores, a argila pode apresentar mudanças em seu comportamento plástico na presença de pequena porção de água adicionada ao material (VIEIRA, 2003; SANCHEZ, 2011), ou seja, não seria possível realizar o processo de conformação de uma peça cerâmica utilizando somente a amostra A1.

Desta forma, teve-se a necessidade de misturá-la com outro tipo de material, para que, assim, suas propriedades fossem alteradas e o índice de plasticidade da massa argilosa corrigido. A mistura pode ser feita adicionando algum tipo de matéria-prima ou até mesmo a amostra A2 (que foi o procedimento realizado).

Já a amostra A2, por possuir um valor de IP adequado para o processamento cerâmico, equivalente a 16%, conforme (ARAÚJO, 2015), não houve necessidade de modificações ou adição de outros elementos.

De modo geral, notou-se que inúmeros fatores como a plasticidade, granulometria, agregação das partículas e impurezas, tornam os solos favoráveis ou não, à fabricação de produtos cerâmicos para a construção civil. Vale do pesquisador e/ou proprietário da indústria cerâmica, avaliar e caracterizar devidamente a matéria-prima a ser empregada.

4. CONCLUSÕES

As argilas estudadas foram caracterizadas quanto ao comportamento plástico frente a alterações nas propriedades físicas. Estas foram classificadas qualitativamente como argilas moderadamente plásticas. A argila de cor vermelha apresentou o menor índice de plasticidade, quando comparada a argila de cor acinzentada.

Assim, a análise preliminar realizada nas argilas mostrou que a argila acinzentada, está mais de acordo com os parâmetros de fabricação de produtos cerâmicos aplicados na construção civil. Porém, é necessária a caracterização granulométrica para atestar suas aplicações.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAJO, M. F. **Manual Sobre Fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos**. Espanha: BERALMAR S.A, 2000.

ARAÚJO, S. C. J. F. N. **Análise de microestrutura e de características geotécnicas de misturas de resíduo de polimento de porcelanato e solo**. 2016. 115f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo – Determinação do Limite de Liqueidez**. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

_____. **NBR 7180: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e Suas Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 6ª edição, 1994.

COVER, W. J. B. **Estabilização de solo residual de Dois Lajeados/RS com adição de cal**. 2016. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário Univates.

FIORI, A. P.; CARMIGNAMI, L. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas aplicações na estabilidade de taludes. Curitiba: Editora UFPR, 2009. 2ª ed.

MACEDO, R. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 54, p. 411–417, 2008.

MORAIS, D.M.; SPOSTO, R.M. **Propriedades tecnológicas e mineralógicas das argilas e suas influências na qualidade de blocos cerâmicos de vedação que abastecem o mercado do D. Federal**. Cerâmica Industrial, BR, v.11, p. 35-38, 2006.

OLIVEIRA, M. **Avaliação de indicadores para tomada de decisão na concepção de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. Porto Alegre: Projeto de tese (Doutorado em Administração) – PPGA/UFRGS, 1997.

RENEDO, V. S. G. **Dinámica y mecánica de suelos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas S.L., 1996.

SÁNCHEZ, M. G. P.; CARRERA, A. M. M.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FERREIRA, M. M. Viabilidade do uso de argilas cauliníticas do Quadrilátero Ferrífero para a indústria cerâmica. **Cerâmica**, São Paulo, v. 57, p. 254–262, 2011.

SOUZA C. M. A.; RAFFUL, L. Z. L.; VIEIRA, L. B. Determinação do Limite de Liqueidez em dois Tipos de Solos Utilizando Diferentes Metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Paraíba, vol. 4, 2000.