

*XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*  
*IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas*  
*IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens*  
*VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens*  
*15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP*



## Estudo sobre a Resistência Não Drenada de Diferentes Solos Artificiais Obtida Através de Ensaios de Laboratório

João Vítor de Azambuja Carvalho

Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande/RS, Brasil, [azambuja.jvc@gmail.com](mailto:azambuja.jvc@gmail.com)

Luiza Vargas Eichelberger

Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, Brasil, [luiza\\_ve@hotmail.com](mailto:luiza_ve@hotmail.com)

Camila Larrosa Oliveira

Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS Brasil, [camila.larrosa@yahoo.com.br](mailto:camila.larrosa@yahoo.com.br)

Cezar Augusto Burkert Bastos

Professor, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande/RS, Brasil, [cezarbastos@furg.br](mailto:cezarbastos@furg.br)

Antonio Marcos de Lima Alves

Professor, Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande/RS, Brasil, [antonioalves@furg.br](mailto:antonioalves@furg.br)

**RESUMO:** A resistência não drenada é um parâmetro geotécnico de grande importância para dimensionamento e avaliação do comportamento de obras sobre solos moles. Essa propriedade é amplamente estudada no âmbito da engenharia geotécnica, com o objetivo de se conhecer melhor suas variações de acordo com outras propriedades físicas e mecânicas dos solos. Este trabalho busca avaliar os resultados da medida da resistência não drenada em diferentes solos artificiais através de ensaios de palheta de laboratório, do cone de queda livre de laboratório e ensaios triaxiais, bem como a relação desse parâmetro com a tensão de pré-adensamento e a plasticidade dos solos. Para tal, foram moldados quatro traços de solos artificiais à base de caulim, com diferentes teores de bentonita, e adensados sob diferentes tensões. Encontraram-se relações entre o aumento da resistência não drenada com ambos os parâmetros avaliados para cada um dos solos e não foram verificados indícios de diferenças estatisticamente significativas entre as medidas médias de cada um dos ensaios realizados para um mesmo solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resistência não drenada, Solos artificiais, Ensaios de laboratório.

**ABSTRACT:** Offshore and embankments designs are common in engineering practice. For this, an important parameter is the undrained strength of soils, which is vastly studied in order to improve the knowledge of its variability with other physical and mechanical soil properties. This paper aims to provide an evaluation of differences between three laboratory tests: vane test, fall cone test and triaxial UU, as well as evaluate the relationship with plasticity and overburden pressure of soils. In order to that, four kaolin and bentonite mixtures proportions were molded and consolidated at three different loading levels. Were found relations involving these factors variation and the response, also the statistical methods used for evaluation didn't suggest significant differences for the results of each undrained strength measure from laboratory tests realized.

**KEYWORDS:** Undrained strength, Artificial soils, Laboratory tests.



## 1 Introdução

A existência de muitos depósitos de solos moles no território brasileiro faz com que esses e suas propriedades sejam amplamente estudados e avaliados. Situações de projeto, como obras *offshore* e aterros sobre solos moles, são casos comuns do envolvimento com esses solos, de condições geotécnicas desfavoráveis. Nesses casos, uma das propriedades de interesse para o correto projeto das estruturas é a resistência não drenada ( $S_u$ ), definida como a resistência mobilizada pelo solo quando solicitado em intervalo de tempo insuficiente para que ocorra a drenagem da água intersticial. Essa situação costuma configurar casos críticos em solos finos, nos quais o tempo de carregamento tende a ser inferior ao necessário para que ocorra a drenagem. Portanto, é crucial o conhecimento dessa propriedade, bem como seu comportamento em relação a outras propriedades físicas e mecânicas dos solos.

O grupo Geotecnia FURG tem um histórico de trabalho com solos finos artificiais. Alves *et al.* (2010) apresentam resultados de ensaios de palheta de laboratório realizados em misturas de caulim e bentonita. Pinto *et al.* (2018) avaliam a aplicação do equipamento de cone de queda livre de laboratório na caracterização da plasticidade e resistência não drenada de misturas de caulim, bentonita, areia e água. Rosa *et al.* (2013) e Bastos *et al.* (2014), por sua vez, apresentam resultados de cone de queda frente a resultados de palheta de laboratório de amostras adensadas de diferentes traços de solo artificial, onde foi comprovado o modelo exponencial da relação penetração versus  $S_u$  de Hansbo (1957). Além desses, Eichelberger *et al.* (2018) apresentam nova avaliação da resistência não drenada em misturas de caulim, bentonita e água incluindo ensaios triaxiais do tipo UU.

Este trabalho tem o objetivo de complementar os resultados obtidos por Carvalho *et al.* (2019), agregando novo traço de solo artificial e apresentando uma inédita análise estatística dos dados obtidos. Procurou-se investigar as diferenças entre os valores de resistência não drenada obtidos para cada um dos traços a partir de ensaios de palheta de laboratório, ensaios de cone de queda livre de laboratório e ensaios triaxiais UU, bem como o comportamento desse parâmetro quando analisado frente à tensão de pré-adensamento e à plasticidade dos solos.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Materiais utilizados

Para a moldagem dos traços foram utilizados: bentonita sódica, de origem comercial; caulim rosa; e água destilada.

### 2.2 Ensaios de caracterização

Realizaram-se para cada um dos traços e para os materiais originais os ensaios de caracterização geotécnica. Foram eles: análise granulométrica, limites de Atterberg e peso específico real dos grãos.

### 2.3 Preparação e adensamento dos solos artificiais

Inicialmente os materiais, bentonita sódica e caulim rosa, foram misturados nas proporções especificadas enquanto secos e homogeneizados, com teores de umidade próximos aos respectivos limites de liquidez, com o auxílio de uma misturadora elétrica. Após homogeneizada, a lama foi disposta em três cilindros metálicos, para cada uma das tensões de adensamento selecionadas (12,5; 25 e 50 kPa), e adensada com carregamentos por pesos metálicos sobrepostos. Os recalques da lama em cada molde foram monitorados no tempo para acompanhamento do processo de adensamento. Os detalhes do arranjo experimental completo podem ser verificados em Carvalho *et al.* (2019).

Os solos adensados em cada molde foram identificados com o valor nominal da tensão de adensamento aplicada. Em cada molde da lama adensada, a partir de agora chamada de solo artificial, foram realizados os vários ensaios: determinação de índices físicos, ensaios de palheta de laboratório, ensaios de cone de queda e moldagem de corpos de prova para ensaios triaxiais.



## 2.4 Ensaios de adensamento

Foram realizados ensaios de adensamento unidimensional em prensa convencional para cada um dos solos artificiais. Os carregamentos foram conduzidos de 6,25 a 400 kPa, para os traços T5-0 e T30-0, de 6,25 a 800 kPa para o traço T0-0 e de 3,125 a 400 kPa para o traço T50-0. Todos os estágios de carga contaram com duração mínima de 24 horas (T0-0) ou 48 horas (T5-0, T30-0, T50-0).

## 2.5 Ensaios triaxiais

Os ensaios triaxiais foram realizados em corpos de prova cilíndricos 3,5 x 7,0 cm. O equipamento onde foi realizado o ensaio consiste em um sistema de interface ar-água para aplicação de pressões e uma prensa elétrica automatizada para aplicação do carregamento axial. As deformações axiais foram medidas por transdutor de deslocamento (do tipo LVDT) e a carga axial medida por célula de carga externa. Os instrumentos foram previamente calibrados e a aquisição de dados realizada por instrumentos eletrônicos e gerenciada por software. A velocidade de carregamento empregada foi de 1mm/min.

## 2.6 Ensaios de palheta

O equipamento empregado para o ensaio de palheta é de operação manual. O ensaio, que seguiu os procedimentos indicados por Head (1982), consiste basicamente na cravação da palheta, de 12,7 mm de altura e 12,7 mm de largura, no solo artificial até uma profundidade de 6 cm e giro dessa sob velocidade constante, de forma a medir o torque necessário para romper o solo por cisalhamento. A resistência não drenada é relacionada com o torque medido pela Eq. 1.

$$S_u = \frac{M_{total}}{\pi D^2 \left( \frac{H}{2} + \frac{D}{6} \right)} \quad (1)$$

Onde  $M_{total}$  = torque necessário para ruptura do solo por cisalhamento; D = diâmetro da palheta e H = altura da palheta.

## 2.7 Ensaios do cone de queda livre

Os ensaios de cone de queda livre foram realizados seguindo a referência de procedimentos da norma ISO 17892-6. Os valores de resistência não drenada a partir dos resultados do cone de penetração foram determinados a partir da relação de Hansbo (1957) (Eq. 2).

$$S_u = K(Q/d^2) \quad (2)$$

Onde  $Q$  = peso do cone;  $d$  = penetração na massa de solo e  $K$  = constante que depende, dentre outros fatores, do ângulo do cone. Este parâmetro tem o nome de Fator de Cone de Hansbo.

Nos ensaios conduzidos com os solos T5-0, T30-0 e T50-0, o cone de queda apresentou maior peso em virtude da adaptação de um acelerômetro, destinado a medir a desaceleração do cone ao penetrar na massa de solo. A apresentação e análise destes dados de desaceleração fogem do escopo deste trabalho.

## 2.8 Análises de variâncias e planejamento de experimentos

A fim de conhecer as diferenças existentes entre as médias, para diferentes fatores sobre uma variável resposta (no caso, a resistência não drenada), foram realizadas análises de variância (ANOVA). Nesse método, a resposta para cada um dos fatores, ou tratamento, é uma variável aleatória e o objetivo do teste é verificar se alguma das médias da resposta difere das demais, ou seja, se algum dos fatores explica a maior parte da variância do modelo (MONTGOMERY e RUNGER, 2009).



Neste trabalho foram realizadas análises de variâncias com o intuito de verificar a existência de diferenças significativas entre cada um dos ensaios realizados para medida de resistência não drenada, bem como para a investigação do comportamento dessa variável em relação a outras propriedades analisadas. Em uma análise, foram utilizados como fatores cada um dos ensaios realizados e em outra foram investigados quais modelos se adequam melhor aos dados experimentais obtidos.

Para investigação da variação da resposta com os parâmetros plasticidade e tensão de pré-adensamento, foram realizadas também análises sob a ótica de planejamento de experimentos. Essa metodologia, por sua vez, é utilizada quando se deseja conhecer de maneira mais detalhada o comportamento da variável resposta de acordo com a variação dos fatores e quando cada um desses fatores possui mais de dois níveis (MONTGOMERY e RUNGER, 2009). Foram considerados, portanto, dois fatores com três e quatro níveis: plasticidade, através do índice de plasticidade para cada um dos 4 traços, e tensão de pré-adensamento, com as tensões aplicadas a cada um dos traços (12,5; 25 e 50 kPa). Os valores de tensões utilizadas na análise não foram os nominais (12,5; 25 e 50 kPa), mas sim os valores de tensões de pré-adensamento obtidos nos ensaios de adensamento oedométrico, que em geral se mostraram menores do que os valores nominais.

### 3 Resultados

#### 3.1 Caracterização geotécnica

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos na análise granulométrica dos traços estudados, bem como os resultados da plasticidade, através dos limites de Atterberg. As frações granulométricas foram definidas conforme a NBR 6502/95 (ABNT, 1995). A Figura 1 apresenta as curvas granulométricas obtidas para cada um dos traços.

Tabela 1. Resultados de granulometria e plasticidade.

T0-0								
Pedregulho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	Limite de liquidez (wl)	Limite de plasticidade (wp)	Índice de plasticidade (IP)
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0	1	2	12	50	35	39	32	7
T5-0								
Pedregulho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	Limite de liquidez (wl)	Limite de plasticidade (wp)	Índice de plasticidade (IP)
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0	1	5	12	45	37	43	31	12
T30-0								
Pedregulho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	Limite de liquidez (wl)	Limite de plasticidade (wp)	Índice de plasticidade (IP)
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0	0	3	12	41	44	80	41	39
T50-0								
Pedregulho	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila	Limite de liquidez (wl)	Limite de plasticidade (wp)	Índice de plasticidade (IP)
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0	0	0	1	45	54	109	42	67

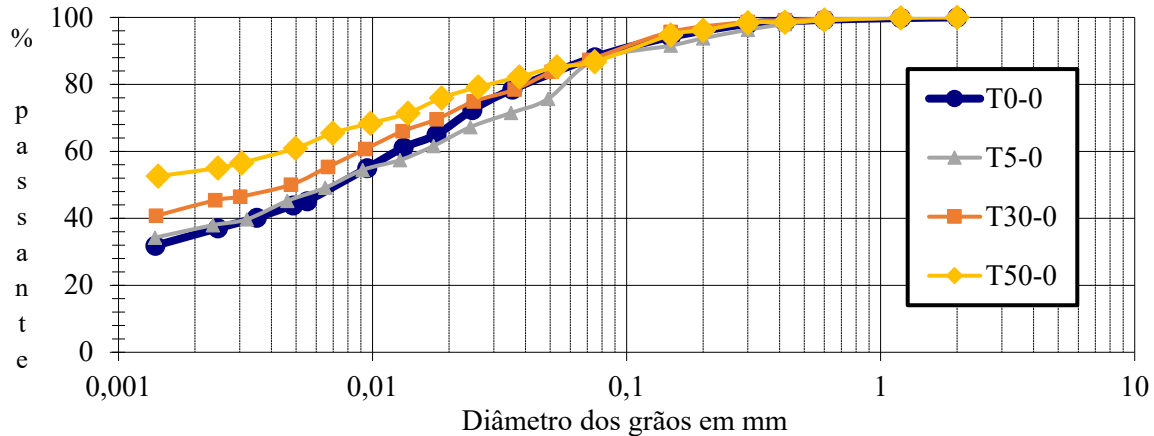


Figura 1. Curvas granulométricas dos traços.

### 3.2 Tensões de pré-adensamento

Os ensaios de adensamento convencionais realizados em câmara oedométrica permitiram aferir a tensão de pré-adensamento atingida pelos solos. A Tabela 2 apresenta os resultados da aplicação do método de Pacheco-Silva às curvas log tensão efetiva x índice de vazios.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de adensamento oedométrico.

Solo	Teor de umidade inicial (%)	Índice de vazios inicial	Tensão de adensamento estimada (kPa)
T(0-0)-12,5kPa	41,9	1,024	14,5
T(0-0)-25kPa	40,0	0,996	23,1
T(0-0)-50kPa	40,6	1,005	30,0
T(5-0)-12,5kPa	61,8	1,597	9,0
T(5-0)-25kPa	56,1	1,501	18,2
T(5-0)-50kPa	51,1	1,343	28,8
T(30-0)-12,5kPa	121,0	3,06	16,6
T(30-0)-25kPa	107,6	2,668	22,4
T(30-0)-50kPa	108,4	2,722	23,2
T(50-0)-12,5kPa	199,5	4,985	8,0
T(50-0)-25kPa	151,6	3,857	17,0
T(50-0)-50kPa	133,7	3,398	22,0

### 3.3 Resistência não drenada

A medida de resistência não drenada, através dos três ensaios (triaxial UU, palheta e cone), é apresentada na Tabela 3. Constam os teores de umidade na ruptura de cada um dos solos, o torque medido para o ensaio de palheta e os valores médios de penetração do cone (em mm). A estimativa de  $S_u$  a partir da Eq.2 foi feita utilizando-se o fator de cone de  $K = 0,80$ , sugerido por Karlsson (1977).

Tabela 3. Resultados dos ensaios de resistência não drenada<sup>1</sup>.

Solo	Triaxial			Palheta			Cone		
	Teor de umidade (%)	Índice de vazios	Su médio (kPa)	Teor de umidade (%)	Torque médio (N.mm)	Su médio (kPa)	Teor de umidade (%)	Penetração do cone média (mm)	Su médio (kPa)
T(0-0)-12,5kPa	-	-	-	44,4	10,9	2,5	44,4	21,1	1,5
T(0-0)-25kPa	33,3	0,794	5,3	43,8	15,3	3,6	40,3	14,9	2,8
T(0-0)-50kPa	40,6	0,698	9,5	41,1	24,1	5,6	40,6	13,2	3,7
T(5-0)-12,5kPa	63,3	1,704	3,1	61,1	11,7	2,7	61,1	23,2	2,3
T(5-0)-25kPa	59,3	1,543	5,6	59,3	21,5	5,1	59,3	17,5	4
T(5-0)-50kPa	54,0	1,350	9,3	53,3	30,6	7,1	53,3	14,4	5,9
T(30-0)-12,5kPa	125,6	3,021	7,1	109,3	20,1	4,7	109,3	15,7	5
T(30-0)-25kPa	121,3	2,842	10,3	108,4	38	8,6	108,4	10,9	10,5
T(30-0)-50kPa	98,7	2,457	14,1	104,7	38,3	9,4	104,7	10,2	12,1
T(50-0)-12,5kPa	181,4	4,874	3,9	206,2	20,4	4,8	206,2	19,6	3,2
T(50-0)-25kPa	163,6	4,195	8,4	160,8	30	7	160,8	12,4	8
T(50-0)-50kPa	137,8	3,370	13,8	137,9	46,7	13,6	137,9	9,5	13,9

### 3.4 Análises

Inicialmente, foram realizadas análises a fim de verificar a existência de diferenças entre os valores obtidos para a resistência não drenada através de cada um dos ensaios realizados. Utilizou-se na análise os valores médios obtidos para cada um dos traços realizados, exceto pelos valores do traço T0-0 12,5 kPa, em razão de não ter sido possível moldar corpos de prova para o ensaio triaxial devido à baixa consistência do material do traço mesmo após adensado. A Tabela 4 apresenta os dados utilizados na análise.

Tabela 4. Resumo dos dados utilizados na análise Resistência não drenada vs Método.

Método	Su											
Triaxial	5,3	9,5	3,1	4,6	9,1	7,2	10,3	14,1	3,9	8,4	13,8	
Palheta	3,6	5,6	2,7	5,1	7,1	4,7	8,9	9,4	4,8	7	13,6	
Cone	2,8	3,7	2,3	4	5,9	5	10,5	12,1	3,2	8	13,9	

A Tabela 5, por sua vez, apresenta um resumo das estatísticas das amostras. Através da aplicação de uma análise de variâncias, foi possível constatar que não há evidências que indiquem a existência de diferenças significativas entre as médias analisadas, tendo sido encontrado o valor de 0,51 para o p-valor da análise, ou tendências de minoração ou majoração explícitas por algum dos ensaios.

Tabela 5. Estatísticas das amostras.

Grupo	Contagem	Soma	Média (kPa)	Desvio Padrão (kPa)	COV (%)
Triaxial	11	89,3	8,118	3,741	46,076
Palheta	11	72,5	6,591	3,112	47,217
Cone	11	71,4	6,491	4,041	62,255

Tendo sido verificada a validade dos resultados obtidos em cada um dos ensaios, foram adotadas as médias dos valores obtidos para cada um dos traços. Realizou-se, então, uma análise da influência de cada um dos fatores investigados, plasticidade e tensão de pré-adensamento, na resistência não drenada dos solos.

<sup>1</sup> Para o ensaio triaxial, os resultados individuais dos corpos de prova, dos traços T0-0, T5-0 e T30-0, podem ser observados em Carvalho *et al.* (2019).

Para tal, tratou-se inicialmente dos dados codificados em níveis: -2, -1, 2 e 2 para o índice de plasticidade (IP), onde -2 corresponde ao solo menos plástico e 2 ao mais plástico, e -1, 0 e 1 para a tensão de pré-adensamento (TPA), onde -1 corresponde às menores tensões atingidas e 1 às maiores.

A Figura 2a apresenta um gráfico de efeitos principais da variável na resposta. É possível verificar que as mudanças nos fatores acarretaram mudanças significativas na variável resposta, sendo que as variações na tensão de pré-adensamento apresentaram alterações maiores que as mudanças na plasticidade. A partir disso, pode-se investigar a interação entre os dois fatores através da construção de dois modelos, um que inclui o fator de interação (modelo 1) e outro que não (modelo 2), e comparação desses através de análises de variâncias. O modelo que apresentou melhor resposta aos dados foi o modelo 1, representado graficamente através de uma superfície de resposta (Figura 2b), cujo coeficiente  $r^2$  de ajuste foi igual 0,9178.

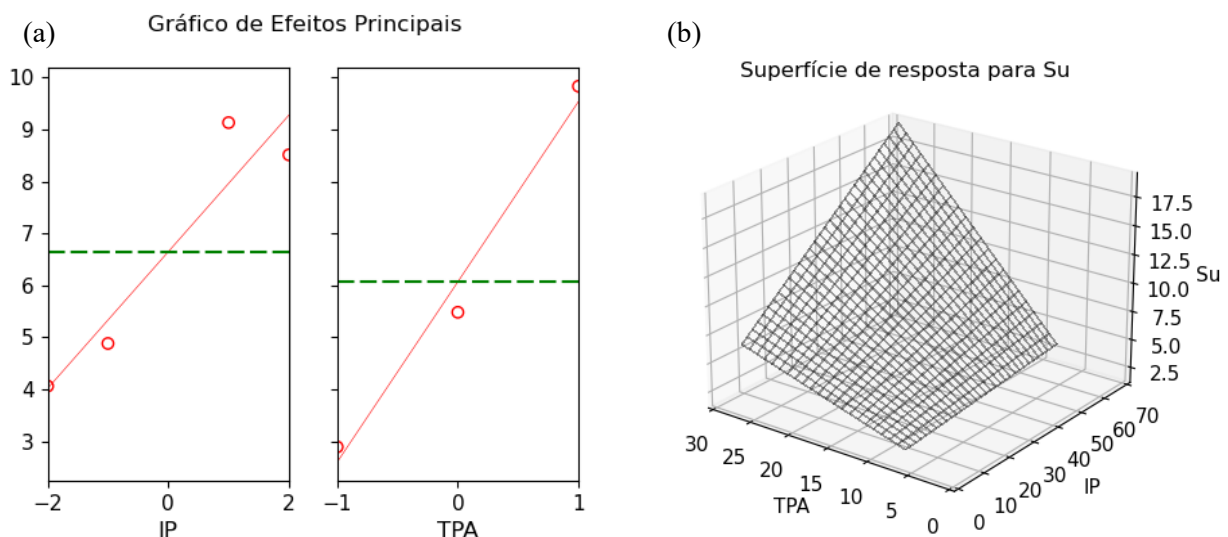


Figura 2. Gráfico de efeitos principais para a resistência não drenada (à esquerda) e representação gráfica do modelo 1 (à direita).

#### 4 Considerações finais

As análises realizadas não indicaram existirem tendências nas diferenças encontradas entre os dados para cada ensaio de laboratório, ou seja, estatisticamente não há evidências que permitam afirmar que as médias de cada um dos ensaios diferem. Cabe salientar que, nos casos estudados neste trabalho, constatou-se uma menor variabilidade nos dados para os ensaios de palheta de laboratório, o que pode ser explicado por serem realizados no momento da abertura dos cilindros de solo artificial e ainda dentro desses, com maior preservação da estrutura adquirida pelo solo formado, ou ainda pela intrínseca característica do ensaio (tipo e controle da solicitação aplicada).

Em relação às análises realizadas que envolvem a tensão de pré-adensamento e a plasticidade dos materiais, encontraram-se resultados em acordo com os esperados, de crescimento da resistência não drenada com estes fatores. Além disso, pôde-se verificar a possível existência de uma interação entre esses parâmetros que influenciam a resposta e que as variações nos dados obtidos foram principalmente em razão de variações na tensão de pré-adensamento, enquanto as variações devido à plasticidade do material, embora estatisticamente determinadas para nível de confiança superior a 95%, mostraram-se menos significativas.

*XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*  
*IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas*  
*IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens*  
*VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens*  
*15 a 18 de Setembro de 2020 – Campinas - SP*



## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio na forma de bolsas de iniciação científica e à Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. M. L.; Costa, S. C. K.; Bastos, C. A. B. Resistência ao cisalhamento de misturas caulim-bentonita através de ensaio de palheta miniatura. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2010, Gramado/RS. *Anais...* Gramado/RS: ABMS, 2010. CD-ROM
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6502: Rochas e Solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 18p.
- Bastos, C. A. B.; Alves, A. M. L.; Pereira, M. C.; Rosa, K. L.; Viegas, M. R.; Jesus, S. H. G. Estudo sobre a resistência não drenada de solos finos pelo ensaio de cone de queda livre empregando amostras de solos artificiais. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2014, Goiânia/GO. *Anais...* Goiânia/GO: ABMS, 2014. CD-ROM
- Carvalho, J. V. A.; Eichelberger, L. V.; Oliveira, C. L.; Bastos, C. A. B.; Alves, A. M. L. Análise da resistência não drenada de diferentes solos artificiais obtida por ensaios de laboratório. In: X Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul, 2019, Santa Maria/RS. *Anais...* Santa Maria/RS: ABMS-NRRS, 2019. Disponível em: <https://www.geors2019.com.br/>. Acesso em: 03/10/2019.
- Eichelberger, L. V.; Oliveira, C. L.; Bastos, C. A. B.; Alves, A. M. L.; Fagundes, D. F. Avaliação da Resistência não drenada de dois solos artificiais por diferentes ensaios de laboratório. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2018, Salvador/BA. *Anais...* Salvador/BA: ABMS, 2018.
- Hansbo, S. A new approach to the determination of the shear strength of clay by the fall-cone test. *Proceedings Royal Swedish Geotechnical Institute*, nº 14, 1957, pp.7-47.
- Head, K.H. Manual of soil laboratory testing. Vol. 2, Pentech Press, London, 1982.
- ISO 17892-6 Geotechnical investigation and testing - Laboratory testing of soil - Part 6: Fall cone test, 2017.
- Karlsson, R. (in cooperation with the laboratory committee of the Swedish Geotechnical Society). *Consistency Limits*. Swedish Council for Building Research, 1977.
- Montgomery, D. C.; Runger, G. C. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. Rio de Janeiro, RJ – Brasil: LTC, 2019. 4ª Ed.
- Pinto, P. B.; Alves, A. M. L.; Bastos, C. A. B. Ensaio de cone de queda aplicado em estudos de plasticidade e resistência ao cisalhamento de solos artificiais. *Geotecnica*, vol. 143, pp. 85-110. 2018.
- Rosa, K. L.; Bastos, C. A. B.; Alves, A. M. L. Avaliação da consistência de solos com a utilização do Ensaio de Cone de Queda Livre (“Fall Cone Test”). In: VII Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul, 2013, Santa Maria/RS. *Anais...* Santa Maria/RS: ABMS-NRRS, 2013. Disponível em: <Http://coral.ufsm.br/geors2013/>. Acesso em 07/3/2017.