

RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE DIFERENTES VARIEDADES DE GRÃOS DE ARROZ OBTIDOS A PARTIR DO ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

Flávio Vieira da Silva Junior

Acadêmico do curso de Engenharia Civil - UNIPAMPA
flaviovisiju@gmail.com

Wagner Dambrós Fernandes

Acadêmico do curso de Engenharia Civil - UNIPAMPA
w.dambros@gmail.com

Cleber Millani Rodrigues

Me. Engenheiro Agrícola – UNIPAMPA
cleberrodrigues@unipampa.edu.br

André Lubeck

Professor Assistente – UNIPAMPA
andrelubeck@unipampa.edu.br

Magnos Baroni

Professor Assistente – UNIPAMPA
magnosbaroni@unipampa.edu.br

Resumo. *Usou-se o ensaio de cisalhamento direto, amplamente empregado na determinação de resistência ao cisalhamento dos solos, para determinar o ângulo de atrito interno de diferentes variedades de grãos de arroz. Foram utilizadas as variedades de arroz Puitá, Sinuelo, 424, 417 e 426, todas com umidade padrão de 13%. Foram realizadas análises granulométricas segundo a NBR 7181 (1984), a caracterização dos grãos e determinação da massa específica aparente foram realizadas segundo a NBR NM53 (2009) e o ensaio de cisalhamento direto a partir das predicações da ASTM 3080(1990). Através da análise dos resultados é perceptível que a variedade do arroz tem influência sobre suas características físicas, variando a massa específica e o ângulo de atrito interno.*

Palavras-chave: *Cisalhamento Direto, Arroz, Ângulo de Atrito interno.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o nono maior país produtor de arroz do mundo, sendo o maior produtor do ocidente. Neste cenário, o Estado do Rio

Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz, contribuindo com mais de 60% da produção brasileira. A cultura tem, portanto, um importante papel sócio-econômico na região sul do país, Embrapa (2005).

Em função das muitas variáveis que envolvem a produção de uma cultura agrícola, tais como tipo de solo, umidade, clima, entre outros, foram desenvolvidas muitas variedades de grãos que melhor se adaptam a cada uma destas características, sendo que as variedades Puitá, Sinuelo, 424, 417 e 426 são cultivadas na região Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, IRGA (2004).

Para o dimensionamento de estruturas de armazenagem é importante avaliar as propriedades físicas do grão, entre elas o ângulo de atrito. Segundo Calil Jr. (1990) uma das propriedades mais importantes é o ângulo de atrito externo estático medido através do ensaio de atrito de Jenike.

Não foram encontrados estudos que avaliassem o ângulo de atrito dos grãos de arroz para distintas variedades. No entanto, é do conhecimento rotineiro dos profissionais do ramo que determinadas variedades são mais abrasivas que outras, assim, é possível intuir que há variação do ângulo de atrito entre diferentes variedades. Calil Jr. (2007)

aponta que no Brasil não há um banco de dados ou normas que determinem o ângulo de atrito do arroz para desenvolvimento de projetos de silos de armazenagem. Apenas a NBR 6120 (1980) fornece para fins de projeto, o valor de ângulo de atrito do arroz de 36° e massa específica aparente de $0,55 \text{ g/cm}^3$.

Usando a analogia com o estudo de solos, é plausível empregar o ensaio de cisalhamento direto para obtenção do ângulo de atrito. O ensaio de cisalhamento direto permite obter o ângulo de atrito interno do material. Para fins de dimensionamento, os ângulos de atrito interno e externo do arroz são considerados equivalentes, Calil Jr. (2007).

O ensaio de cisalhamento direto é amplamente empregado na determinação de resistência ao cisalhamento dos solos, e se baseia diretamente no critério de Coulomb, Lambe & Whitman (1979). Aplica-se uma tensão normal num plano e verifica-se a tensão cisalhante que provoca a ruptura. Com o ensaio são obtidos o ângulo de atrito interno e coesão do material, parâmetros que caracterizam a resistência ao cisalhamento da amostra.

Desta maneira o presente trabalho objetiva avaliar a influência da variedade do grão de arroz sobre o ângulo de atrito interno, medido através do ensaio de cisalhamento direto.

2. METODOLOGIA

Foram utilizadas as variedades de arroz Puitá, Sinuelo, 424, 417 e 426 obtidas junto ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), com umidade padrão de 13%. Nessas variedades foram realizadas no Laboratório de Geotecnia e Pavimentação da UNIPAMPA análises granulométricas segundo a NBR 7181 (1984), caracterização dos grãos e determinação da massa específica aparente segundo a NBR NM53 (2009) e o ensaio de cisalhamento direto, ASTM 3080(1990). As amostras foram

moldadas por chuveiramento, (sendo a compactação feita por gravidade), foi utilizado funil com abertura de 3,0 cm, e altura de queda de 100 cm, Fig. 1.

Cada variedade de arroz foi ensaiada nas tensões normais de 25, 100, 175, 250 KPa (tensões experimentais). Para as tensões de 175 e 250 KPa, foi possível detectar quebra superficial dos grãos. Utilizou-se molde de 10 cm x 10 cm (largura e comprimento), e altura do corpo de prova de 2 cm.

Durante a execução do ensaio de cisalhamento direto são tomadas três diferentes leituras: deslocamento horizontal, força cisalhante aplicada e deslocamento vertical, a qual fornece a variação de volume do corpo-de-prova. A Fig. 2 mostra o ensaio sendo executado.

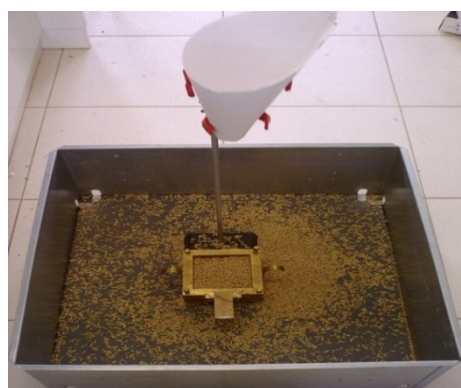


Figura 1. Moldagem dos corpos de prova.



Figura 2. Ensaio de cisalhamento direto em execução.

3. RESULTADOS

A partir da caracterização e avaliação da massa específica aparente foram obtidos os

valores apresentados na Tabela 1. As curvas granulométricas das variedades testadas são apresentadas na Fig. 3. Os valores encontrados de ângulo de atrito e coesão estão apresentados na Tabela 2 e Figuras 4 a 8.

Tabela 1. Massa Específica Aparente Seca

Variedade	Massa Esp.(g/cm ³)	Média
Puitá	0.586	0.58
	0.583	
	0.583	
424	0.609	0.60
	0.606	
	0.599	
Sinuelo	0.634	0.62
	0.625	
	0.628	
417	0.572	0.56
	0.56	
	0.56	
426	0.596	0.59
	0.596	
	0.598	

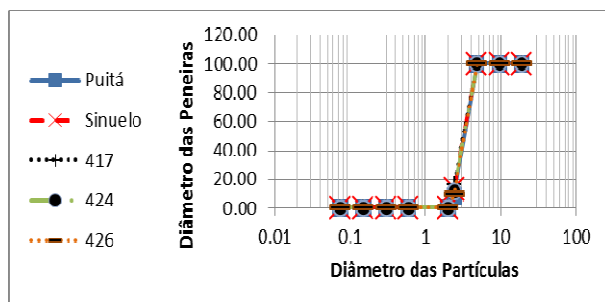


Figura 3. Distribuição granulométrica dos grãos de arroz

Tabela 2. Ângulo de Atrito e Coesão

Variedade	Ângulo de Atrito (Φ)	Coesão (KPa)
Puitá	40.11	10
Sinuelo	36.52	17
424	36.24	31
417	34.53	32
426	37.29	26

A sobreposição das linhas no gráfico de distribuição granulométrica indica que há pouca variação na distribuição granulométrica dos grãos de arroz.

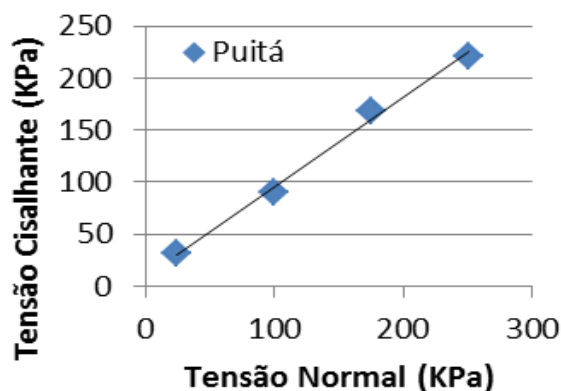


Figura 4. Tensão Cisalhante x Tensão Normal (Arroz Puitá)

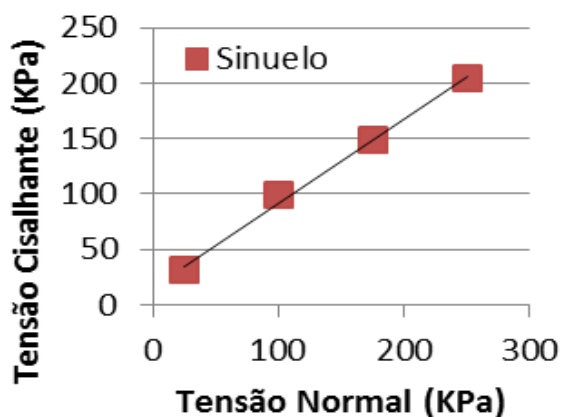


Figura 5. Tensão Cisalhante x Tensão Normal (Arroz Sinuelo)

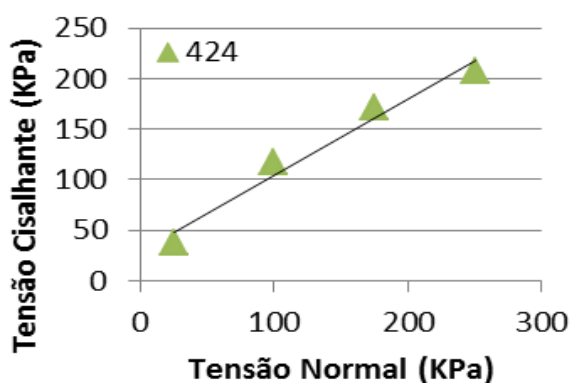


Figura 6. Tensão Cisalhante x Tensão Normal (Arroz 424)

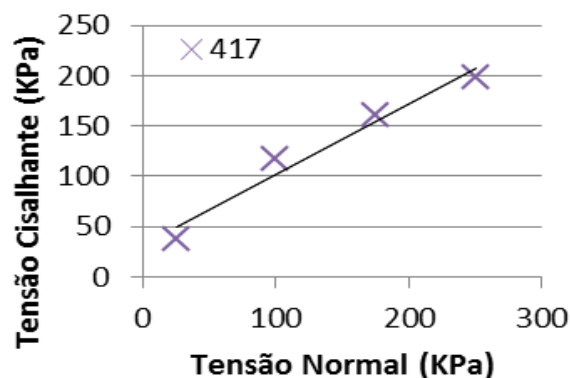


Figura 7. Tensão Cisalhante x Tensão Normal (Arroz 417)

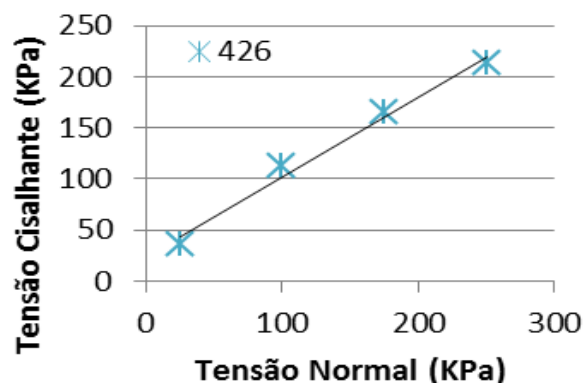


Figura 8. Tensão Cisalhante x Tensão Normal (Arroz 426)

4. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos é possível notar que há diferença entre os valores de massa específica e ângulo de atrito interno nas variedades analisadas.

A variedade de arroz Puitá foi o que obteve o maior valor de ângulo de atrito interno, com valor igual há 40° , e a variedade 417 obteve o menor valor de ângulo de atrito interno com o valor de 34° , permanecendo os resultados das demais variedades nesse intervalo. Já para os valores de coesão a variedade Puitá foi a que obteve o menor valor, sendo esse igual há 10kPa, e a variedade 417 com o maior valor igual há 32kPa.

A coesão é uma característica de solos argilosos, os grãos de arroz apresentam características de solos arenosos, os quais não possuem coesão. Nos ensaios realizados foram encontrados valores do intercepto

coesivo, os autores creditam esse valor ao atrito inicial entre os grãos, já que a casca do arroz apresenta superfície áspera, como uma lixa.

Assim, percebe-se que a variedade do grão tem influência sobre os seus parâmetros físicos e mecânicos, desta forma, podem influenciar o dimensionamento de silos ou outras estruturas de armazenagem.

5. REFERÊNCIAS

- NBR 6120:** Cargas para o Cálculo de Estruturas Metálicas. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 1980.
- NBR 7181:** Solo – Análise Granulométrica. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 1984.
- NBR NM53:** Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ASTM 3080:** Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions aashto t236. American Society for Testing Material, 1990.
- PLENTZ, Carla Sabrine P. Obtenção de Parâmetros de Resistência ao Cisalhamento de Grãos Produzidos na Região Sul do Brasil. **Trabalho de conclusão de curso**. UNIJUI, 2006.
- Calil Júnior, C. **Recomendações de fluxo e de cargas para o projeto de silos verticais**. São Carlos, USP, 1990.
- Calil Junior, C.; Cheung, A. B. **Silos: pressões, fluxo, recomendações para o projeto e exemplos de cálculo**. São Carlos: EESC, 2007.
- FAO, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Pecuária, 2005. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em 12 de junho de 2013.
- IRGA, Instituto Rio Grandense do Arroz. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br>. Acesso em 12 de junho de 2013.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em 12 de junho de 2013.
- T.W. Lambe & R.V. Whitman, **Soil Mechanics, SI version**, Wiley, Prentice Hall, 1979.